

# **Compatibilidade Eletromagnética (EMC)**

João Saad Jr.

*Pesquisador do CEPEL de 1978 a 2013,  
atualmente aposentado, membro do GDE/LABRE*

# Seminário sobre EMC na Anatel

COMO ITEM DE  
CONFIABILIDADE EM PROJETOS DE TI DO SETOR ELÉTRICO

- O que é EMC;
- Como a EMC é alcançada;
- Como um equipamento de radiação não intencional produz interferência
- A gravidade do problema diante da perspectiva de novas tecnologias eletroeletrônicas

(Importância de EMC para sociedade)

## DEFINIÇÃO

**A Compatibilidade Eletromagnética (EMC)** de um dispositivo com o **ambiente eletromagnético** significa a sua **operação confiável, assim como a de todos os demais sistemas eletroeletrônicos neste ambiente**

- O dispositivo **não é interferido** pelo ambiente (perturbações)
- O dispositivo **não interfere** nos demais sistemas

# QUAL o PROBLEMA com a falta da EMC?

## *Historicamente e até HOJE*

### **Interferência nas telecomunicações** (perda de qualidade)

- **TV e Radiodifusão** (comunicação de massa local, regional e internacional)
- **Serviços licenciados de radiocomunicações fixos, móveis, e emergenciais**
- **Comunicações aeronáuticas e militares (segurança)**
- **Comunicações restritas** (sistemas domésticos de curta distância, internet) etc,

# QUAL o PROBLEMA com a falta da EMC?

## Sociedade Moderna

caracterizada por:

Enorme quantidade de dispositivos eletroeletrônicos potencialmente interferentes:

**Geradores não intencionais**

X

Telecomunicações + ITE

Enorme **dependência** de sistemas eletroeletrônicos interconectados:

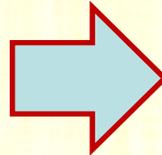
- Comunicação;
- Automação (smartgrid);
- Segurança;
- Suporte à vida

## O que a falta da EMC pode acarretar?

### Interferência

**Eletrodomésticos,  
iluminação eletrônica,  
Sistemas de energia,  
equipamentos TI  
etc)**

**Interferência**



**telecomunicações,  
(segurança)  
equipamentos de TI,  
Eletrodomésticos (IoT),  
eletromédicos  
etc**

## Como se dá a interferência?

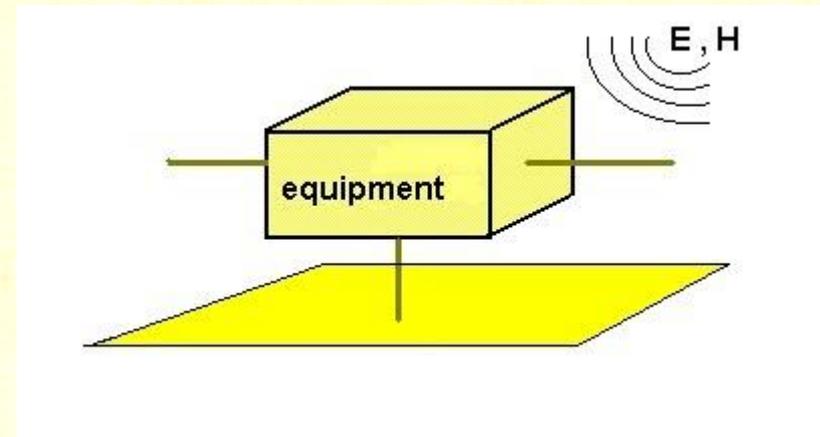
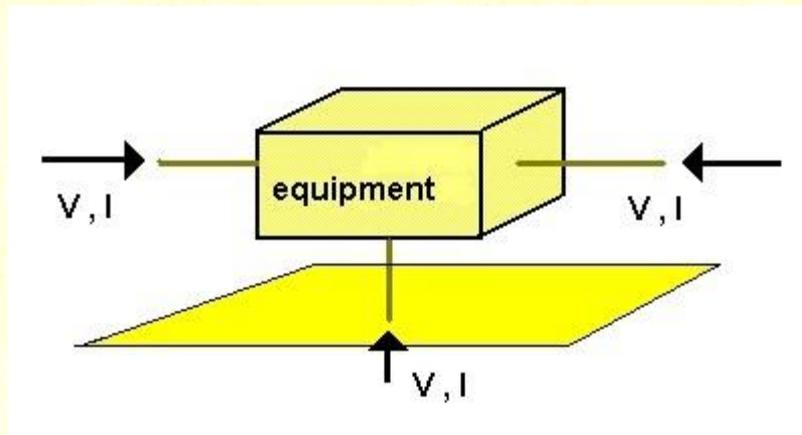
**Pelos cabos  
(ambiente conduzido)**

**tensões (V)  
correntes (I)**

e

**Pelos campos  
(ambiente radiado):**

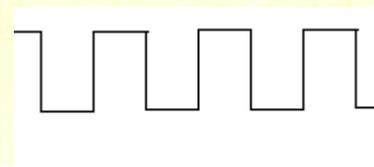
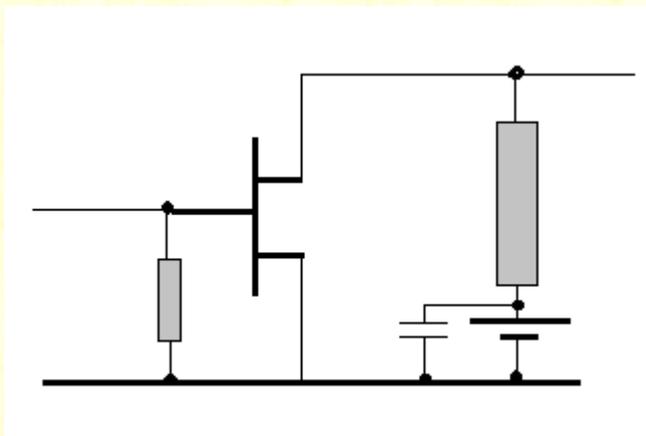
**elétricos (E)  
magnéticos (H)**



# Porque a radiação não intencional acontece?

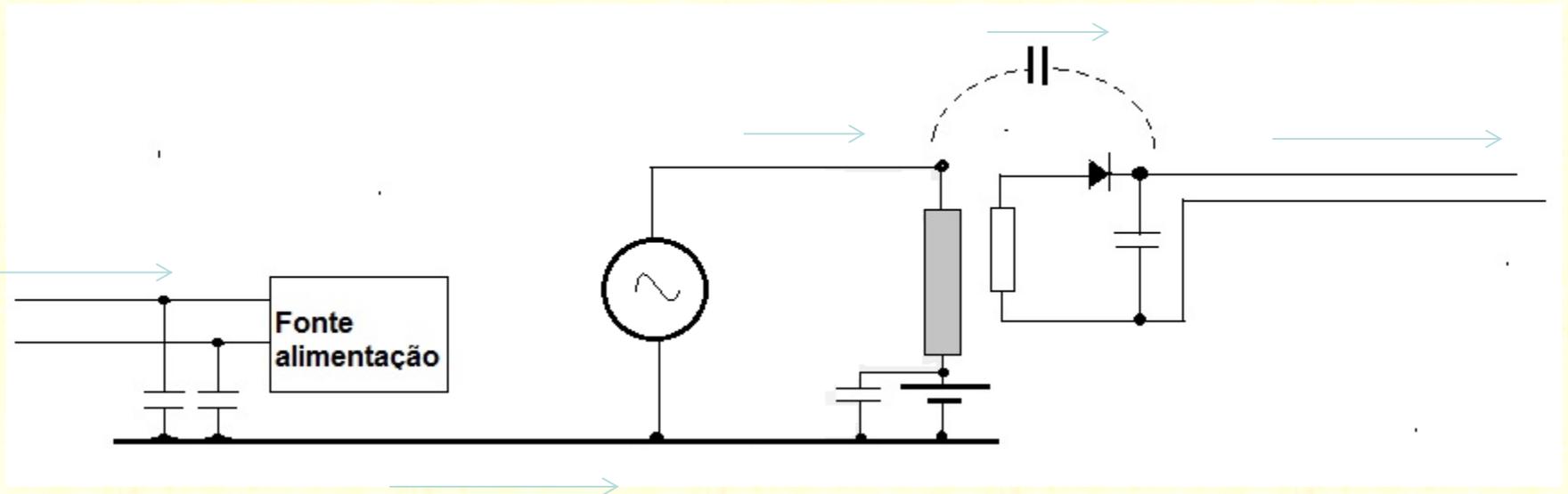
CONFIABILIDADE EM PROJETOS DE TI DO SETOR ELÉTRICO

**Alimentação elétrica moderna -> Dispositivos de Chaveamento**

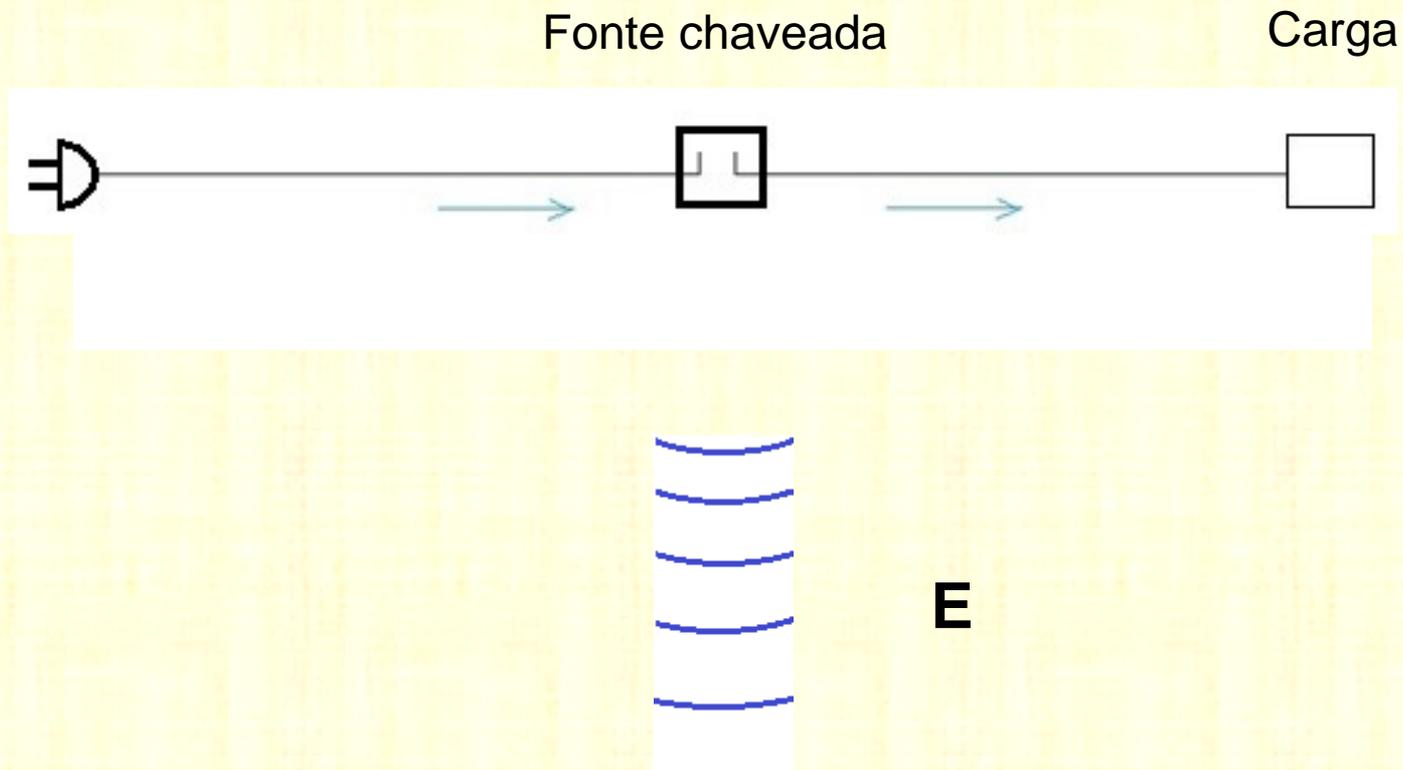


**Fontes chaveadas → de poucos Watts a vários kW**

## Acoplamento de ruído aos cabos e radiação “mais eficiente”



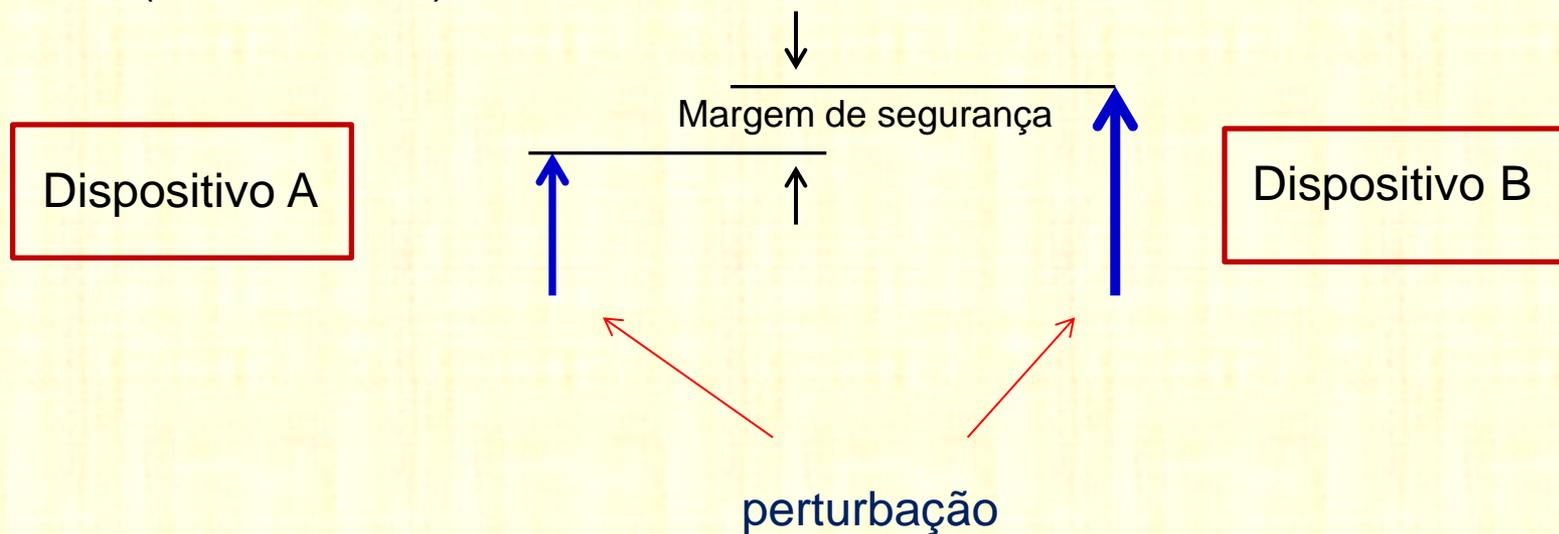
# Compatibilidade Eletromagnética COMO ITEM DE CONFIABILIDADE EM PROJETOS DE TI DO SETOR ELÉTRICO



## Quando temos a EMC?

Dispositivo A emite,  
no máximo:  
(emissividade)

Dispositivo B suporta,  
no mínimo:  
(suportabilidade)



# Requisitos para a EMC

## 1. Projeto adequado

## 2. Atendimento às normas de EMC

### 2.1 Emissividade

### 2.2 Suportabilidade

## 3. Instalações corretas:

(rede elétrica, aterramento, proteções etc)

# Projeto adequado

## *1º mundo:*

- *Fabulosa disponibilidade de tecnologias*
- *Indústria de componentes poderosa e diversificada*
- *Empresas de consultoria e cursos especializados*
- *Publicações especializadas*
  - *IEEE, IEE, Cigré*
  - *DWCI*
  - *ITEM*

# emi solutions

The Educational Source of Electronics Professionals

Master RFI  
in four days!

Another  
EMI Incident?  
(see page 3)

PC's now employed  
to design out EMI.

See page 21.

New handbooks  
solve your toughest  
interference problems  
guaranteed!

See page 18.

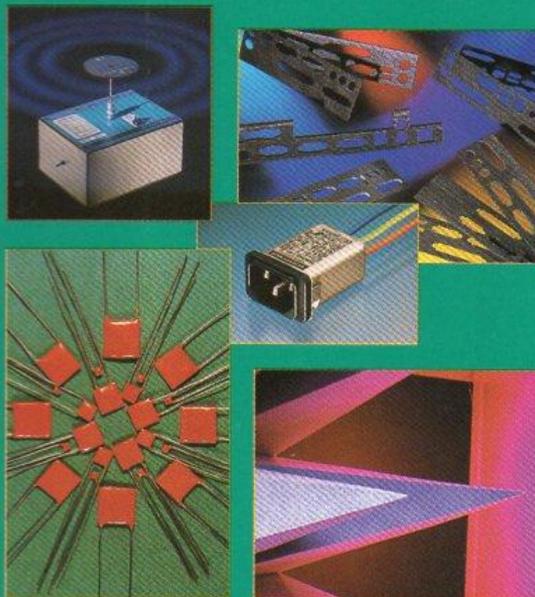
EMC TECHNOLOGY—  
Now Free.

See page 3.

Interference Technology Engineers' Master

# ITEM™ 1999

The International Journal of EMC™



ROBAR INDUSTRIES, INC.  
3 UNION HILL ROAD  
WEST CONSHOHOCKEN, PA 19428-2788  
ADDRESS CORRECTION REQUESTED

BOUND PRINTED MATTER  
BULK RATE  
U.S. POSTAGE PAID  
EASTON, PA  
PERMIT NO. 211

USE THIS ADDRESS LABEL FOR SUBSCRIPTION QUALIFICATION: SEE PAGE 329

DIRECTORY  
AND  
DESIGN  
GUIDE  
FOR THE  
CONTROL OF  
EMI & E<sup>3</sup>

### *In This Issue*

ANTENNAS . . .	79
BUSINESS CARDS . . .	224
CABLES & CONNECTORS . . .	150
CONDUCTIVE COATINGS . . .	125
EMC DESIGN & SOFTWARE . . .	157
EMC REGULATIONS . . .	164
EMPLOYMENT SERVICES . . .	201
FERRITES . . .	33
FILTERS . . .	17
GOVERNMENT DIRECTORY . . .	274
LIGHTNING, TRANSIENTS & ESD . . .	98
MAGNETIC SHIELDING . . .	66
MEDICAL ELECTRONICS . . .	122
MILITARY EMC . . .	115
PRODUCTS & SERVICES INDEX . . .	283
PROFESSIONAL SOCIETIES . . .	216
SALES OFFICE DIRECTORY . . .	303
SERVICES . . .	227
SHIELDED ROOMS . . .	126
SHIELDING AIDS . . .	48
SUSCEPTIBILITY . . .	99
TEST INSTRUMENTATION . . .	70
WEBSITE DIRECTORY . . .	325

THE EMC SOURCE



**RBitem.com**

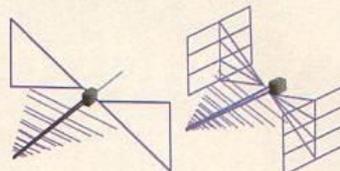
# ITEM 1999

## CONTENTS

### 79 ANTENNAS

Understanding the Measurement Uncertainties of the Bicon/Log Hybrid Antenna ..... 80  
**Zhong Chen, EMC Test Systems**

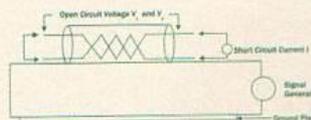
Introduction to Measurement Uncertainty for Antenna Calibration ..... 84  
**Mike Howard, Liberty Labs, Inc.**



Page 80

### 150 CABLES & CONNECTORS

Impedance Termination of Cable Shields to Reduce EMI Coupling ..... 150  
**Richard Meiningor and Robert Blouch, CHAR Services, Inc.**



Page 150

### 125 CONDUCTIVE COATINGS

Performance Characteristics of Conductive Coatings for EMI Control ..... 125  
**Brian C. Jackson and Thomas W. Bleeks, Enthone OMI**

### 157 EMC DESIGN & SOFTWARE

EMC Management in the Railway Industry: Concept to Completion ..... 157  
**Alwyn Finney, ERA Technology Ltd**



Page 157

### 164 EMC REGULATIONS

Interpreting EMI Receiver Specifications ..... 164  
**Werner Schaefer, Hewlett-Packard Company**

Reducing Measurement Uncertainty in EMC Test Laboratories ..... 172  
**Bruce Archambeault, IBM, and Colin E. Branch, Compaq Computer Corporation**

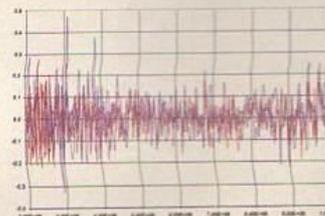
C63: The Electromagnetic Compatibility Committee .... 187  
**Daniel D. Hoolihan, TÜV Product Service, Inc.**

SLIM: Efforts to Simplify the EMC Directive ..... 190  
**Gary Fencal, Instrument Specialties Co., Inc.**

The Proliferation of Conformity Assessment Bodies .... 202  
**Daniel D. Hoolihan, President, IEEE EMC Society**

Regulatory Issues with Motor-driven Appliances ..... 208  
**Duane R. Bagdons, International Certification Services, Inc.**

Evaluating the Differences Between FCC Part 15.247 and RSS-139-1 ..... 212  
**David A. Case, Aironet Wireless Communications**



Page 172

Continued on page 8

# PREOCUPAÇÃO

**Crescimento dramático da quantidade de radiadores não intencionais**

**versus**

**Falta de cultura técnica**

**falta de entendimento do problema**



**importadores e produtores**

**tentam resolver problemas estruturais abdicando da EMC**

# **PREOCUPAÇÃO**

**Crescimento dramático da quantidade de radiadores não intencionais**

exemplos

**SISTEMAS FOTOVOLTAICOS com inversores na casa dos kW!**

Expectativa de 1,3GW em micro e minigeração distribuída no Brasil até 2024

**Iluminação pública e doméstica com lâmpadas LED**

***....Etc***

# Estudo mapeia sete tecnologias que já mudam a indústria no país

## Internet das coisas e inteligência artificial alteram modelo de negócio de dez setores

ANA PAULA MACHADO  
ana.machado@sp.oglobo.com.br

**-SÃO PAULO-** Sete tecnologias já têm impactos disruptivos (inovação que suplanta tecnologias existentes) em sistemas produtivos estratégicos da indústria brasileira: inteligência artificial, internet das coisas (IoT), produção inteligente e conectada, materiais avançados, nanotecnologia, biotecnologia e armazenamento de energia. Essas fontes de inovações vêm provocando mudanças significativas em modelos de negócio, padrões de concorrência e em estruturas de mercado para setores como agroindústria, química, petróleo e gás, bens de capital, automotivo, aeroespacial e defesa, tecnologia da informação e comunicação, bens de consumo e farmacêutico.

Os dados são do “Projeto In-

dústria 2027”, da Confederação Nacional da Indústria (CNI) em parceria com os institutos de economia da UFRJ e da Unicamp. Na atual fase do projeto, que será concluído em 2018, 40 pesquisadores brasileiros e estrangeiros identificaram e analisaram tecnologias de alta relevância para a indústria nacional e mundial, e o potencial de transformação de cada uma delas em dez setores produtivos.

Paulo Mól, superintendente do Instituto Euvaldo Lodi (IEL) e coordenador da pesquisa, diz que há vários segmentos na indústria investindo em pesquisa, mas o número ainda é pequeno comparado ao de países como China, EUA e Alemanha:

— No mundo, até 2025, somente com pesquisas em inteligência artificial, serão movimentados US\$ 60 bilhões.

Pesquisa da Associação Brasileira de Internet Industrial (ABII) mostra que o país ainda está na fase de automação através da eletrônica, robótica e programação — estágio designado como o da Indústria 3.0. Países avançados

estão um degrau acima, o da indústria 4.0, que combina automação com a inteligência artificial. O índice que mede a automação de um país é aferido pela relação da quantidade de robôs por dez mil funcionários. No Brasil, esse índice é de dez robôs/dez mil empregados. No Japão e na Coreia do Sul, são 400 equipamentos por grupo de dez mil pessoas. Nos EUA e Alemanha, de 300 por dez mil empregados.

Estudo da consultoria Frost & Sullivan apontou que o mercado de Internet das Coisas movimentou US\$ 1,35 bilhão no Brasil, com a indústria automotiva e suas fornecedoras entre as que mais investem.

Mól lembra que os novos conceitos de processo produtivo implicarão grandes mudanças na formação dos profissionais empregados na indústria.

— Há necessidade de maior capacitação. O profissional não estará no chão de fábrica, será aquele que irá programar o robô para exercer a função. É preciso, neste sentido, a atuação mais forte das universidades — diz. ●

# Estudo mapeia sete tecnologias que já mudam a indústria no país

## Internet das coisas e inteligência artificial alteram modelo de negócio de dez setores

ANA PAULA MACHADO  
ana.machado@sp.oglobo.com.br

**-SÃO PAULO-** - Sete tecnologias já têm impactos disruptivos (inovação que suplanta tecnologias existentes) em sistemas produtivos estratégicos da indústria brasileira: inteligência artificial, internet das coisas (IoT), produção inteligente e conectada, materiais avançados, nanotecnologia, biotecnologia e armazenamento de energia. Essas fontes de inovações vêm provocando mudanças significativas em modelos de negócio, padrões de concorrência e em estruturas de mercado para setores como agroindústria, química, petróleo e gás, bens de capital, automotivo, aeroespacial e defesa, tecnologia da informação e comunicação, bens de consumo e farmacêutico.

Os dados são do "Projeto In-

dústria 2027", da Confederação Nacional da Indústria (CNI) em parceria com os institutos de economia da UFRJ e da Unicamp. Na atual fase do projeto, que será concluído em 2018, 40 pesquisadores brasileiros e estrangeiros identificaram e analisaram tecnologias de alta relevância para a indústria nacional e mundial, e o potencial de transformação de cada uma delas em dez setores produtivos.

Paulo Mól, superintendente do Instituto Euvaldo Lodi (IEL) e coordenador da pesquisa, diz que há vários segmentos na indústria investindo em pesquisa, mas o número ainda é pequeno comparado ao de países como China, EUA e Alemanha:

— No mundo, até 2025, somente com pesquisas em inteligência artificial, serão movimentados US\$ 60 bilhões.

Pesquisa da Associação Brasileira de Internet Industrial (ABII) mostra que o país ainda está na fase de automação através da eletrônica, robótica e programação — estágio designado como o da Indústria 3.0. Países avançados

estão um degrau acima, o da indústria 4.0, que combina automação com a inteligência artificial. O índice que mede a automação de um país é aferido pela relação da quantidade de robôs por dez mil funcionários. No Brasil, esse índice é de dez robôs/dez mil empregados. No Japão e na Coreia do Sul, são 400 equipamentos por grupo de dez mil pessoas. Nos EUA e Alemanha, de 300 por dez mil empregados.

Estudo da consultoria Frost & Sullivan apontou que o mercado de Internet das Coisas movimentou US\$ 1,35 bilhão no Brasil, com a indústria automotiva e suas fornecedoras entre as que mais investem.

Mól lembra que os novos conceitos de processo produtivo implicarão grandes mudanças na formação dos profissionais empregados na indústria.

— Há necessidade de maior capacitação. O profissional não estará no chão de fábrica, será aquele que irá programar o robô para exercer a função. É preciso, neste sentido, a atuação mais forte das universidades — diz. ●

## **A Questão que se Coloca:**

**Por que o Mundo Desenvolvido (USA, Europa, Japão, Coréia etc)  
investiu pesadamente em EMC nos seus produtos e  
regulamentos?**

**Por que a estrutura normativa internacional é tão cuidadosa  
com relação a EMC?**

justificativa



**Segurança operacional do COMPLEXO sistema eletrônico que permeia a sociedade**

*no Brasil*

**Os mesmos sistemas eletrônicos do primeiro mundo são usados aqui, e merecemos a mesma segurança operacional**

**Não dá para aceitar a produção e importação de produtos que não servem lá fora**

## ***Temos tempo para esperar?***



Uma vez poluído o espectro, não haverá para onde fugir!

## Conclusão

*A falta de compatibilidade eletromagnética ameaça a confiabilidade e qualidade dos sistemas eletrônicos e de telecomunicações no país, assim como a capacidade da engenharia brasileira se consolidar como produtora e exportadora para um mercado consumidor global.*



**Obrigado a  
todos!**

**João Saad Júnior**

**GDE/LABRE**

**[www.radioamadores.org](http://www.radioamadores.org)**

**[jsaad.emc@gmail.com](mailto:jsaad.emc@gmail.com)**

## FORMAÇÃO EM EMC NO BRASIL

Os programas de engenharia eletrônica não cobrem adequadamente matérias da área de EMC como:

- *componentes especiais para controle de EMC (filtros, protetores etc),*
- *projetos de PCBs imunes,*
- *projeto de blindagens e gabinetes metálicos adequados,*
- *técnicas de aterramento para RF*
- **NORMATIZAÇÃO**
- *documentação e administração de EMC nas empresas.*

# **RADIOAMADORES**

**Merecem uma especial atenção da Anatel e da Sociedade**

**São os “Sentinelas do Espectro”**

- ***São amadores do rádio e das telecomunicações***
- ***São reserva especial de comunicações em catástrofes***
- ***Projetam o Brasil no radioamadorismo competitivo***
- ***Promovem a socialização de jovens a idosos em torno de uma prática saudável***
- ***Dispõe de especialistas disponíveis a ajudar a Anatel em assuntos como a EMC***

Vide:

<https://www.youtube.com/watch?v=ivUMIADFSDw&feature=youtu.be>