

# REVISTA MACKENZIE DE ENGENHARIA E COMPUTAÇÃO

V. 6-10 – EDIÇÃO ESPECIAL – SÃO PAULO – 2005-2009 – ISSN 1518-7470 (impresso) ISSN 2236-9813 (*on-line*)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

Revista Mackenzie de Engenharia e Computação – Ano 1, n. 1, 2000 –  
São Paulo : Editora Mackenzie, 2000-

Anual

ISSN 1518-7470 (impresso)      CDD 620

ISSN 2236-9813 (*on-line*)

Publicação da Escola de Engenharia, da Faculdade de Computação e Informática  
e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade  
Presbiteriana Mackenzie.

1. Engenharia

2. Informática

3. Computação

---

---

---

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

---

---

*Chanceler* Augustus Nicodemus Lopes  
*Reitor* Manassés Claudino Fonteles  
*Vice-Reitor* Pedro Ronzelli Júnior  
*Secretário Geral* Nelson Callegari

---

*Decanato de pesquisa e pós-graduação da Universidade Presbiteriana Mackenzie*  
Sandra Maria Dotto Stump  
*Programa de pós-graduação em Engenharia Elétrica*  
Christiano José Santiago de Matos  
*Programa de pós-graduação em Engenharia de Materiais*  
Antonio Hortêncio Munhoz Júnior

---

---

ESCOLA DE ENGENHARIA

---

*Diretor* Marcel Mendes  
*Coordenador de Curso-Engenharia Civil* Paulo Ferreira  
*Coordenador de Curso-Engenharia Elétrica* Paulo Alves Garcia  
*Coordenador de Curso-Engenharia de Materiais* Leila Figueiredo de Miranda  
*Coordenador de Curso-Engenharia de Produção* Giancarlo da Silva Rego Pereira  
*Coordenador de Curso-Tecnologia Elétrica* Antônio Marcos Ferraz de Campos

---

---

FACULDADE DE COMPUTAÇÃO E INFORMÁTICA

---

*Diretor* Arnaldo R. de Aguiar Vallin Filho  
*Coordenador de Curso-Ciência da Computação* Valéria Farinazzo Martins  
*Coordenador de Curso-Sistemas de Informação* Fábio Silva Lopes

# REVISTA MACKENZIE DE ENGENHARIA E COMPUTAÇÃO

V. 6-10 – EDIÇÃO ESPECIAL – SÃO PAULO – 2005-2009 – ISSN 1518-7470 (impresso) ISSN 2236-9813 (*on-line*)



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

---

CONSELHO DIRETOR

---

Marcel Mendes  
Arnaldo R. de Aguiar Vallin Filho

---

CONSELHO EXECUTIVO

---

Leila Figueiredo de Miranda  
Mauro Cesar Terence  
Christiano José Santiago de Matos

---

CONSELHO EDITORIAL

---

Luiz P. Caloba – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)  
Marco Stipkovic – Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)  
Jan Vatauvuk – Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)  
Sonia Braunstein Faldini – Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)  
Daltro José Nunes – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)  
Murilo Tadeu Werneck Fagá – Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)  
Mozart Neves Ramos – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
Nizam Omar – Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)  
Néstor Becerra Yoma – Universidad de Chile  
Paulo Martins Engel – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)  
Paulo Waki – Escola Federal de Engenharia de Itajubá (EFEI)  
André Luiz de Lima Reda – Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)  
Rui Seara – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)  
Yara Maria Mendes Botti de Oliveira – Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)  
Reyolando M. L. R. F. Brasil – Universidade de São Paulo (USP)  
José Augusto Marcondes Agnelli – Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)  
Luciano V. de Medeiros – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ)

---

EDITORES "AD HOC"

---

Francisco Ambózio Filho – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEM-SP)  
Leonardo Gondim de Andrade e Silva – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEM-SP)  
Antônio Augusto do Couto – Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)  
Antônio Sérgio Penna – Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)

---

COORDENAÇÃO EDITORIAL

---

Silvana Gouvea

---

PREPARAÇÃO DE ORIGINAIS

---

Carlos Villarruel

---

REVISÃO

---

Nelson Luís Barbosa

---

DIAGRAMAÇÃO

---

Acqua Estúdio Gráfico

---

---

Os direitos de publicação desta revista são da Universidade Presbiteriana Mackenzie.  
Os textos publicados na revista são de inteira responsabilidade de seus autores.  
Permite-se a reprodução desde que citada a fonte.

---

---

Endereço para correspondência:  
Revista Mackenzie de Engenharia e Computação  
Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Rua da Consolação, 930 – Prédio 6 – São Paulo – SP – CEP 01302-907  
E-mail: revista.engenharia@mackenzie.com.br  
Site da revista: <http://www3.mackenzie.br/editora/index.php/rmec>

---

---

# APRESENTAÇÃO

---

---

Os antigos rabinos ensinavam que após um longo silêncio, sempre devem ser aguardadas manifestações grandiosas do *Transcendente*. Se esse princípio ainda é válido, podemos assegurar que a espera por esta *Edição Especial* da **Revista de Engenharia e Computação** traz consigo a garantia de se tratar de uma coletânea absolutamente relevante de artigos técnicos produzidos por pesquisadores, professores e engenheiros que têm em comum a competência acadêmica, a fluência comunicacional e o domínio do estado da arte.

Essa é, de fato, a expectativa que anima o leitor no momento em que se defronta com a realidade de uma publicação acadêmica que estampa, legitimamente, em sua capa o prestígio da marca *Mackenzie* e a expressão marcante do brasão da *Escola de Engenharia* – unidade pioneira da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Essa expectativa se intensifica perante o sumário que ostenta os títulos dos artigos e as respectivas autorias.

Numa demonstração da complexidade e diversificação do conhecimento em meio a um mundo que por si já é complexo, as matérias desfilam diante das retinas do leitor tratando de temas, os mais diversificados. Começam falando de compósitos de matriz metálica, seguem abordando as interferências eletromagnéticas, tratam do processo construtivo da alvenaria estrutural, cuidam de estudos dos níveis de radiofrequência na faixa dos telefones celulares, detêm-se diante do processo de obtenção de vidros bioativos utilizados na reparação óssea, destacam a construção do conhecimento no *Ciberespaço*, desvelam os procedimentos da secagem de placas de borracha obtidas do látex radiovulcanizado com raios gama e, como não poderia deixar de ser, desenvolvem um tema em que a Universidade Presbiteriana Mackenzie tornou-se nada menos que uma referência nacional: a Televisão Digital.

Em face desse qualificado produto acadêmico que ora vai a público por meio de mídia eletrônica de elevadíssimo padrão, é inevitável dizer que a Direção da Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie sente-se jubilosa pela realização, esperançosa pela sua continuidade e profundamente agradecida pelo trabalho

de organização, revisão e edição levado a termo pelas personalidades ilustres de Leila Figueiredo de Miranda e Mauro Cesar Terence, ambos integrantes do corpo permanente de docentes-pesquisadores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais. O reconhecimento e a gratidão estendem-se aos autores dos artigos e a todos os colaboradores que transformaram conhecimento atualizado e ideias inteligentes em artigos e textos de alto valor intrínseco.

Por último, faz-se oportuno revelar o segredo do êxito desta primorosa edição, que terá também a missão de reiniciar a série histórica da ***Revista de Engenharia e Computação***. Eis a explicação: *“Nada existe de grandioso, sem paixão.”* (Hegel).

*Prof. Dr. Marcel Mendes*  
Diretor da Escola de Engenharia