

ANÁLISE DA RADIAÇÃO NÃO IONIZANTE EM LABORATÓRIOS DE PESQUISA COM POSTOS QUE UTILIZAM VDT

**THEREZA RAKEL DE ALCANTARA LIRA ARAUJO DA
CUNHA (UFPB)**

therezarcunha@gmail.com

JOEL ADELAIDE MEDEIROS (UFPB)

JOEL.MEDEIROS@CEAR.UFPB.BR

Luiz Bueno da Silva (UFPB)

bueno@ct.ufpb.br

sonaly de lima silva (UFPB)

sonalydelima@hotmail.com

Claudio Anselmo Falcao (UFPB)

claudio.afalcao@hotmail.com



A radiação não ionizante correlaciona-se ao desenvolvimento de doenças como a leucemia, distúrbios do sono, transtornos mentais, alterações metabólicas. Trabalhadores, estudantes e pesquisadores que fazem uso de produtos eletrônicos como os computadores e celulares em ambientes informatizados, por um longo período de tempo, podem estar expostos ao desenvolvimento de problemas de saúde. Este estudo trata dos possíveis fatores que interferem na intensidade de radiação presente nos postos de trabalho, apresentando uma análise da intensidade de campo magnético em dois laboratórios do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba. Verificou-se que um

dos laboratórios apresenta alta intensidade de campo magnético, podendo ser o resultado da maneira a qual os dispositivos estão dispostos no ambiente.

Palavras-chave: Radiação não ionizante, doenças, postos de trabalho, ambientes informatizados.

1. Introdução

A industrialização trouxe consigo, além da modernização, o avanço tecnológico e a valorização da ciência em detrimento do homem e de seus valores. Os avanços tecnológicos do século XXI geram uma popularização de equipamentos eletrônicos cada vez mais desenvolvidos. Com isso, a utilização destes se tornam cada vez mais indispensáveis para a execução de variadas atividades, tal quais as desenvolvidas em escritórios, laboratórios, escolas, universidades e grandes empresas.

Os usuários de produtos eletrônicos como os computadores, *notebooks* e celulares, em ambientes informatizados, podem estar expostos a problemas de saúde, os quais podem ser agravados pelo tempo de exposição ao mesmo. Por isso, há cada vez mais estudos apontando que a radiação não ionizante possa estar correlacionada ao desenvolvimento de doenças como a leucemia, disfunções do sono, perturbações mentais e problemas metabólicos.

Em virtude dessa possível correlação e do uso intenso desses equipamentos, o presente artigo trata dos possíveis fatores que interferem no nível de radiação presente nos postos de trabalho, apresentando uma análise da intensidade de campo magnético emitida por computadores de mesa e *laptops*, em dois laboratórios do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba. Com o presente estudo, podem-se tomar medidas de redução da exposição do trabalhador ao campo, vislumbrando a proteção ou retardo de problemas futuros na sua saúde.

2. Referencial teórico

Visto que, até então, o tema sobre a radiação não ionizante (RNI) não é amplamente discutido, há poucas pesquisas sobre. Portanto, se faz necessário associar as concepções contemporâneas de ergonomia com a RNI, para compreender a razão de seu estudo estar contido no âmbito da ergonomia e sua relevância ao se tratar da saúde do público que está exposto a esse tipo de radiação.

2.1. Ergonomia

A ergonomia, segundo a Associação Internacional de Ergonomia (ABERGO, 2017), é a ciência que estuda e compreende a interação do homem com o sistema produtivo. Ela relaciona fatores físicos, fisiológicos, cognitivos com aspectos ambientais (iluminação, temperatura, alocação de máquinas e equipamentos) e organizacionais.

Para Lida (2016), a ergonomia consiste em projetar as atividades realizadas para preservar a saúde e segurança do trabalhador, adaptando as tarefas para atender a capacidade e limitações do servidor. Conseqüentemente, adaptações sempre serão necessárias para individualizar a forma que as atividades são realizadas, afim de que o profissional tenha um melhor rendimento. Ainda segundo o autor, o objetivo da ergonomia é reduzir acidentes, fadiga e estresse consequentes da jornada de trabalho, para que o trabalhador esteja sempre satisfeito, levando a um constante crescimento pessoal e profissional.

Másculo (2008) caracteriza a ergonomia física como aquela que estuda as particularidades anatômicas, antropométricas, fisiológicas e biomecânicas que estão relacionadas à atividade do trabalhador. Para isso, é preciso investigar a postura, a posição dos equipamentos, o arranjo físico do posto de trabalho, a saúde e a segurança ocupacional. No âmbito dos estudos referentes à interação homem-máquina, consideram-se as atividades que demandam do uso de algum *terminal de display visual*, que por sua vez quando ligados emitem radiação.

2.2. Radiação não ionizante e efeitos na saúde

A Comissão Internacional de Proteção à Radiação não ionizante (ICNIRP, 2017) afirma que radiação não ionizante são todas as radiações eletromagnéticas, como luz ultravioleta e ondas mecânicas. No cotidiano, consideram-se as ondas provenientes das redes WI-FI, eletrodomésticos e eletroeletrônicos como radiação não ionizante.

Ainda, tem-se que as radiações não ionizantes não possuem energia suficiente para quebrar as ligações químicas, portanto seus efeitos biológicos estão associados aos efeitos térmicos e efeitos não térmicos (MÁSCULO, 2008).

Na saúde, a exposição a esses campos podem refletir em problemas, como a alteração das células no sangue, acelerando ou reduzindo seus movimentos, sensações de vertigem e náuseas que podem ser consequências da exposição a campos de 2-3 Tesla (T) ou mais (ICNIRP, 2017).

Em 2002, a Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC, 2002) mostrou em um relatório a relação entre essa exposição e o desenvolvimento de câncer. Há estudos que relatam que, além disso, a radiação pode estar ligada ao aparecimento de transtornos mentais, distúrbios do sono (MONAZZAM, *et al.*, 2014), risco aumentado para leucemia (CALVENTE, FERNANDEZ, *et al.*, 2010) e alterações metabólicas (LERCHL, KLOSE, *et al.*, 2015).

2.3. Postos de trabalho com VDT

Os postos de trabalho são as menores unidades produtivas. Segundo Iida (2016), para melhorar a eficiência no trabalho é preciso projetá-los ergonomicamente, a fim de facilitar a execução das tarefas, reduzindo o esforço físico e cognitivo. Para tal, é necessário adaptar as máquinas e equipamentos às características do trabalho.

No presente artigo, os postos de trabalho estão localizados em laboratórios de pesquisa da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e utilizam terminais de vídeo como equipamento principal para realizar as atividades do indivíduo.

Os VDTs se encaixam na categoria de frequências extremamente baixas (ELF), que operam entre 1Hz- 300Hz, mas também em frequências mais elevadas, entre 50 Hz a 50kHz. Há pesquisas com trabalhadores em terminais de vídeo que mostram exposições a campos com uma densidade magnética média de 0,2 μ T. Adota-se como parâmetro o limite proposto pela *TCO Certified Displays 7.0*. (2015).

3. Materiais e métodos

3.1. O Spectran NF 5035

O equipamento utilizado para examinar o nível de exposição ao campo magnético foi o Spectran NF 5035 (Figura1). Ele permite utilizar padrões de limites para campo eletromagnético e realiza as medições em todos os eixos coordenados X, Y e Z assim como o vetor resultante. A frequência de medição varia de 1 Hz a 20 MHz. Os dados podem ser visualizados no visor do aparelho ou no computador com auxílio do software, permitindo outros recursos gráficos, configurações mais específicas e um armazenamento maior e mais eficiente.

Figura1 - Spectran NF 5035

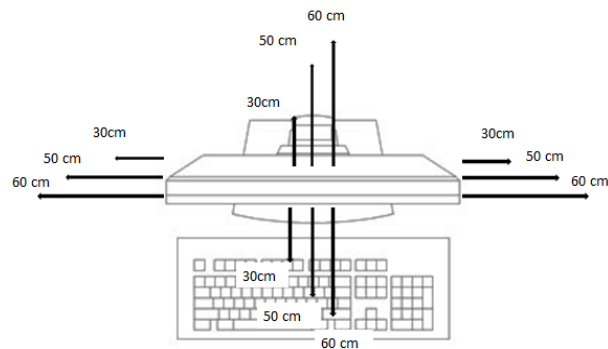


Fonte: Aaronia Products

3.2. Medições

Para realizar as medições do campo magnético, nesse estudo, foi determinada 3 Hz – 30000 Hz como frequência à uma distância de 30, 50 e 60 cm do display dos computadores e laptops (Figura 2), tanto para as laterais quanto para frente e para trás. Os dados foram tabulados no Microsoft Office Excel e comparados com o limite de 200 nT da certificação TCO para medidas de 30 cm a frente do display e 50 cm ao redor.

Figura 2 - Distâncias do Computador para medir o campo



Fonte:Lima et. al (2017)

3.3 Características dos laboratórios de pesquisa

As medições foram realizadas em dois laboratórios de pesquisa da UFPB, localizados no Centro de Tecnologia, no turno da manhã. Ambos com áreas semelhantes e diversos equipamentos eletrônicos dispostos no ambiente com *layout* distinto. Para cada ambiente, foram selecionados dois postos de trabalho para serem analisados.

3.3.1. Grupo de inteligência computacional aplicada à engenharia elétrica (GICA-EE)

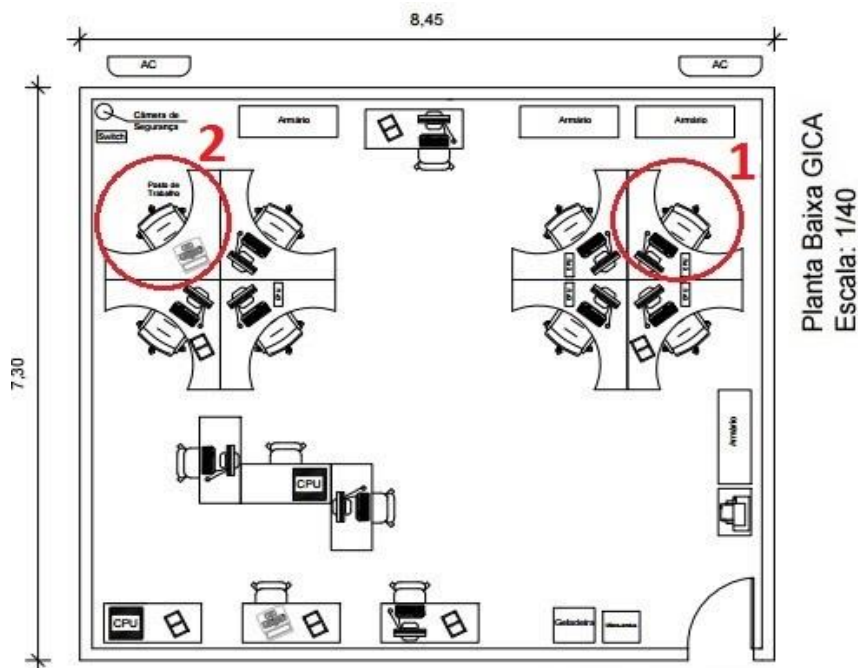
O Laboratório do Grupo de Inteligência Computacional Aplicada à Engenharia Elétrica (Figura 3) possui 8 *desktops* e 4 *notebooks* de 19" e 14", respectivamente, distribuídos em quatorze postos de trabalhos. Além desses equipamentos, o GICA-EE conta também com forno de micro-ondas, impressora com sistema wireless e, devido a rotatividade de alunos, em média 6 aparelhos de celular do tipo *smartphone* no ambiente, filtros de linha, estabilizadores, entre outros equipamentos que interferem na intensidade do campo magnético. Totalizando aproximadamente 40 equipamentos distribuídos em uma área de 61m².

Os postos de trabalho selecionados estão em lados opostos, ambos abaixo de equipamentos de ar condicionado e com 3 computadores ao redor. São diferenciados pelo tipo de computador

que cada estudante utiliza, o posto 1 (G1) utiliza um *desktop* de 19". Já no posto 2 (G2), o aluno utiliza um *notebook* de 14".

As medições nesses dois pontos foram relacionadas com a quantidade e o tipo de equipamentos localizados em um raio de um metro do VDT principal (Tabela 1).

Figura 3- Laboratório do Grupo de Inteligência Computacional Aplicada à Engenharia Elétrica



Fonte: adaptado de Lima et. al (2017)

Tabela 1 –Equipamentos no raio de 1 metro (GICA-EE)

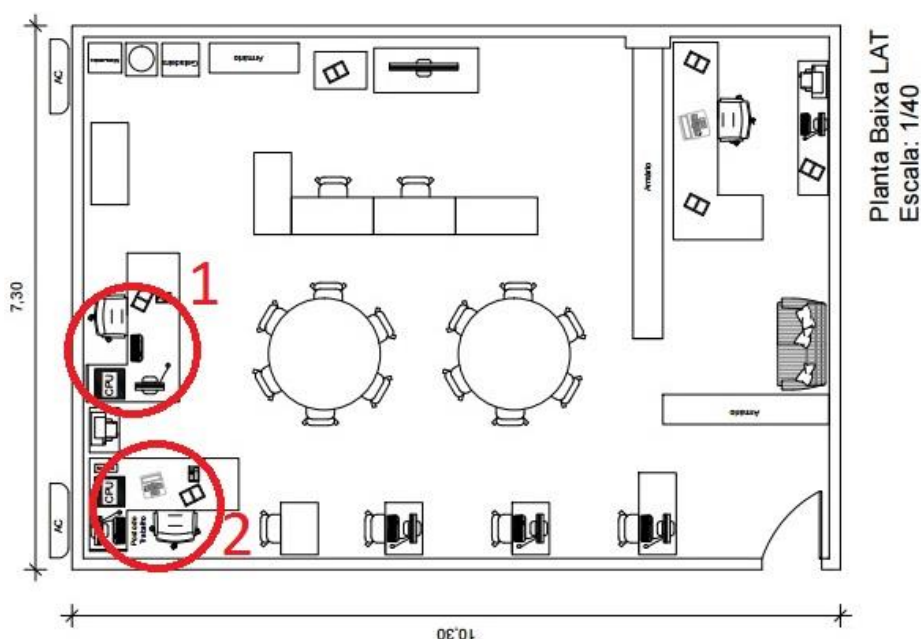
Tipos de Equipamentos	Posto 1	Posto 2
Computador (CPU)	4	2
Notebook	1	1
Monitor (21")	4	3
Filtro de linha	2	2

Estabilizador	1	0
Moldem de internet	0	1
Celulares	4	4
Total	16	13

3.3.2. Laboratório de análise do trabalho (LAT)

O Laboratório de Análise do Trabalho (Figura 4), assim como GICA-EE, é muito informatizado. Em uma área de 75m² há equipamentos fixos ao ambiente, 4 computadores *all in one* de 19", 2 computadores de mesa convencionais de 20" e 2 *notebooks* com tela de 15", totalizando 8 computadores fixos. Além desses equipamentos, há 4 impressoras, sendo uma delas conectada à rede de *wi-fi*, dois condicionados, um forno de micro-ondas e uma televisão. Ademais, o laboratório possui muita rotatividade de alunos, entre 6 e 8 por turno, com eles mais *notebooks* e *smartphones*. Contabilizando cerca de 40 equipamentos no ambiente.

Figura 4 - Laboratório de Análise do Trabalho



Fonte: adaptado Lima et. al (2017)

Os postos analisados são de grande semelhança. Eles se diferenciam pelo equipamento utilizado para realizar as atividades. Assim como o GICA-EE, o Posto 1 (L1) utiliza um computador de mesa de 19" e o Posto 2 (L2) utiliza um *notebook* de 15". Ambos se localizam próximo de diversos outros equipamentos que podem interferir nos campos magnéticos (Tabela 2).

Tabela 2–Equipamentos no raio de 1 metro (LAT)

Tipos de Equipamentos	Posto 1	Posto 2
Computador (CPU)	1	1
Notebook	1	1
Monitor (21")	1	1
Filtro de linha	2	2

Estabilizador	2	0
Moldem de internet	1	1
Celulares	2	2
Impressora	1	1
Total	11	9

4. Resultados e discussão

A Tabela 3 apresenta todos os dados registrados nas medições, em nT, apontando qual o maior campo de cada posto e sua respectiva distância.

Tabela 3–Densidade dos Campos Magnéticos em nT

Posição (cm)	G1 (nT)	G2 (nT)	L1 (nT)	L2 (nT)	Maior intensidade (nT)
D	255	176,9	233,1	124,8	255
30	255	176,4	125,9	123,2	255
50	204,9	176,5	224,1	124,8	224,1
60	196	176,9	233,1	123,8	233,1
E	185,6	178	122,6	127,5	185,6
30	185,6	177,8	122,3	127,5	185,6
50	178	178	122,6	125,6	178
60	177,2	178	122,5	124,7	178
F	227,9	174,6	122,8	124,8	227,9
30	227,9	171,5	122,8	123,8	227,9
50	196,3	173,3	122,6	124,5	196,3
60	185	174,6	122	124,8	185
T	433,4	184,6	123,8	124,3	433,4
30	433,4	184,6	122,6	120,9	433,4
50	244,6	178,9	122,2	123,6	244,6

60	206,3	180,9	123,8	124,3	206,3
----	-------	-------	-------	-------	-------

No posto de trabalho do G1, os campos de maior intensidade estão a 30 cm de distância do VDT. O ponto de maior intensidade (T30) é o que concentra mais equipamentos, há *desktops*, monitores, filtros de linha e estabilizador muito próximos um do outro. Os menores valores sempre estão a 60 cm de distância, onde existem menos dispositivos. O campo de menor intensidade de G1, porém ainda alto, está a 60 cm para esquerda do VDT, próximo a parede e sem nenhuma fonte de radiação não ionizante exatamente no ponto.

Os campos de maior intensidade de G2, em maioria, estão a 60 cm de distância para todas as direções, onde existem outros dispositivos dos postos de trabalho que estão próximos do VDT. O único de característica diferente é, também, o de maior intensidade e o que possui mais equipamentos agrupados, ele está localizado a 30 cm da parte traseira do VDT. A maior parte dos campos com baixa intensidade está a 30 cm do dispositivo, exceto a intensidade a 50 cm para trás. Estes são pontos que apresentam apenas o VDT e o celular do usuário.

No GICA-EE, 25% dos campos ultrapassam o limite indicado pela TCO, de 200 nT. Os demais são acima de 170 nT, podendo exceder o limite caso haja mais algum dispositivo além dos já existentes. O ponto de menor intensidade tem 171,5 nT, é o que não há nenhum dispositivo, observando, assim, que o ambiente encontra-se sobrecarregado de fontes de calor, acarretando em altos campos até quando não há equipamentos na distância exata.

O LAT só possui dois pontos com campos acima dos 200 nT, que só acontecem em L1. Eles são os campos de maior intensidade (233,1 e 224,1 nT) ambos a direita do VDT. Os demais pontos do LAT estão, todos, abaixo de 130 nT.

No posto L1, os campos de maior intensidade são a 60 cm de distância do VDT para trás e para direita, eles estão posicionados onde há mais equipamentos juntos: moldem, 2 CPUs e uma impressora ligada na rede *wireless*. O mesmo acontece em L2, o campo com maior intensidade está a esquerda do VDT e próximo a muitos dispositivos.

Todos os pontos em L2 estão dentro do permitido pela TCO e estão abaixo de 130 nT. Apesar do campo de menor intensidade ser em L2, L1 apresenta a maior parte dos pontos menos intensos, exceto para direita a 50 e 60 cm. Estes são, também, os campos de maior intensidade do laboratório de análise do trabalho.

5. Conclusão

Após a análise dos dados coletados, foi possível observar que o GICA possui todos os pontos com altas intensidades, todos acima de 170nT. Metade dos pontos em G1 ultrapassam os 200 nT e em G2, todos estão abaixo de 200 nT. Observa-se também que os postos do GICA são os que possuem mais equipamentos entre os postos estudados.

No LAT, há apenas dois pontos, apenas em L1, que excedem o limite de 200 nT, estes pontos são os únicos que possuem interferência de muitos dispositivos. Os demais são, em sua maioria, os mais baixos entre os quatro postos e não possuem tantos equipamentos que interferem nas intensidades dos campos. Sabe-se também que L1 e L2 possuem menos equipamentos que os postos do GICA.

Nos laboratórios, a quantidade de dispositivos e a área disponível para organizá-los são semelhantes, mas foi observado que no GICA existem mais pontos com grande proximidade entre os dispositivos.

Com tais características, é possível levantar a hipótese de que a maneira a qual os dispositivos estão dispostos nos ambientes informatizados pode interferir na intensidade dos campos gerados por eles. Afirmando que um bom arranjo físico para ambientes informatizados é aquele que distribui as fontes de calor de maneira que eles não fiquem tão próximas umas das outras, a fim de preservar a saúde do trabalhador para que ele não fique exposto a campos acima de 200 nT durante sua jornada de trabalho.

REFERÊNCIAS

ABERGO. O que é ergonomia?, 2017. Disponível em: <http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia>. Acesso em: 03 janeiro 2017.

CALVENTE, I. et al. Exposure to electromagnetic fields (non-ionizing radiation) and its relationship with childhood leukemia: A systematic review. **Science of the Total Environment Journal**, 2010. 3062-3069.

DEVELOPMENT, T. TCO Certified Displays 7.0, 2015. Disponível em: <<http://tcodevelopment.com/tco-certified/>>. Acesso em: 21 janeiro 2017.

IARC. Monographs on the Evaluation Of Carcinogenic Risks To Humans. **International Agency For Research On Cancer**, Lyon, 2002.

ICNIRP. Low frequency, 2017. Disponível em: <<http://www.icnirp.org/en/frequencies/low-frequency/index.html>>. Acesso em: 03 janeiro 2017.

ICNIRP. StaticMagneticFields, 2017. Disponível em: <<http://www.icnirp.org/en/frequencies/static-magnetic-fields-0-hz/index.html>>. Acesso em: 03 janeiro 2017.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 3. ed. São Paulo: Itiro Iida, 2016.

LERCHL, A. et al. Tumor promotion by exposure to radiofrequency electromagnetic fields below exposure limits for humans. **Biochemical and Biophysical Research**, 2015.

MÁSCULO, F. S. **Ergonomia, higiene e segurança do trabalho**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MONAZZAM, M. et al. Sleep quality and general health status of employ exposed to extremely low fr quency and magnetic fields in the petrochemical complex. **J Env iron Health Sci Eng**, 2014.



XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

"A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens

avanzadas de produção"

Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.