

Declaração de Conformidade sobre Radiações Não Ionizantes

Flávio Archangelo, PY2ZX

Os radioamadores e os profissionais de telecomunicações, pela própria natureza dos seus serviços, estão a princípio mais susceptíveis à exposição de RF (rádio frequências) do que o cidadão sem interesse em rádio. A proximidade corporal com transceptores, amplificadores lineares e principalmente antenas (equipamentos e dispositivos dedicados a irradiar e conduzir sinais elétricos capazes de formar campos magnéticos, elétricos e eletromagnéticos) deve ser tratada como uma variável de segurança e saúde para o aficionado e profissional de rádio transmissão, bem como aqueles que os rodeiam (familiares, população próxima, etc).

Entre as várias definições específicas para **radiação** na norma IEC-60050, a ref 702-02-06 considera radiação como: “1 – Fenômeno no qual a energia, em forma de partículas ou ondas, emana da fonte para o espaço. 2 – Energia transferida para o espaço em formas de ondas ou partículas”.

É chamada de **ionizante** a radiação de maior energia, capaz de *ionizar* átomos e moléculas, ou seja, “quando a radiação, ao interagir com um (ou mais) átomo(s), tem energia capaz de arrancar um ou mais elétrons das camadas eletrônicas, subdividindo-o em duas partes eletricamente carregadas”.

É **não ionizante** a radiação de menor energia, incapaz de ionizar átomos e moléculas, mas que ainda provoca *excitação* de átomos e moléculas, ou seja, “cede parte ou toda sua energia, promovendo alterações ou perturbações no movimento orbital do(s) elétron(s) do átomo, com o aumento da energia interna no(s) elétron(s) do átomo com o(s) qual(is) interagiu”. (1)

A exposição não controlada a ambas radiações pode provocar reações biológicas, inclusive indesejáveis para a saúde. A radiação ionizante (também chamada *radioativa* provocada por *partículas subatômicas*) é mais perigosa e danosa que a não ionizante, mas nem por isso as não ionizantes (provocadas por *campos magnéticos, elétricos e eletromagnéticos irradiados*) são totalmente inofensivas. Dependendo de sua frequência, intensidade, proximidade do corpo e tempo de exposição, a não ionizante pode provocar efeitos térmicos e reações químicas em células e tecidos. (2)

A fronteira entre radiações ionizantes e não ionizantes é discutida na esfera científica pois deferentes átomos e moléculas reagem de maneiras diferentes às manifestações energéticas, porém foi convencionalizada a frequência limítrofe de 3000 THz, ou comprimento de onda de 100 nm ou 12,4 eV, na região do ultravioleta. Assim frequências *abaixo* de 3000 THz (como todo espectro de rádio, inclusive microondas; o infravermelho e luz visível) são radiações *não* ionizantes. (3) (4)

Os limites de exposição humana às características das radiações não ionizantes foram parametrizados por várias instituições internacionais e estão divididos em dois níveis: o *ocupacional* para trabalhadores em ambiente controlado, e *população em geral* com limites mais severos. (5)

O Brasil adotou em 2 de julho de 2002 a **Resolução n. 303** da Anatel, o “Regulamento sobre Limitação da Exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos na Faixa de Radiofrequências entre 9 kHz e 300 GHz”, aplicável à operação de estações transmissoras de radiocomunicação dos serviços de telecomunicações. Os limites são dados por faixas de frequências em valores do campo elétrico (V/m), campo magnético (A/m) e densidade de potência da onda plana equivalente (W/m²), em médias espacial e temporal. (6)

A resolução estabeleceu que toda estação de telecomunicação deve dispor de uma **declaração ou termo de conformidade** indicando que sua estação segue os requisitos da norma. Estações de serviços pecuniários devem ter a declaração de laudo realizado por profissional habilitado. Estações do Serviço de Radioamador e Faixa do Cidadão poderão dispensar o profissional habilitado, porém deverão declarar por escrito que observam as distâncias mínimas das antenas utilizadas para transmissão em relação aos locais de acesso e convivência humana próxima.

Como calcular as distâncias e redigir a declaração de conformidade (radioamadorismo)?

Felizmente programas de computador disponibilizados gratuitamente na internet permitem que os cálculos sobre os limites de campos em relação a determinada configuração de estação sejam efetuados com rapidez.

Um exemplo está no endereço do grupo SATFM, onde são calculadas as distâncias mínimas que a população deve estar de antenas que emitam em alguma frequência entre 9 kHz e 300 GHz. Deve-se conhecer previamente os ganhos das antenas em questão (dBd), as frequências que elas operarão (MHz) e quais as maiores potências (W). Para cada combinação destas variáveis, uma distância (m) deverá ser obedecida: <http://www.satfm.org/res303/>

Por exemplo, a antena vertical GP-9 (ganhos declarados de 6,35 dBd em 144 MHz e 9,75 dBd em 440 MHz), se operada com uma potência nominal de 100 Watts em ambas bandas, deverá estar no mínimo a 8,5 m de distância da população quando em funcionamento nos 144 MHz; ou aproximadamente 12 m de distância quando em funcionamento nos 440 MHz. Outro exemplo: uma antena dipolo de meia onda para 7 MHz com 0 dBd de ganho nominal, operado com 100 W, deverá guardar distância mínima aproximada de 3,4 m da população.

Há vários modelos de declarações para serem preenchidos e impressos. A própria SATFM oferece o modelo que segue em anexo. (7)

O radioamador deverá pois contar com a declaração impressa em sua estação, e claro as configurações das antenas, as distâncias e potências empregadas nos cálculos deverão ser respeitados, não apenas para atender a fiscalização, mas também para a segurança do aficionado e população ao redor.

Notas

- (1) Descrições das relações atômicas por Joaquim Gomes Pereira em “Radiações não ionizantes” disponível em <http://tinyurl.com/nao-ioni-1>
- (2) “Ondas eletromagnéticas podem provocar efeitos biológicos que, mas nem sempre levam a um fator nocivo à saúde. É importante entender essa diferença. Um efeito biológico ocorre quando a exposição a ondas eletromagnéticas causa algum efeito detectável no sistema biológico, não necessariamente um feito prejudicial à saúde. Um fator nocivo à saúde ocorre quando esse efeito está fora dos padrões considerados normais (...) Alguns efeitos podem ser inócuos, como o aumento do fluxo sanguíneo na pele, como reação a um ligeiro aumento da temperatura devido ao aquecimento solar. Esse aquecimento pode inclusive ser benéfico, pois o sol desempenha papel importante ajudando o corpo a produzir vitamina D. Entretanto, esse efeito biológico também pode levar a um fator nocivo à saúde, como queimaduras ou mesmo câncer de pele. Os principais efeitos biológicos das ondas eletromagnéticas podem ser divididos em dois tipos: efeitos térmicos e efeitos não-térmicos. Sem dúvida alguma, o efeito dominante da exposição aos campos eletromagnéticos de alta frequência são os efeitos térmicos”. Trecho do artigo “Radiações não ionizantes e seus efeitos sobre a saúde. Parte 1”, escrito por Ralph Robert Heinrich (PY2EZL) e publicado no CRAM: <http://tinyurl.com/nao-ioni-2> . Para o mesmo tema confira “Radiações Não Ionizantes” em <http://tinyurl.com/nao-ioni-3> e “Radiação não-ionizantes. Conceitos, Riscos e Normas” em <http://tinyurl.com/nao-ioni-4>
- (3) 1 elétron-volt (símbolo eV) corresponde a “quantidade de energia cinética ganha por um único elétron quando acelerado por uma diferença de potencial elétrico de um volt, no vácuo” e vale aproximadamente $1,6 \times 10^{-19}$ joules (símbolo J). Max Planck estabeleceu uma correspondência entre frequência e a energia de um fóton (uma das partículas elementares) e é dada por: $E=hf$, sendo “f” a frequência (Hz) e “h” a constante de Planck (aprox. $6,6 \times 10^{-34}$ J.s ou $4,13 \times 10^{-15}$ eV.s). Assim para cada frequência há uma quantidade de energia associada a seu fóton. Quanto maior a frequência, menor o comprimento de onda e mais energética é sua manifestação intrínseca. Outras informações sobre os cálculos de Planck e elétron-volt em <http://tinyurl.com/nao-ioni-5> e <http://tinyurl.com/nao-ioni-6>
- (4) 4,3 eV está entre as menores energias citadas nos estudos (ionização do Potássio), mesmo assim correspondendo ao comprimento de onda de 288 nm, ainda dentro do espectro do ultravioleta, ou seja, frequência acima da luz visível e distante das ondas de rádio, mesmo as microondas. Outras

citações são 4,9 eV ou 250 nm (relacionada a ligação Carbono-Carbono); 11 eV ou 113 nm (ionização do Fósforo, componente do DNA); 12,6 eV ou 98 nm (ionização de uma molécula isolada de água). Maiores informações em “On the boundary between ionizing and non-ionizing radiation” por Lars Persson: <http://tinyurl.com/nao-ioni-7>

- (5) Os limites foram estabelecidos pela *International Non-ionizing Radiation Committee* (INIRC) da *International Radiation Protection Association* (IRPA), *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) e *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH). Um exemplo de guia instrucional é da Universidade da Califórnia (Berkeley), “Non-Ionizing Radiation Safety Manual”, em: <http://tinyurl.com/nao-ioni-8>
- (6) A Resolução 303 pode ser encontrada em: <http://tinyurl.com/nao-ioni-9>
- (7) Agradecimentos a Carlos Paoli PY2FFZ, Miguel Angelo C. Medeiros PU3XPG e Cianus Colossi PY3DU. Outros modelos ainda poderão ser encontrados no site: <http://tinyurl.com/nao-ioni-10>

Anexo:

Declaração de Laudo e Relatório Técnico de Estação de Radioamador referente a Limitação da Exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos

Declaro, sob minha inteira responsabilidade que a estação licenciada sob o indicativo de chamada de _____, conforme documentos em anexo, atende às exigências da(s)o(s):

- Decreto nº 91.836 de 24 de outubro de 1985, publicado no D.O.U. de 25/10/85.
- Capítulo 5 do regulamento do serviço de Radioamador
- Norma 31/94 de 28 de dezembro de 1994.
- Regulamento sobre Limitação da Exposição a Campos Elétricos e Magnéticos Eletromagnéticos na Faixa de Radiofrequência entre 9 kHz e 300 GHz, aprovado pela Resolução n.º 303, de 2 de julho de 2002.

1- O relatório técnico foi elaborado de acordo com a resolução nº 303, de 02/07/2002.

Art. 20. Em função das características técnicas e finalidades precípuas do Serviço de Radioamador e do Serviço Rádio do Cidadão, não é obrigatório que suas estações sejam avaliadas por profissional habilitado.

§ 1º. Para atendimento ao estabelecido neste regulamento, as antenas das estações dos Serviços de Radioamador e do Serviço Rádio do Cidadão deverão atender às distâncias mínimas de locais de livre acesso da população, calculadas conforme a Tabela VII.

§ 2º. A instalação de antena a distâncias menores do que as estabelecidas no parágrafo 1º, somente será admitida mediante a avaliação da estação por profissional habilitado e elaboração do Relatório de Conformidade.

§ 3º. Na situação prevista no parágrafo 2º, o responsável pela estação deverá encaminhar, à ANATEL, declaração baseada no Relatório de Conformidade, de que o seu funcionamento, nas condições de sua avaliação, não submeterá a população a CEMRF de valores superiores aos estabelecidos. No caso de operadores menores de dezoito anos, caberá aos pais ou tutores a responsabilidade pela declaração.

§ 4º. A ANATEL tomará providências para que sejam incluídas questões relativas à exposição a CEMRF, nos testes de capacidade operacional e técnica de habilitação/promoção ao Serviço de Radioamador, em todas as classes.

Tabela VII

Expressões para cálculo de distâncias mínimas a antenas de estações transmissoras para atendimento aos limites de exposição para a população em geral.

Faixa de Radiofrequências	Exposição da População em Geral	
1 MHz a 10 MHz	$r = 0,10 \sqrt{(eirp \times f)}$	$r = 0,129 \sqrt{(erp \times f)}$
10 MHz a 400 MHz	$r = 0,319 \sqrt{(eirp)}$	$r = 0,409 \sqrt{(erp)}$
400 MHz a 2000 MHz	$r = 0,638 \sqrt{(eirp / f)}$	$r = 8,16 \sqrt{(erp / f)}$
2000 MHz a 300000 MHz	$r = 0,143 \sqrt{(eirp)}$	$r = 0,183 \sqrt{(erp)}$

r é distância mínima da antena, em metros;
f é a frequência, em MHz;
e.r.p. é a potência efetiva radiada na direção de maior ganho da antena, em watt;
e.i.r.p. é a potência equivalente isotropicamente radiada na direção de maior ganho da antena, em watt.

2 - Cálculo:

2.1 - Dados da estação transmissora (retransmissora no caso de repetidores).

Estação: _____

Frequência de operação: _____

ERP máx (proposta): _____

Altura do Centro Irradiante (HCI): _____

2.2 - Análise a exposição da População em Geral (Tabela VII)

$$r = 8,16 \sqrt{(erp / f)}$$

$$r = 8,16 \sqrt{(___ / ___)}$$

$$r = ____ \text{ m}$$

A distância mínima exigida de _____, atende aos limites de exposição da população em geral.

3 – Conclusão:

Conforme a demonstração dos cálculos do item 2 deste relatório, as instalações da Estação _____, localizada na cidade de _____, atendem aos limites estabelecidos pela ANATEL através do Regulamento sobre Limitação da Exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos na Faixa de Radiofrequência entre 9KHz e 300 GHz.

Declaro que os campos eletromagnéticos de radiofrequência resultantes não expõem a população a valores superiores aos estabelecidos pela referida resolução.

Local e data:

Nome:

Indicativo:

Endereço:

Visto da Agência Nacional de Telecomunicações.

Nome do Fiscal:

Matrícula funcional:

Local e data:

(Modelo de declaração conforme seguinte link para download: <http://www.satfm.org/res303/relatorio.doc>)