



MEDIDAS DE RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA NÃO IONIZANTE EM BIBLIOTECA ESCOLAR

Jadson da Silva Santos¹, Leila Cristiane Sousa de Silva², Fábio Henrique Silva Sales³

¹Graduado em Física Licenciatura – IFMA. e-mail: nosdaj_santos@hotmail.com

²Pesquisadora do Grupo de Pesquisa em ensino de Física – IFMA. e-mail:leilacristia@gmail.com

³Doutor em Física da Matéria Condensada – IFMA. email:fsales@ifma.edu.br

Resumo: O presente trabalho avaliou os níveis de radiações eletromagnéticas não ionizantes no ambiente interno da biblioteca Tebyreça de Oliveira do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), campus Monte Castelo, e suas influências ou não no desempenho de estudo dos estudantes que a frequentam. Os níveis encontrados estão abaixo dos estabelecidos pela norma regulamentadora que trata dos níveis de radiações eletromagnéticas em ambientes públicos.

Palavras-chave: Biblioteca; Não ionizantes; Radiações eletromagnéticas.

1. INTRODUÇÃO

O reconhecimento da importância da biblioteca escolar para o aprendizado é um questionamento que deve ser constante e presente no cotidiano do estudante, com destaque, principalmente para o do ensino médio que dentre muitos de seus objetivos acadêmicos, se prepara para entrar na universidade, sendo a biblioteca de sua escola um campo de produção e conhecimento, na qual o aluno encontra a autoimagem, autoestima e auto-realização. Estudos mostram que as bibliotecas, de forma geral, são adaptações de prédios existentes que passam a ter estas funções, ainda que estes resultados não sejam os melhores. Alguns arquitetam um espaço que se resume basicamente em dois ambientes: o depósito de livros e o local de leitura, além de salas secundárias.

Hoje em dia, com a crescente evolução tecnológica, as bibliotecas escolares também convivem com a poluição eletromagnética, assunto este que tem gerado muita especulação a respeito da sua ação sobre a saúde humana. No interior de uma biblioteca escolar, diariamente os seus usuários são bombardeados por diversas radiações de várias origens (térmicas, sonoras, eletromagnéticas etc.). Dentre estas radiações estão as radiações não ionizantes que são radiações de frequência igual ou menor que a da luz. A exposição a esta radiação, por um longo período, pode causar problemas de saúde ao ser humano, como dores de cabeça frequentes, irritações e câncer.

Diante do exposto e da real necessidade de constante investigação na área de efeitos causados por radiações não-ionizantes nas pessoas, pois há pouco estudo sobre isso, foram realizadas medições dos níveis de fluxo de campo eletromagnético no interior da biblioteca Tebyreça de Oliveira, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA Campus Monte Castelo.

2. NÍVEIS DE RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS NÃO IONIZANTES ANEEL-398 ABNT E ABRICEM

O art. 4º da Lei nº 11.934, de 5 de maio de 2009, estabeleceu que serão adotados os limites recomendados pela Organização Mundial de Saúde - OMS para a exposição ocupacional e da população em geral a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos gerados por estações transmissoras de radiocomunicação, por terminais de usuário e por sistemas de energia elétrica que operam na faixa até 300 GHz.

A referida Lei atribuiu competência à ANEEL para regular e fiscalizar o atendimento aos limites de exposição a campos elétricos e magnéticos recomendados pela OMS relativos aos serviços de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Segundo esta lei, os limites e procedimentos estabelecidos nesta Resolução referem-se à exposição do público em geral e da população ocupacional aos campos elétricos e magnéticos [8,9]. Conforme estabelecido pela ICNIRP e recomendado pela OMS, os Níveis de Referência para exposição do público em geral e da população ocupacional a campos elétricos e magnéticos na frequência de 60 Hz são apresentados na Tabela a seguir. (Tabela 1)

Tabela 1: Níveis de Referência para campos elétricos e magnéticos variantes no tempo na frequência de 60 Hz.

	Campo Elétrico (kV/m)	Campo Magnético (μT)
Público em Geral	4,17	83,33
População Ocupacional	8,33	416,67

Os níveis de referência são os níveis de campo elétrico e magnético variáveis no tempo, para avaliação prática e expedita da exposição humana, estabelecidos pela Comissão Internacional de Proteção Contra Radiação Não Ionizante – ICNIRP e recomendados pela OMS a partir das Restrições Básicas, considerando fatores de segurança que asseguram o atendimento destas restrições. O público em geral compreende indivíduos de todas as idades e diferentes estados de saúde não integrantes da população ocupacional, composta por adultos geralmente expostos a campos elétricos e magnéticos em condições conhecidas, em função da sua atividade ocupacional, e que são treinados para ser conscientes do risco potencial e tomar as precauções apropriadas.

A restrição básica nessa lei é que os limites máximos de exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos variantes no tempo, baseados em efeitos reconhecidos à saúde, estabelecidos pela ICNIRP e recomendados pela Organização Mundial de Saúde - OMS possa garantir que essas grandezas físicas não ultrapassem os limiares mínimos de interação biofísica com tecidos vivos, de modo a não causar danos à saúde.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa objetivou fornecer subsídios para caracterizar o nível de radiação não ionizante no ambiente interno à biblioteca do IFMA, proveniente de todas as fontes. Desta forma, os procedimentos adotados no trabalho estão discriminados a seguir:

- Obtenção do equipamento de medição dos níveis de radiação eletromagnética não ionizante;
- Identificação das fontes de emissão de radiações;
- Definição dos padrões de medição adotados;
- As medições foram realizadas por dia, durante dois dias:
 - Sendo cinco medições em cada turno: tarde e noite;
 - Durante uma hora e meia, cada turno, em intervalos de quinze minutos.
- Determinação do Nível de Radiações no interior da biblioteca;
- Análise gráfica dos dados tabelados;
- Comparar os resultados obtidos com valores de referência – ANEEL-398-2010, ABNT, e ABRICEM;

O desenvolvimento deste trabalho foi realizado com base no ambiente interno da biblioteca do IFMA, onde foi possível constatar a presença de níveis de radiações não ionizantes consideráveis.

Com o intuito de quantificar estes níveis, foram realizadas medições durante dois dias nos dois turnos tarde e noite devido ao maior fluxo de alunos na instituição nestes turnos, de segunda a sexta no horário de funcionamento da biblioteca.

As medições foram feitas apenas no salão de leitura, em cinco pontos, como pode ser observado na Figura 1, que mostra a planta baixa do setor térreo biblioteca: (Figura 1)

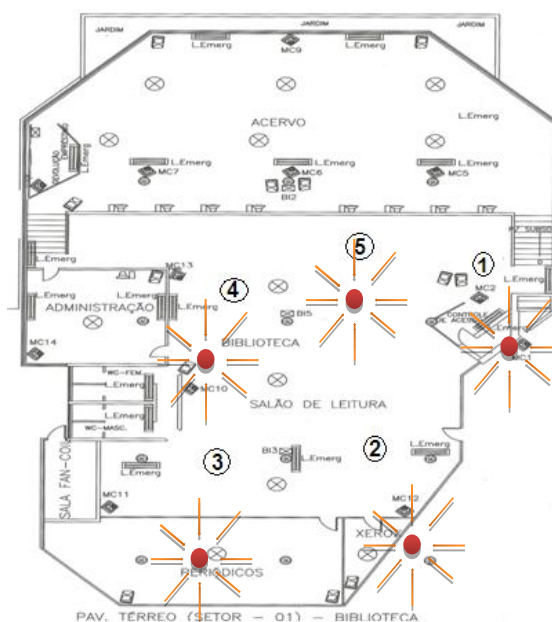


Figura 1 - Planta baixa da biblioteca do IFMA, campus Monte Castelo.

Onde:

Ponto 1 : área com dois computadores;

Pontos 2 e 3 : área do salão próximo ao ar condicionado, Xerox e notebooks;

Ponto 4 : dispositivo de rede Wi-Fi;

Ponto 5 : área Lan (com cinco computadores);

O equipamento utilizado na realização das medidas foi um medidor de fluxo de campo eletromagnético digital, modelo DRE-050 (Figura 2).



Figura 2- Medidor de campo eletromagnético digital.

No salão da biblioteca e proximidades, durante a realização das medidas, foram constatadas as presenças das seguintes fontes de radiação não ionizantes: Ar-condicionado, LAN's, roteadores de rede sem fio wi-fi, computadores, notebooks, lâmpadas, celulares e máquina de xerox de papel.

Com os equipamentos acima mencionados foram, então, realizadas medidas de fluxo de campo eletromagnético proveniente das fontes de radiação não ionizantes.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a coleta, os dados foram organizados, sendo apresentados em tabelas, para facilitar a sua descrição e melhor apresentação dos resultados obtidos. As tabelas foram organizadas em duas colunas referentes aos turnos da tarde e noite, onde cada coluna contém os valores de cada medição de acordo com o horário em que foi realizada. A primeira coluna de cada tabela mostra o número da respectiva medida, num total de seis, referente a cada turno.

5.1 Primeiro Dia

Neste primeiro dia, com três computadores e quatro notebooks sendo utilizado na biblioteca, além da rede sem fio, Lan, lâmpadas, celulares e ar-condicionado, foi possível notar que nos dois turnos os níveis de radiação eletromagnética apresentaram quase um mesmo padrão de faixa de oscilação, ficando o turno da tarde com um nível de radiação entre 0,04 e 0,26 μT (Tabela 2); e o turno da noite estes níveis ficaram entre 0,03 e 0,25 μT (Tabela 3). Em ambos os turnos os maiores níveis de radiação foram obtidos nos pontos 1, 4 e 5, por apresentar áreas com mais computadores, dispositivo wi-fi e área Lan com cinco computadores, respectivamente.

Tabela 2 – Medidas de fluxo de campo magnético, do primeiro dia (tarde).

Pontos	Medida 1 (μT)	Medida 2 (μT)	Medida 3 (μT)	Medida 4 (μT)	Medida 5 (μT)	Medida 6 (μT)
1	0,14 \pm 0,06	0,20 \pm 0,01	0,20 \pm 0,01	0,26\pm0,06	0,25 \pm 0,01	0,18 \pm 0,02
2	0,07 \pm 0,01	0,06 \pm 0,01	0,07 \pm 0,01	0,06 \pm 0,01	0,05 \pm 0,01	0,06 \pm 0,01
3	0,06 \pm 0,01	0,06 \pm 0,01	0,04\pm0,02	0,05 \pm 0,01	0,05 \pm 0,01	0,05 \pm 0,01
4	0,15 \pm 0,03	0,19 \pm 0,01	0,17 \pm 0,01	0,19 \pm 0,01	0,21 \pm 0,03	0,19 \pm 0,01
5	0,22 \pm 0,02	0,22 \pm 0,02	0,21 \pm 0,01	0,21 \pm 0,01	0,19 \pm 0,01	0,20 \pm 0,01

Tabela 3 - Medidas de fluxo de campo magnético, do primeiro dia (noite).

Pontos	Medida 1 (μT)	Medida 2 (μT)	Medida 3 (μT)	Medida 4 (μT)	Medida 5 (μT)	Medida 6 (μT)
1	0,14 \pm 0,02	0,12 \pm 0,03	0,12 \pm 0,03	0,16 \pm 0,01	0,17 \pm 0,02	0,17 \pm 0,02
2	0,05 \pm 0,01	0,06 \pm 0,01	0,06 \pm 0,01	0,05 \pm 0,01	0,04 \pm 0,01	0,06 \pm 0,01
3	0,03\pm0,01	0,04 \pm 0,01	0,03 \pm 0,01	0,03 \pm 0,01	0,04 \pm 0,01	0,02 \pm 0,01
4	0,18 \pm 0,03	0,16 \pm 0,01	0,14 \pm 0,01	0,10 \pm 0,05	0,18 \pm 0,03	0,14 \pm 0,01
5	0,21 \pm 0,01	0,18 \pm 0,02	0,25\pm0,05	0,19 \pm 0,01	0,22 \pm 0,02	0,18 \pm 0,02

5.2 Segundo Dia

No segundo dia, com quatro computadores e seis notebooks sendo utilizado na biblioteca, além da rede sem fio Lan, lâmpadas, celulares e ar-condicionado, foi possível notar novamente que nos dois turnos os níveis de radiação eletromagnética apresentaram quase um mesmo padrão de faixa de oscilação, ficando o turno da tarde com um nível de radiação entre 0,04 e 0,26 μT (Tabela 4); e o turno da noite estes níveis ficaram entre 0,04 e 0,24 μT (Tabela 5). Em ambos os turnos os maiores níveis de radiação também foram obtidos nos pontos 1, 4 e 5, por apresentar áreas com mais computadores, dispositivo wi-fi e área Lan com cinco computadores, respectivamente.

Tabela 4 – Medidas de fluxo de campo magnético, do segundo dia (tarde).

Pontos	Medida 1 (μT)	Medida 2 (μT)	Medida 3 (μT)	Medida 4 (μT)	Medida 5 (μT)	Medida 6 (μT)
1	0,26\pm0,06	0,26 \pm 0,06	0,18 \pm 0,02	0,17 \pm 0,03	0,18 \pm 0,02	0,17 \pm 0,03
2	0,05 \pm 0,01	0,07 \pm 0,01	0,08 \pm 0,02	0,06 \pm 0,01	0,06 \pm 0,01	0,07 \pm 0,01
3	0,06 \pm 0,01	0,05 \pm 0,01	0,05 \pm 0,01	0,04\pm0,01	0,05 \pm 0,01	0,04 \pm 0,01
4	0,18 \pm 0,01	0,21 \pm 0,04	0,15 \pm 0,02	0,14 \pm 0,03	0,17 \pm 0,01	0,19 \pm 0,02
5	0,19 \pm 0,01	0,19 \pm 0,01	0,19 \pm 0,01	0,21 \pm 0,02	0,18 \pm 0,01	0,20 \pm 0,01

Tabela 5 – Medidas de fluxo de campo magnético, do segundo dia (noite).

Pontos	Medida 1 (μT)	Medida 2 (μT)	Medida 3 (μT)	Medida 4 (μT)	Medida 5 (μT)	Medida 6 (μT)
1	0,19 \pm 0,07	0,18 \pm 0,06	0,09 \pm 0,03	0,11 \pm 0,01	0,09 \pm 0,03	0,07 \pm 0,05
2	0,06 \pm 0,01	0,08 \pm 0,02	0,06 \pm 0,01	0,06 \pm 0,01	0,06 \pm 0,01	0,05 \pm 0,01
3	0,05 \pm 0,01	0,05 \pm 0,01	0,04\pm0,01	0,06 \pm 0,01	0,04 \pm 0,02	0,04 \pm 0,01
4	0,17 \pm 0,03	0,18 \pm 0,04	0,04 \pm 0,10	0,16 \pm 0,02	0,17 \pm 0,03	0,12 \pm 0,02
5	0,20 \pm 0,01	0,21 \pm 0,02	0,19 \pm 0,01	0,23 \pm 0,04	0,24\pm0,05	0,19 \pm 0,01

CONCLUSÕES

A ação desenvolvida aqui se mostrou eficiente no aspecto de identificar os possíveis riscos que podem estar presentes em ambiente ocupacionais, pois os níveis encontrados ficaram bem abaixo dos limites referenciados neste trabalho. Como se analisou estas fontes pode ter várias origens e intensidades distintas. Como as provenientes das lâmpadas, roteador wi-fi, microcomputadores e celulares ligados etc. Deve-se, porém, alertar para o fato, de que qualquer alteração nas condições físicas do local em que se realizaram as medidas pode-se mudar os resultados acima encontrados, seja pelo acréscimo de mais unidades *Wi-Fi*, ou ainda por novos tipos de dispositivos eletro-eletrônicos e até mesmo a utilização de novas tecnologias.

A exposição ocupacional para os campos eletromagnéticos deve ser considerada tão importante como qualquer outro tipo de exposição a agentes químicos. Por outro lado, a conscientização da importância do controle das intensidades dos campos elétricos se faz necessária, principalmente quanto à utilização dos telefones celulares e equipamentos transmissores, que se somam a campos gerados por outros equipamentos. Com isso, torna-se coerente a criação de grupos especializados, como já se observa em muitos países, que possam tratar do interesses do público em geral, quanto ao uso da tecnologia para transmissão de sinais de radiofrequência. Assim, fica evidente que o ambiente da biblioteca Tebyreçá de Oliveira avaliado se encontra em condições apropriadas para garantir a integridade e saúde de seus usuários.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT – **Norma NBR 10152 - Limites para a Exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos variáveis no Tempo (até 300 GHz)** (NB 31) - 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA – ABRICEM. **Campos Elétricos e Magnéticos Associados ao Uso de Eletricidade**. Maio 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Limites à Exposição Humana a Campos Elétricos e Magnéticos Originários de Instalações de Geração, Transmissão e**



Distribuição de Energia Elétrica. Resolução normativa nº 398, de 23 de março de 2010.

ANDERSON, Vitas. **Análise Comparisons of peak SAR levels in concentric sphere head models of children and adults for irradiation by a dipole at 900 MHz.** Physics in Medicine and Biology, Vol. 48, p. 1-13, 2003.

BARRETO, Roberto Menna. **Radiação não-ionizante (exposição humana a campos eletromagnéticos).** Setor Elétrico, out. de 2009.

CAMARGO, José de Melo. **Exposição Humana a Campos Elétricos e Magnéticos.** Revista Eletricidade Moderna, São Paulo, p. 66-74, Jun. 2005.

ELBERN, Alwin. . **Radiações não Ionizantes, Conceitos, Riscos e Normas.** Curso de Engenharia e Segurança do Trabalho.

ESTÉCIO, Marcos R. Higino; SILVA, Ana Elizabeth. **Alterações Cromossômicas Causadas pela Radiação dos Monitores de Vídeo de Computadores.** Departamento de Biologia do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista. São José do Rio Preto, SP, Brasil.

FREITAS, Thiago Petrucci; MENDES Nestor. **Monitoramento das radiações eletromagnéticas não ionizantes de baixa frequência em uma creche na cidade de Criciúma – SC.** Jul. de 2006.

GUTTIERRES FILHO, H. **Efeito de Radiações Eletromagnéticas Não-Ionizantes na Formação de Micronúcleos da tradescantia Pallida (rose) D. R. Hunt Var. Purpurea Boom.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologias ambientais no Processo Produtivo, da Escola Politécnica- UFBA. 2007.

LEITE, José Yvan Pereira. et. al. **Nível de Ruído - Uma Medida de Qualidade nas Bibliotecas.** Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Trabalhos técnicos. Rio de Janeiro, ABES, 1997, p.9 Mapas, Tab.

NOGAROLLI, Marcos A. C. **Metodologia para verificação dos limites de exposição às radiações não ionizantes de alta-frequência em ambiente ocupacional.** Monografia apresentada ao Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná- FAU-USP. 1996.

PEREIRA, Carlos Augusto Santos. et. al. **Análise do Nível de Conforto Acústico na Biblioteca de uma Escola Pública.** HOLOS, Ano 27, Vol 4. 2011.