

# A Compatibilidade Eletromagnética em Equipamentos de Telecomunicações no Cenário Nacional

George Luiz Aires Bittar e Adroaldo Raizer, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina - GEMCO  
Trindade / Caixa Postal: 476 - Florianópolis/SC - 88040-900  
george.bittar@digipro.com.br ; raizer@eel.ufsc.br

**Resumo** – Recentemente instituídas, as Normas relacionadas a CEM (Compatibilidade Eletromagnética) emitidas pela ANATEL regulamentam os equipamentos de telecomunicações através da Resolução nº237. Tal regulamentação, compatível com as diretivas e regulamentações internacionais mais importantes será abordada neste trabalho em termos gerais, com algumas comparações às normas internacionais.

**Palavras-Chave** – CEM, ANATEL, Normas, Resolução, Compatibilidade Eletromagnética, FCC, CISPR, Regulamentação, Telecomunicações.

**Abstract** – Recently instituted, EMC (Electromagnetic Compatibility) related standards issued by ANATEL regulate telecommunications equipments through Resolution nº237. Such regulation, compatible with the most important international regulations and directives, will be approached in this work in general terms, being compared in some aspects, to the international standard.

**Keywords** – EMC, ANATEL, Standards, Resolution, Electromagnetic Compatibility, FCC, CISPR, Regulation, Telecommunications.

## I. INTRODUÇÃO

Dizemos que um produto atinge a Compatibilidade Eletromagnética (CEM) quando este opera num ambiente sem causar interferência eletromagnética (EMI) a outros equipamentos e além disso, é capaz de operar satisfatoriamente sem ser prejudicado por outros equipamentos que estejam operando em um mesmo ambiente. A Compatibilidade Eletromagnética é essencial na maioria dos equipamentos eletroeletrônicos para que estes possam ter acesso a um lugar mercado. Diversos são os critérios de CEM adotados pelos diferentes países. Alguns, como por exemplo os da União Européia, impõem uma diretiva de CEM, definida através da Diretiva 2004/108/EC (antiga Diretiva 89/336/EEC, revogada em dezembro/2004) que possui uma base extensa no que diz respeito às normas de emissão e imunidade às perturbações eletromagnéticas. Já as normas Norte Americanas, regidas pela *Federal Communications Commition* (FCC Part 15), assim

como a *Australian Communications Authority* (ACA) requerem conformidade apenas com as questões de emissão.

Atualmente no Brasil não há um órgão global que cuide apenas dos aspectos de CEM, no entanto a CEM é apenas um dos itens cobrados pelos órgãos regulamentadores das diversas áreas onde a CEM seja relevante. Atualmente, apenas a ANATEL e a ANVISA exigem testes de CEM nos equipamentos sob sua regulamentação. Assim, são considerados equipamentos de Telecomunicações (Resolução nº 237) e Médico-Hospitalares (Resolução nº 444).

Uma empresa que cria um novo produto, deve considerar que a possibilidade de falha no primeiro teste de CEM é muito grande. Um produto com tecnologia de ponta e diversos recursos de última geração é inútil se não contém compatibilidade eletromagnética pois desta maneira não atinge seu principal objetivo: ser vendido.

Este trabalho objetiva uma breve explicação das normas envolvidas na certificação de equipamentos de telecomunicações no Brasil. Para isso será utilizada a Resolução nº237 da ANATEL. Uma comparação com as normas internacionais será feita no decorrer do trabalho a fim de estabelecer um paralelo entre as normas brasileiras e as internacionais.

## II. REQUISITOS BRASILEIROS DE CEM

Embora as normas de CEM sejam internacionalmente harmonizadas, existem variações de país para país nos limites dos níveis de imunidade e de emissão. Isto pode fazer necessários retestes em um equipamento já certificado ou compatível eletromagneticamente em outro país.

Um plano de testes de CEM bem traçado pode melhorar muito o desempenho do equipamento nos testes e tornar desnecessários os ajustes para adaptação às normas de determinado país.

### A. As Normas Brasileiras

A ANATEL, através da Resolução nº 237, faz uso das seguintes normas internacionais:

#### A.1 – Normas para Emissão

As normas de emissão tem como objetivo estabelecer limites, bem como metodologias de teste de modo que se possa

medir o nível de emissão de perturbações eletromagnéticas do equipamento. Estar conforme com as normas de emissão significa ter um equipamento que emite interferências eletromagnéticas em níveis seguros e aceitáveis, não apresentando ameaça a outros equipamentos operando no mesmo ambiente.

**CISPR 22 (1997)** - Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of information technology equipment.

Esta norma concentra-se basicamente na medida da interferência emitida pelo equipamento em termos de ondas eletromagnéticas. Mostra a potência do ruído radiado e conduzido gerado pelo equipamento. Utilizada em equipamentos de TI (Tecnologia de Informação), estabelece os limites aceitos para os testes de emissão, tanto radiada como conduzida.

#### A.2 – Normas para Imunidade

As normas de imunidade, ao contrário das de emissão, estão focadas na susceptibilidade do equipamento aos distúrbios presentes no ambiente. Estes distúrbios podem estar presentes no ar, no caso radiado, ou nos condutores, sob as mais diversas formas tais como descargas atmosféricas. Abaixo são citadas as normas utilizadas pela ANATEL para testes de imunidade.

**IEC 61000-4-2(1999)** - Electrostatic discharge immunity test.

A descarga eletrostática pode ser causada pelo contato de um objeto ou de uma pessoa com o equipamento, podendo causar danos, falhas intermitentes e desvios no comportamento normal do equipamento. As cargas eletrostáticas podem chegar a 15kV numa pessoa.

**IEC 61000-4-3 (1998)** - Radiated electromagnetic field requirements.

Trata-se da imunidade do equipamento aos campos eletromagnéticos gerados por transmissores de rádio, transceivers, telefones celulares e outras fontes.

**IEC 61000-4-4 (1995)** - Electrical fast transient.

O propósito deste teste é verificar a imunidade do equipamento a trens de pulsos de curta duração, gerados em sua maioria por chaveamentos de cargas indutivas. O formato desta perturbação causa uma fácil penetração do distúrbio nos circuitos do produto, podendo causar erros e mau funcionamento do mesmo.

**IEC 61000-4-5 (1995)** - Surge Immunity Test.

Este teste visa a verificação do comportamento do equipamento quando este for sujeito à descargas atmosféricas, sobretensões e outros tipos de transientes. Devido à severidade deste teste, é aconselhável fazê-lo somente após o equipamento ter um sistema de supressão de transientes eficaz.

**IEC 61000-4-6 (1996)** - Immunity to conducted disturbances induced by radio-frequency fields.

O teste de imunidade conduzida consiste em induzir interferência nos cabos do EUT, de forma a se verificar a influência das perturbações no funcionamento normal do equipamento. Em sistemas onde há cabeamento conectado aos terminais analógicos, como por exemplo aparelhos telefônicos, a interferência é medida através do nível do sinal de demodulado, que não pode exceder os limites impostos.

**IEC 61000-4-11 (1994)** - Voltage dips, short interruptions and voltage variations; Immunity tests.

Esta norma regulamenta a imunidade do equipamento às variações na tensão de alimentação.

**CISPR 24 (1997)**, Amend 1 (2001) e Amend 2 (2002) - Immunity characteristics - Limits and methods of measurement.

Propõe os limites para os testes de imunidade apresentados.

#### A.3 – Normas para Resistibilidade

**ITU-T Rec. K.21 (1996)** - Resistibility of telecommunication equipment installed in customer premises to overvoltages and overcurrents.

Organiza-se da mesma maneira que os testes de surto, porém com maior severidade no que diz respeito aos níveis de ensaio.

**ITU-T Rec. K.22 (1995)** – Overvoltage Resistibility of Equipment Connected to an ISDN T/S Bus.

Trata do teste de resistibilidade aplicado à redes de terminal ISDN. Esta norma não está mais em vigor e teve seu conteúdo incluído na nova versão da ITU-T Rec. K.21 (2003).

### III. CLASSIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

A ANATEL, na Resolução nº 237, classifica os equipamentos quanto ao local de instalação e suas interfaces, quanto ao tipo de conexão. Os equipamentos de telecomunicações podem ser classificados em Classes A e B, conforme abaixo:

**Classe A** – equipamento com características próprias para instalação em estações de telecomunicações. Estes equipamentos podem causar problemas de radiointerferência se instalados em ambientes ou áreas residenciais.

**Classe B** – equipamento com características próprias para instalação do usuário ou para instalação em redes de acesso. Estes equipamentos podem ser utilizados em estações de telecomunicações.

A classificação mostrada acima denota as diferenças no tipo de pessoa que tem acesso ao equipamento. Equipamentos Classe A, conforme explicado, ficam de certa forma fixos em estações de telecomunicação, sendo manuseados por pessoal

treinado e uma vez colocados em operação, só estão sujeitos ao contato com pessoas em casos de manutenção.

Já a Classe B é a classe de equipamentos considerados residenciais e de escritório, que podem ser instalados pelos usuários e que podem sofrer intervenção a qualquer momento. Para o manuseio destes, não há necessidade de pessoal treinado, o que faz com que os testes sejam mais criteriosos.

O tipo de interface de telecomunicação recebe uma caracterização que a diferencia em redes interna e externa, conforme segue:

**Rede Interna:** segmento da Rede de Telecomunicações suporte do STFC, destinado ao público em geral, que se inicia nas dependências do imóvel e indicado pelo assinante, para a disponibilidade da STFC, e que se estende até o PTR, *exclusive*.

**Rede Externa:** segmento da Rede de Telecomunicações suporte do STFC, destinado ao público em geral, que se estende do Ponto de Terminação de Rede, *inclusive*, ao Distribuidor Geral de uma estação telefônica.

Quanto ao funcionamento do ESE durante e após o ensaio foram definidos critérios, onde cada tipo de ensaio define o critério de comportamento desejável no ESE, conforme abaixo:

**Crítério A:** durante o ensaio, o equipamento deve funcionar normalmente atendendo às suas especificações técnicas.

**Crítério B:** anormalidades no desempenho dos equipamentos somente serão admitidas no momento da aplicação da perturbação. Não poderá, no entanto, ocorrer perda de ligação, alarmes ou perda de dados memorizados. Cessada a aplicação da perturbação, o equipamento deverá apresentar as condições originais de operação, de acordo com suas especificações técnicas.

**Crítério C:** admite-se o funcionamento anormal do equipamento com perda de funcionalidades, durante o tempo de realização dos ensaios, entretanto, cessados os ensaios, o equipamento deverá apresentar as condições originais de operação, automaticamente ou pro intervenção externa.

#### IV. QUANTO AOS REQUISITOS DE EMISSÃO

Conforme mencionado anteriormente, o Brasil, a União Européia, os Estados Unidos e a Austrália adotam regulamentos quanto aos níveis de emissão de ondas eletromagnéticas, sendo que os Estados Unidos se baseiam em sua norma FCC Part 15 e os outros na CISPR22.

A interferência eletromagnética por emissão pode se dar de duas maneiras: de forma radiada e conduzida.

##### A. Emissão Radiada:

A emissão radiada pode causar interferência em equipamentos que operam nas proximidades do equipamento em questão.

De acordo com a CISPR16, os testes de emissão radiada devem ser realizados em ambientes chamados de OATS (Open

Area Test Site), sendo estes ambientes de teste em campo aberto. O equipamento sob ensaio (ESE) deve estar com suas cargas características e exercitado de modo a configurar sua operação normal. As medidas são feitas utilizando-se antenas para captação do campo elétrico emitido. É importante que não existam outras fontes de sinais que possam interferir nas medidas. Como esta última condição é difícil de se alcançar em campo aberto, são utilizadas câmaras semi-aneóicas e também células GTEM que simulam ambientes abertos através de absorvedores de ondas. É então feita uma leitura dos sinais emitidos por todas as faces do ESE na faixa de 30MHz a 1GHz.

Os limites dos sinais são definidos pela norma CISPR22, utilizada pela ANATEL e também pela União Européia e Austrália. Já no caso dos Estados Unidos, a FCC Part 15 é utilizada. Uma comparação dos limites de emissão radiada adotados pela CISPR22 e FCC Part 15 são mostrados na Tabela I.

TABELA I

LIMITES DE EMISSÃO RADIADA FCC PART 15 E CISPR22

| Faixa de Frequência (MHz) | Limites Classe A a 10m (dB $\mu$ V/m) |          | Limites Classe B a 10m (dB $\mu$ V/m) |          |
|---------------------------|---------------------------------------|----------|---------------------------------------|----------|
|                           | FCC                                   | CISPR 22 | FCC                                   | CISPR 22 |
| 30-88                     | 39                                    | 40       | 29.5                                  | 30       |
| 88-216                    | 43.5                                  | 40       | 33                                    | 30       |
| 216-230                   | 46.5                                  | 40       | 35.5                                  | 30       |
| 230-960                   | 46.5                                  | 47       | 35.5                                  | 37       |
| 960-1000                  | 49.5                                  | 47       | 43.5                                  | 37       |
| Acima de 1000             | 49.5                                  | —        | 43.5                                  | —        |

##### B. Emissão Conduzida:

A emissão conduzida é a interferência transmitida pelo equipamento através dos cabos de energia elétrica e dos terminais de telecomunicações conectados à rede externa. Os testes devem ser feitos em local blindado a fim de se evitar interferência de outros equipamentos, e a medição deve ser realizada com uso de uma LISN (Line Impedance Stabilization Network). O equipamento sob ensaio (ESE) deve estar com suas cargas características e exercitado de modo a configurar sua operação normal.

As medidas são feitas na faixa de 150kHz a 30MHz de acordo com a CISPR22 e na faixa de 450kHz a 30MHz de acordo com a FCC Part 15, de acordo com as Tabelas II, III e IV.

TABELA II

LIMITES PARA PERTURBAÇÃO CONDUZIDA NOS TERMINAIS DE ENERGIA ELÉTRICA (FCC PART 15)

| Faixa de Frequência MHz | Limites (dB $\mu$ V) |                   |
|-------------------------|----------------------|-------------------|
|                         | Classe A             | Classe B          |
|                         | <i>Quasi-Pico</i>    | <i>Quasi-Pico</i> |
| 0,45 a 1,705            | 60                   | 48                |
| 1705 a 30               | 69.5                 | 48                |

TABELA III

LIMITES PARA PERTURBAÇÃO CONDUZIDA NOS TERMINAIS DE ENERGIA ELÉTRICA (CISPR22)

| Faixa de Freqüência MHz | Limites (dB $\mu$ V) |       |            |         |
|-------------------------|----------------------|-------|------------|---------|
|                         | Classe A             |       | Classe B   |         |
|                         | Quasi-Pico           | Mélio | Quasi-Pico | Mélio   |
| 0,15 a 0,50             | 79                   | 66    | 66 a 56    | 56 a 46 |
| 0,50 a 5                | 73                   | 60    | 56         | 46      |
| 5 a 30                  | 73                   | 60    | 60         | 50      |

TABELA IV

LIMITES PARA PERTURBAÇÃO CONDUZIDA EM MODO COMUM, NOS TERMINAIS DE TELECOMUNICAÇÕES (CISPR22)

| Faixa de Freqüência MHz | Limites (dB $\mu$ V) |         |            |         |
|-------------------------|----------------------|---------|------------|---------|
|                         | Classe A             |         | Classe B   |         |
|                         | Quasi-Pico           | Mélio   | Quasi-Pico | Mélio   |
| 0,15 a 0,50             | 97 a 87              | 84 a 74 | 84 a 74    | 74 a 64 |
| 0,50 a 30               | 87                   | 74      | 74         | 64      |

### V. QUANTO AOS REQUISITOS DE IMUNIDADE

Dentre as regiões analisadas, os requisitos de imunidade são adotados apenas pela ANATEL e Comunidade Européia. Os Estados Unidos e Austrália não possuem regulamentação implantada quando aos requisitos de imunidade, e portando não podem servir para comparação neste trabalho.

Os testes de imunidade mostram o quanto susceptível é o ESE a determinado tipo de perturbação.

Os testes de imunidade são descritos a seguir.

#### A. Imunidade a Descargas Eletrostáticas:

Os ensaios de imunidade a descargas eletrostáticas (ESD) são efetuados através de simuladores de descargas eletrostáticas. Estes simuladores, também chamados de “ESD Gun” geram curvas de descarga, as quais de acordo com a Resolução nº237 da ANATEL devem ser de 6kV para descargas de contato (aplicados às partes condutoras) e 8kV para descargas pelo ar (aplicados às partes não condutoras). O equipamento sob ensaio (ESE) deve estar com suas cargas características e exercitado de modo a configurar sua operação normal. Dependendo do ponto de aplicação da descarga, grandes e rápidas variações de corrente elétrica podem gerar campos magnéticos relativamente altos e que podem causar, por exemplo, problemas de operação em circuitos digitais.

Os níveis de ensaio dependem das condições ambientais do local de instalação do ESE. No caso da ANATEL, fixou-se dois níveis possíveis para os equipamentos de telecomunicações, de acordo com a Resolução nº237: nível 2 para equipamentos Classe A e nível 3 para equipamentos Classe B.

A Tabela V mostra os níveis para o ensaio, de acordo com a IEC61000-4-2.

TABELA V

NÍVEIS DE ENSAIO DE IMUNIDADE A DESCARGAS ELETROSTÁTICAS (ESD)

| Descarga por contato  |                       | Descarga pelo ar |                       |
|---|-----------------------|------------------|-----------------------|
| Nível   | Tensão de Ensaio (kV) | Nível            | Tensão de Ensaio (kV) |
| 1   | 2                     | 1                | 2                     |
| 2   | 4                     | 2                | 4                     |
| 3   | 6                     | 3                | 8                     |
| 4   | 8                     | 4                | 15                    |
| “x”   | Especial              | “x”              | Especial              |
| “x” é um nível em aberto. Este nível tem de ser especificado nas especificações do equipamento. |                       |                  |                       |

#### B. Imunidade Radiada:

O teste de imunidade radiada tem como finalidade garantir a operação correta do ESE quando este estiver sob efeito das perturbações radiadas geradas por outros equipamentos em geral no mesmo ambiente. Estas perturbações podem causar problemas no funcionamento do ESE através da indução de correntes. Este ensaio deve ser executado de maneira similar ao de emissão radiada, com a diferença de que ao invés de captar-se a interferência gerada pelo ESE, gera-se um sinal interferente de 1kHz modulado a 80% AM numa faixa de freqüência que varia de 80MHz a 1Gz e de 1,4GHz a 2HGz. As interfaces de telefonia, definidas pela Resol. Nº237 como “*interfaces de canal de voz*” devem ter o nível de sinal medido seletivamente em 1kHz, com banda de passagem menor ou igual a 100Hz, e este nível deve ser menor ou igual a -40dBm, de modo a não ser audível ou pouco perceptível ao ouvido humano.

A Tabela VI mostra os níveis de ensaio de acordo com a IEC61000-4-3. A Resolução 237 da ANATEL assume nível 2 para ambos, equipamentos de telecomunicações Classes A e B.

TABELA VI

NÍVEIS DE ENSAIO DE IMUNIDADE A PERTURBAÇÕES DE RADIOFREQUÊNCIA RADIADA

| De 80MHz a 1GHz   |                               | De 800MHz a 960MHz E de 1,4GHz a 2GHz |                               |
|---|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| Nível   | Valor do Campo Elétrico (V/m) | Nível                                 | Valor do Campo Elétrico (V/m) |
| 1   | 1                             | 1                                     | 1                             |
| 2   | 3                             | 2                                     | 3                             |
| 3   | 10                            | 3                                     | 10                            |
| 4   | -                             | 4                                     | 30                            |
| “x”   | Especial                      | “x”                                   | Especial                      |
| “x” é um nível em aberto. Este nível tem de ser especificado nas especificações do equipamento. |                               |                                       |                               |

### C. Imunidade a Transientes Elétricos Rápidos:

A imunidade a transientes elétricos rápidos é uma maneira de se evitar o mau funcionamento do ESE quando este está, por exemplo, num ambiente onde outros equipamentos geram perturbações sob formas de transientes causados por circuitos de chaveamento.

O ensaio é realizado através de um simulador, onde a perturbação é induzida nos terminais de energia e de telecomunicações do ESE através de um “Clamp” capacitivo.

A Resolução nº237 da ANATEL adota o Critério B como funcionamento desejável do ESE durante o ensaio e Nível de severidade 2, conforme hachurado na Tabela VII.

**TABELA VII**

NÍVEIS DE ENSAIO DE IMUNIDADE A TRANSITÓRIOS ELÉTRICOS RÁPIDOS (EFT/B)

| Nível | Terminais de Energia |                         | Terminais de Telecomunicações |                         |
|-------|----------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|
|       | Pico de Tensão (kV)  | Taxa de Repetição (kHz) | Pico de Tensão (kV)           | Taxa de Repetição (kHz) |
| 1     | 0,5                  | 5                       | 0,25                          | 5                       |
| 2     | 1                    | 5                       | 0,5                           | 5                       |
| 3     | 2                    | 5                       | 1                             | 5                       |
| 4     | 4                    | 2,5                     | 2                             | 5                       |
| “x”   | Especial             | Especial                | Especial                      | Especial                |

“x” é um nível em aberto. Este nível tem de ser especificado nas especificações do equipamento.

### D. Imunidade a Surtos:

Como forma de se prevenir danos causados por sobretensões através dos terminais de telecomunicações e energia, foi elaborado o ensaio de imunidade a surto, onde são aplicados sobretensões nos terminais, em modo diferencial e comum de forma a verificar as proteções de entrada do ESE.

Os níveis e formato da onda do surto variam de acordo com a classe do equipamento e o tipo do terminal. A Tabela VIII mostra os níveis para os terminais de energia e telecomunicações sugeridos pela norma IEC61000-4-5. Para terminais de telecomunicações classificados como internos, tanto para Classe A quanto para Classe B, a ANATEL exige Nível 1 de severidade e para terminais externos, Nível 2.

Já para os terminais de energia, observamos na tabela que os níveis exigidos são os níveis 2 e 3.

**TABELA VIII**

NÍVEIS DE ENSAIO DE IMUNIDADE SURTOS

| Nível | Níveis de Teste          |                     |                               |                     |
|-------|--------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|
|       | Terminais de Alimentação |                     | Terminais de Telecomunicações |                     |
|       | Acoplamento              |                     | Acoplamento                   |                     |
|       | Linha a Linha<br>kV      | Linha a Terra<br>kV | Linha a Linha<br>kV           | Linha a Terra<br>kV |
| 0     | NA                       | NA                  | NA                            | NA                  |
| 1     | NA                       | 0,5                 | NA                            | 0,5                 |
| 2     | 0,5                      | 1,0                 | NA                            | 1,0                 |
| 3     | 1,0                      | 2,0                 | NA                            | 2,0                 |
| 4     | 2,0                      | 4,0                 | NA                            | 2,0                 |
| 5     | -                        | -                   | NA                            | 4,0                 |
| “x”   | Especial                 | Especial            | Especial                      | Especial            |

“x” é um nível em aberto. Este nível tem de ser especificado nas especificações do equipamento.

### E. Imunidade a RF Conduzida:

Associada ao ensaio de Imunidade Radiada, a imunidade conduzida assegura que não haja demodulação do sinal de 1kHz induzido nos terminais do ESE. Este ensaio cobre a faixa de frequência de 150kHz a 80MHz e é medido da mesma maneira que no ensaio de Imunidade Radiada. Os níveis de severidade, de acordo com a Resolução nº237 são mostrados na Tabela IX. A perturbação é injetada nos terminais através de indução, utilizando-se “Clamp” eletromagnético ou através de redes de acoplamento/desacoplamento (CDN – Coupling/Decoupling Network).

**TABELA IX**

NÍVEIS DE ENSAIO DE IMUNIDADE A PERTURBAÇÕES DE RADIOFREQUÊNCIA CONDUZIDA

| Faixa de Frequência<br>MHz | Nível (V)<br>Sem modulação |          |
|----------------------------|----------------------------|----------|
|                            | Classe A                   | Classe B |
| 0,15 a 1,8                 | 3                          | 10       |
| 1,8 a 80                   | 3                          | 3        |

### F. Imunidade a Reduções e Interrupções de Tensão:

Assegura que o ESE resista às interrupções rápidas e reduções na tensão de alimentação, causadas por fatores geralmente associados às empresas fornecedoras de energia, tais como problemas na linha de transmissão, nos geradores entre outros. O ensaio é realizado reduzindo-se a tensão de alimentação por  $n$  ciclos, definidos de acordo com a

classificação do ESE. A Tabela X mostra os níveis adotados pela Resolução nº237 da ANATEL.

**TABELA X**  
NÍVEIS DE ENSAIO DE IMUNIDADE À REDUÇÃO E À INTERRUÇÃO DA TENSÃO ELÉTRICA

| Nível (kV) | Porcentagem de redução de tensão (%) | Duração em períodos (ciclos) |
|------------|--------------------------------------|------------------------------|
| 1          | >95                                  | 0,5                          |
| 2          | 30                                   | 25                           |
| 3          | >95                                  | 250                          |

## V. CONCLUSÕES

Embora recém implantada de forma obrigatória no Brasil, a regulamentação dos requisitos de Compatibilidade Eletromagnética em equipamentos de telecomunicações traz não só qualidade aos produtos de telecomunicações brasileiros, como também os prepara melhor para atender os requisitos exportação.

A regulamentação proposta pela ANATEL através da Resolução nº237 mostrou-se atual e plenamente compatível com as regulamentações de CEM vigentes no mundo, sendo ainda mais criteriosa que as regulamentações dos Estados Unidos e Austrália, que consideram apenas os aspectos de emissão. Apesar dos requisitos de CEM propostos pela ANATEL estarem sofrendo atualizações através de uma consulta pública, a maior parte da norma possivelmente se manterá inalterada ou com pequenas correções e atualizações, como, a utilização das versões mais atuais das normas já utilizadas na Resolução.

## REFERÊNCIAS

- [1] Williams, T.; Armstrong, K.; "EMC for Systems and Installations", Second edition, Ed. NEWNES.
- [2] CISPR 22 (1997): Information Technology Equipment – Radio Disturbance Characteristics – Limits And Methods Of Measurement.
- [3] IEC 61000-4-2 (1995): Testing and Measurement techniques – Electrostatic discharge test. Basic EMC publication.
- [4] IEC 61000-4-3 (1995): Testing and Measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field test. Basic EMC publication.
- [5] IEC 61000-4-4 (1995): Testing and Measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test. Basic EMC publication.
- [6] IEC 61000-4-5 (1996): Testing and Measurement techniques –SURGE. Basic EMC publication.
- [7] IEC 61000-4-6 (1995): Testing and Measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, inducted by radio-frequency fields. Basic EMC publication.
- [8] IEC 61000-4-11 (1994): Testing and Measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and

voltage variations immunity test. Basic EMC publication.

- [9] FCC Part 15 (2004): Radio Frequency Devices.
- [10] Resolução nº237 ANATEL (2000): Regulamentação para Certificação de Equipamentos de Telecomunicações Quanto aos Aspectos de Compatibilidade Eletromagnética.