

LUCIANA ROBERTA TENÓRIO PEIXOTO

**INFLUÊNCIA DO CAMPO ELETROMAGNÉTICO DE 60Hz 1mT NO
DESENVOLVIMENTO DA MEMÓRIA EXPLÍCITA E IMPLÍCITA EM
CAMUNDONGOS**

Projeto de pesquisa que será submetido ao Programa institucional para bolsa de iniciação Científica - ProBIC da UNCISAL/ECMAL sob a orientação do Prof. Alberto Monteiro Peixoto

MACEIÓ
2003

ÍNDICE

RESUMO -----	3
INFORMAÇÕES GERAIS -----	4
RAZÕES E OBJETIVOS PARA A PESQUISA -----	6
CONTEXTO -----	6
HIPÓTESE -----	14
OBJETIVO -----	14
PLANO DE TRABALHO E MÉTODOS -----	15
TIPO DE ESTUDO -----	15
LOCAL -----	15
AMOSTRA -----	15
PROCEDIMENTOS -----	15
CRONOGRAMA -----	19
MATERIAL NECESSÁRIO -----	21
ORÇAMENTO -----	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	22

RESUMO

Os campos magnéticos não têm mostrado serem capazes de provocar influência sobre a memória, no entanto, (LAI, 1998) mostra que os campos eletromagnéticos têm esta propriedade. Embora a faixa de variação da frequência dos campos eletromagnéticos sejam muito amplas, é bastante comum encontrarmos estudos utilizando as frequências de 50Hz e 60Hz, já que estas são as que estamos mais submetidos diariamente, e estas, sempre têm mostrado serem capazes de provocarem alterações sobre os organismos. Sendo o campo eletromagnético de 60Hz 1mT, capaz de provocar alterações na memória, estrutura esta que é fundamental para o aprendizado, vemos a necessidade da continuidade destes estudos. Este estudo experimental que pretendemos, será realizado no laboratório de fisiologia da Faculdade de Ciências Fisiológicas da Universidade de Ciências da Saúde de Alagoas, utilizando-se para isto, camundongos (*Mus musculus*), que serão expostos a radiações eletromagnéticas de 60Hz, 1mT durante o período fetal, 8 horas por dia, e outro grupo durante o desmame. Quando atingida a fase adulta, estes camundongos serão avaliados utilizando-se os testes do labirinto clássico e o teste do labirinto aquático, com o objetivo de avaliar a capacidade de memória implícita e explícita destes animais. Será feita finalmente uma análise estatística com o objetivo de avaliar se houve diferença significativa no desenvolvimento da memória entre os grupos testados e discutida a comprovação ou refutação da hipótese.

Descritores: Memória, Eletromagnetismo, Condicionamento operante.

INFORMAÇÕES GERAIS

Local

Fundação Universitária de Ciências da Saúde de Alagoas Governador Lamenha Filho (UNCISAL), Departamento de Ciências Fisiológicas.

Rua Jorge de Lima, 113; Trapiche; Maceió; AL Fone/Fax: (082) 326-2922

Pesquisador principal

Luciana Roberta Tenório Peixoto: graduanda do 4º ano do Curso de Fisioterapia da Faculdade de Fisioterapia da Universidade das Ciências da Saúde.

R. profª Nadir Maia Gomes Rego nº75 Q. 34 – Jatúca –Stella Maris, Fone:: (082) 3033-6010, E-mail: lurtenorio@yahoo.com.br

Orientador

Alberto Monteiro Peixoto: Mestre em Biofísica; Professor Assistente do Departamento de Fisioterapia da UNCISAL/ECMAL

Rua 21, Quadra Q, nº 25; Conj. Village Campestre I; Tabuleiros, Maceió-AL.

Fone: (082) 334-0148; E-mail amp35@bol.com.br

Co-Orientador

Euclides Maurício Trindade Filho: Doutor em Neurociências; Professor Adjunto do Departamento de Ciências Fisiológicas da UNCISAL/ECMAL

Av. Belmiro Amorim, 348; Tabuleiro; Fone: (082) 324-4650. E-mail: trindade.nexp@epm.br.

Título

Influência do Campo Eletromagnético de 60hz 1mt no Desenvolvimento da Memória Explícita e Implícita em Camundongos

Objetivo

Comparar os efeitos da exposição do campo eletromagnético em várias fases do desenvolvimento e maturação do sistema nervoso sobre a formação das memórias explícita e implícita

Início / Término

Junho de 2003 / Maio de 2004

Custo Estimado

Devido ao fato da grande maioria dos materiais que serão utilizados nos experimentos já estarem disponíveis no laboratório de fisiologia, deverão ser gastos durante a execução do trabalho, aproximadamente R\$150,00.

RAZÕES E OBJETIVOS PARA A PESQUISA

CONTEXTO

Os campos eletromagnéticos

Há cerca de 4000 A.C. foi escrito o primeiro registro sobre eventos biológicos causados por eletricidade, quando se observou que um peixe conhecido como *catfish* (*Corydoras trilineatus*) que tem sua origem nas regiões amazônicas do Peru (PLANETCATFISH, 2001), possuía a capacidade de produzir um choque elétrico de mais de 450 volts de amplitude (Malmivuo, 1995). No ano 46 D.C. foi escrito o primeiro documento relatando o uso da eletricidade na medicina, que recomendava a aplicação do choque do peixe elétrico como um meio de cura para a dor de cabeça e gota. Estes foram os marcos iniciais do uso de fenômenos elétricos em saúde. Foi só a partir do início de 1.700 D.C. que iniciou-se uma aplicação sistemática da eletricidade para uso terapêutico. O conhecimento dos fenômenos magnéticos é também tão antigo quanto os elétricos, no entanto durante muitos anos os estudos sobre magnetismo limitaram-se aos ímãs. Até 1819 não se conhecia nenhuma ligação entre estes dois fenômenos e foi neste ano que o físico dinamarquês Hans Christian Oersted (1770-1851) descobriu que existia uma relação entre corrente elétrica e o campo magnético, quando observou uma agulha imantada de bússola desviando-se quando colocada próxima a um fio eletrizado com corrente contínua. Em 1831, o cientista inglês Michael Faraday descobriu que campos magnéticos em movimento induziam correntes elétricas em fios condutores próximos, e apresentou a

teoria eletromagnética que une os fenômenos elétricos e magnéticos e previu a existência de ondas eletromagnéticas, como a luz e ondas de rádio.

Franz A. Mesmer (1734-1815), médico vienense, lançou a teoria que postulava a existência, nos seres vivos, de vários “fluidos magnéticos” que provinham do próprio organismo e que poderiam ser influenciados por campos magnéticos externos. Fundamentado em sua própria teoria, *Mesmer* anunciou a cura de algumas doenças mediante o uso de ímãs, no entanto, pouco tempo depois foi desacreditado e considerado um charlatão. Na época atual, alguns experimentos recentes demonstraram que as teorias de *Mesmer* não estavam erradas, mas a cura ainda não pode-se afirmar que ocorre com a influência de campos magnéticos.

Existem vários equipamentos médicos que, embora não sejam usados como recursos terapêuticos, são utilizados para diagnóstico e para isso utilizam os campos magnéticos gerados pelos organismos. Entre eles podemos citar o magnetocardiógrafo (MCG), que registra os sinais magnéticos provenientes da atividade elétrica do coração e o magnetoencefalógrafo (MEG), que registra os sinais magnéticos provenientes da atividade elétrica do cérebro, entre outros.

Nos anos de 1960, houve um grande interesse da comunidade científica em sistematizar os estudos sobre campos magnéticos, e foi nesta década que houve o maior número de publicações sobre a influência do campo magnético estático sobre os seres vivos (Wagih, 1981) Como resultado destes estudos, algumas tabelas foram publicadas, mostrando os efeitos causados pelos campos magnéticos estáticos sobre vários seres

vivos, levando em consideração a intensidade e o tempo de exposição ao campo magnético.

(Feychting, 1993) realizaram um extenso trabalho na Suécia entre os anos de 1960 e 1985, que pesquisava a influência dos campos magnéticos gerados por linhas de força de alta tensão sobre crianças vivendo em residências localizadas sob estas linhas. Como resultado, encontrou-se que existe um alto índice de câncer (principalmente envolvendo linfócitos) entre estas crianças estudadas. Estes resultados também foram encontrados por (Savitz, 1988).

A partir de então, se tem procurado encontrar qual o mecanismo de ação dos campos magnéticos que promove os efeitos observados, levantando conseqüentemente uma questão: existiria um receptor específico para o campo magnético, nos sistemas vivos?

Os campos do conhecimento que estudam a interação entre campos magnéticos e biologia foram chamados inicialmente de magnetobiologia, referindo-se às alterações induzidas nos meios biológicos e de biomagnetologia, o estudo dos campos magnéticos gerados pelos seres vivos. Atualmente se usa o termo bioeletromagnetismo para englobar os dois sentidos explicitados acima.

A memória

Apesar do grande avanço que as pesquisa sobre o mecanismo da formação das memórias, e o estudo de pacientes com lesões neurológicas que interferem no aprendizado tenham avançado bastante, ainda restam

muitos pontos obscuros sobre os mecanismos neurais que envolvem a retenção, o armazenamento e a evocação da memória. Até mesmo questões conceituais relacionadas aos processos de memória, não estão bem estabelecidos. Esse fato justifica a não uniformidade na conceituação e na classificação das memórias mesmo nos dias atuais. (Guyton, 1997); (Machado, 1977) e (Kandel, 2000).

(Machado, 1979), conceitua a memória como um processo que nos permite fixar o presente e evocar o passado, reconhecendo-o e situando-o no tempo. Fisiologicamente, pode-se dizer que memória é o processo pelo qual conseguimos armazenar informações, situações, pensamentos, idéias etc. causado por “alterações na capacidade de transmissão sináptica de um neurônio para o próximo como resultado de atividade neural prévia” (Guyton, 1997).

Primariamente, a memória pode ser classificada como implícita e explícita. A memória implícita seria aquela adquirida através da execução continuada de atos motores. Ao longo do tempo, o indivíduo melhora a performance motora embora não tenha, necessariamente, um domínio consciente dos mecanismos envolvidos. Seria portanto, falando em outros termos, uma memória inconsciente. Esse tipo de memória pode ser estudado em animais usando-se como modelo experimental o labirinto clássico. Por outro lado, a memória explícita seria fundamentalmente consciente. O indivíduo domina o processo de retenção da informação e principalmente a sua evocação. Podendo, portanto verbalizar o conteúdo dessa memória voluntariamente. Esse tipo de memória pode ser estudado em animais usando-se como modelo experimental o labirinto aquático. Esses dois tipos

de memória utilizam no seu processamento estruturas cerebrais diferentes de forma que podemos encontrar pacientes com lesões cerebrais que apresentam déficits em apenas um desses tipos de memória.(Kandel, 2000).

Com relação à memória explícita alguns autores preferem classificá-la em memória recente, que permite a retenção de informações durante pouco tempo (horas ou dias); e em memória remota ou permanente, que retém as informações por vários anos (Machado, 2000). Outros autores preferem sub classificá-la em memória de curto prazo, memória intermediária de longo prazo e memória de longo prazo (Guyton, 1997). Preferiu-se nesse trabalho usar a classificação sugerida por (Kandel, 1977) onde existiriam apenas as memórias de curto e longo prazo.

A memória de curto prazo abrange memórias que duram segundos, ou, no máximo 1 minuto. Exemplifica-se esta pela memorização de sete a dez algarismos, que corresponde a um número de telefone, por alguns segundos a 1 minuto. Muitos fisiologistas sugeriram que a atividade neural sucessiva resultante da passagem repetida de um traço de memória temporário por um circuito de neurônios reverberativos dava origem a memória de curto prazo (Guyton, 1997). Esses circuitos reverberativos estariam localizados em áreas corticais secundárias relacionadas a cada canal sensorial, justificando portanto o achado de pacientes com déficits da memória de curto prazo visual enquanto mantém a memória de curto prazo auditiva com boa performance (Kandel, 2000).

Um mecanismo que facilitaria a retenção na memória de curto prazo é a facilitação ou inibição pré-sináptica. Os neurotransmissores secretados nas

terminações pré-sináptica ocasionam facilitação ou inibição prolongada que dura de segundos ou mesmo vários minutos (Zucker, 1989).

Uma outra teoria para explicar a memória de curto prazo é a potenciação sináptica resultando em um acúmulo de grandes quantidades de íons cálcio nas terminações pré-sinápticas. A quantidade de íons cálcio que entra na própria terminação pré-sináptica através da membrana pré-sináptica aumenta com cada potencial de ação sucessiva. Quando a quantidade de íons cálcio se torna maior do que as mitocôndrias e o retículo endoplasmático podem absorver, o excesso de cálcio originaria a liberação prolongada de neurotransmissores na sinapse (Brown, 1988) e (Squire, 1986).

A memória explícita de longo prazo, diferentemente da memória de curto prazo, necessitaria para a sua consolidação de alterações plásticas do sistema nervoso. Acredita-se que resulte de verdadeiras alterações estruturais, em vez de modificações químicas, nas sinapses que acentuam ou suprimem a condução de sinais (Guyton, 1997). Demonstrou-se, através de Micrografias eletrônicas em animais invertebrados, múltiplas alterações estruturais físicas nas sinapses durante o desenvolvimento dos traços da memória de longo prazo (Kandel, 1977). Não se sabe exatamente onde são armazenadas as informações durante o processo de memória permanente, mas afirma-se que isso ocorra em áreas de associação do neocórtex (Machado, 1977)

É importante ressaltar o papel do hipocampo nos mecanismos da memória explícita de longo prazo. Pacientes nos quais foram retirados os dois hipocampos para tratamento da epilepsia apresentaram profundos déficits na aquisição de memória de longo prazo. As memórias armazenadas

antes da cirurgia não sofreram praticamente grandes alterações; no entanto, tais pessoas ficaram incapazes de estabelecer novas memórias a longo prazo dos tipos verbal e simbólica (Kandel ., 2000).

Para explicar as ações do hipocampo no processo de consolidação da memória, alguns autores defendem a hipótese de que a memória é armazenada temporariamente no hipocampo e na amígdala, sendo depois transferida para o neocórtex para armazenamento permanente. Uma outra hipótese é que a memória recente já de início estaria no neocórtex, onde seria gradualmente consolidada e transformada em memória de longo prazo por ação do hipocampo e da amígdala, agindo através de suas conexões com o neocórtex (Machado, 2000).

A influência dos campos eletromagnéticos sobre a memória

Os estudos sobre campos magnéticos continuam sendo ainda bastantes inconclusivos, devido ao grande número de variáveis existentes; esta carência de mais estudos com os campos magnéticos não se restringe à área da memória, mas em praticamente todas as áreas em que haja influência destes campos eletromagnéticos. No entanto, temos vários estudos que já nos dão algumas informações sobre a atuação destes campos, específicos sobre a memória.

(Mostafa, 002), publicou um trabalho que fez com ratos, estes ratos foram expostos constantemente durante 1 e 2 semanas a um campo eletromagnético de baixa frequência de 2G, e ele observou que houve um aumento do nível de corticosterona na corrente sanguínea, além de uma

perda da sensibilidade do rato de discriminar o que era novo, do que era familiar.

(Podd, 2002), realizou junto com outros pesquisadores, um estudo com campos magnéticos de 50Hz, 100 μ T em humanos, e concluíram que o campo magnético utilizado provocou um retardo no desempenho da memória e um decréscimo da qualidade de reconhecimento

(High, 2000), que utilizou um campo estático de 9.4T, fazendo uma exposição de ratos durante 10 semanas, avaliando tanto machos quanto fêmeas, não encontrou alterações significativas em nenhum dos testes realizados, inclusive um teste de memória espacial.

(Lai, 1998), realizou um estudo com ratos, que foram submetidos a um campo magnético de 60Hz, 1mT durante 1 hora antes de cada teste. Os testes foram feitos numa espécie de piscina apropriada, com uma plataforma submersa para a saída do animal. Os resultados mostraram que os animais expostos apresentaram um déficit de memória espacial.

Já era de se esperar, como mostrou o trabalho de (HIGH, 2000), que campos magnéticos estáticos não provocasse alterações na memória, já que a literatura mostra que poucas alterações funcionais são conseguidas com a utilização destes campos. No entanto, os campos magnéticos alternados e os campos eletromagnéticos, tem-se mostrado bastante influentes não só a nível de memória, mas em várias outros fenômenos biológicos nos animais.

Embora a faixa de variação da frequência dos campos eletromagnéticos sejam muito amplas, é bastante comum encontrarmos estudos utilizando as frequências de 50Hz e 60Hz, já que estas são aquelas em que estamos mais submetidos diariamente, e estas, como podemos ver

em trabalhos citados acima, sempre tem mostrado ser capaz de provocar alterações sobre os organismos.

Sendo o campo eletromagnético de 60Hz 1mT, capaz de provocar alterações na memória, vemos a necessidade da continuidade destes estudos.

HIPÓTESE

A exposição de camundongos, durante a fase de desenvolvimento do sistema nervoso por campos eletromagnéticos de 60Hz, 1mT durante 8 horas por dia, é capaz de afetar o desenvolvimento das memórias explícita e implícita.

OBJETIVO

Comparar os efeitos da exposição do campo eletromagnético em várias fases do desenvolvimento e maturação do sistema nervoso sobre a formação das memórias explícita e implícita.

PLANO DE TRABALHO E MÉTODOS

A execução desse trabalho de pesquisa será iniciado após a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNCISAL.

TIPO DE ESTUDO

Estudo experimental

LOCAL

Este experimento será realizado na UNCISAL (Fundação Universitária de Ciências da Saúde de Alagoas), Laboratório de fisiologia/Departamento de ciências Fisiológicas.

AMOSTRA

A população a ser estudada será composta por 60 camundongos (*Mus musculus*) sendo: 20 fêmeas gestantes, fornecidas pelo biotério da UNCISAL/ECMAL e mais 40 camundongos que serão resultantes dessas 20 fêmeas.

PROCEDIMENTOS

Etapa 1

1. Inicialmente, serão selecionados aleatoriamente 20 camundongos fêmeas (*Mus musculus*), os quais serão divididos em dois grupos: um grupo

controle (C), e um grupo experimental (E), cada grupo com 10 animais. Os animais do grupo E serão expostos ao campo eletromagnético durante 8 horas por dia, sempre das 08:00 às 16:00 horas, entre o 5º e o 15º dia da gestação (que dura em torno de 20 dias). Os animais do grupo C estarão submetidos aos mesmos procedimentos do grupo E, com exceção da exposição ao campo eletromagnético.

2. Após o parto serão escolhidos aleatoriamente 10 camundongos machos nascidos de cada grupo de mães. Estes animais nascidos de mães do grupo E, juntos com os animais nascidos de mães do grupo C, serão criados utilizando-se dos procedimentos rotineiros do biotério (sem a presença do campo eletromagnético) até que atinjam a fase adulta (60 dias). A partir daí, serão avaliados pelos testes de memória entre os 60 e 90 dias de vida. Estes testes serão aplicados para os animais nascidos de ambos os grupos.

Etapa 2

1. Esta segunda etapa tem o objetivo de avaliar os efeitos da exposição ao campo eletromagnético durante a fase de maturação do sistema nervoso do camundongo, que tem lugar durante os 20 dias após o nascimento. Os animais desta fase, fornecidos pelo biotério, serão todos machos em um número de 20, que comporão os novos grupos: C2 (Controle 2) e grupo E2 (exposto 2), ambos com um número de 10 animais, selecionados aleatoriamente.

2. A exposição do grupo E2 será feita diariamente por um período de 8 horas sempre das 08:00 às 16:00 horas, durante todo o período de amamentação (que tem a duração de 20 dias). Após o desmame, semelhantemente à fase anterior, os animais dos dois grupos serão criados normalmente, sem a presença da exposição ao campo eletromagnético no grupo E2, até que atinjam a fase adulta (60 dias). A partir daí, serão avaliados pelos testes de memória dos 60 aos 90 dias de vida. Estes testes serão aplicados para ambos os grupos C2 e E2.

O Campo Eletromagnético

A fonte do campo eletromagnético será uma fonte com capacidade de produzir um campo de 60Hz, 1mT, semelhante ao campo a que somos expostos diariamente, devido ao grande número de equipamentos elétricos que possuímos em nosso meio. Esta fonte será construída de forma artesanal, e constará de um transformador ligado a tensão de 220V, 60Hz, com capacidade de produzir 1mT nas suas proximidades. Este transformador será colocado em baixo de uma gaiola de acrílico (material que não altera as linhas do campo eletromagnético), onde serão expostos os animais.

Teste do Labirinto Clássico

O labirinto clássico consiste de um aparelho, com formato quadrado, constituído por paredes de 30 cm de altura e 2 metros de comprimento. O seu interior é dividido em corredores que levam a pontos sem saída e, um

único corredor, que leva de uma área (o ponto de partida) onde será colocado o animal a outra área, em localização oposta, onde será colocado o alimento.

Os animais serão privados de alimentação por 24 horas. Após esse período os animais serão colocados na área de partida do labirinto e será registrado o tempo que o animal gastará para encontrar o caminho que leva da área de partida à área onde estão colocados os alimentos. Os animais serão colocados novamente no labirinto, 24 e 48 horas após o primeiro teste para avaliar a retenção da memória.

Teste do labirinto Aquático

O labirinto aquático consiste de uma piscina com paredes de 30 cm de altura e um diâmetro de 3m. A piscina será preenchida com água até uma altura de 20cm de modo a impossibilitar que o animal saia da piscina escalando a parede. A água da piscina será misturada com um corante (azul de metileno) para evitar que o animal veja o fundo da piscina. Em um ponto da piscina será colocado uma plataforma que ficará submersa, e portanto, não será vista pelo animal, mas poderá ser usada pelo animal para sair da água.

No primeiro dia o animal será colocado na água em posição oposta à da plataforma submersa. Será registrado o tempo decorrido entre a colocação do animal na piscina e o momento que ele encontra a plataforma submersa e sai da piscina. Esse procedimento será repetido 24 e 48 horas após, para verificar a retenção da memória.

Ao fim dos experimentos, os animais serão encaminhados ao biotério para que sejam sacrificados de acordo com os procedimentos éticos adotados para esse tipo de animais.

CRONOGRAMA

Mês	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Junho	X0								
Julho	X0								
Agosto		X							
Setembro			X						
Outubro			X						
Novembro				X					
Dezembro					X				
Janeiro					X				
Fevereiro						X			
Março							X		
Abril							X		
Maio								X	
Junho									X

Legenda: [X] planejado; [X0] executado

- I. Projeto de Pesquisa
(levantamento bibliográfico e preparação do projeto de pesquisa)
- II. Preparação de material e pesquisa
(construção do gerador de campo eletromagnético e testes piloto)
- III. Exposição dos animais do grupo E1

- IV. Relatório e Testes 1
(elaboração do relatório parcial e realização dos testes avaliativos da memória)
- V. Exposição dos animais do grupo E2
- VI. Testes 2
(Realização dos testes avaliativos da memória nos grupos C2 e E2)
- VII. Coleta, análise estatística dos dados, discussão e conclusão.
- VIII. Elaboração do relatório final e preparação da apresentação.
- IX. Apresentação da pesquisa em evento

MATERIAL NECESSÁRIO

- Material para construção do gerador de campo eletromagnético de 60Hz, 1mT
- Labirinto Clássico
- Labirinto Aquático
- Gaiola para exposição
- Ração para camundongo
- Cronômetros

Com exceção da ração todo esse material já existe no departamento de Ciências Fisiológicas.

ORÇAMENTO

Ração para os camundongos R\$150,00

Os gastos durante o experimento serão custeados pelo professor orientador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brown, 1997.

Brown TH. Long-term synaptic protetation. Science 1988; 242:724.

Feychting, 1993.

Feychting M, Ahlbom A. Magnetic Fields and Cancer in Cildren Residing Near Swedish. American Journal of Epidemiology 1993; 138(7).

Guyton, 1997.

Guyton AC, Hall JE. Tratado de Fisiologia Médica. 9.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1997. p. 661-73.

High, 2000.

High WB; Sikora J; Ugurbil K; Garwood M, Subchronic in vivo effects of a high static magnetic field (9.4 T) in rats. United States. J Magn Reson Imaging; 12(1):122-39, 2000 Jul. ISSN: 1053-1807

Kandel, 1977.

Kandel ER. Neuronal Plasticity and the modification of behavior. In: Brookhart JM, Mountcastle VB. Handbook of Physiology. Baltimore: Williams & Wilkins; 1977. 1v.

Lai, 1998

Lai H; CarinO MA; Ushijima I, Acute exposure to a 60 Hz magnetic field affects rats' water-maze performance. United States. Bioelectromagnetics; 19(2):117-22, 1998. ISSN: 0197-8462

Machado, 2000.

Machado ABM. Neuroanatomia Funcional. 2.ed. São Paulo: Editora Atheneu; 2000. p. 195-203; 275-85.

Malmivuo, 1995.

Malmivuo J, Plonsey R. Bioelectromagnetism Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetic Fields. NY Oxford University Press 1995. ISSN 0-19-505823-2

Mostafa, 2002

Mostafa RM; Mostafa YM; Ennaceur A, Effects of exposure to extremely low-frequency magnetic field of 2 G intensity on memory and corticosterone level in rats, United States, Physiol Behav; 76(4-5):589-95, 2002 Aug. ISSN: 0031-9384

Planetcatfish. Disponível em < <http://www.planetcatfish.com/> >. Acesso em: 05 abril 2001

Podd J; Abbott J; Kazantzis N; Rowland A, Brief exposure to a 50 Hz, 100 microT magnetic field: effects on reaction time, accuracy, and recognition

memory. United States, Bioelectromagnetics; 23(3):189-95, 2002 Apr. ISSN: 0197-8462

Savitz, 1988.

Savitz DA, Wachtel H. Case-Control Study of Childhood Cancer and Exposure to 60-Hz Magnetic Fields. American Journal of Epidemiology 1988; 128(1).

Squire, 1986.

Squire LR. Mechanism of memory. Science. 1986; 232:1612.

Wagih, 1981.

Wagih Z. Fam. Biological Effects of 60-Hz Magnetic Field on Mice. IEEE Transactions on Magnetics 1981 july; Vol. Mag-17(4).

Zucker, 1989.

Zucker RS. Short-term synaptic plasticity. Annu Rev Neurosci 1989; 12:13.