



# Padrões Metrológicos de Compatibilidade Eletromagnética

Jorge Brancalione da Silva (UTFPR) [jjorgebs@gmail.com](mailto:jjorgebs@gmail.com)  
Eric Henrique Soares de Lima (UTFPR) [lima.erichenrique@gmail.com](mailto:lima.erichenrique@gmail.com)

## Resumo

*Este artigo foi realizado como parte das atividades desenvolvidas na disciplina de Metrologia Elétrica e tem como objetivo abordar a teoria acerca da medição de Compatibilidade Eletromagnética e suas aplicações em equipamentos eletroeletrônicos. Assim como a teoria envolvendo a EMC, suas implicações no campo da elétrica e da eletrônica e as descrições de alguns dos padrões e diretrizes normativas nacionais e internacionais.*

**Palavras-chave:** *Compatibilidade Eletromagnética, Metrologia, Interferência Eletromagnética, Padrões Metrológicos.*

## Abstract

*This article was conducted as part of the activities developed in the discipline of Electrical Metrology and aims to cover theory about the measurement of electromagnetic compatibility and its applications in electronic equipment. As well as the theory involving EMC, its implications in the field of electrical and electronics and descriptions of some of the national and international standards and guidelines.*

**Keywords:** *Electromagnetic Compatibility, Metrology, Electromagnetic Interference, Metrological Standards.*

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com Kodali (1996), um padrão representa um consenso daqueles substancialmente preocupados com o alcance e disposições do padrão. É sua intenção ser um guia para ajudar o fabricante, o usuário e outros que possam ser afetados. Este artigo fala do consenso adotado por países ou continentes em relação à compatibilidade eletromagnética de equipamentos.

A coexistência de todos os tipos de telecomunicações em radiofrequência (RF), que utilizam o espectro eletromagnético para transportar informações, criou um problema conhecido como compatibilidade eletromagnética (EMC). Por exemplo, uma emissora interferindo em outra através de harmônicos. A solução deste problema está em um compromisso, onde os serviços de telecomunicações devem permitir certo grau de interferência, mas as emissões interferentes não podem passar determinado nível, envolvendo medidas para limitar ou suprimir a energia interferente.

O objetivo deste documento é Apresentação dos conceitos e características de Compatibilidade Eletromagnética, assim como seus padrões internacionais e nacionais de normatização.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### Conceitos de EMI e EMC e Definições

Um distúrbio eletromagnético é um fenômeno que pode afetar de forma negativa o desempenho de um dispositivo, equipamento, ou de um sistema. Pode estar na natureza de um ruído eletromagnético, em um sinal indesejado, ou em uma mudança no próprio meio de propagação.

A interferência eletromagnética é a degradação no desempenho de um dispositivo, equipamento ou sistema, causado por um distúrbio eletromagnético. Considerando a maneira como a EMI pode viajar de sua fonte até seu receptor (vítima), que pode ser um dispositivo, equipamento ou sistema, temos alguns mecanismos que ilustram as diferentes formas de propagação dessa interferência da fonte até a vítima.

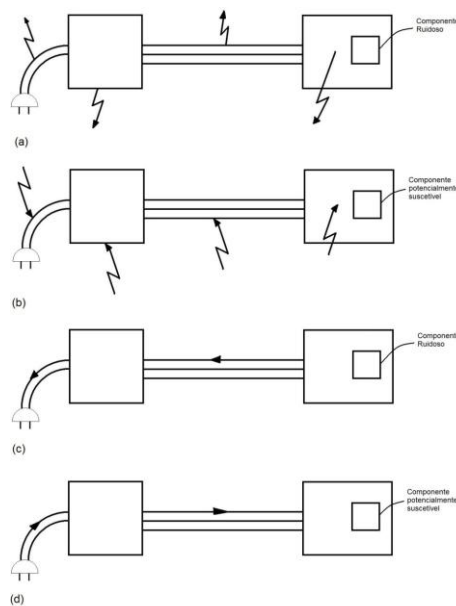


Figura 1: Os quatro tipos básicos de Compatibilidade Eletromagnética (CEM ou EMC): (a) emissões por radiação; (b) suscetibilidade por radiação; (c) emissões por condução; (d) suscetibilidade por condução.

Segundo Kouyoumdjian (1996), a compatibilidade eletromagnética é a “aptidão de um dispositivo, de um aparelho ou de um sistema, de funcionar em seu ambiente eletromagnético de modo satisfatório e sem produzir ele próprio, perturbações que possam criar problemas graves no funcionamento dos aparelhos ou dos sistemas situados em seu ambiente.”

A compatibilidade eletromagnética pode ser também escrita na forma abreviada CEM nas línguas portuguesa e francesa, e EMC na língua inglesa.

### Noções e definições fundamentais da EMC

Segundo o capítulo 161 de projeto de norma da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) preparado pela CE-03:077.01 - Comissão de Estudo de Compatibilidade Eletromagnética, do CB-03 - Comitê Brasileiro de Eletricidade que é tradução (equivalente) da IEC 60050 (161):1990, incorporando suas Emendas no 1:1997 no 2:1998, e que não possui valor normativo, seguem algumas definições acerca da EMC.

**161-01-01** ambiente eletromagnético: Conjunto de fenômenos eletromagnéticos existentes em um dado local.

NOTA - Em geral, o ambiente eletromagnético é dependente do tempo e sua caracterização pode requerer uma abordagem estatística.

**161-01-02** ruído eletromagnético: Fenômeno eletromagnético variável no tempo, aparentemente não contendo informação e capaz de superpor-se a um sinal desejado ou de combinar-se com o mesmo.

**161-01-03 (702-08-02)** sinal não desejado: Sinal capaz de prejudicar a recepção de um sinal desejado.

**161-01-04 (702-08-30)** sinal interferente: Sinal que prejudica a recepção de um sinal desejado.

**161-01-05 (702-08-04)** perturbação eletromagnética: Fenômeno eletromagnético capaz de degradar o desempenho de um dispositivo, equipamento ou sistema, ou de afetar desfavoravelmente matéria viva ou inerte.

NOTA - Uma perturbação eletromagnética, pode ser um ruído eletromagnético, um sinal não desejado ou uma modificação do próprio meio de propagação.

**161-01-06** interferência eletromagnética: Degradação do desempenho de um equipamento, canal de transmissão ou sistema, causada por uma perturbação eletromagnética.

NOTA - Os termos "perturbação eletromagnética" e "interferência eletromagnética" designam, respectivamente, causa e efeito, e não devem ser utilizados indiscriminadamente.

**161-01-07 (702-08-66)** compatibilidade eletromagnética: Capacidade de um dispositivo, equipamento ou sistema para funcionar satisfatoriamente no seu ambiente eletromagnético,

sem introduzir perturbação eletromagnética intolerável em tudo que se encontre nesse ambiente.

**161-01-08** emissão (eletromagnética): Fenômeno pelo qual energia eletromagnética emana de uma fonte.

**161-01-09 (702-02-05)** emissão (em radiocomunicação): Sinais ou ondas de radiofrequência produzidos por uma estação de emissão em radiofrequência.

NOTA - Em radiocomunicação o termo "emissão" não deve ser empregado com o sentido mais geral de "emissão em radiofrequência". Por exemplo, a parte da energia eletromagnética emanada do oscilador local de um receptor de rádio, transferida para o espaço exterior é uma radiação e não uma emissão.

**161-01-10 (702-02-07)** radiação (eletromagnética) : 1 - Fenômeno pelo qual energia emana de uma fonte para o espaço sob forma de ondas eletromagnéticas. 2 - Energia transferida através do espaço sob a forma de ondas eletromagnéticas.

NOTA - O sentido do termo "radiação eletromagnética" pode em alguns casos estender-se ao fenômeno de indução.

**161-01-11** ambiente de radiofrequência : 1 - Ambiente eletromagnético na faixa de radiofrequências. 2 - A totalidade dos campos eletromagnéticos num dado local produzidos pelo funcionamento de emissores de radiofrequência.

**161-01-12 (702-08-05)** ruído de radiofrequência: Ruído eletromagnético que se manifesta na faixa de radiofrequência.

**161-01-13 (702-08-06)** perturbação de radiofrequência: Perturbação eletromagnética que se manifesta na faixa de radiofrequência.

**161-01-14** interferência de radiofrequência: Degradação da recepção de um sinal desejado

causada por uma perturbação de radiofrequência.

NOTA - Em inglês as palavras "interference" e "disturbance" são freqüentemente usadas com o mesmo sentido. A expressão "radio frequency interference - RFI" é também comumente usada para designar uma perturbação de radiofrequência ou um sinal não desejado.

**161-01-15** interferência inter-sistemas: Interferência eletromagnética que ocorre num sistema devido a uma perturbação eletromagnética produzida por outro sistema.

**161-01-16** interferência intra-sistema: Interferência eletromagnética que ocorre num sistema devido a uma perturbação eletromagnética produzida dentro do próprio sistema.

**161-01-17 (702-08-11)** ruído natural: Ruído eletromagnético cuja fonte reside em fenômenos naturais e não naqueles produzidos artificialmente.

**161-01-18 (702-08-12)** ruído artificial: Ruído eletromagnético produzido artificialmente.

**161-01-19** degradação (de desempenho): Afastamento indesejado do desempenho funcional de um dispositivo, equipamento ou sistema em

relação ao desempenho previsto.

NOTA - O termo "degradação" pode aplicar-se a uma falha temporária ou permanente.

**161-01-20** imunidade (a uma perturbação): Capacidade de um dispositivo, equipamento ou sistema de ter desempenho isento de degradação em presença de uma perturbação eletromagnética.

**161-01-21** susceptibilidade (eletromagnética): Incapacidade de um dispositivo, equipamento ou sistema de ter desempenho isento de degradação em presença de uma perturbação eletromagnética.

**161-01-22** descarga eletrostática - ESD (abreviação): Transferência de cargas elétricas entre corpos de potenciais eletrostáticos diferentes quando próximos ou, em contato direto.

**161-01-23** emissor (de perturbação eletromagnética): Dispositivo, equipamento ou sistema que produza tensões, correntes ou campos eletromagnéticos que podem agir como perturbações eletromagnéticas.

**161-01-24** dispositivo susceptível: Dispositivo, equipamento ou sistema cujo desempenho pode ser degradado por uma perturbação eletromagnética.

### 3. PADRÕES E NORMAS

É importante observar que os dispositivos eletrônicos funcionam em níveis cada vez mais baixos. Se certas regras de Compatibilidade Eletromagnética não forem respeitadas na concepção, fabricação e instalação de tais dispositivos, uma perturbação em algum desses equipamentos poderá facilmente provocar uma alteração no desempenho ou até a inutilização de equipamentos eletrônicos sensíveis, além do envelhecimento prematuro de componentes.

Com as normas europeias, nacionais e internacionais implementadas, produtos, aparelhos e dispositivos poderão continuar a atravessar fronteiras sem o temor de que causem problemas de EMC.

A normalização da EMC deve considerar os dois aspectos a seguir:

- O elemento que gera a perturbação (a fonte): As perturbações eletromagnéticas geradas devem ser limitadas a um nível que permita aos aparelhos de rádio e de telecomunicações funcionar conforme sua destinação;

- O elemento submetido à perturbação (a vítima): Os aparelhos possuem um nível adequado de imunidade intrínseco contra as perturbações eletromagnéticas, permitindo seu funcionamento de acordo com sua destinação.

As **Normas básicas** descrevem as regras gerais e fundamentais para satisfazer as necessidades, assim como: técnicas, terminologia, os fenômenos, os níveis de compatibilidade, medição, ensaio e classificação dos ambientes EM.

As **Normas genéricas** Referem-se a ambientes específicos. Elas estabelecem níveis mínimos de EMI que os equipamentos nesses ambientes devem satisfazer. Na ausência de normas de produto, então as normas genéricas que devem ser utilizadas. Normas genéricas descrevem ambientes industriais e domésticos de EMI.

As **Normas de Produtos** São para produtos específicos ou grupos de produtos. Estas normas são coordenadas com as normas genéricas.

Nos países fora dos padrões da Europa outra será utilizada, como a FCC nos EUA.

### **A Diretiva Européia**

A origem da regulamentação da EMC é uma diretiva emitida em 1989 pelo conselho das comunidades européias. As normas referentes à EMC são elaboradas em 3 níveis, internacional, européia e francesa, por comitês que fazem parte das seguintes entidades:

- **IEC** (International Electrotechnical Commission), em Genebra;
- **CISPR** (Comitê Internacional Especial Para as Perturbações Radioelétricas). É o mais antigo dos comitês internacionais sobre o assunto. É ligado à IEC;
- **CENELEC** (Comitê Europeu de Normalização Eletrotécnica), em Bruxelas. Com documentos designados pelas iniciais EM, ENV ou HD;
- **UTE** (Union Technique De L'Electricité, na França). A UTE é o membro francês da CENELEC.

### **A marca CE**

A marca CE deve ser ostentada por aparelhos considerados conformes, em relação às exigências da diretiva. A declaração CE de conformidade deverá permanecer à disposição da autoridade competente durante dez anos, a partir da colocação dos aparelhos no mercado.

“Não podem ser fabricados, importados, expostos para venda, vendidos ou distribuídos gratuitamente aparelhos que não possuam a marca CE na Europa”. No Brasil essa marca é colocada sobre o aparelho pelo fabricante ou representante estabelecido no território de um dos Países Membros da Comunidade Européia ou de outro País, que faça parte do acordo que instituiu o espaço econômico ou, na falta destes, pelo responsável pela primeira colocação no mercado. É proibido colocar nos aparelhos, na embalagem ou nos documentos que os acompanham, marcas suscetíveis de iludir terceiros, com grafia semelhante da marca ‘CE’.”(KOUYOUMDJIAN, 1996)

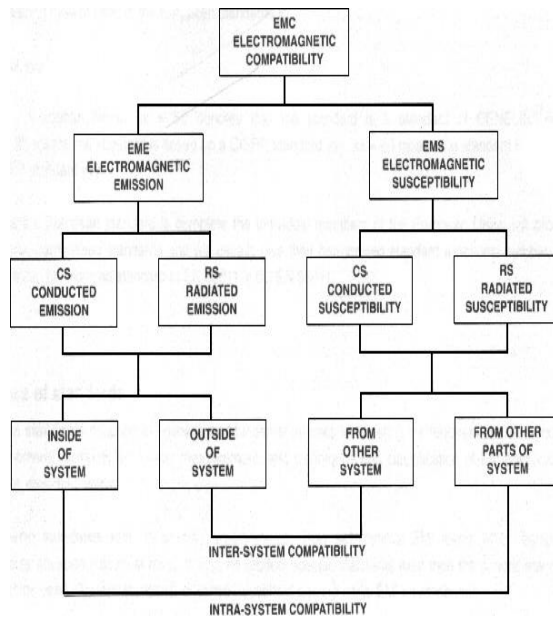


Figura 2: Conceitos de Compatibilidade eletromagnética.

### Normalização

O procedimento de normalização se constitui em uma tarefa complexa e difícil em razão da grande variedade de produtos relacionados à EMC. Consciente desses fatos a CENELEC elaborou a partir de 1992, normas de EMC de aplicação geral, na falta de normas específicas de produtos.

Objetivo	Ambiente	
	Residencial, Comercial e Industrial leve	Industrial
Emissão de perturbações	EN 50081-1	EN 50081-2
Imunidade às perturbações	EN 50082-1	EN 50082-2

Tabela 1: Normas Genéricas CENELEC

### A IEC 1000

A série de normas IEC 1000 consiste principalmente de normas fundamentais e genéricas, havendo algumas normas de produtos presentes.

Parte	Referência IEC	Assunto
1. Generalidade	1000 1-1	Aplicação e interpretação das definições e termos fundamentais
2. Meios	1000-2-1	Meio Eletromagnético para as perturbações conduzidas em baixa frequência e transmissão de sinais sobre as redes públicas de alimentação.
	1000-2-2	Níveis de Compatibilidade para as perturbações conduzidas de baixa frequência e transmissão de sinais sobre as redes públicas de alimentação em baixa tensão.
	1000-2-3	Fenômenos irradiados e fenômenos conduzidos em frequências outras que as da rede.

	1000-2-4	Níveis de compatibilidade nas instalações industriais para as perturbações conduzidas a baixa frequência.
	1000-2-5	Classificação dos meios eletromagnéticos.
	1000-2-6	Avaliação dos níveis de emissão na alimentação das centrais industriais levando em conta as perturbações conduzidas de baixa frequência.
3. Limites	1000-3-2	Limites para as emissões de correntes harmônicas (correntes exigidas pelos aparelhos $\leq$ a 16A por fase).
	1000-3-3	Limitação das flutuações de tensão e do flicker nas redes de baixa tensão para equipamentos com correntes $\leq$ 16A.
	1000-3-5	Limitação das flutuações de tensão e do flicker nas redes de baixa tensão para equipamentos com correntes $>$ 16A.
4. Técnicas de Ensaio e de medida	1000-4-1	Uma visão de conjunto sobre os ensaios de imunidade.
	1000-4-2	Ensaio de imunidade às descargas eletromagnéticas.
	1000-4-3	Ensaio de imunidades aos campos eletromagnéticos irradiados e frequências radioelétricas.
	1000-4-4	Ensaio de imunidade aos transitórios elétricos rápidos em salvas.
	1000-4-5	Ensaio de imunidade às ondas em choque
	1000-4-6	Imunidade às perturbações conduzidas induzidas por campo eletromagnético.
	1000-4-7	Guia geral relativos às medições de harmônicas e interarmônicas bem como equipamentos de medição aplicáveis às redes de alimentação e aos aparelhos a elas ligados.
	1000-4-8	Ensaio de imunidade aos campos magnéticos com a frequência da rede.
	1000-4-9	Ensaio de imunidade aos campos magnéticos impulsionais.
	1000-4-10	Ensaio de imunidade aos campos magnéticos oscilatórios amortecidos.
	1000-4-11	Ensaio de imunidade aos valores de crista de tensão, cortes breves e variações de tensão.
	1000-4-12	Ensaio de imunidade às ondas oscilatórias.
	1000-4-13	Ensaio de imunidade às harmônicas e interarmônicas sob o ponto de vista da potência em corrente alternada.
	1000-4-14	Ensaio de imunidade às flutuações de tensão, desequilíbrio e variações de frequência.
	1000-4-15	Especificações funcionais e de concepção de um flickermétro.
	1000-4-16	Perturbações conduzidas na gama de corrente até 150KHz.
	1000-4-17	Ondulação sobre as alimentações de potência de corrente contínua
5. Recomendações para instalação	1000-5-1	Considerações gerais
	1000-5-2	Aterramento dos Cabos
	1000-5-6	Influências Externas

Tabela 3: A IEC 1000

## Normas Brasileiras

Algumas normas relacionadas a medição de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT):

- **IEC CISPR 16** – Métodos e especificação de equipamentos para medição de perturbações radioelétricas e imunidade. Equipamentos de medição e métodos de medição.
- **NBR 12304** – Limites e métodos de medição de radioperturbação em equipamentos para tecnologia da informação.
- **VDE 0871** – Métodos de medidas e limites máximos para EMI geradas por equipamentos industriais, científicos e eletromédicos.

Algumas normas relacionadas a medição de acordo com a ANATEL.

- **Resolução nº 146** – Regulamento para a certificação de sistemas de acesso fixo sem fio para prestação do STFC.
- **Resoluções nº 237 / 442** – Regulamento para certificação de equipamentos de telecomunicações quanto aos aspectos de compatibilidade eletromagnética.
- **Resolução nº 365** – Regulamento sobre equipamentos de radiocomunicação de radiação restrita.

## 4. CONCLUSÃO

A Compatibilidade Eletromagnética é uma área moderna em desenvolvimento rápido e constante no Brasil e internacionalmente devido à evolução da complexidade nos projetos eletro-eletrônicos e de telecomunicação. Embora a idéia de que campos magnéticos possam interferir no desempenho possa ser um pouco abstrata, hoje sabemos que usamos muito mais aparelhos e dispositivos que possam causar EMI do que cinquenta anos atrás.

Para muitas empresas a escolha ou o conhecimento das normas a aplicar parece uma tarefa difícil. Dentro de anos, os regulamentos EMC se tornarão sucessivamente mais refinados. Vamos ver toda uma série de novas normas e alterações durante os próximos anos. Em muitos casos, novas normas implicarão no aumento das necessidades de testes. E enquanto estes requisitos de teste podem não ser bem acolhidos por todos os fabricantes, eles irão beneficiar os consumidores finais de equipamentos elétricos.

## 5. REFERÊNCIAS

KOUYOUMDJIAN, Ara. A compatibilidade eletromagnética. São Paulo: MME, 1998. 184 p.

ALBERTAZZI, Armando; SOUSA, André Roberto de. Fundamentos de metrologia científica e industrial. Barueri: Manole, 2008. xiv, 408 p. ISBN 9788520421161.

Medições de Interferência Eletromagnética - Determinação de Configuração de Ensaio de Sistemas Retificadores de Potência para Telecomunicações - M. Barthus (NMI), J. C. Oliveira



e Silva (Emerson), M. Okamoto (SaftPower) e V. Vellano Neto (CPqD) - anais do CININTEL 2000.

KODALI, V Prasad. Engineering Electromagnetic Compatibility: principles measurements, and technologies. New York, IEEE, 1996.

MENÉRES, Luís. Compatibilidade Electromagnética. Revista ISQ, Fevereiro de 2000.  
Disponível em: <[http://www.quemc.biz/files/ARTIGO\\_EMC\\_-\\_Revista\\_ISQ\\_Fev\\_2000.pdf](http://www.quemc.biz/files/ARTIGO_EMC_-_Revista_ISQ_Fev_2000.pdf)>  
Acesso em: 15/03/11.