

CICAD.I.2018

ARTIGO CIENTÍFICO ÁREA DE CONCENTRAÇÃO

CIÊNCIA E TECNOLOGIA



POSSÍVEIS EFEITOS DAS RADIAÇÕES NÃO IONIZANTES EM MILITARES DO EXÉRCITO BRASILEIRO

GABRIEL PASCOAL ZANATELI ZAPPI SILVA¹, ANDERSON GOMES DE JESUS²
Graduado em Ciências Militares¹, Mestrado em Ciência e Tecnologia Nucleares²

RESUMO: ESTE TRABALHO TRATA DE UM BREVE ESTUDO SOBRE OS EFEITOS DAS RADIAÇÕES NÃO IONIZANTES EM MILITARES DO EXÉRCITO BRASILEIRO, ALÉM DE ABORDAR OS ASPECTOS JURÍDICOS DA QUESTÃO. A PESQUISA CONTA COM O LEVANTAMENTO DE DADOS OBTIDOS ATRAVÉS DE ANÁLISES TEÓRICAS QUE SERVIRAM DE BASE PARA O APONTAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DO ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO E VERIFICAÇÃO DE SEUS POSSÍVEIS EFEITOS, VISANDO AO APRIMORAMENTO NAS INSTRUÇÕES DOS CADETES DA ARMA DE COMUNICAÇÕES DA AMAN E DE TROPAS QUE OPERAM OS MAIS DIVERSOS MEIOS DE COMUNICAÇÕES DO EXÉRCITO BRASILEIRO.

PALAVRAS-CHAVE: RADIAÇÃO NÃO IONIZANTE. EFEITOS BIOLÓGICOS. EFEITOS ESTOCÁSTICOS.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a questão sobre os efeitos biológicos das radiações não ionizantes tem adquirido importância, pois se trata de um conceito contemporâneo e requer a atualização do Exército Brasileiro (EB) nessa área do conhecimento, visto que os militares estão expostos aos mais diversos espectros de radiações, em especial, as radiofrequências, emitidas por equipamentos rádio nas operações.

Seu estudo é relevante para o meio militar, como forma de subsidiar as Organizações Militares de Saúde de informações por meio da análise dos efeitos das radiações não ionizantes nos combatentes.

Os militares que fazem uso de equipamentos rádio se submetem à exposição e correm o risco de sofrer os efeitos das radiações, em especial, os que pertencem à Arma de Comunicações, integradores da rede de uma Brigada em um Centro de Comunicações, que são expostos com maior frequência a uma gama de radiações.

O presente trabalho busca tratar do tema sob a perspectiva da verificação dos efeitos biológicos das radiações não ionizantes em militares. A abordagem tem como alicerce a tríade: tempo de exposição a radiações, intensidade dos campos eletromagnéticos e susceptibilidade quanto ao desenvolvimento de desordens físicas ou biológicas aos com-

batentes.

Delimita-se o foco investigativo na análise dos efeitos biológicos das radiações não ionizantes dos militares do EB expostos às radiofrequências emitidas pelos equipamentos em uso nas diversas unidades do Exército. A partir disso, a probabilidade de desenvolver complicações físicas ou biológicas de menor ou maior grau após um elevado tempo de exposição à radiação não ionizante será elucidada.

Nessa esteira, pretende-se verificar a relação entre radiação ionizante e não ionizante e evidenciar que por mais que não haja compensação orgânica a militares expostos a radiações não ionizantes, esta possui um grau de periculosidade que deve ser levado em consideração pelo responsável pelas operações nas diversas unidades.

Os objetivos específicos deste trabalho são: concluir, confirmando ou não, a hipótese do militar exposto às radiações não ionizantes sofrer algum de seus possíveis efeitos; e verificar os aspectos jurídicos da exposição laboral a campos elétricos e magnéticos.

1 METODOLOGIA

Com vistas a investigar as lacunas no conhecimento até agora existente é oportuno problematizar a questão: militares da Arma de Comunicações, que operam equipamentos



transmissores de radiofrequências já desenvolveram determinado efeito físico ou biológico durante ou após uma operação?

A falta de efetivos tecnicamente capacitados dificulta o revezamento para operar os equipamentos-rádio em uma operação. Além disso, sua conscientização não é feita pelo fato dos estudos das radiações não ionizantes serem recentes. A pesquisa desenvolvida está vinculada à premissa da possibilidade de os combatentes sofrerem algum efeito referente à radiação não ionizante ao operarem os diversos equipamentos que transmitem ondas no nível das radiofrequências.

Pode-se enunciar as hipóteses da seguinte maneira:

- a) não há o devido esclarecimento dos operadores quanto ao espectro eletromagnético nos períodos em que passaram por instruções nos bancos escolares da AMAN/EsSA/Es-Log;
- b) os operadores de equipamentos, que emitem radiofrequências, desenvolveram algum sintoma após um período de permanência em um ambiente tal como um centro de comunicações que concentra as comunicações da Brigada.

Logo, as seguintes variáveis foram estudadas: existência de instruções nos bancos escolares aos militares em formação, que propiciasse o devido conhecimento acerca dos efeitos biológicos das radiações não ionizantes

e, também, sobre os possíveis efeitos físicos ou térmicos em operadores de equipamentos na faixa das radiofrequências ou micro-ondas.

Visou-se especificamente à exposição da carência de conhecimento na fonte dos bancos escolares em relação ao ensino da temática supracitada. Fato esse que pode vir a criar um ambiente de trabalho que afete a qualidade de vida dos militares que sofrem incidência eletromagnética das naturezas em estudo.

Quanto à qualidade das fontes encontradas, destacam-se, pela qualidade, pertinência e atualidade, as pesquisas de Heinrich (2002) na definição de radiações eletromagnéticas e de Catalão (2010) que subdivide a radiação não ionizante em três grandes frentes, além de fazer definir precisamente o que é bioeletromagnetismo.

2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

2.1 CONCEITOS BÁSICOS

2.1.1 Radiação não ionizante

De todas as regiões do espectro eletromagnético contidas na Tabela 1, as radiações não ionizantes são aquelas que não possuem energia suficiente para remover os elétrons dos átomos com os quais interagem (Heinrich, 2002), tais como as que variam dentro do espectro do ultravioleta, da luz visível, do infravermelho, das micro-ondas e às das radiações eletromagnéticas utilizadas em sistemas de telecomunicações.

TABELA 1 Características das várias regiões do espectro eletromagnético.

	Comprimento de onda (m)	Frequência (Hz)	Energia (J)
Rádio	$> 1 \times 10^{-1}$	$< 3 \times 10^9$	$< 2 \times 10^{-24}$
Micro-ondas	1×10^{-3} a 1×10^{-1}	3×10^9 a 3×10^{11}	2×10^{-24} a 2×10^{-22}
Infravermelho	7×10^{-7} a 1×10^{-3}	3×10^{11} a 4×10^{14}	2×10^{-22} a 3×10^{-19}
Visível	4×10^{-7} a 7×10^{-7}	4×10^{14} a $7,5 \times 10^{14}$	3×10^{-19} a 5×10^{-19}
UV	1×10^{-8} a 4×10^{-7}	$7,5 \times 10^{14}$ a 3×10^{16}	5×10^{-19} a 2×10^{-17}
Raio X	1×10^{-11} a 1×10^{-8}	3×10^{16} a 3×10^{19}	2×10^{-17} a 2×10^{-14}

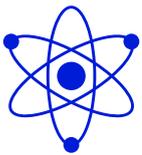


	Comprimento de onda (m)	Frequência (Hz)	Energia (J)
Gama	$< 1 \times 10^{-11}$	$> 3 \times 10^{19}$	$> 2 \times 10^{-14}$

Fonte: (Nasa, 2017).

Segundo Catalão (2010), o espectro das radiações não ionizantes abarca três áreas:

- a primeira se refere aos campos eletromagnéticos de frequências extremamente baixas, que não ultrapassam a casa dos 3×10^3 Hz;
- a segunda, diz respeito à radiação de radiofrequência, foco deste trabalho, a qual constitui ondas eletromagnéticas que se propagam no ar e no vácuo entre 3×10^3 Hz e 3×10^{11} Hz, ou seja, compreendendo as ondas de rádio e as micro-ondas;
- finalmente a terceira reporta-se à radiação infravermelha (IV), a radiação visível, capaz de sensibilizar os olhos humanos e também à radiação ultravioleta (UV).



2.2 EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES NÃO IONIZANTES

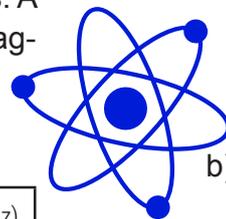
Se um indivíduo for atingido por um feixe de radiação não ionizante, não ocorrerá nenhuma lesão visível no momento da irradiação, por isso não se percebe quando se é irradiado.

Contudo, antes de se definir os efeitos que cada radiação provoca nos seres humanos, necessário é explicar o trinômio ao qual se pode ter a chance de se desenvolver algum resultado expressivo.

Primeiramente, deve-se ter em mente que não é porque as pessoas se submetem a Campos Elétricos e Magnéticos (CEM) que vão desenvolver algum efeito físico ou biológico. Fatores combinados como a energia da radiação, o tempo de exposição, a dose absorvida, a parte do corpo atingida e a própria sensibilidade da pessoa devem ser estudados para se supor ou analisar um possível efeito.

Para analisar o resultado obtido, são necessários os seguintes parâmetros:

- intensidade do CEM - A quantidade de energia que um material poderá absorver a partir da radiação a que se encontra sujeito depende da frequência da radiação e da intensidade do feixe (CATALÃO, 2010);
- tempo de exposição ao CEM - O tempo de exposição em pessoas aumenta proporcionalmente a probabilidade de manifestação de algum efeito indesejado ao longo do tempo, pois com isso se aumenta a dose absorvida. Tanto que a Comissão Internacional de Proteção Contra Radiação Não Ionizante (ICNIRP) limita o tempo de permanência à exposição ocupacional, baseado no Comunicado de Imprensa nº 208 da OMS/IARC (Organização Mundial



2.1.2 Radiofrequências

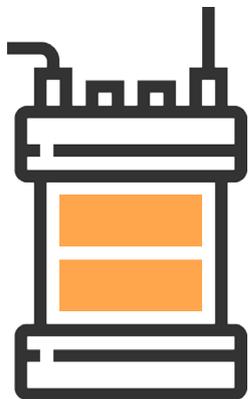
Segundo Catalão (2010) o termo radiofrequência (RF) refere-se a uma corrente alternada que, se for fornecida por uma antena, gera campos eletromagnéticos, adequados para serem utilizados em comunicações. A subdivisão dessa parte do espectro eletromagnético acontece conforme o Quadro 1:

QUADRO 1 O espectro das radiofrequências.

Legenda	Descrição	Frequência (Hz)
VLF	Frequência muito baixa	3×10^3 a 3×10^4
LF	Frequência baixa	3×10^4 a 3×10^5
MF	Frequência média	3×10^5 a 3×10^6
HF	Frequência alta	3×10^6 a 3×10^7
VHF	Frequência muito alta	3×10^7 a 3×10^8
UHF	Frequência ultra alta	3×10^8 a 3×10^9
SHF	Frequência super alta	3×10^9 a 3×10^{10}
EHF	Frequência extremamente alta	3×10^{10} a 3×10^{11}

Fonte: (BRASIL, 2002).





da Saúde / Agência Internacional de Pesquisa em Câncer) que classificou os CEM providos de radiofrequências em possivelmente carcinogênicos a humanos (OMS, 2011);

- c) susceptibilidade do organismo em se desenvolver algum efeito nocivo ou não. A susceptibilidade em ser afetado é a tendência do corpo a desenvolver algo nocivo ou sofrer um efeito qualquer. Cada pessoa reage de forma distinta ante uma exposição, cada parte do corpo possui diferentes sensibilidades, cada um possui diferenças naturais físicas e bioquímicas. Enfim, existem pessoas mais sensíveis que outras, fato que torna imprevisível e mutável os efeitos, o que impossibilita generalizações. (BELLAVITE, 2002).

3.2.1 Bioeletromagnetismo

A medida de referência para a absorção de energia eletromagnética, até 10 GHz, é a chamada taxa de absorção específica (SAR) (MOUTINHO & TELES, 2005), que mede o ritmo com que a energia é absorvida por unidade de massa de tecido biológico, e se expressa em Watts por quilograma.

Segundo Paulino (2001), a taxa de absorção de energia depende da densidade de potência da radiação eletromagnética e das características do tecido onde a radiação incide. Assim, a SAR quantifica a energia absorvida pelo tecido, sendo diretamente proporcional ao aumento local de temperatura, ou seja, quanto maior a SAR, maior o aumento da temperatura.

Moutinho e Teles (2005) exibem que diversos estudos epidemiológicos têm sido realizados a fim de evidenciar os efeitos das radiações não ionizantes em seres humanos. Como exemplo, mostra-se que humanos em descanso a uma SAR sobre todo o corpo entre 1 a 4 Watts por quilograma, durante um intervalo de 30 minutos, tiveram um aumento

da temperatura corporal inferior a 1 °C, o que propiciou desconforto nas pessoas em estudo.

Excedendo valores a 4 Watts por quilograma, o organismo perde a capacidade natural de termorregulação, o que leva a um aumento de temperatura corporal superior a 2 °C suficiente para causar efeitos clínicos.

3.2.2 Possíveis efeitos

Ribeiro & Pessoa (2007) demonstram que estudos recentes chegaram à conclusão de que há a possibilidade do surgimento de patologias associadas ao aumento da temperatura corporal gerada por efeito termohidráulico a seguir:

Os olhos são considerados uma área crítica, com relação ao efeito das radiações não ionizantes, sendo bastante suscetível ao efeito térmico. Quantidades relativamente pequenas de energia eletromagnética podem elevar a temperatura das lentes oculares, pelo fato destas não possuírem sistema vascular adequado para as trocas térmicas, o que reduz sua capacidade de dissipação de calor. Por isso, a possibilidade de danos aos olhos constitui um aspecto muito sério das radiações de micro-ondas e radiofrequência (LAMPARELLI, 1998).

Os testículos também constituem órgãos críticos no que concerne aos efeitos das radiações eletromagnéticas. Isso porque são extremamente sensíveis a elevações de temperatura. Estão mais sujeitos à radiação por dois motivos: localização superficial em relação ao corpo e grande sensibilidade ao calor por parte das células germinativas, que se encontram em torno dos 33 graus Celsius. Assim, ao expor os militares da Arma de Comunicações às micro-ondas, os combatentes se sujeitam a um possível enfraquecimento da função reprodutiva, pois os testículos estarão fora do ambiente ideal para que se mantenha a homeostase do ciclo de produção de células reprodutivas (LAMPARELLI, 1998).

O sistema auditivo também pode ser afetado pelas RFs através do chamado efeito



de audição de micro-ondas ou “Efeito Frey” em homenagem ao neurocientista Allan H. Frey que estudou esse fenômeno profundamente e foi o primeiro a publicar informações sobre a natureza do efeito auditivo de micro-ondas. O Efeito Frey consiste de estalidos audíveis ou zumbidos induzidos por pulsos de frequências de micro-ondas. Esse efeito ocorre como resultado da expansão térmica de partes do ouvido humano em torno da cóclea, mesmo mediante muito baixa densidade de potência. Esta resposta do sistema auditivo ocorre para a faixa de frequência desde 2×10^8 Hz até pelo menos 3×10^9 Hz (JUSTESEN, 1975).

Além dos sintomas supracitados, diversos trabalhos indexados e de bom nível conseguiram demonstrar o aumento da ocorrência de vários tipos de sintomas em trabalhadores expostos a campos eletromagnéticos tais como: mal estar geral, dores de cabeça, nervosismo exagerado, insônia, depressão, angústia, diminuição da memória e da concentração, fraqueza e indisposição (FELIPPE JR, 2000).

3.3 LEGISLAÇÃO

Em 1996, a OMS implantou o projeto internacional de campos eletromagnéticos para investigar os potenciais riscos para a saúde associados a tecnologias emissoras de campos elétricos e magnéticos, baseado nisso, no mesmo ano a Associação Brasileira de Compatibilidade Eletromagnética (ABRICEM) tentou regulamentar a exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos de radiofrequências entre 9×10^3 Hz e 3×10^8 GHz. Isso teve como resultado uma proposta de normatização que foi adotada pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) através da publicação da resolução nº 303, de 2 de julho de 2002, que estipula limites para exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos de radiofrequência (BELARDO, 2004).

As discussões sobre o tema se amadureceram até que o Brasil aprovou a Lei n.º 11.934, de 5 de maio de 2009, que se baseou

em estudos da OMS sobre a taxação de limites referentes à exposição a campos eletromagnéticos e na prevenção dos efeitos adversos por eles causados, como o efeito térmico, por exemplo.

No caput do Art. 1º da referida lei depreende-se que ela estabelece limites à exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos, associados ao funcionamento de estações transmissoras de radiocomunicação, de terminais de usuário e de sistemas de energia elétrica nas faixas de frequências até 3×10^8 Hz, visando garantir a proteção da saúde e do meio ambiente (BRASIL, 2009).

O anexo da resolução nº 533, de 10 de setembro de 2009 da ANATEL, na parte número dois, inciso terceiro, relatava o

Regulamento sobre limitação da exposição a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos na faixa de radiofrequências entre 9×10^3 Hz e 3×10^8 Hz,

contudo, tal regulamento foi revogado pela Resolução nº 686, de 13 de outubro de 2017, tendo em vista o rápido avanço tecnológico dos meios de comunicação. Assim, a certificação e homologação de equipamentos a partir dessa data se dão por meio de portarias da ANATEL, permanecendo em vigor os limites de exposição constantes da resolução nº 303.

O anexo VII – Radiações Não Ionizantes, da Norma Regulamentadora número 15 (NR 15 – Atividades e Operações Insalubres) do Ministério do Trabalho estabelece que:

As operações ou atividades que exponham os trabalhadores às radiações não ionizantes, sem a proteção adequada, serão consideradas insalubres, em decorrência de laudo de inspeção realizada no local de trabalho. (NR, 2009).

Assim, se as medições de campo indicarem valores de exposição superiores aos estabelecidos na resolução nº 303 da ANATEL, será devido ao adicional de insalubridade.

Por outro lado, a Portaria nº 206 – De-



partamento Geral do Pessoal (DGP), de 17 de dezembro de 2003, no artigo 1º, aprova as normas para concessão do adicional de compensação orgânica aos militares que desempenham atividades sujeitas apenas à radiação ionizante.

Essa proposta teve por objetivo proteger os militares e compensá-los financeiramente, pois foi estipulado um tempo limite diário e semanal à exposição às radiações. Além disso, foi incorporado ao soldo um percentual de 10% aos que manipulam substâncias radioativas ou que usam Raios-X, como exemplo, os Instrutores da EsIE e os profissionais da área de saúde.

Nessa linha, é válida a preocupação em atribuir 10% ao soldo militar como compensação orgânica, porém, este percentual não é aplicado aos que se expõem ao espectro não ionizante.

CONCLUSÃO

É possível constatar que os estudos nessa área da Ciência são recentes e seus resultados geram interesses tanto em fabricantes de equipamentos que emitem radiofrequências e micro-ondas, quanto naqueles que os operam, em especial, os militares.

É imperioso destacar que o conhecimento prévio do espectro eletromagnético motiva a percepção do indivíduo a sentir os possíveis efeitos e isso evita uma eventual negligência de superiores hierárquicos ao exporem seus subordinados de maneira excessiva nas missões a que cada brigada concorre.

Em seu Trabalho de Conclusão de Curso, o Autor (2017) conclui que os militares das escolas de formação, em especial os da AMAN, necessitam ser mais bem instruídos sobre o tema relativo às radiações não ionizantes e seus possíveis efeitos biológicos, para que seja possível planejar operações com emprego de militares escalados de forma melhor planejada, priorizando a salubridade dos subordinados.

Diante disso, medidas simples, como a confecção de uma escala de missão, com objetivo de controlar a frequência de emprego de cada militar em cada operação, tornam-se eficientes ferramentas para a minimização da exposição e, conseqüentemente, da possibilidade de se desenvolver alguns dos possíveis efeitos estudados.

Vale notar que mesmo estando isento da necessidade de avaliação e de licenciamento para funcionamento, as estações transmissoras de radiocomunicação do EB não estão livres do atendimento aos limites de exposição estabelecidos por lei (ANATEL, 2002). Dessa maneira, é juridicamente importante que se faça o atendimento a tais normativas de maneira a mitigar possíveis impactos para a Força seja em razão do aumento na frequência de atendimentos médicos, da indisponibilidade, mesmo que temporária, de militar especializado, ou até mesmo com o pagamento de indenizações. Todas essas medidas têm, como objetivo último, propiciar um meio ambiente de trabalho salutar, direito de todo trabalhador.

POSSIBLE EFFECTS OF NON-IONIZING RADIATION ON MILITARY PERSONNEL IN THE BRAZILIAN ARMY

ABSTRACT. THIS PAPER IS A BRIEF STUDY ON THE EFFECTS OF NON-IONIZING RADIATION ON MILITARY PERSONNEL OF THE BRAZILIAN ARMY, AS WELL AS ON THE LEGAL ASPECTS OF THE ISSUE. THE RESEARCH RELIES ON THE LEVERAGE OF DATA OBTAINED THROUGH THEORETICAL ANALYSIS THAT SERVED AS A BASIS FOR THE IDENTIFICATION OF THE CHARACTERISTICS OF ELECTROMAGNETIC SPECTRUM AND VERIFICATION OF ITS POSSIBLE EFFECTS, AIMING AT THE IMPROVEMENT IN THE INSTRUCTIONS OF AMAN SIGNAL CORPS CADETS AND OF TROOPS THAT OPERATE THE MOST DIVERSE MEANS OF COMMUNICATIONS OF THE BRAZILIAN ARMY

KEYWORDS. NON-IONIZING RADIATION. BIOLOGICAL EFFECTS. STOCHASTIC EFFECTS.

REFERÊNCIAS

ANATEL, Agência Nacional de Telecomunicações. Regulamento sobre Limitação da Exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos na Faixa de Radiofrequências entre 9 kHz e 300 GHz. Resolução nº 303, de 2 de julho de 2002. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/17-2002/128->



resolucao-303> Acesso em: 22 mai. 18.

BELARDO, C. A. et. al. Exposição Humana a Campos Elétricos e Magnéticos Gerados por Instalações Elétricas 50 e 60 Hz., 2004. Disponível em: <<http://www.mfap.com.br/pesquisa/arquivos/20081117111935-41.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2017.

BELLAVITE, Paolo. Medicina Biodinâmica, a força vital suas patologias e suas terapias. 1. ed. Campinas, SP: Papirus, 2002.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. C 24-2: administração de radiofrequências. 2. ed. Brasília: EGGCF, 2002.

BRASIL. Lei n.º 11.934, de 5 de maio de 2009. Dispõe sobre limites à exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos; altera a Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 5 de maio de 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11934.htm>. Acesso em: 20 set. 2016.

CATALÃO, João Paulo da Silva. Campos Eletromagnéticos em Sistemas Biológicos: Apontamento das Aulas Teóricas. Universidade da Beira Interior, Portugal, set. 2010. Disponível em: <http://webx.ubi.pt/~catalao/Apont_Campos.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2017.

FELIPPE JUNIOR, J. Bio-Eletromagnetismo: Medicina Com Base Na Biofísica. 2000. Disponível em: <<http://www.medicinabiomolecular.com.br/sdi4/sdi4-arquivos/pdf/tema57.pdf>>. Acesso em: 14 mai 2018.

HEINRICH, Ralph Robert. Conceitos Básicos Sobre Radiações Não-ionizantes e seus Efeitos Potenciais sobre a Saúde Humana. 9 jul. 2002. Disponível em: <<http://www.cram.org.br/wordpress/?p=1254>>. Acesso em: 10 set. 2016.

JUSTESEN, D. R. Microwaves and Behavior, The American Psychologist, vol 30, nr 3, 1975.

LAMPARELLI, Claudia Conde. et al. Radiações de micro-ondas e radiofrequência. Revista ambiente, vol. 2, n. 1, 1998.

MOUTINHO, P. F. A.; TELES, D. J.A. Exposição a campos eletromagnéticos: visão geral sobre o “estado da arte”. Portugal: FEUP, mar. 2005. Disponível em: <http://paginas.fe.up.pt/~ee00052/Relatorio_projecto_fasel.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2017.

NASA, National Aeronautics and Space Administration,

Goddard Space Flight Center. Imagine the Universe. Disponível em: https://imagine.gsfc.nasa.gov/science/toolbox/spectrum_chart.html Acesso: 14-JUL-2017

NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. NR-15 - Atividades e Operações Insalubres. 2009.

OMS – Organização Mundial da Saúde. Ficha Informativa n.º 232: jun. 2007. Disponível em: <http://www.OMS.int/peh-emf/publications/facts/fs322_ELF_fields_portuguese.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2017.

PAULINO, J. O. S. Radiações Eletromagnéticas Não Ionizantes emitidas pelas Antenas Fixas de Telefonia Celular. Departamento de Engenharia Elétrica – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2001

RIBEIRO, Edson Leite; PESSOA, Martha Bulcão. Efeitos da radiação eletromagnética na vida do ser humano: uma análise do paradigma ambiental. Revista Tecnologia e Sociedade, v. 3, n. 5 (2007). Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/download/2502/1616>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

SILVA, Gabriel Pascoal Zanateli Zappi. Estudo dos possíveis efeitos das radiações não-ionizantes em militares do Exército Brasileiro. Trabalho de Conclusão de Curso – Ciências Militares, Academia Militar das Agulhas Negras – AMAN, 2017. Disponível em: <<http://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/1/1147>> Acesso em: 22 mai. 18.

Gabriel Pascoal Zanateli Zappi Silva é Bacharel em Ciências Militares pela Academia Militar das Agulhas Negras (2017), possui os estágios de Cibernética pelo CIGE e Operações de Garantia da Lei e da Ordem pelo CIOpGLO. Serve atualmente no 1º BGE, em Brasília/DF e pode ser contactado pelo email gabriel.pzsz@hotmail.com.

Anderson Gomes de Jesus é Licenciado em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2004) e Bacharel em Química pela Universidade do Grande Rio (2006), fez Mestrado em Ciência e Tecnologia Nucleares pelo Instituto de Engenharia Nuclear – IEN/CNEN (2017). Atua como Coordenador Adjunto de Aperfeiçoamento Docente, Professor e Orientador na Academia Militar das Agulhas Negras e pode ser contactado pelo email jesus.anderson@aman.eb.mil.br.

