

*Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior*



*Prêmio Top Educacional Professor Mário Palmério 2008*



**ABMES** **Cadernos** | **19**

## **Presidência**

### **Presidente**

Gabriel Mario Rodrigues

### **1º Vice-Presidente**

Carmen Luiza da Silva

### **2º Vice-Presidente**

Getúlio Américo Moreira Lopes

### **3º Vice-Presidente**

José Janguê Bezerra Diniz

## **Diretoria Executiva**

### **Diretor Geral**

Fabício Vasconcellos Soares

### **Vice-Diretor Geral**

José Eugênio Barreto da Silva

### **Diretor Administrativo**

Décio Batista Teixeira

### **Diretor Técnico**

Antonio Carbonari Netto

## **Conselho da Presidência**

Candido Mendes de Almeida

Édson Raymundo Pinheiro de Souza Franco

Paulo Newton de Paiva

Terezinha Cunha

Pedro Chaves dos Santos Filho

Paulo Antonio Gomes Cardim

André Mendes de Almeida

Décio Corrêa Lima

Eduardo Soares Oliveira

Cláudio Galdiano Cury

Wilson de Mattos Silva

Manoel Joaquim Fernandes de Barros Sobrinho

Fábio Ferreira de Figueiredo

### *Suplentes*

José Loureiro Lopes

Eda Coutinho Barbosa Machado de Souza

José Antonio Karam

Fernando Leme do Prado

Daniel Castanho

## **Conselho Fiscal**

Geraldo Maria Brocca Casagrande

Jorge Bastos

Luiz Eduardo Possidente Tostes

Marco Antonio Laffranchi

Arthur Leandro Filho

### *Suplentes*

Elizário Pereira Rezende

Jorge de Jesus Bernardo

## **Coordenação Editorial**

Cecília Eugenia Rocha Horta

## **Organização**

Bianca Estrella

## **Revisão**

Whang Pontes Teixeira

## **Projeto Gráfico**

Gorovitz / Maass Arquitetos Associados

## **Diagramação**

Valdirene Alves dos Santos

## **Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior (ABMES)**

SCS Quadra 7 Bloco A Sala 526

Edifício Torre do Pátio Brasil Shopping

70 330 -901 Brasília DF

Tel. 61-3322-3252 Fax 3224-4933

abmes@abmes.org.br / www.abmes.org.br

---

Prêmio Top Educacional Professor Mário Palmério 2008 / Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino superior. – Brasília : ABMES Editora, 2007.  
76 p. ; 21 cm. – (Cadernos ABMES; 19)

Inclui bibliografia

ISSN 1516-618X

1. Ensino superior – prêmio. 2. Ensino superior – estudos. 3. Ensino superior – desenvolvimento. I. Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior.

CDU 378.06.068

---

# Sumário



**Apresentação.....** 5

**Comissão Julgadora .....** 9

**De Bem com a Vida: Programa de Intervenção Preventiva e Promoção da Saúde e Qualidade de Vida em Mulheres Pós-Menopáusicas por meio de Treinamento de Força Periodicizado .....** 11

*Gilberto Eiji Shiguemoto*

*João Paulo Botero*

*Jonato Prestes*

*Luciene Maria Barbieri Ázar*

*Cecília Tardivo Marin*

*Filipe Henrique Monaretti*

*Everton Ricardo Bertacini*

*Sergio Eduardo de Andrade Perez*

**Ensino Interdisciplinar nas Engenharias Mecatrônica e Mecânica.....** 41

*Paulo Victor Fleming*

*Rafael G. Bezerra de Araújo*

*Ederval Miranda*

*Targino Amorim Neto*

*Victory S. Fernandes*

**Normas para a apresentação de originais ..... 71**

## Apresentação



Gabriel Mario Rodrigues \*

Os problemas enfrentados por mulheres idosas no período pós-menopáusicas chamou a atenção dos pesquisadores do Centro Universitário Central Paulista (Unicep), em São Carlos. Com o objetivo de prevenir doenças como osteoporose e osteoartrite, os dois maiores problemas de saúde enfrentados por essas mulheres, o Unicep criou o projeto: “De Bem com a Vida”, coordenado pelo professor Gilberto Eiji Shiguemoto, e vencedor do Prêmio Top Educacional Professor Mário Palmério 2008.

A pesquisa proporcionou o treinamento de musculação para 40 mulheres, entre 55 e 65 anos de idade, no período de um ano. A idéia era comprovar que o treinamento de força pode aumentar a massa e a capacidade muscular de modo desenvolver, também, a massa óssea das pacientes. Dessa maneira, os exercícios físicos atuam como um preventivo à perda óssea. O estudo concluiu que

---

\* Presidente da Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior (ABMES) e reitor da Universidade Anhembi Morumbi.

além de melhorar a densidade óssea o treinamento de força melhorou, aguda e rapidamente, a qualidade de vida dessas mulheres.

A menção honrosa do Prêmio Top Educacional 2008 foi concedida ao projeto desenvolvido pelos cursos de Engenharia Mecânica e Mecatrônica da Universidade Salvador (Unifacs) e coordenado pelo professor Rafael Gonçalves Bezerra de Araújo. O programa, “Ensino Interdisciplinar nas Engenharias Mecatrônica e Mecânica – ARHTE” prevê que desde o primeiro semestre o aluno realize atividades e interaja de forma empreendedora com o mercado. Dessa maneira, a instituição evita a evasão de alunos, em geral desmotivados com o aprendizado muito teórico dos cursos de Engenharia.

A iniciativa inovadora permite que os alunos desenvolvam práticas semestrais pré-definidas de forma gradual, orientadas e adequadas às grades curriculares dos cursos. No primeiro semestre, por exemplo, o aluno tem que desenvolver um protótipo de braço mecânico, no segundo, uma esteira elevadora horizontal e assim por diante. A instituição também investiu construindo dois laboratórios para o desenvolvimento de protótipos e disponibilizando o tempo do corpo docente para o atendimento dos alunos. A cada semestre as equipes de jovens engenheiros são orientadas a disponibilizar todo o material produzido tais como fotos, vídeos e relatórios de projetos em *sites* próprios, *blogs*, comunidades do *Orkut* ou *Youtube*. Os resultados são ainda condensados no *site* oficial do projeto e apresentados na Feira Tecnológica da Unifacs.

A ABMES sente-se orgulhosa em poder premiar essas duas propostas inovadoras desenvolvidas em instituições de ensino superior particulares. Mais uma vez o ABMES Cadernos cumpre o seu papel de promover a divulgação desses dois excelentes projetos que estão descritos nas páginas seguintes.

Brasília, 30 de junho de 2009.





## **Comissão Julgadora**



*Anna Maria Faria Iida*

Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

*Geraldo Moisés Martins*

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico –  
CNPq

*Marco Antonio Fabro*

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico –  
CNPq

*Raulino Tramontin*

Contato RD Consultoria



# **De Bem com a Vida: Programa de Intervenção Preventiva e Promoção de Saúde e Qualidade de Vida em Mulheres Pós-Menopáusicas por meio de Treinamento de Força Periodizado**

*Gilberto Eiji Shiguemoto*<sup>1,4\*</sup>,  
*João Paulo Botero*<sup>2,4</sup>,  
*Jonato Prestes*<sup>4</sup>,  
*Luciene Maria Barbieri Ázar*<sup>1</sup>,  
*Cecília Tardivo Marin*<sup>3</sup>,  
*Filipe Henrique Monaretti*<sup>3</sup>,  
*Everson Ricardo Bertacini*<sup>3</sup>,  
*Sérgio Eduardo de Andrade Perez*<sup>4</sup>

## **Resumo**

Osteoporose é um problema de saúde pública que afeta em grande proporção a qualidade de vida de mulheres no período pós-menopáusicas. A atividade física regular apresenta-se como

---

<sup>1</sup> Docente do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário Central Paulista – Unicep ([www.unicep.com.br](http://www.unicep.com.br))

<sup>2</sup> Docente do Curso de Educação Física do Centro Universitário Central Paulista – Unicep

<sup>3</sup> Docente do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário Central Paulista – Unicep

<sup>4</sup> Laboratório de Fisiologia do Exercício – Departamento de Ciências Fisiológicas – Universidade Federal de São Carlos – UFSCar ([www.fisiologiadosexercicio.ufscar.br](http://www.fisiologiadosexercicio.ufscar.br))

\* Autor Correspondente – E-mail: [gileiji@terra.com.br](mailto:gileiji@terra.com.br) / Telefones: (16) 3411-3343 / 9607-4406 Endereço: Rua Bernardino F. Nunes, 1707 – Parque Delta – São Carlos – SP – CEP: 13.566-490

ferramenta terapêutica importante na prevenção e tratamento da osteoporose. O objetivo desse trabalho foi determinar a influência de um protocolo de exercícios de força sobre a densidade mineral óssea e força muscular de mulheres pós-menopáusicas. Participaram desse estudo 40 mulheres pós-menopáusicas saudáveis, que foram submetidas ao treinamento de força por período de 1 (um) ano. Foram avaliados os seguintes parâmetros: força muscular, densidade mineral óssea (DMO) e qualidade de vida (SF-36). Os resultados apresentados permitiram concluir que o treinamento de força aumenta a força muscular de membros inferiores e superiores, promovendo efeito mantenedor da massa óssea (prevenção) no período avaliado. Também pode ser observada melhora na qualidade de vida, principalmente nos domínios de capacidade funcional, dor e aspectos físicos.

## **Introdução**

O aumento acentuado do número de idosos nas últimas décadas e o fato de grande número deles permanecer em atividade e produzindo, fizeram com que o interesse pelo estudo do envelhecimento fosse se desenvolvendo progressivamente. Tanto a saúde quanto a qualidade de vida dos idosos tornaram-se objetos de preocupação e de estudos [REBELATTO *et al.*, 2006]. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE), a população no Brasil mostra tendência de crescimento do número de idosos, que deve alcançar 25 milhões de pessoas no ano de 2020, a maioria composta por mulheres (aproximadamente 15 milhões) [PARAHYBA *et al.*, 2005]. Este aumento da proporção de mulheres idosas, e o conseqüente aumento

em sua expectativa de vida, tem preocupado profissionais e pesquisadores da área de saúde em relação à saúde da mulher no período pós-menopáusicos. Aproximadamente 40% das mulheres buscam auxílio médico para combater os sintomas da menopausa, entre os quais se incluem: ondas de calor, transpiração noturna, secura vaginal e distúrbios do sono [NEDROW *et al.*, 2006]. Seguindo essa linha de pensamento, os dois maiores problemas de saúde enfrentados pelas mulheres no período pós-menopáusicos na atualidade são a osteoartrite e a osteoporose [AVCI & BACHMANN, 2004].

Osteoporose é uma patologia metabólica do sistema ósseo caracterizada por anormalidades no arranjo microarquitetônico do tecido ósseo, que leva ao aumento da fragilidade do osso e o consequente aumento no risco de desenvolvimento de fraturas [NIH Consensus, 2001]. A osteoporose pós-menopáusicas está associada com um significativo grau de morbidade, mortalidade, redução na qualidade de vida e aumento dos custos dos serviços de saúde [ZOLI *et al.*, 2006]. A estimativa anual de fraturas relacionadas à osteoporose em mulheres pós-menopáusicas nos Estados Unidos é de aproximadamente 1,5 milhões [NAMS POSITION STATEMENT, 2006]. Estudo realizado em mulheres pós-menopáusicas italianas demonstrou que essas mulheres apresentam maior probabilidade (2.2) de desenvolverem baixas taxas de densidade mineral óssea (osteopenia e osteoporose), quando comparadas com as mulheres pré-menopáusicas [PROGETTO MENOPAUSA ITALIA, 2002].

Outro fator biológico que pode interferir decisivamente para o desenvolvimento da osteoporose em mulheres pós-menopáusicas é a “inflamação senil”. Uma forte ligação temporal entre inflamação

e osteoporose emerge em condições como envelhecimento, menopausa, gravidez, transplantes e administração de esteróides. Enquanto fatores nutricionais, mecânicos e hormonais desempenham claramente um importante papel em muitas dessas situações, a concordância de que osteoporose e inflamação estão associadas, está amparada pela emergente evidência de que fatores imunológicos são os mediadores dos processos acima relatados [YUN & LEE, 2004]. O estrógeno é um hormônio esteróide que apresenta importância indispensável não somente no desenvolvimento e maturação da mulher, mas também desempenha um papel bastante ativo na manutenção do sistema imunológico e no metabolismo ósseo [CARLSTEN, 2005]. A diminuição gradativa da produção de estrógeno no período pós-menopáusico leva ao aumento da produção de certas citocinas próinflamatórias, como a interleucina-6 (IL-6), a interleucina-1 (IL-1) e o fator de necrose tumoral (TNF- $\alpha$ ), que promovem diferenciação e ativação osteoclástica [GOLDRING, 2003; PFEILSCHIFTER, 2002]. Em estudos clínicos, os elevados níveis séricos de IL-6 têm sido relatados como medida para prever a perda da massa óssea em mulheres pós-menopáusicas [PFEILSCHIFTER *et al.*, 2003]. Elevados níveis séricos de TNF- $\alpha$  e IL-1, produzidos por células mononucleadas derivadas de mulheres ovariectomizadas, estão associados a elevados índices bioquímicos de reabsorção óssea; esses resultados também foram encontrados em experimentos com modelo animal, tanto em camundongos como em ratos [WEITZMANN & PACIFICI, 2005].

Formas alternativas para a prevenção e tratamento da osteoporose pós-menopáusica vêm sendo desenvolvidas e propostas por pesquisadores em todo o mundo. A Terapia de Reposição Hormonal

(TRH) é considerada por muitos especialistas como sendo a mais importante intervenção para a prevenção e tratamento da osteoporose, e constitui-se pilar de sustentação para a prevenção da osteoporose do tipo I [PICHERIT *et al.*, 2000]. A administração de estrógenos bloqueia a perda acelerada de osso trabecular que se verifica nos primeiros anos após a menopausa e pode diminuir a incidência de fraturas da coluna em até 50%, e, em menor escala, as fraturas do quadril [LANE, 1997]. A administração da TRH em mulheres pós-menopáusicas saudáveis diminui os níveis de IL-6, IL-1 e TNF- $\alpha$ , prevenindo também o aumento dos níveis de IL-6 em ratas ovariectomizadas [PFEILSCHIFTER *et al.*, 2002]. Entretanto, a TRH não é aceita universalmente, devido principalmente às contraindicações para alguns pacientes e baixa adesão, a relutância e aversão por parte de muitas mulheres em virtude dos efeitos colaterais, e riscos de aparecimento, em longo prazo, de alguns tipos de câncer [OLSON *et al.*, 2007; ZHANG *et al.*, 2007; STEFANICK *et al.*, 2006].

A osteoporose é um problema clínico e social, pois pode dificultar o desenvolvimento das atividades cotidianas, influenciando o bem-estar e a qualidade de vida relacionada à saúde (QVRS) dos indivíduos acometidos.

A prática regular de exercícios físicos tem sido altamente recomendada pela literatura como ferramenta de combate à osteoporose pós-menopáusicas, e, conseqüentemente, na melhora da qualidade de vida de mulheres no período pós-menopáusicas. O efeito de exercícios aeróbicos, incluindo dança, caminhada e corrida leve, tem sido relatado pela literatura especializada como efetivo para a manutenção da densidade mineral óssea. Exercícios

ativos, que incluam treinamento de força, podem aumentar a massa óssea, se ocorrer conjuntamente aumento da massa e da força muscular. Também tem sido sugerido que protocolos de exercícios resistidos são mais efetivos que os exercícios aeróbios para o desenvolvimento da massa óssea em mulheres na menopausa. Em mulheres no período pós-menopáusico imediato (até 1(um) ano), o treinamento de força produz pequenos, mas significantes benefícios na massa óssea [NAMS STATEMENT POSITION, 2006]. No entanto, não há estudos descritos na literatura que adotam cargas de intensidades altas, sendo que os estudos existentes adotam protocolos de treinamento de força com cargas baixas ou moderadas, as quais nem sempre promovem remodelamento do tecido muscular adequado para um ganho maior na reorganização do tecido ósseo.

Em vista dos argumentos acima expostos, o objetivo desse trabalho foi verificar a influência de protocolo de treinamento de força com intensidade relativa a 70% da carga máxima (RM) – alta intensidade – sobre o metabolismo ósseo e qualidade de vida de mulheres no período pós-menopáusico, já instalado há mais de cinco anos.

## **Metodologia**

### **Sujeitos**

Quarenta (40) mulheres pós-menopáusicas saudáveis, entre 55 e 65 anos de idade, não submetidas a tratamento de reposição hormonal. As mulheres selecionadas foram



consideradas aptas a participar do projeto por meio de avaliação médica oferecida pelo próprio projeto. Tais mulheres foram convidadas a participar do projeto pela campanha de divulgação realizada com divulgação de panfletos explicativos e reportagem de jornal e televisão. Na Tabela 1 pode-se ver as características antropométricas e corporais da população de mulheres participantes desse trabalho.

Tabela 1 – Caracterização Antropométrica e Corporal dos Sujeitos participantes (n = 40 mulheres)

<i>Característica</i>	<i>Resultado (Média ± EP)</i>
<i>Idade (anos)</i>	58,037 ± 5,338
<i>Peso (quilogramas)</i>	65,756 ± 10,258
<i>Estatura (centímetros)</i>	153,370 ± 6,140
<i>IMC</i>	28,081 ± 13,48
<i>% Gordura Corporal (Bioimpedância)</i>	39,059 ± 4,407

## **Planejamento Experimental**

As quarenta (40) mulheres selecionadas realizaram o Protocolo de Treinamento Periodizado de Força durante período de doze (12) meses.

### **Protocolo de Treinamento de Força – Protocolo de Exercício**

#### **a) Estações do circuito de exercícios resistidos**

As mulheres foram submetidas a um circuito de 13 estações de exercícios resistidos conforme a sequencia: (1) Leg-Press 45°; (2)

Supino Reto no Banco Supino; (3) Panturrilha na Barra Guiada; (4) Bíceps Braquial (Rosca Bíceps) em Pé; (5) Banco Adutor de Quadril; (6) Remada Baixa no Pulley Inferior; (7) Banco Extensor (Extensão de Joelho); (8) Chest Press; (09) Banco Abdutor de Quadril; (10) Tríceps Pressdown (Cross-Over); (11) Mesa Flexora (Flexão de Joelho – Ísquio-Tibiais); (12) Pulley Alto; e (13) Abdominais.

### **b) Intensidade e volume do treinamento**

As mulheres realizaram 2 (duas) séries de 10 repetições cada, com carga estimada entre 70 a 75% da carga máxima (RM) de cada aparelho, sendo que cada repetição durou 3 segundos (1,5s de fase concêntrica + 1,5s de fase excêntrica). O intervalo (repouso) entre as sessões e as estações foi de 1 minuto. Foram realizadas 2 (duas) sessões de treinamento semanais (segundas e quintas-feiras), permitindo-se um mínimo de 72h de repouso entre elas para recuperação do treino.

### **c) Periodização do treinamento**

O período de treinamento (sem considerar os testes pré-período e pós-período de treinamento) foi de 12 meses, considerando-se que para cada 4 (quatro) semanas de treinamento de força (70 a 75% de 1-RM), houve 1 (uma) semana de recuperação ativa (treinamento com 50 a 60% de 1-RM).

### **Avaliação da Força Muscular – Teste de Carga Máxima (1 RM)**

A força muscular foi acompanhada e avaliada ao longo do período de treinamento de 1 (um) ano utilizando-se o Teste de Carga Máxima (1RM) segundo protocolo proposto por Baechle & Earle [2000].

A força muscular máxima (1RM) foi avaliada em 3 (três) dos 12 exercícios executados pelas participantes, a saber: Leg-Press (membros inferiores), Supino e Rosca Bíceps (membros superiores). Nos outros exercícios, o acompanhamento e avaliação da força muscular foi realizado pelo procedimento de Carga Máxima Estimada, também proposto por Baechle & Earle [2000].

### **Exames para seleção homogênea do grupo**

A fim de verificar se as mulheres se enquadravam no perfil exigido para o programa, foram realizados os seguintes exames: (1) Exames com médico cardiologista (Exame clínico, Eletrocardiograma de repouso, Avaliação da composição corporal por bioimpedância), (2) Exames sanguíneos (Hemograma completo, perfil lipídico, e glicemia de repouso).

### **Avaliação da Densidade Mineral Óssea**

A Densidade Mineral Óssea (DMO) foi mensurada nos períodos inicial e pós 1 (um) ano de treinamento por meio do método DXA ou DEXA (Dual Energy X-ray Absorptiometry), com o equipamento DPX # 6243 da marca LUNAR, da Clínica Focus Diagnóstico, São Carlos, SP. Esse equipamento fornece um laudo com os seguintes dados sobre a Densitometria Óssea (mg ou g/cm<sup>2</sup>): Densidade Mineral Óssea da Coluna Lombar, do Colo Femoral Direito e do Corpo Todo. A composição Corporal também pode ser avaliada por esse equipamento, que fornece os seguintes dados: Estatura (cm); Massa Corporal (kg), Percentual de gordura; Percentual de massa magra; Peso da massa gorda (g); Peso da massa magra (g); e Conteúdo mineral ósseo (g).

## **Análise da Qualidade de Vida dos Participantes**

Existem diversos tipos de questionários que são usados em estudos científicos, em diferentes especialidades, com a finalidade de avaliar em seres humanos problemas de saúde geral; dessa forma, escolheu-se fazer uso de um questionário como método de avaliação dos participantes desse trabalho, visando observar a evolução temporal da qualidade de vida dos participantes ao longo de 1 (um) ano de treinamento de força. O questionário escolhido foi o SF-36, que tem sido amplamente utilizado internacionalmente e foi desenvolvido para padronizar as pesquisas sobre investigações de qualidade de vida [NAVEGA & OISHI, 2007].

## **Análise Estatística dos Dados**

Todos os dados encontrados foram expressos como média  $\pm$  Erro Padrão da Média (EPM). Para a avaliação das diferenças entre as medidas de força e de densidade mineral óssea utilizou-se o procedimento estatístico ANOVA – *one-way* (Análise de Variância) e teste *t-Student*. Para a avaliação das diferenças entre as medidas de qualidade de vida inicial e pós 12 meses, utilizou-se o teste não-paramétrico de Wilcoxon. Em todos os cálculos foi fixado um nível crítico de 5% ( $P < 0,05$ ). O software utilizado em todos os testes estatísticos foi o Statistica® 6.1.

## **Procedimentos Éticos e Legais**

O experimento foi conduzido segundo as normas internacionais de ética na experimentação com humanos, e foi aprovado pelo Comitê

de Ética em Experimentação Humana e Animal do Centro Universitário Central Paulista – CEP/Unicep segundo protocolo 042/2008.

## Resultados e Discussão

A Tabela 2 apresenta os resultados da Avaliação da Força Muscular obtidos por meio do Teste de Carga Máxima em 3 (três) diferentes tipos de exercícios dos 13 exercícios executados pelas voluntárias durante o período de treinamento: Leg-Press (Membros Inferiores), Supino e Rosca Bíceps (Membros Superiores).

Tabela 2 – Força Muscular (Carga Máxima) Inicial e Pós 1 (um) Ano de Treinamento (Média  $\pm$  EP)

Força Muscular Máxima – Carga Máxima (Kg)			
Exercício Avaliado	Período		% de Ganho
	Inicial	Pós 1 Ano	
<b>Leg-Press</b>	171,04 $\pm$ 27,33	339,53 $\pm$ 42,94*	98,50%
<b>Supino</b>	31,66 $\pm$ 4,40	41,02 $\pm$ 5,33*	29,67%
<b>Bíceps</b>	20,94 $\pm$ 2,31	26,50 $\pm$ 2,87*	26,5%

\*p < 0,05

A Tabela 3 apresenta os dados referentes à Densidade Mineral Óssea (mg/cm<sup>2</sup>) Inicial e Pós 1 (um) ano de Treinamento de Força da Coluna Lombar, Colo do Fêmur e Corpo Todo.

Tabela 3 – Densidade Mineral Óssea (DMO) Inicial e Pós 1 (um) Ano da Coluna Lombar, Colo do Fêmur e Corpo Todo (Média ± EP)

<i>Período</i>	<i>Densidade Mineral Óssea – DMO (mg/cm<sup>2</sup>)</i>		
	<i>Coluna Lombar</i>	<i>Colo do Fêmur</i>	<i>Corpo Todo</i>
<i>Inicial</i>	1104,96 ± 30,20	921,93 ± 15,74	1104,90 ± 16,03
<i>1 Ano Após</i>	1109,67 ± 31,47	941,38 ± 17,57	1126,03 ± 19,09

p < 0,05

Os resultados referentes à Força Muscular das mulheres submetidas ao Treinamento de Força (exercícios resistidos) são demonstrados na Tabela 2. Observa-se aumento significativo ( $p < 0,05$ ) nesse importante quesito físico-funcional do sistema musculoesquelético, tanto para membros inferiores (Leg-Press) quanto para membros superiores (Supino e Rosca Bíceps). Quando se aponta para a magnitude do crescimento, observa-se que a força muscular dos membros inferiores elevou-se em maior proporção (98,50% no Leg-Press) quando comparada com a dos membros superiores (29,67% no Supino e 26,55% no Bíceps). Em relação à Tabela 3, observa-se também discreto aumento na Densidade Mineral Óssea (DMO) da Coluna Lombar, Colo Femoral e do Corpo Todo no período pós 1 (um) ano de treinamento de força, porém não há significância estatística ( $p < 0,05$ ).

Muitos estudos vêm demonstrando que força muscular [SINAKI *et al.*, 2002; BLAIN *et al.*, 2001] e massa muscular [WALSH *et al.*, 2006; SZULC *et al.*, 2005] estão diretamente relacionadas com índices de mineralização óssea sítio-específicos, tanto para o conteúdo quanto para a densidade mineral óssea. Tanto o envelhecimento quanto a

menopausa normalmente produzem perda moderada de massa óssea na região superior do tronco e membros superiores, e altos índices de perda de massa óssea nos membros inferiores e na região inferior do tronco (região lombar), principais sítios de fraturas ocasionadas pela osteoporose em mulheres pós-menopáusicas [KANEHISA *et al.* 2004]. Como já observado acima, nosso protocolo de treinamento produziu maior aumento de força nos membros inferiores (98,50% no Leg-Press) quando comparado com os membros superiores (29,67% no Supino), ressaltando-se dessa forma, que o treinamento de força proposto constitui-se em importante ferramenta terapêutica para combater os efeitos deletérios da menopausa sobre o metabolismo muscular e ósseo, principalmente em relação aos membros inferiores. O aumento da força em membros inferiores pode ser melhor observado na figura 1.

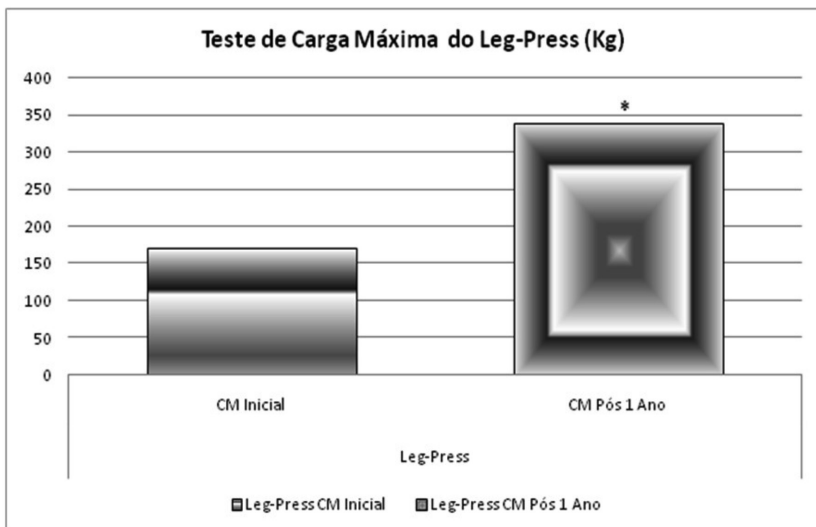


Figura 1 – Teste de Força Muscular de 1 RM do Músculo Quadríceps no Leg-press

Recente estudo [SANADA *et al.*, 2008] demonstrou significativa correlação entre o potência muscular dos músculos extensores do joelho e densidade mineral óssea de colo femoral. Os resultados apresentados por nosso trabalho corroboram com esse e outros estudos que demonstraram aumento da força muscular e da área de secção transversa do músculo promovida pelo treinamento de força [ROSENBERG & ROUBENOFF, 1995; HUNTER & TREUTH, 1995]. Aumentos na DMO de idosos também foram observados em outros trabalhos que executaram treinamento de força de alta intensidade [NELSON *et al.*, 1994] ou exercícios com componentes de compressão articular e forças de reação ao solo [KHORT *et al.*, 1997], encontrando-se relação proporcional e direta entre intensidade do exercício e DMO [CUSSLER *et al.*, 2003]. Deixando de lado essa ação direta da atividade física sobre a DMO, esse mesmo trabalho sugere que essa relação está intrinsecamente ligada com à capacidade do exercício aplicado para aumentar a massa muscular, fato que indica o uso potencial do treinamento de força em reduzir o índice de quedas e as as fraturas osteoporóticas dessa população. Tem sido firmemente sugerido que contrações musculares vigorosas se constituem no principal mecanismo de aumento da DMO de todo corpo [CAPOZZA *et al.*, 2004].

Embora os resultados encontrados em nosso estudo não indiquem mudanças quantitativas significativas na densidade mineral óssea ( $p < 0,05$ ), a alteração mais significativa encontrada foi a do diagnóstico clínico. No período inicial para a Coluna Lombar, 66% das mulheres participantes apresentavam Diagnóstico Clínico de Osteopenia e



Osteoporose, enquanto que os 34% restantes estavam com diagnóstico clínico de normalidade; em relação ao Colo Femoral, para o mesmo período (inicial), 56% das mulheres estavam com diagnóstico clínico de osteoporose e osteopenia, enquanto que as 44% restantes estavam com diagnóstico normal. Na reavaliação pós 1 (um) ano de Treinamento de Força, observou-se alteração diagnóstica em ambos sítios avaliados: na Coluna Lombar houve redução no diagnóstico para osteopenia e osteoporose para a ordem de 45%, com consequente aumento para o diagnóstico de normalidade para a ordem de 55% (Figuras 2 e 3); para o Colo Femoral, houve redução no diagnóstico de osteoporose e osteopenia para a ordem de 39%, com consequente aumento para o diagnóstico de normalidade (esperado para a mesma idade) para a ordem de 61% (Figuras 4 e 5).

Artigo de revisão publicado recentemente demonstrou, por evidências epidemiológicas, que nas populações em envelhecimento, o exercício apresenta efeito positivo na manutenção da DMO, sugerindo que ser ativo fisicamente pode frear a perda de massa óssea e incidência de fraturas de quadril [JOVINE *et al.*, 2006]. O mesmo trabalho sugere também que o exercício praticado durante toda a vida mostra ser encorajador para maximizar pico de massa óssea, reduzir sua perda e o risco de quedas. O exercício melhor recomendado para a situação exposta acima é o exercício de força, que parece influenciar de maneira direta os fatores de risco relacionados à osteopenia e osteoporose em mulheres pós-menopáusicas.

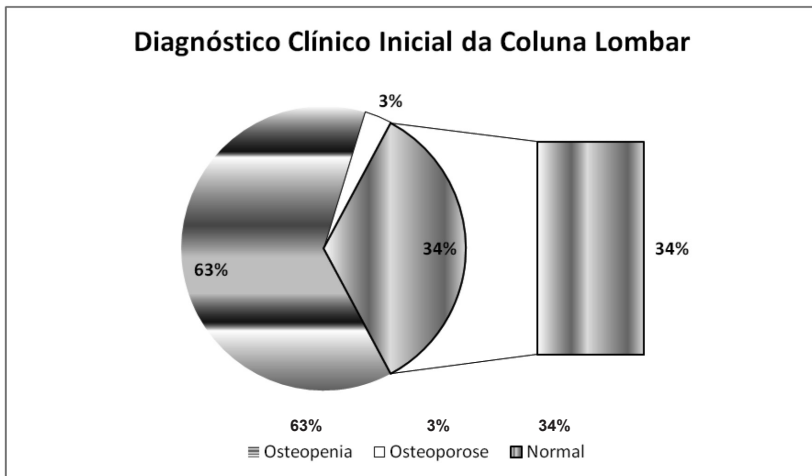


Figura 2 – Perfil do Diagnóstico Clínico da Coluna Lombar obtido pela Densitometria Mineral Óssea

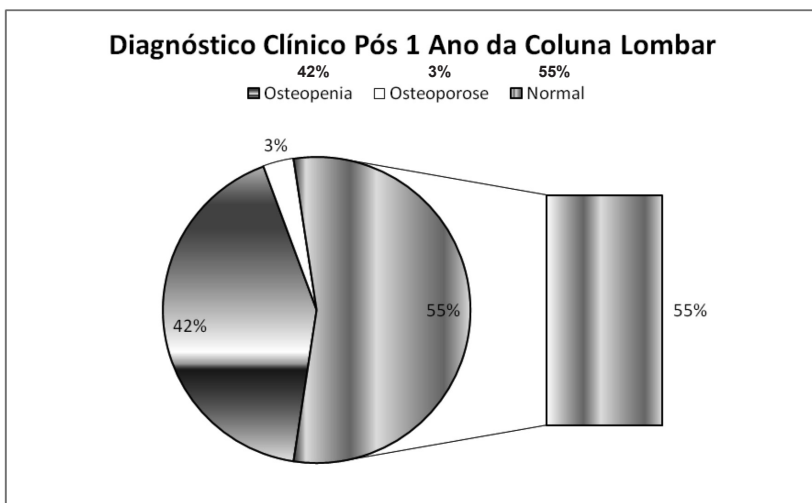


Figura 3 – Perfil do Diagnóstico Clínico da Coluna Lombar obtido pela Densitometria Mineral Óssea 1 ano após

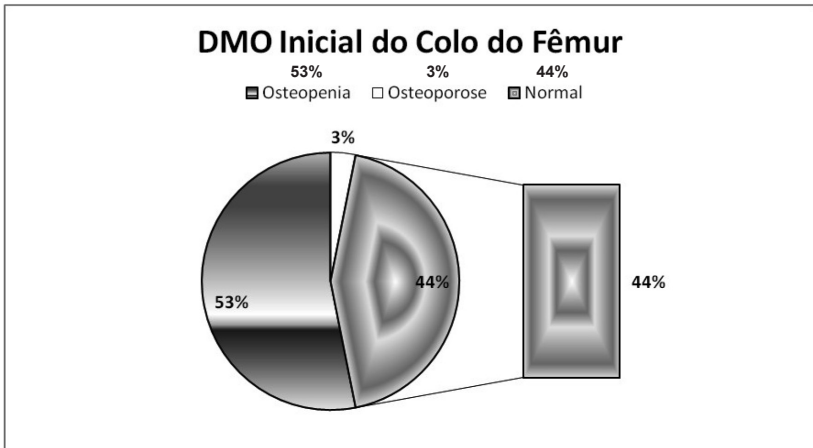


Figura 4 – Perfil do Diagnóstico Clínico Inicial do Colo do Fêmur obtido pela Densitometria Mineral Óssea

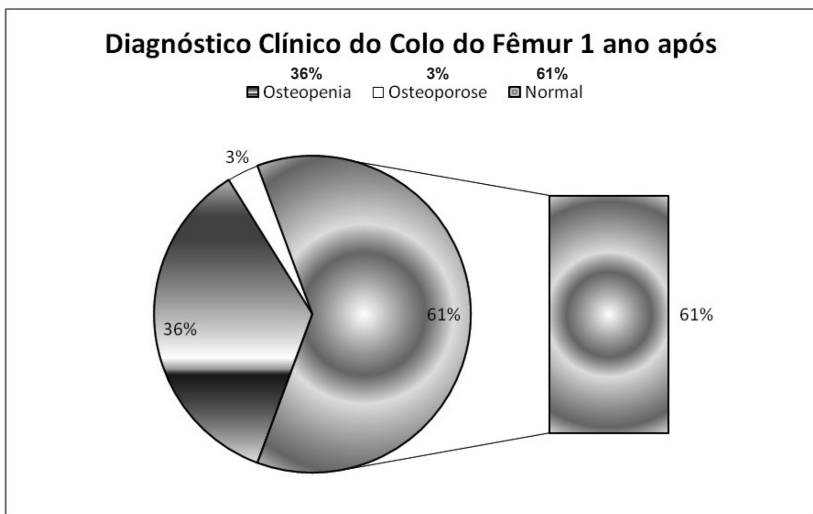


Figura 5 – Perfil do Diagnóstico Clínico do Colo do Fêmur obtido pela Densitometria Mineral Óssea 1 ano após

A Tabela 4 apresenta os Resultados obtidos nos 8 (oito) domínios de Avaliação de Qualidade de Vida propostos pelo SF-36.

Tabela 4 – Quadro Demonstrativo dos Domínios do Questionário de Qualidade de Vida SF-36 com as Avaliações realizadas nos períodos Inicial e Pós 12 Meses.

<i>Componentes</i>	<i>Pontuação do SF-36</i>		
	<i>Inicial</i>	<i>Pós 12 Meses</i>	<i>Valor de p</i>
<i>Capacidade Funcional</i>	65,29	88,53*	0,0265
<i>Aspectos Físicos</i>	38,24	75,00*	0,0168
<i>Dor</i>	44,706	29,412*	0,0050
<i>Estado Geral de Saúde</i>	52,647	51,470	0,7112
<i>Vitalidade</i>	54,853	52,941	0,4646
<i>Aspectos Sociais</i>	47,794	47,426	0,8979
<i>Aspecto Emocional</i>	37,250	76,470*	0,0113
<i>Saúde Mental</i>	53,290	58,240	0,1050

\* $p < 0,05$

Como se pode observar na Tabela 4, houve melhora significativa nos domínios Capacidade Funcional, Aspectos Físicos, Dor e Aspectos Emocionais ( $p < 0,05$ ), não se encontrando melhora significativa nos domínios Estado Geral de Saúde, Vitalidade, Aspectos Sociais e Saúde Mental.

A razão pela qual nos domínios Estado Geral de Saúde, Vitalidade, Aspectos Sociais e Saúde Mental não foi encontrado significância estatística, pode ser justificada por uma serie de fatores. Ciconelli e Bosi [1999] descrevem que o SF-36, originalmente escrito em língua inglesa e destinado aos europeus, e cujo perfil socioeconômico difere muito do padrão brasileiro, gera distorção de resultados quando respondido por pessoas de padrões socioeconômico diferentes. Por essa razão, considerando-se que o perfil socioeconômico dos indivíduos analisados é bastante heterogêneo, pode ser observado que nos resultados obtidos, esses domínios que não apresentaram significância estatística podem se constituir em domínios nos quais o padrão socioeconômico dos indivíduos influencia diretamente o resultado da avaliação. Em contrapartida, os domínios que apresentaram significância estatística (Capacidade Funcional, Aspectos Físicos, Dor e Aspectos Emocionais) parecem apresentar simplicidade de compreensão, podendo ser respondidos diretamente, sem necessidade de uma autorreflexão mais profunda.

Trabalho recente, realizado com mulheres pós-menopáusicas espanholas apresentando diagnóstico clínico de osteoporose, demonstrou que os componentes avaliados pelo SF-36 mais afetados pela osteoporose foram Estado Geral de Saúde, Capacidade Funcional, Dor e Aspectos Físicos [ARANHA *et al.*, 2006]. Contrapondo-se com esses dados apresentados, observa-se em nosso estudo que o treinamento de força altera de maneira significativa e positiva três desses quatro domínios (Capacidade Funcional, Aspectos Físicos e Dor). Essa assertiva pode ser melhor observada nas Figuras 6, 7 e 8.

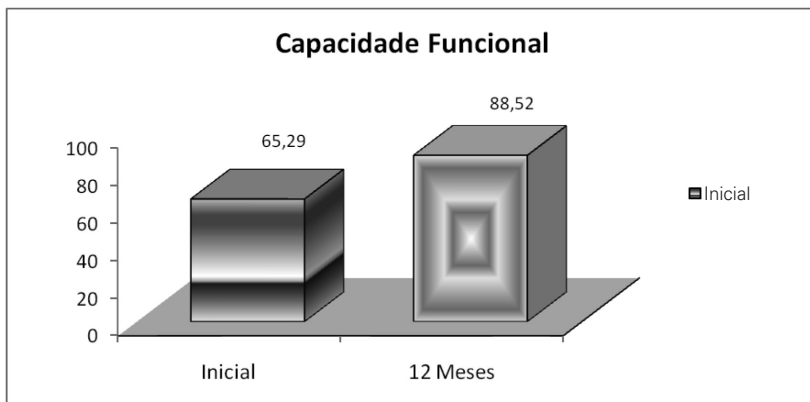


Figura 6 – Gráfico mostrando a evolução da capacidade funcional antes e depois do treinamento, segundo os resultados da avaliação SF – 36.

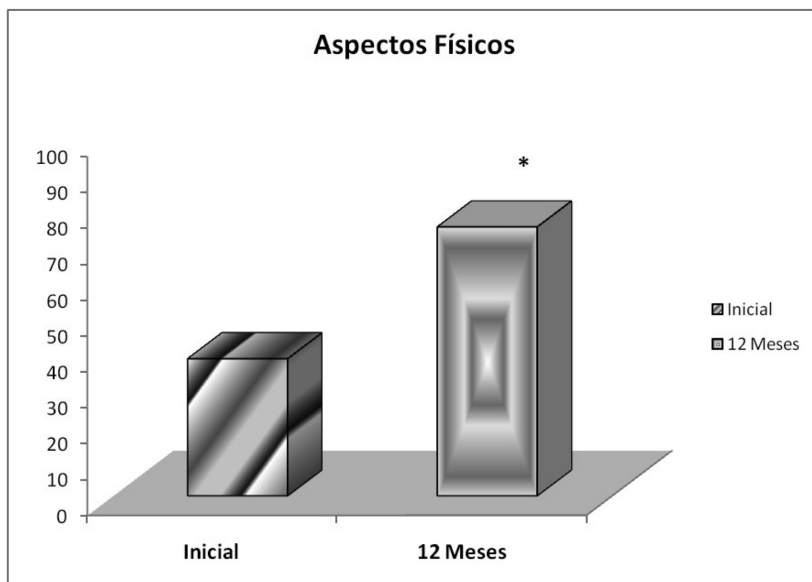


Figura 7 – Gráfico da evolução dos aspectos físicos antes e depois do treinamento, segundo os resultados da avaliação SF – 36.

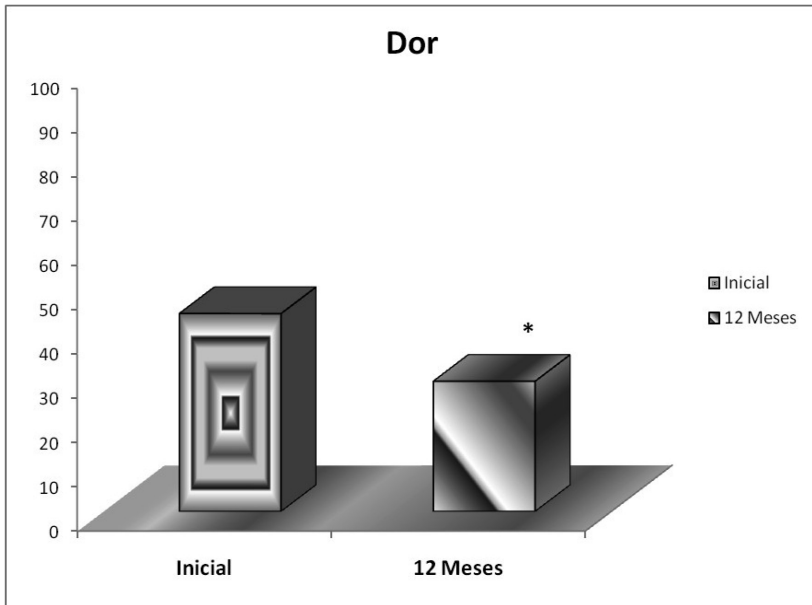


Figura 8 – Gráfico da avaliação da dor antes e depois do treinamento, segundo os resultados da avaliação SF – 36.

Navega e Oishi [2007] avaliaram a qualidade de vida de mulheres idosas pós-menopáusicas divididas em dois grupos, com e sem osteoporose; todas praticavam algum tipo de atividade física, com maior predominância para exercícios de caminhada e alongamento (100% em ambos os grupos). A avaliação para os domínios Capacidade Funcional, Aspectos Físicos e Dor, demonstrou ser bastante próxima da avaliação pós 1 (um) ano de nosso trabalho no grupo de mulheres pós-menopáusicas sem osteoporose, porém, quando se compara nossos resultados com o grupo com osteoporose, observa-se diferença significativa para melhor nas mulheres de nosso projeto submetidas ao treinamento de força nos domínios acima reportados. Em estudo realizado por Acree

*et al.* [2006], que investigaram se a atividade física associa-se com qualidade de vida relacionada à saúde de idosos saudáveis, observou-se que idosos que participavam de atividade física regular de intensidade pelo menos moderada por mais de 1 hora semanal obtiveram valores mais altos nos oito domínios do SF-36 do que os idosos que realizavam menos atividade física.

Chow e Harrison [1989], após submeterem indivíduos osteoporóticos a um programa de atividade física, constataram diminuição da dor e aumento da mobilidade e da capacidade funcional. Resultados similares foram verificados por Malmros *et al.* [1998], que observaram diminuição significativa do nível de dor e do uso de analgésico em mulheres osteoporóticas com dor crônica na coluna lombar, as quais se submeteram a um programa de atividade física supervisionado por fisioterapeutas. Os resultados dos trabalhos acima citados corroboram com os resultados encontrados por nosso trabalho, com a diferença importante que o treinamento realizado pelas mulheres de nosso trabalho foi estritamente baseado nos conceitos de treinamento de força. Navega e Oishi [2007] não encontraram diferenças significativas entre os grupos avaliados em sua pesquisa, fato justificado por ambos os grupos apresentarem nível de atividade física semelhante. Convém ressaltar que em nosso trabalho, as diferenças significativas ocorreram em relação às avaliações prévias e pós 1 (um) ano de treinamento.

Portanto, como já observado em outros trabalhos, a prática regular de exercícios físicos pode melhorar diretamente a qualidade de vida e a saúde de mulheres pós-menopáusicas, mesmo aquelas que apresentam diagnóstico clínico de osteoporose.



## **Conclusões**

O presente estudo permite afirmar que o treinamento de força de alta intensidade é aplicável e funciona como um aliado na prevenção da perda de densidade mineral óssea em mulheres pós-menopáusicas, especialmente em membros inferiores, que são os mais afetados por fraturas osteoporóticas.

Em relação à Qualidade de Vida, os resultados obtidos pelo presente estudo demonstram que o Treinamento de Força melhora aguda e rapidamente, além de manter cronicamente a Qualidade de Vida de Mulheres Pós-Menopáusicas, principalmente nos domínios específicos Capacidade Funcional, Aspectos Físicos, Dor e Aspectos Emocionais.

## **Referências Bibliográficas**

ACREE, L. S.; LONGFORS, J.; FJELDSTAD A. S. Physical activity is related to quality of life in older adults. **Health and Quality of Life Outcomes**, v.4, n.37, 2006.

ARANHA, L. L. M.; MIRÓN CANELO, J. A.; ALONSO SARDÓN, M.; DEL PINTO MONTES, J.; SÁENZ GONZÁLEZ, M. C. Qualidade de vida relacionada à saúde em espanholas com osteoporose. **Rev Saúde Pública**, v.40, n.2, 2006.

AVCI, D.; BACHMANN, G. A. Osteoarthritis and osteoporosis in postmenopausal women: clinical similarities and differences. **Menopause**, v.11, n.6, 2004.

BAECHLE, T. R.; EARLE, R. W. **Essentials of Strength Training and Conditioning**. 2<sup>nd</sup> Edition, Illinois, USA: Human Kinetics Publishers, NSCA, 2000.

BLAIN, H.; VUILLMEIN, A.; TEISSIER, A.; HANESSE, B.; GUILLEMIN, F.; JEANDEL, C. Influence of muscle strength and body weight and composition on regional bone mineral density in healthy women aged 60 years and over. **Gerontology**, v.47, n.4, 2001.

CAPOZZA, R. F.; COINTRY, G. R.; CURE-RAMIREZ, P. C.; FERRETI, J. L.; CURE-CURE, C. A DXA study of muscle-bone relationships in the whole body and limbs of 2512 normal men and pre- and post-menopausal women. **Bone**, v.35, n.1, 2004.

CARLSTEN, H. Immune responses and bone loss: the estrogen connection. ***Immunological Reviews***, v.208, n.1, 2005.

CHOW, K. R.; HARRISON, E. J. Relationship of khyphosis to physical fitness and bone mass on post-menopause women. ***American Journal of Physical Medicine***, v.66, n.5, 1989.

CICONELLI, R. M.; BOSI, M. Tradução para a língua portuguesa e validação do questionário genérico de avaliação de qualidade de vida SF-36 (Brasil SF-36). ***Rev. Bras Reumatol.***, v.39, n.3, 1999.

CUSLLER, E.; LOHMAN, T.; GOING, S. Weight lifted in strength training predicts bone change in postmenopausal women. ***Med Sci Sports Exerc***, v.35, n.1, 2003.

GOLDRING, S. R. Inflammatory Mediators as Essential Elements in Bone. ***Calcif Tissue Int***, v.73, n.2, 2003.

HUNTER, G. R.; TREUTH, M. S. Relative training intensity and increases in strength in older women. ***J Strength Cond Res***, v.9, n.3, 1995.

JOVINE, S. M.; BUCHALLA, C. M.; SANTARÉM, E. M. M.; SANTARÉM, J. M.; ALDRIGHI, J. M. Efeito do treinamento resistido sobre a osteoporose após a menopausa: estudo de atualização. ***Rev. Bras. Epidemiol.***, v.9, n.4, 2006.

KANEHISA, H.; MIYATANI, M.; AZUMA, K.; KUNO, S.; FUKUNAGA, T. Influences of age and sex on abdominal muscle and subcutaneous fat thickness. ***Eur J Appl Physiol***, v.91, n.5-6, 2004.

KOHRN, W.; EHSANI, A.; BIRGE, S. Effects of exercise involving predominantly either joint-reaction or ground-reaction forces on bone mineral density in older women. **J Bone Miner Res**, v.12, n.8, 1997.

LANE, J. M. Osteoporosis: medical prevention and treatment. **Spine**, v.22, n.24, 1997.

MALMROS, B.; MORTENSEN, L.; JENSEN, M. B.; CHARLES, P. Positive effects of physiotherapy on chronic pain and performance in osteoporosis. **Osteoporosis Int**, v.8, n.3, 1998.

NAMS POSITION STATEMENT. Management of osteoporosis in postmenopausal women: 2006 statement position of The North American Menopause Society. **Menopause**, v.13, n.3, 2006.

NAVEGA, M. T.; OISHI, J. Comparação da Qualidade de Vida Relacionada à Saúde entre Mulheres na Pós-menopausa Praticantes de Atividade Física com e sem Osteoporose. **Rev. Bras. Reumatologia**, v.44, n.4, 2007.

NEDROW, A.; MILLER, J.; WALKER, M.; NYGREN P; HUFFMANN, L. H.; NELSON, H. D. Complementary and Alternative Therapies for the Management of Menopause-Related Symptoms. **Arch Inter Med**, v.1666, n.14, 2006.

NELSON, M.; FIATARONE, M. A.; MORGANTI, C.; TRICE, I.; GREENBERG, R.; EVANS, W. Effect of high intensity strength training on multiple risk factors for osteoporotic fracture. **JAMA**, v.272, n.24, 1994.

NIH Consensus Development Panel on Osteoporosis Prevention, Diagnosis and Therapy. Osteoporosis prevention, diagnosis and therapy. **JAMA**, v.285, n.6,2001.

OLSON, S. H.; BANDERA, E. V.; ORLOW, I. Variants in Estrogen Biosynthesis Genes, Sex Steroid Hormone Levels, and Endometrial Cancer: A HuGE Review. **Am J Epidemiol**, v.165, n.3, 2007.

PARAHYBA, M. I.; VERAS, R.; MELZER, D. Disability among elderly women in Brazil. **Rev. Saúde Pública**, v.39, n.3, 2005.

PFEILSCHIFTER, J. Role of cytokines in Postmenopausal bone loss. **Curr Osteop Rep**, v.1, n.2, 2003.

PFEILSCHIFTER, J.; KÖDTIZ, R.; PFHOL, M.; SCHATZ, H. Changes in proinflammatory cytokine activity after menopause. **Endocr Rev**, v.23, n.1, 2002.

PICHERIT, C.; COXAM, V.; BENNETAU-PELISSERO, C.; KATI-COULIBALY, S.; DAVICCO, M. J.; LEBECQUE, P.; BARLET, J. P. Daidzein is more efficient than genistein in preventing ovariectomy-induced bone loss in rats. **Journal of Nutrition**, v.131, n.4, 2000.

PROGETTO MENOPAUSA ITALIA STUDY GROUP. Risk of low bone density in women attending menopause clinics in Italy. **Maturitas**, v.42, n.2, 2002.

REBELATTO J. R.; CALVO J. I.; AREJUELA J. R.; PORTILLO J. C. Influência de um programa de atividade física de longa duração

sobre a força muscular manual e a flexibilidade corporal de mulheres idosas. **Rev. Bras. Fisioter.**, v.10, n.1, 2006.

ROSENBERG, I. R.; ROUBENOFF, R. Stalking sarcopenia. **Ann Intern Med**, v.123, n.9, 1995.

SANADA, K.; MIYACHI, M.; TABATA, I.; MIYATANI, M.; TANIMOTO, M.; YAMAMOTO, K.; USUI, C.; HIGUSHI, M. Muscle mass and bone mineral indices: does the normalized bone mineral content differ with age? **Eur. J Clin Nutrition**, v.62, n.1, 2008.

SINAKI, M.; ITOI, E.; WAHNER, H. W.; WOLLAN, P.; GELZCER, R.; MULLAN, B. P. Stronger back muscles reduce the incidence of vertebral fractures: a prospective 10 year follow-up of postmenopausal women. **Bone**, v.30, n.6, 2002.

STEFANICK, M. L.; ANDERSON, G. L.; MARGOLIS, K. L.; HENDRIX, S. L.; RODABOUGH, R. J.; PASKETT, E. D.; LANE, D. S.; HUBBEL, F. A.; ASSAF, A. R.; SARTO G. E.; SCHENKEN, R. S.; YASMEEN, S.; LESSIN, L.; CHLEBOWSKI, R. T. Effects of conjugated equine estrogens on breast cancer and mammography screening in postmenopausal women with hysterectomy. **JAMA**, v.295, n.14, 2006.

SZULC, P.; BECK, T. J.; MARCHAND, F.; DELMAS, P. D. Low skeletal muscle mass is associated with poor structural parameters of bone and impaired balance in elderly men—the MINOS study. **J Bone Miner Res**, v.20, n.5, 2005.

WALSH, M. C.; HUNTER, G. R.; LIVINGSTONE, M. B. Sarcopenia in premenopausal and postmenopausal women with osteopenia, osteoporosis and normal bone mineral density. **Osteoporos Int**, v.17, n.1, 2006.

WEITZMANN, M. N.; PACIFICI, R. Role de Immune System in Postmenopausal Bone Loss. **Cur Osteop Rep**, v.3, n.3, 2005.

ZHANG, S. M.; MANSON, J. E.; REXRODE, K. M.; COOK, N. R.; BURING, J. E.; LEE, I. Use of Oral Conjugated Estrogen Alone and Risk of Breast Cancer. **Am J Epidemiol.**, v.165, n.5, 2007.

ZOLI, A.; LIZZIO, M. M.; CAPUANO, A.; MASSAFRA, U.; BARINI, A.; FERRACCIOLI, G. Osteoporosis and bone metabolism in postmenopausal women with osteoarthritis of the hand. **Menopause**, v.13, n.3, 2006.

YUN A. J.; LEE, P.Y. Maldaptation of the link between inflammation and bone turnover may be a key determinant of osteoporosis. **Med Hypotheses**, v.63, n.3, 2004.





# **Ensino Interdisciplinar nas Engenharias Mecatrônica e Mecânica**

Paulo Victor Fleming<sup>1</sup>

Rafael G. Bezerra de Araújo<sup>2</sup>

Ederval Miranda<sup>3</sup>

Targino Amorim Neto<sup>3</sup>

Victory S. Fernandes<sup>3</sup>

## **Resumo**

Com o intuito de incentivar a aplicação prática de conceitos teóricos abordados em sala-de-aula, tornando o curso de engenharia lúdico e desafiador para o estudante, de forma a aumentar seu interesse e reduzir os índices de evasão, foi implantada a estrutura de um programa interdisciplinar de práticas semestrais aplicadas de forma gradual, orientada e continuada, devidamente adequadas às grades curriculares dos cursos de Engenharia Mecatrônica e Mecânica da Universidade Salvador – Unifacs. Este programa, codinome Arhte, prevê que desde o primeiro semestre o aluno realize atividades e

---

<sup>1</sup> Coordenador do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Salvador – Unifacs.  
pv@unifacs.br

<sup>2</sup> Coordenador do curso de Engenharia Mecatrônica da Universidade Salvador – Unifacs.  
rafael.araujo@unifacs.br

<sup>3</sup> Docentes dos cursos de Engenharia Mecatrônica e Mecânica da Universidade Salvador – Unifacs. ederal.miranda@pro.unifacs.br; targino.amorim@pro.unifacs.br; victory@igara.com.br

interaja de forma empreendedora com o mercado, aumentando a abrangência de seus conhecimentos e culminando ao final do curso com o desenvolvimento de aplicações profissionais e inovadoras. Após cinco edições do programa os resultados obtidos corroboram os objetivos desejados.

## **Introdução**

Novas abordagens para o processo de ensino e aprendizagem em engenharia vêm sendo experimentadas em inúmeras Instituições de Ensino Superior (IES) no Brasil e no mundo. O foco maior destas propostas é capacitar o estudante no “aprender a fazer”, i.e., estudar, pesquisar e construir “alguma coisa”. Projetos realizados em equipes e que integrem atividades práticas com os conhecimentos teóricos abordados em aulas expositivas têm sido divulgados com maior frequência nos últimos anos. As propostas definem-se como projetos interdisciplinares ou multidisciplinares dependendo da interpretação dos autores para estes termos.

Em comum aos projetos, o sentimento de que é necessária uma “reengenharia do ensino de engenharia” como sugerido por Pirró e Longo (2005) e Castilho (2006), este último reforçando as propostas do importante estudo realizado pela *Confederação Nacional das Indústrias* (CNI) que gerou o documento IEL/Senai Inova Engenharia (2006). Por sua vez, estudos sobre a formação de engenheiros, enfatizam:

Desta forma, a mudança no conteúdo das atividades dos engenheiros e nas suas atribuições tem como consequência necessidades qualificacionais específicas. Conhecimentos na área de informática e

de administração são cada vez mais necessários, assim como o saber vinculado à gestão de custos, de tempo e de recursos humanos. Somam-se a esses conhecimentos os aspectos comportamentais e atitudinais, especialmente capacidade de comunicação, de adaptar-se a situações novas que envolvem responsabilidades crescentes, capacidade de crítica e de autocrítica, de suportar trabalho sob tensão, capacidade de negociação, de convencimento e de raciocínio analítico. Tais habilidades tornam-se necessárias para integrar uma multiplicidade de aspectos decorrentes de outras áreas de atuação que não a meramente técnica. (LAUDARES E RIBEIRO, 2000, p.497)

Em Schnaid et. al. (2006) são criados os “10 mandamentos da formação do engenheiro” que corroboram as competências e habilidades para o engenheiro do século XXI na literatura sobre o assunto. É relatado, ainda, que as estruturas curriculares de ensino de engenharia no País, pouco atendem aos mandamentos propostos pelos autores, ainda que parcialmente. Algumas das competências e habilidades requeridas pelo mercado para os engenheiros recém-formados, mais citadas na literatura, estão resumidas na Tabela 1.

Vale notar que dessas habilidades e competências, apenas a primeira delas, “conhecimento técnico”, foi bem avaliada pelo mercado (médias e grandes indústrias), segundo o Inova Engenharia (2006, p.65).

Por outro lado, as piores notas dadas pelos entrevistados aos engenheiros brasileiros estiveram relacionadas à capacidade de liderança, domínio em gerenciamento, espírito empreendedor, habilidade para comunicação e conhecimento de áreas correlatas à engenharia, assim como à capacidade de criar processos que satisfaçam às empresas. O problema é que são exatamente essas habilidades aquelas que vêm sendo cada vez mais demandadas pelo mercado de trabalho. (INOVA ENGENHARIA, 2006, p.66)

Tabela 1 – Revisão de literatura, competências e habilidades requeridas para os novos engenheiros

<b>Pirró e Longo (2005)</b>	<b>SCHNAID et. al. (2006).</b>	<b>Inova Engenharia (2006)</b>
<p>Forte embasamento em ciências e matemática.</p>	<p>Capacidade para aplicar conhecimentos da matemática, física e ciências, associado ao pensamento lógico e objetivo, comum ao perfil do engenheiro.</p>	<p>Sólido conhecimento nas áreas básicas.</p>
<p>Aprender a aprender. Mais importante do que ensinar somente as tecnologias em uso. Mudança radical no processo ensino-aprendizado. O aluno deve aprender a aprender sozinho.</p>	<p>Adaptação ao conhecimento continuado, habilidade necessária para acompanhar o desenvolvimento tecnológico e humanístico necessário à atividade profissional.</p>	<p>Capacidade para apropriar-se de novos conhecimentos de forma autônoma e independente.</p>
<p>Saber fazer. Estudar, pesquisar, realizar na prática; O engenheiro deve ser preparado para fazer (ousando!). Deve ser desafiado a “fazer” na universidade e/ou em treinamento no setor produtivo.</p>	<p>Criatividade e capacidade de projetar – o projeto aqui entendido como a atividade síntese do engenheiro.</p>	<p>Aptidão para desenvolver soluções originais e criativas para os problemas de projetos, da produção e da administração.</p>

Continua.....

Tabela 1 – Revisão de literatura, competências e habilidades requeridas para os novos engenheiros

<b>Pirró e Longo (2005)</b>	<b>SCHNAID et. al. (2006).</b>	<b>Inova Engenharia (2006)</b>
Domínio das facilidades oferecidas pela informática.	Capacidade para comunicação escrita, oral e gráfica, com amplo domínio de ambientes computacionais e linguagens de programação.	Capacidade para conceber e operar sistemas complexos, com competência para usar modernos equipamentos, principalmente recursos computacionais, estações de trabalho e redes de comunicação.
Capacidade gerencial e empreendedora; Capacidade de juntar meios de toda a natureza (humanos, materiais etc.) e otimizar o seu emprego no “fazer acontecer”; criar, produzir. Exercício de liderança consciente. Trabalhar em equipe.	Desenvolvimento de senso crítico e de visão empresarial para identificar seu papel no contexto social e comunitário; Capacidade de liderança; Habilidades interpersonais necessárias à negociação, ao bom relacionamento profissional e pessoal; Flexibilidade para atuar em equipes multidisciplinares.	Habilidade para trabalhar em equipe, para coordenar grupos multidisciplinares e para conceber, projetar, executar e gerir empreendimentos de engenharia.
Visão humanística diante da profissão e dos interesses da sociedade; O homem, a sociedade e o bem comum devem sempre estar presentes.	Consciência social e compromisso de construção de um mundo mais igualitário.	Espírito de pesquisa para acompanhar e contribuir com o desenvolvimento científico e tecnológico do país; Conhecimento de aspectos legais e normativos e compreensão dos problemas administrativos.

O modelo tradicional de ensino de engenharia, na maioria das IES, ainda concentra disciplinas de base teórica (física, química, cálculo, etc.) nos primeiros semestres letivos, quase todas baseadas em aulas expositivas. Não se constitui surpresa, então, a crescente desmotivação dos estudantes, o que certamente contribui para os altos índices de evasão dos cursos de engenharia. Os jovens de hoje, acostumados a agir de modo “multitarefa”, fazendo mais de uma ação simultaneamente, dentre estas, às vezes, estudar, têm dificuldade em acompanhar tais aulas e de se motivar para o estudo extraclasse.

Se compararmos as brincadeiras, os desenhos animados de TV e os jogos de infância e adolescência dos jovens de hoje (estudantes), com os daqueles nascidos nas décadas de 1960 e 1970 (professores), poderemos entender parte do “problema”. A quantidade e a velocidade de impactos visuais, a rapidez de raciocínio e a quantidade de informações simultâneas aos quais os jovens são submetidos hoje, desde pequenos, são infinitamente maiores do que as de outrora. Como conseguir, então, prender a atenção destes jovens ao se tratar de assuntos como, por exemplo, a regra da cadeia em cálculo diferencial?

A triste realidade é que a maioria das aulas expositivas (de matemática, principalmente) continua sendo ministrada da mesma forma que há 30 anos. O professor escrevendo fórmulas, teoremas, demonstrações, desenhando alguns gráficos, mas ficando boa parte do tempo de costas para os estudantes, falando enquanto escreve, ao tempo que os estudantes copiam e/ou prestam atenção ao que é dito. Às vezes, transparências (via retroprojeto ou multimídia) são utilizadas para “aliviar” tal processo de ensino e aprendizagem.

Percebe-se que diversas disciplinas da matriz curricular não são facilmente compreendidas pelos estudantes por falta de uma visão física/mecânica das situações reais em estudo. Esta falta de competência, muitas vezes, cria um distanciamento do aluno com as disciplinas, comprometendo sua formação técnica e científica e, provavelmente, seu desempenho ao iniciar-se no mercado de trabalho.

O estudante deve ser motivado para gerar, aperfeiçoar, inovar, dominar e empregar tecnologias, durante a sua vida acadêmica, com o objetivo de produzir conhecimentos, bens e serviços, que atendam às necessidades da sociedade, com eficácia e custos apropriados.

Com o intuito de incentivar a aplicação prática de conceitos teóricos abordados em sala de aula, tornando o curso lúdico e desafiador para o estudante, de forma a aumentar seu interesse pelo curso e reduzir os índices de evasão, foi proposto e implantado, a partir do segundo semestre de 2006, um programa interdisciplinar adequado às grades curriculares dos cursos de Engenharia Mecânica e Mecatrônica da Universidade Salvador – Unifacs.

Este programa, chamado ARHTE (acrônimo em referência a *Arquimedes, Robert Hooke e Thomas Edison*), prevê que desde o primeiro semestre o estudante realize atividades práticas empregando conhecimentos nas áreas de mecânica, eletrônica, materiais, automação, robótica e tecnologia em geral para a concepção e construção de protótipos funcionais. A idéia básica do programa ARHTE é enfatizar o fato de que "*engenharia é construir*" e para que isso seja possível é preciso conhecer, dominar e aplicar

de forma eficiente aspectos fundamentais de disciplinas como química, física e cálculo.

Participando do programa, o estudante coloca em prática os conhecimentos que adquire em sala de aula, além de aprender a desenvolver projetos, trabalhar em equipe, administrar o tempo e recursos financeiros. Mais ainda, trabalha-se, de fato, algo difícil de ensinar em sala de aula: a criatividade e o empreendedorismo.

Neste artigo é descrita a estrutura do programa e a experiência adquirida em sua implantação bem como os resultados obtidos até então.

## **Programa Interdisciplinar de Práticas Semestrais**

Atuar como professor é assumir uma grande missão que envolve transmitir valores, exemplos e ética. Ensinar vai além de uma mera “transmissão de conhecimento”. O professor universitário assume a responsabilidade de preparar o futuro profissional para a sociedade. A grande questão é como fazer com que o estudante universitário adote e internalize uma postura profissional desde o primeiro semestre de seu curso.

Muitas propostas recentes de reinventar métodos de ensino fazem uso da interdisciplinaridade. Japiassu (1976), citado por Dallabona (2005), define a interdisciplinaridade como um grupo de disciplinas conexas com uma determinada finalidade. As disciplinas estariam



interligadas. Oliveira (2000), citado por Dallabona (2005), a define como uma transferência de métodos de uma disciplina à outra. A motivação para a criação do programa ARHTE é aplicar tais conceitos, inovando o método “sistemático” de formação dos estudantes de Engenharia Mecânica e Engenharia Mecatrônica da Universidade Salvador.

Nesta proposta quem “engenheira” não são os professores, mas sim os aspirantes a engenheiros, que são estimulados por seus orientadores a pensar, e de posse do conhecimento técnico necessário, passam a ser capazes de materializar suas idéias. Neste processo, conforme sugerido por Dollabona (2005), a diretriz não deve estar no que é transmitido e sim no que é construído e, mais ainda, no processo de aprender a aprender. Isso porque, habilidades práticas são fundamentais na formação de novos engenheiros, mas a criatividade e o empreendedorismo são fundamentais na viabilização deste processo de ensino e aprendizagem como um todo.

O desafio é criar, desde o primeiro semestre letivo, uma atmosfera que propicie aplicar na prática a teoria, unindo conceitos de empreendedorismo, como busca de patrocínios, viabilidade técnica e comercial de novas idéias, com uma postura profissional na elaboração das propostas (anteprojeto e projeto) e em suas apresentações (banca de avaliação e Feira Tecnológica). Neste contexto, o fator tempo é decisivo, o que implica necessariamente na organização da equipe e no gerenciamento do projeto.

Ao propor os projetos de cada semestre, são exigidos conceitos já estudados pelo aluno e inseridos propositalmente, para percepção

da aplicação prática de conceitos que ainda serão estudados nos semestres subseqüentes. A proposta pedagógica do programa limita os requisitos mínimos dos projetos a cada semestre, no entanto não há limite máximo para o aprofundamento teórico e prático que será dado pelo aluno aos conceitos aplicados na execução de seus projetos com base em suas habilidades, vertentes de atuação e seus interesses pessoais.

Sendo assim, para os projetos de robótica, que serão apresentados na seção de resultados, desenvolvidos por estudantes de até o quarto semestre, faz-se necessariamente o uso de recursos de microcontroladores PIC e/ou 8051 para controle autônomo dos mesmos. No entanto, a disciplina de microcontroladores só está presente formalmente na grade curricular dos alunos no sétimo semestre do curso, evidenciando que para serem capazes de realizar seus projetos fez-se necessário que os alunos interessados nesta área do conhecimento buscassem ir além dos conteúdos ministrados em sala, participando de cursos extracurriculares, buscando livros e orientação de professores, profissionais de mercado e alunos de semestres mais avançados.

No semestre da disciplina microcontroladores, o professor poderá utilizar o conhecimento “informal” produzido pelos alunos para esclarecer com base na teoria, eventuais resultados obtidos bem como dúvidas surgidas durante o processo de implementação. O aluno logo percebe a importância da disciplina e o professor tem a oportunidade de aprofundar as discussões e abordagens de sala-de-aula, pois já conta com o contato prévio dos alunos com o problema. Torna-se claro para o aluno o papel fundamental da teoria para

responder aos questionamentos e aprimorar seus resultados. Assim, o processo de ensino e aprendizagem ganha uma dimensão muito mais abrangente.

## **Experiências de Implantação**

### **Aspectos Gerais**

Pelo fato de ser uma iniciativa inovadora que rompia paradigmas e ia de encontro com processos institucionais já estabelecidos de avaliação, bem como por depender de um grande envolvimento das coordenações de curso e do corpo docente no acompanhamento e orientação das atividades dos alunos envolvidos, o projeto deveria necessariamente ser realizado com cautela, de forma que ajustes fossem poderiam ser realizados durante o processo.

A proposta de implantação do programa foi idealizada de forma a permitir um maior controle do processo como um todo, e prever a continuidade de sua aplicação e expansão nos semestres seguintes, com base no aprendizado e melhoria contínua. Sendo assim, o projeto foi implantado experimentalmente em 2006 nas turmas de primeiro ao quarto semestre dos cursos de engenharia mecânica e mecatrônica da Unifacs, inicialmente englobando as seguintes disciplinas elencadas na *Tabela 2*.

A proposta de implantação gradual do projeto tem como objetivo a criação de um grupo de controle, que permita avaliar os diversos aspectos relacionados, resultados obtidos e as dificuldades

encontradas pelas partes envolvidas. Os aspectos relevantes ao sucesso da proposta, observados durante o processo de implantação foram: a aderência do projeto com as disciplinas envolvidas, a receptividade entre os alunos, o real aprofundamento e aplicação prática de conceitos teóricos por parte dos alunos, a participação e envolvimento das coordenações dos cursos e do corpo docente.

Tabela 2 – Disciplinas envolvidas na primeira etapa de implantação do programa ARHTE

<b>Semestre</b>	<b>Engenharia Mecânica</b>	<b>Engenharia Mecatrônica</b>
1.º	Introdução a Engenharia Mecânica, Metodologia da Comunicação Técnica e Científica, Sistemas de Computação e Geometria Descritiva.	Introdução a Engenharia Mecatrônica, Sistemas de Computação, Introdução à Geometria Descritiva e Desenho Técnico.
2.º	Física I, Linguagem de Programação, Introdução à Metrologia e Desenho Técnico.	Física I, Linguagem de Programação, Sistemas Digitais, Metodologia da Comunicação, Técnica e Científica, Ciência dos Materiais.
3.º	Física II, Mecânica Geral e Ciência dos Materiais.	Física II, Materiais Elétricos, Fundamentos de Materiais de Construção Mecânica, Métodos Computacionais Aplicados à Engenharia Mecatrônica e Introdução à Metrologia.
4.º	Física III, Instalações Elétricas, Resistência dos Materiais I e Materiais de Construção Mecânica I.	Física III, Mecânica Geral, Circuitos Elétricos I e Sistemas Embarcados I.

Inicialmente, o primeiro impacto relacionado às disciplinas envolvidas foi a adequação dos respectivos planos de aula de forma que os mesmos abordassem os temas propostos nos projetos. Apesar de o plano de ensino da disciplina contemplar a mesma ementa anterior, algumas aulas tiveram que ser revisadas para abordar a realidade dos projetos. Neste ponto nota-se a importância fundamental da participação e envolvimento do corpo docente para o sucesso do projeto, uma vez que se fez necessária uma postura proativa na atualização da forma de ministrar os conteúdos para a maior aderência com a proposta. Houve, ainda, a necessidade de uma maior interação entre os professores envolvidos com o intuito de alinhar as disciplinas de forma que suas abordagens fossem complementares entre si. Por exemplo, assuntos como cálculo diferencial e integral foram tratados em aula com base em lançamentos oblíquos de projéteis com massa variável, à medida que os alunos eram estimulados e construir projetos de lançamento autônomo microprocessado de foguetes pressurizados a água, conforme projeto proposto para alunos de segundo semestre em edições anteriores do programa.

Fez-se necessária, também, a participação do corpo docente na orientação dos projetos desenvolvidos pelos alunos. Uma equipe de professores tem atribuição de dedicar parte de seu tempo a este processo de orientação, estando disponível para consultas, tanto pessoais quanto por *Internet*, indicando livros e referências, melhores práticas, outros professores, empresas e profissionais da área, e induzindo o raciocínio e aplicação prática das teorias necessárias de forma a viabilizar a execução dos projetos por parte dos alunos.

É importante ressaltar que o envolvimento dos professores na forma mencionada anteriormente se deu inicialmente por interesse próprio, e por crença nas idéias do Programa ARHTE, e não por imposição direta ou indireta das coordenações ou da instituição.

## **Infraestrutura**

Quanto à coordenação dos cursos, o processo de construção do projeto demandou o acesso livre dos alunos, fora dos seus horários de aulas, aos laboratórios de mecânica, mecatrônica, informática e demais recursos da instituição. Neste ponto foi necessário que as coordenações intercedessem de forma direta, permitindo a flexibilização de procedimentos tradicionais da instituição e viabilizando a alocação e disponibilidade de tais recursos.

A instituição envolveu-se com o investimento para a construção de dois laboratórios específicos para atender a demanda de construção dos protótipos. O *Núcleo de Mecânica Aplicada – NMA* tem como objetivo viabilizar a construção e transformação física dos projetos. Tornos, fresadoras, calandras, corte e dobra de chapas metálicas, furadeiras de bancada, máquinas e equipamentos para solda, pintura e ferramentas mecânicas fazem parte da infraestrutura do laboratório. O *Núcleo de Mecatrônica e Robótica – NMR* tem como objetivo a automação dos protótipos. Fontes simétricas, osciloscópios, geradores de sinais, *kits* de microcontroladores, ferramentas para eletrônica, computadores, material para confecção de placa de circuito impresso e componentes eletrônicos diversos são exemplos da

infraestrutura disponível.

Para o caso específico dos laboratórios dos referidos núcleos, foi criado o sistema de agendamentos, disponibilizado aos alunos por meio do pessoal de apoio, onde cada equipe (o programa prevê que os alunos devem trabalhar com equipe de no mínimo dois e máximo quatro pessoas, necessariamente) agenda um máximo de três visitas semanais de até 1,5 horas cada. O processo de controle dos agendamentos é feito via *Internet* através da ferramenta *Google Calendar*, que permite completa integração entre todas as partes envolvidas.

Nos laboratórios foi disponibilizado pessoal capacitado para acompanhamento e orientação no uso dos equipamentos. Inicialmente os próprios alunos foram contratados pela estrutura de monitoria da universidade; posteriormente este processo veio a ser reforçado por técnico contratado especificamente para tal função.

Esta disponibilidade ampliou o envolvimento dos alunos com os cursos, aumentando a permanência dos mesmos na instituição nos horários opostos às suas aulas, bem como seu envolvimento com o mercado, por meio do contato com empresas e fornecedores diversos, visitas a ferro-velho, dentre outros.

## **Temas de Projetos**

Visando à avaliação das disciplinas relacionadas com o programa, o regulamento define quais projetos os estudantes devem realizar, de acordo com o semestre matriculado da maioria de seus componentes.

As propostas de projetos são atualizadas a cada ano e os mesmos são idealizados, em reunião dos professores, de forma a utilizar os conceitos estudados, em estudo ou a serem estudados nos semestres dos cursos de engenharia, listados a seguir conforme proposta de 2008:

- **1.º semestre: Braço mecânico.** Com pelo menos dois graus de liberdade, utilização de no mínimo um motor de passo e altura entre 500 e 700 milímetros.
- **2.º semestre: Esteira elevadora horizontal/inclinada.** A esteira horizontal/inclinada com comprimento máximo 1000 milímetros, controlada via sistema computacional, deve elevar 200 gramas de brita número dois a uma altura de 350 milímetros em um intervalo de tempo de 60 a 90 segundos, de forma contínua e sem perda do material ao longo.
- **3.º semestre: Envasadora de materiais viscosos.** A envasadora deve possuir um sistema rotativo, para envasar sete recipientes de forma sequencial. Controlada via sistema computacional, deve ser possível predeterminar quantidades de 40 (quarenta), 50 (cinquenta) e 60 (sessenta) gramas ou mililitros a serem envasados.
- **4.º semestre: Máquina injetora de polímero.** A máquina deve injetar um polímero em um molde construído pela equipe, de forma a injetar três peças, no mínimo 10 gramas, em no máximo 300 segundos. Controlada via sistema computacional o processo deve viabilizar o monitoramento da temperatura do sistema, abertura e fechamento do(s) molde(s).



Cada projeto deve conceber as suas respectivas comprovações teóricas e experimentais com base na seguinte proposta:

- **Quanto ao desenho técnico do projeto:** Esboço; Desenho técnico do projeto; Esboço 3D do projeto;
- **Quanto à eletrônica, componentes e motores:** *Datasheet* dos componentes, referencial teórico relacionado; detalhes de esquemas e circuitos utilizados; especificações do fabricante, tais como resistência elétrica interna das bobinas, ângulo do passo, tipo de motor, número de fios, etc.;
- **Quanto à análise matemática e física:** Modelo matemático (Derivadas e Integrais múltiplas, coordenadas de posição, cinemática direta e indireta); Viscosidade e massa específica do material, densidade, vazão, taxa de variação do conteúdo (fluxo), conceitos termodinâmicos (temperatura, pressão e volume) e consumo de energia elétrica; Coeficiente de atrito, ângulo de atrito, torque, trabalho mecânico e consumo de energia elétrica;
- **Quanto ao projeto mecânico:** Velocidades angulares e lineares; Cálculos referentes a polias e engrenagens;
- **Quanto aos materiais utilizados:** Lista de materiais aplicados; Características dos materiais aplicados (densidade, módulo de elasticidade, resistência mecânica, tenacidade e propriedades térmicas); Características dos materiais quanto às trocas térmicas;
- **Quanto à programação:** Código fonte devidamente comentado de controle do projeto; Interação com usuário;

É permitido a equipes que possuem projetos em desenvolvimento, por iniciativa própria, inscrever seus planos de negócio para participar do programa interdisciplinar ARHTE. O professor orientador deverá avaliar o plano de negócio, definindo se o projeto está apto a participar do programa e informar quais as comprovações teóricas e experimentais que serão cobradas. Para essas equipes o plano de negócio substitui o anteprojeto. Contudo, a equipe deve seguir o restante do cronograma e exigências do programa ARHTE.

A proposta prevê grande aderência às novas tecnologias da *Internet*. Além dos agendamentos *on-line*, recursos como *website* e grupo de discussão foram criados para dar suporte ao projeto, com o objetivo de ser canal aberto para comunicação, proporcionando maior interatividade e permitindo a troca de idéias e conhecimento entre todos os alunos e professores envolvidos. Toda a documentação referente ao trabalho é disponibilizada em *site* oficial específico (<http://www.arhte.unifacs.br>), onde se encontram o regulamento e formulário para inscrição *on-line* do programa, *links* para os demais recursos disponibilizados e edições anteriores do programa com materiais gerados pelos próprios alunos.

A cada semestre, as equipes são orientadas, como parte do processo de avaliação, a disponibilizar todo o material produzido, tais como fotos, vídeos e relatórios do projeto em *sites* próprios, *blogs*, comunidades do *Orkut*, *Youtube* e demais ferramentas de suporte à comunicação *on-line*. Para o processo de avaliação são considerados aspectos quanto ao volume e periodicidade das

publicações, objetividade e precisão das informações fornecidas, dentre outros. A cada semestre, os *links* para o material produzido são condensados no *site* oficial do projeto, estando disponível livremente para consulta.

O objetivo principal deste tipo de iniciativa é aproveitar o potencial latente destas tecnologias, que já fazem parte da vida dos alunos, de forma a incentivar a aplicação funcional destas, motivando-os a fazer com que o curso de Engenharia faça parte do seu "dia a dia virtual".

O resultado deste processo traz consigo índices ainda difíceis de mensurar, além de potencializar o uso útil de tais tecnologias já presentes na vida dos alunos, em outras vertentes constituem também ferramenta informal de divulgação e *marketing* das atividades realizadas na Instituição. Os projetos desenvolvidos durante o programa ARHTE passam a ser divulgados nacionalmente, havendo troca de informações dos estudantes com outros ao redor do País, bem como incidência de novos alunos que chegam à Instituição, atraídos inicialmente por conteúdos de divulgação das atividades vistos na *Internet*. Conteúdos estes publicados pelos próprios alunos em edições anteriores do projeto.

Tais atividades agitam o meio acadêmico, permitem maior interação entre estudantes de cursos e semestres diferentes e fazem circular as informações, criando uma atmosfera propensa ao fomento e aplicação do conhecimento.

## **Processo de avaliação**

O processo de avaliação é realizado em três etapas: anteprojeto; apresentação para banca avaliadora e relatório escrito, onde os melhores resultados são classificados para apresentação na “feira de projetos”, aberta à visitação pública.

A coordenação dos cursos reserva um total de três dias do calendário acadêmico exclusivamente para avaliação e apresentação dos resultados do programa; destes, dois dias são reservados ao processo de avaliação pelas bancas e um dia reservado para a apresentação em formato feira.

Um sorteio define dia e horário específicos da apresentação de cada equipe à banca. De acordo com o grande número de projetos a cada semestre ocorrem quatro bancas simultâneas a cada dia de avaliação, cada banca é constituída por três professores dos cursos. As equipes dispõem de 20 minutos para realizar o embasamento teórico, a apresentação do seu projeto, os resultados obtidos, suas justificativas e conclusões, deixando espaço aberto para perguntas da banca e do público.

A avaliação em formato banca visa capacitar e familiarizar o aluno com este processo de avaliação comum em apresentações de congressos, monografias e dissertações. Inúmeros aspectos da comunicação são abordados e avaliados tendo em vista a postura profissional a ser adotada pelo aluno perante o mercado, desde a forma de se vestir e falar até a forma de conduzir a apresentação e convencer o público da qualidade do seu “produto”. Trajes

sociais são exigidos, e por três dias o que se vê são profissionais “vendendo” suas soluções.

As equipes são avaliadas em “tempo real” através de formulário *on-line*, desenvolvido com auxílio da ferramenta *Google Docs*. Para o lançamento das notas, os professores, dotados de *notebooks*, acessam a *Internet* a partir de conexão sem fio, disponibilizada nas dependências da Unifacs e preenchem o formulário descrito anteriormente gerando em tempo real a tabela de resultados. Ao total são 11 os critérios de avaliação, dos quais apenas o documento escrito é reavaliado posterior à apresentação. Os critérios de avaliação e seus pesos são detalhados na Tabela 3.

Após a apresentação, os projetos são classificados, e as equipes que obtiveram os melhores resultados participam da apresentação no formato “feira de projetos”, quando é feito convite formal às escolas secundaristas, famílias dos alunos, empresas de mercado e profissionais da área para visitação ao evento.

Essas notas são aproveitadas pelos próprios professores das disciplinas e fazem parte do calendário de avaliações nos planos de ensino.

Tabela 3 – Critérios de avaliação e seus respectivos pesos

<b>Descrição</b>	<b>Peso</b>
Uso do Blog - EXPOSIÇÃO GERAL (anotar o endereço do blog, tempo de blog, atualizações, intercâmbio de informações).	0.75
Slides - EXPOSIÇÃO GERAL (Universidade, curso, nome da equipe e dos componentes, desenhos, tabelas e referências)	0.75
Apresentação - EXPOSIÇÃO GERAL (Postura da equipe, vestes, termos usados e desenvoltura)	0.75
Duração - EXPOSIÇÃO GERAL (Tempo de apresentação = 15 minutos + 5 minutos para perguntas)	0.75
Especificações Técnicas - EXPOSIÇÃO TÉCNICA (Verificar se houve atendimento as especificidades do regulamento)	0.75
Teoria empregada - EXPOSIÇÃO TÉCNICA (Explicação das teorias empregadas. Professor: faça perguntas técnicas aos alunos)	1.00
Estética - PROTÓTIPO (Verificar o esmero do projeto)	0.75
Automação - PROTÓTIPO (Para primeiro semestre atribuir valor para funcionalidade)	0.75
Funcionalidade - PROTÓTIPO (Verificar se o protótipo realmente funciona. OTHER é para o 1º semestre = nota da automação + funcionalidade)	1.25
Domínio técnico do projeto - PROTÓTIPO (Desde o projeto, execução e finalização. Professor: faça perguntas técnicas aos alunos)	1.50
Documento escrito - RELATÓRIO FINAL (Descreve projeto conforme edital)	1.00

## Resultados

Foram realizadas cinco edições do programa ARHTE, desde sua implantação em 2006. As feiras tecnológicas foram realizadas nas dependências do prédio de aulas 7 (PA7) da Unifacs até sua quarta edição e no *Fiesta Convention Center* em sua mais recente edição.

Em seu primeiro semestre de funcionamento, fizeram inscrição no programa 151 estudantes, totalizando 49 equipes. A primeira Feira Tecnológica teve 100 visitantes externos (número estimado por contagem parcial dos colaboradores). A partir deste trabalho inicial surgiram diversos grupos que continuaram trabalhando nos projetos propostos no programa dos semestres subsequentes e propondo tantos outros para trabalharem durante as férias.

No primeiro semestre de 2007 fizeram inscrição no programa 346 estudantes, totalizando 95 equipes. A segunda Feira Tecnológica teve 300 visitantes externos (número estimado por contagem parcial dos colaboradores). Nesta edição houve um concurso para premiação dos melhores projetos. A Unifacs contou com o patrocínio da empresa *ATA Serviços* que premiou os melhores projetos com troféus, certificados, um computador (*Desktop BITWAY*) e três mochilas para *notebook*.

No segundo semestre de 2007 fizeram inscrição no programa 238 estudantes, totalizando 71 equipes. A III Feira Tecnológica teve 200 visitantes externos (número estimado por contagem parcial dos

colaboradores). Importante ressaltar que no segundo semestre o número de vagas oferecidas para o vestibular é menor, refletindo na diminuição da quantidade de inscritos no programa.

No primeiro semestre de 2008, fizeram inscrição no programa 419 estudantes, totalizando 118 equipes. A quarta edição da Feira Tecnológica teve 500 visitantes externos (número estimado por contagem parcial dos colaboradores), e contou com ampla visitação de escolas e estudantes de ensino médio, profissionais da área de engenharia, entusiastas e familiares dos estudantes “feiristas”.

Na mais recente edição do programa ARHTE, no segundo semestre de 2008, fizeram inscrição no programa 304 estudantes, totalizando 90 equipes. A quinta edição da Feira Tecnológica teve 400 visitantes externos (número estimado por contagem parcial dos colaboradores). Foi a primeira Feira Tecnológica fora da sede da Unifacs que teve uma boa receptividade. O evento contou com patrocínio de empresas do setor privado da área tecnológica.

A Feira Tecnológica utiliza espaço coberto adequado e uma infraestrutura composta de área para a apresentação ao público e manutenção dos projetos. Toda a infraestrutura possui medidas padronizadas para que haja harmonia durante o evento. Trinta bancadas para exposição dos projetos, aparelhadas com computadores e pontos de energia elétrica são disponibilizadas para os estudantes durante o evento.



É importante frisar que apenas os melhores projetos (30) participam da Feira Tecnológica. Os grupos são avaliados em relação à teoria empregada, funcionalidade, estética, apresentação do trabalho e relatório escrito. Para participar da feira tecnológica o protótipo construído não basta funcionar e ser bonito. A equipe é incentivada a vender seu produto, cultivando características empreendedoras e uso de criatividade.

A Feira Tecnológica é a oportunidade de apresentar à comunidade as iniciativas que estão sendo desenvolvidas na Bahia e se tornar incentivo para a criação de novos grupos, fazendo com que o estado cresça no cenário tecnológico nacional. A criação de protótipos é o ponto de partida para a elaboração de projetos comercialmente viáveis e capazes de permitir que os futuros engenheiros se desenvolvam em termos técnicos e como empreendedores.

Os resultados obtidos vão além das apresentações para avaliação dos projetos. No ano de 2007 foram publicados seis artigos no Seminário Estudantil de Produção Acadêmica – Sepa da Universidade Salvador. Esses artigos foram resultados exclusivos do progresso dos estudantes dentro do âmbito do programa ARHTE. Os seis artigos foram publicados por estudantes do primeiro ao quarto semestre. Todos sem exceção participaram do programa. Os artigos estão disponíveis *on-line* em <http://www.revistas.unifacs.br/index.php/sepa>. Abaixo estão relacionados os títulos dos artigos supracitados.

1. Robô de inspeção tubular protótipo PIC – *Pipeline Inspection Crawler*;

2. Projeto eletrônico para construção de robô autônomo de sumô;
3. Desenvolvimento de robô humanóide a partir do estudo e aplicação do kit *Bioid*;
4. Robótica autônoma – sumô de robôs;
5. Projetos mecânico e lógico para a construção de robô de sumô autônomo;
6. Projeto *dotBUS*: Sistema de automação para transporte público.

Ademais, o artigo “Robô de inspeção tubular, protótipo PIC – *Pipeline Inspection Crawler*” é patrocinado por empresas do setor privado que possuem interesse em comercializar o produto. O mesmo artigo participou do *Prêmio Bahiagás de Inovação*, durante a *Conferência da Indústria do Gás Natural 2008 e o Seminário Nacional de Energia e Ambiente* que aconteceram entre os dias 9 e 11 de abril de 2008. Atualmente existem dois protótipos com grande possibilidade de geração de patente, oriundos do programa ARHTE.

Equipes interessadas no desenvolvimento de projetos de robótica autônoma são incentivadas a participar de eventos e competições no âmbito regional e nacional tais como o *Campeonato Baiano de Robôs Autônomos – CBRA*. A Unifacs já conta com 4 projetos de robôs autônomos da modalidade *Sumô de Robôs*, desenvolvidos por seus estudantes sob orientação de professores como parte das atividades do programa ARHTE.

Dois projetos desenvolvidos por estudantes da Unifacs ficaram entre

os vencedores do *Concurso Idéias Inovadoras de 2008*, realizado pela *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb)* e *Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado (SECTI)*. Na categoria *Graduando*, conquistou o primeiro lugar e premiação de R\$ 3.000,00, o projeto *Sensor de Presença Veicular (SPV)*, desenvolvido por alunos de Engenharia Mecatrônica e Engenharia Mecânica. Na categoria *Inventor Livre*, o terceiro lugar e premiação de R\$ 5.000,00, foi para o projeto de uma balança para botijão de GLP, de um estudante de Engenharia Mecatrônica. Outro grupo formado por estudantes de Engenharia Mecatrônica e Engenharia Elétrica ficou entre os finalistas da categoria *Graduando*, com o projeto *Dotbus*, um sistema de automação de transporte público envolvendo acessibilidade, que permite aos passageiros selecionar o veículo desejado em um painel eletrônico instalado no ponto de ônibus.

Com o encerramento de sua quinta edição, o depoimento dos professores corrobora a previsão dos idealizadores do programa ARHTE. Há a indicação que os alunos ingressam em semestres posteriores amadurecidos, com interesses profissionais, resultado das pesquisas e aplicação de conteúdos de eletrônica, programação, mecânica, materiais e automação realizados previamente. Os professores relatam que as aulas formais tornaram-se mais interessantes e dinâmicas, pois a responsabilidade de trazer conteúdos do mercado de trabalho deixa de ser responsabilidade exclusiva do professor da disciplina, passando a compartilhar essa responsabilidade com o aluno.

## Considerações Finais

Como observado no IEL/Senai Inova Engenharia (2006), as engenharias se desenvolveram sob influência do processo de industrialização. Inicialmente, a competência exigida do engenheiro era eminentemente *técnica*. Conforme os processos industriais se tornavam cada vez mais variados e sofisticados, passou a ser requerida a qualificação *científica*. Atualmente, as indústrias e o mercado exigem, além das anteriores, as chamadas competências *gerenciais*.

Para atender a estas exigências, a educação da engenharia necessita de mudanças radicais e imediatas. As disciplinas tradicionais previstas nas matrizes curriculares devem ser, sempre que possível e cada vez mais, suplementadas com conteúdo interdisciplinar. Além disso, é fundamental que a teoria abordada em sala de aula esteja acoplada à solução de problemas reais, onde se possa trabalhar as habilidades requeridas da nova geração de engenheiros: criar e produzir (“fazer acontecer”); trabalhar em equipe gerenciando prazos e recursos financeiros e humanos, e exercitando liderança; saber se comunicar por escrito e oralmente; e, por fim, saber pesquisar (“aprendendo a aprender”).

Os resultados obtidos indicam uma modificação nas abordagens didáticas e comportamentais de discentes e docentes nos cursos de engenharia mecânica e engenharia mecatrônica da Unifacs. Associado aos conteúdos técnicos, o referido programa tem se mostrado eficaz na formação do engenheiro para o século XXI, com o processo de ensino-aprendizagem prazeroso, efetivo e de qualidade.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem aos professores e estudantes de Engenharia Mecânica e Engenharia Mecatrônica pela ampla participação e dedicação na execução dos projetos, bem como pelos excelentes resultados obtidos. Um agradecimento especial aos colaboradores do PA-7, próprios e terceirizados, pela dedicação e apoio na realização das Feiras Tecnológicas.

## **Referências Bibliográficas**

DALLABONA, Carlos Alberto. **Interdisciplinaridade: uma questão ainda pouco conhecida e praticada nos cursos de Engenharia.** XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – Cobenge 2005. Campina Grande, Paraíba.

IEL/SENAI. **Inova Engenharia: propostas para inovação da educação em engenharia no Brasil.** Brasília, 103p. 2006.

KUEHN, Adriana. et al. **Qual é o papel da matemática nos cursos de Engenharia? Reflexões de um professor de matemática.** XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – Cobenge 2005. Campina Grande, Paraíba.

LAUDARES, J. B. e RIBEIRO, S. **Trabalho e formação do engenheiro,** Rev. Bras. Est. Pedag., Brasília, v. 81, n. 199, p. 491-500, set./dez. 2000.

PIRRÓ E LONGO, W. "Reengenharia" do Ensino de Engenharia: Uma Necessidade", disponível [www.engenheiro2001.org.br/programas/971207a.doc](http://www.engenheiro2001.org.br/programas/971207a.doc) (acesso em 01/08/2008)

SCHNAID, Fernando. et al. **Ensino da engenharia: do positivismo à construção das mudanças para o século XXI**. Porto Alegre – Rio Grande do Sul. Editora da UFRGS, 2006.

## **Normas para apresentação de originais**

A Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior (ABMES), por meio do *ABMES Cadernos*, publicará trabalhos sobre temas e questões de interesse específico das instituições de ensino superior associadas, os quais deverão ser submetidos à aprovação da Diretoria da ABMES.

Os trabalhos devem ser inéditos e enviados para a publicação no *ABMES Cadernos*, observando as seguintes normas:

1. Título acompanhado do subtítulo, quando for o caso, claro, objetivo e sem abreviaturas;
2. Nome do autor e colaboradores por extenso, em itálico e negrito, com chamada (\*) para rodapé, onde serão indicadas credenciais escolhidas pelo autor;
3. Dados sobre o autor – nome completo, endereço para correspondência, telefone, fax, e-mail, vinculação institucional, cargo, área de interesse, últimas publicações.
4. Resumo de dez linhas que sintetize os propósitos, métodos e principais conclusões.
5. Texto digitado em espaço duplo, fonte 12, versão *Word 7.0* ou superior, evitando tipos inclinados e de fantasia. Salvo casos absolutamente excepcionais e justificados, os originais não devem ultrapassar o limite de 15 a 20 páginas digitadas. O texto deverá ser enviado por e-mail ([abmes@abmes.org.br](mailto:abmes@abmes.org.br)).

6. Os títulos e subtítulos devem ser claramente identificados e hierarquizados por meio de recursos sucessivos de destaque, tais como: caixa alta (letra maiúscula) com sublinha; caixa alta sem sublinha; caixa alta e baixa com sublinha; caixa alta e baixa sem sublinha.
  
7. As citações a autores, no correr do texto, bem como nas referências bibliográficas, devem seguir as orientações da NBR10520 (Citações em documentos) e NBR6023 (Elaboração de referências).
  
8. As citações, as chamadas pelo sobrenome do autor, pela instituição responsável ou título incluído na sentença devem ser iniciadas em letra maiúscula e as seguintes em minúscula, mas quando não houver a chamada na sentença, devem ser apresentados entre parênteses e com todos os caracteres em letras maiúsculas. Exemplo: De acordo com Barbosa (2002, p.26), "o protestantismo no Brasil foi encarado como intruso durante todo o século XIX, tanto pelos missionários que lutaram para superar as difíceis barreiras, mas principalmente pelos representantes da Igreja Romana". Ou: "O protestantismo no Brasil foi encarado como intruso durante todo o século XIX, tanto pelos missionários que lutaram para superar as difíceis barreiras, mas principalmente pelos representantes da Igreja Romana". (BARBOSA, 2002, p.26) E, ainda na citação da citação: Analisando a marcha abolicionista no Brasil, perguntou-se à época: "o que nós queremos que o Brasil se torne? Para que é que trabalhamos todos nós, os que, com a opinião dirigimos seus destinos?" (RODRIGUES, 1871 apud BARBOSA, 2002, p. 115).



9. Obras do mesmo autor e do mesmo ano devem ser ordenadas em ordem alfabética, seguidas de letras do alfabeto: 1997a, 1997b, 1997c, discriminado-as, no corpo do texto, sempre que forem citadas.
10. Notas exclusivamente de natureza substantiva devem ser numeradas seqüencialmente.
11. A primeira citação de nome ou título que tenha siglas e abreviações deverá aparecer registrada por extenso, seguido da sigla colocada entre parênteses. Se a sigla tiver até três letras ou se todas as letras forem pronunciadas devem-se gafar todas as letras da sigla em maiúsculas. Exemplo: CEF, MEC, BNDES, INSS. E as siglas de mais de três letras formando palavras devem aparecer em caixa alta e baixa. Exemplo: Unesco, Semesp, Funadesp.
12. As citações diretas, no texto, de mais de três linhas devem ser colocadas com recuo de 4 cm da margem esquerda, na fonte 10, espaço simples e sem aspas.
13. As palavras e/ou expressões em língua estrangeira devem aparecer em itálico.

## **Exemplos de Referências**

### **1. Livros**

DIAS, Gonçalves. *Gonçalves Dias: poesia*. Organizada por Manuel Bandeira. Revisão crítica por Maximiano de Carvalho e Silva. 11.ed. Rio de Janeiro: Agir, 1983. 175p.

BARBOSA, José Carlos. *Negro não entra na igreja: espia na banda de fora. Protestantismo e escravidão no Brasil Império*. Piracicaba: Ed. Unimep, 2002. 221p.

COLASANTI, Marina. *Esse amor de todos nós*. Rio de Janeiro: Rocco, 2000. 231p.

OLIVEIRA, José Palazzo et al. *Linguagem APL*. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1973. 15p.

## **2. Artigos em revistas**

MOURA, Alexandrina Sobreira de. Direito de habitação às classes de baixa renda. *Ciência & Trópico*, Recife, v.11, n.1, p.71-78, jan./jun. 1983.

METODOLOGIA do Índice Nacional de Preços ao Consumidor – INPC. *Revista Brasileira de Estatística*, Rio de Janeiro, v. 41, n. 162, p. 323-330, abr./jun. 1980.

## **3. Artigos em jornais**

COUTINHO, Wilson. O Paço da Cidade retorna seu brilho barroco. *Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, 6 mar. 1985. Caderno B, p. 6.

BIBLIOTECA climatiza seu acervo. *O Globo*, Rio de Janeiro, 4 mar. 1985. p.11, c. 4.

## **4. Leis, decretos e portarias**

BRASIL. Lei n.º 9.887, de 7 de dezembro de 1999. Altera legislação tributária federal. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 8 dez. 1999. Seção 1 p.13.

## **5. Parte de monografias**

ABRANCHES, Sérgio Henrique. Governo, empresa estatal e política siderúrgica: 1930-1975. In: LIMA, O . B.; ABRANCHES, S. H. (Org.). *As origens da crise*. São Paulo: Vértice, 1987.

## **6. Teses, dissertações e trabalhos acadêmicos**

MORGADO, M. L.C. *Reimplante dentário*. 1990. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Faculdade de Odontologia, Universidade Camilo Castelo Branco, São Paulo, 1990.

O envio de trabalhos implica cessão de direitos autorais para o *ABMES Cadernos*.

Serão fornecidos ao autor principal de cada artigo 10 (dez) exemplares do número do *ABMES Cadernos*.

Os textos assinados são de responsabilidade de seus autores.

Esta obra foi composta em Univers 45 Light e impressa nas oficinas da Athalaia Gráfica e Editora Ltda, no sistema off-set sobre papel polén soft 80g/m<sup>2</sup> miolo, com capa em papel Couchê Fosco 180g/m<sup>2</sup> para a ABMES, em junho de 2009.

Athalaia Gráfica e Editora Ltda. Fone: (61) 3343-4100

Fax: (61) 3343-4101 E-mail (athalaia@athalaia.com.br).