

ELETRENEFALOGRAMA QUANTITATIVO E TOPOGRÁFICO

(MAPEAMENTO CEREBRAL)

ESTUDO DO PADRÃO NORMAL PARA UMA POPULAÇÃO ADULTA

RENATO ANGHINAH*, PAULO AFONSO DE MEDEIROS KANDA**,
MÁRIO SILVA JORGE***, ANTONIO CARLOS DE PAIVA MELO****

RESUMO - Realizamos estudo com o intuito de normatizar a atividade elétrica cerebral de base de indivíduos adultos e normais, com EEG quantitativo e topográfico. Foram avaliados 20 pacientes que apresentaram exames clínico, laboratoriais e de análise visual do EEG normais, além do mini-exame do estado mental com escores superiores a 27 pontos. Após a aplicação da transformada rápida de Fourier (FFT) encontramos distribuição do espectro com padrão monomodal no histograma de barras às custas de maiores potenciais em regiões posteriores na faixa de frequência alfa. Ao analisarmos a média dos espectros nas diferentes bandas de frequência (delta, teta, alfa, beta 1, beta 2, beta 3) encontramos alguns padrões que diferem dos achados tradicionalmente descritos na eletrencefalografia com análise visual, tais como a presença de atividade alfa em regiões anteriores e atividade delta difusa durante a vigília. Os comportamentos das bandas beta 2, e beta 3, também com distribuição difusa, não são os classicamente encontrados. Por outro lado, outros achados são congruentes à análise visual, como o predomínio alfa posterior e a maior presença de atividade teta em regiões centrais.

PALAVRAS-CHAVE: eletrencefalografia quantitativa e topográfica, mapeamento cerebral, padrão normal.

Quantitative and topographic EEG: a study of normal adult population

ABSTRACT - We studied the electric brain activity during wakefulness in 20 Brazilian people through digital EEG and spectral analysis in order to propose a standardization for Brazilian adult population. All this group is healthy with laboratory examinations and mini-mental state (scores higher than 27) evaluation normal. After Fourier fast transformation (FFT) calculation, we found a histogram display with monomodal distribution, with higher values in alpha band. Analyzing the average of these results, different standards from the analogical traditional EEG were found, as the distribution of alpha band and delta activity behavior. The beta 2 and beta 3 behavior showed a diffuse distribution, that is not the usual. By the other hand, other findings are congruent to the analogical EEG as the alpha posterior predominance and the bigger presence of theta activity at the central regions.

KEY WORDS: quantitative and topographic electroencephalography, brain mapping, normal parameters.

A medicina vem se informatizando com rapidez nos últimos anos, beneficiando muito a pesquisa diagnóstica em diversas especialidades. Dentro deste contexto não poderia ficar excluída a neurofisiologia clínica e, mais propriamente, a eletrencefalografia, na qual passamos a dispor do eletrencefalograma (EEG) digital e mapeamento cerebral (também denominado EEG quantitativo e topográfico) (EEGQT)¹⁻³. A proposta de montar um estudo de padronização do normal do EEGQT foi motivada por não haver até o momento, em revisão bibliográfica por nós efetuada, nenhum estudo semelhante com a população brasileira.

*Médico Pós-Graduando (Mestrado) do Hospital do Servidor Público do Estado de São Paulo (HSPE/IAMSPE); **Médico Mestre em Neurologia pela Escola Paulista de Medicina-UNIFESP; ***Médico do Serviço de Neurologia do HSPE/IAMSPE; ****Diretor do Serviço de Neurologia do HSPE/IAMSPE. Aceite: 23-outubro-1997.

O EEGQT é um exame funcional e não de imagem morfológica ou estrutural, como a tomografia computadorizada ou a ressonância nuclear magnética, sendo sua aplicabilidade distinta destes³. A análise quantitativa e topográfica é feita tomando-se como base o traçado do EEG; portanto se não soubermos interpretar adequadamente um exame de EEG, nunca faremos um bom mapeamento. Por outro lado, a quantificação do EEG é apenas uma evolução tecnológica que aprimora a análise do EEG, não a substitui. Para entender o que é análise quantitativa, topográfica e estatística, devemos ter a noção de “domínio do tempo” e “domínio de frequência”. Quando analisamos um evento bem caracterizado, que ocorre em determinado instante do tempo, como por exemplo um paroxismo por ponta-onda aos 2 minutos de registro de um exame de EEG, estamos analisando um evento no “domínio do tempo”, em que o sinal é representado por um grafocelamento ou uma frequência *versus* a amplitude ou a potência do sinal⁴⁻⁷. O teorema de Fourier mostra que qualquer evento oscilatório poderá ser graficamente representado por um conjunto de ondas, formadas por várias outras ondas de frequências diferentes, que somadas dão uma onda resultante que as contém⁶. Este é o princípio básico dos ritmos encontrados em um traçado de EEG. Por exemplo, em uma atividade alfa de um traçado (que a olho nu é apenas uma atividade alfa), podem estar embutidas outras atividades como beta, teta ou delta e ainda harmônicas e sub-harmônicas das mesmas⁸. Porém, ao serem sobrepostas, deram como atividade resultante a alfa. Desta maneira, a transformada rápida de Fourier “*Fourier fast transformation*” (FFT) é um procedimento matemático que decompõe as atividades do EEG, quantificando os sub-ritmos que as contém, levando então ao “domínio da frequência”⁶.

No “domínio da frequência” o estudo de um evento no tempo, como uma espícula ou uma variante da normalidade, não será possível, pois o domínio de frequência destrói a relação temporal que determina os eventos paroxísticos e transitórios do EEG⁶. Podemos apresentar os dados obtidos com a quantificação do sinal do EEG de várias maneiras, tais como histogramas, canonogramas, gráfico de linhas ou de barras, tabelas e de forma cartográfica. O mapa de topografia é maneira visualmente mais fácil de mostrar os potenciais captados no escalpo. Outra ferramenta que podemos utilizar na quantificação dos sinais do EEG é a análise estatística, utilizada para sabermos se o traçado de EEG está ou não dentro dos limites do padrão de “normalidade”. A técnica mais comumente usada é a da estatística *z* (*z*-score). O exame é comparado a um banco de dados, que deve ser representativo da população normal, e de onde é montada uma curva de Gauss e aplicado o escore *z*. Geralmente é expresso em desvios padrão, sendo que um paciente com desvio de 2,0 tem 95% de probabilidade de estar no grupo normal. A validade da aplicação do escore *z* e de todos os recursos enumerados dependerá da disponibilidade de um banco de dados representativo e criterioso, bem como da correlação do achado clínico com o achado estatístico, de maneira coerente^{5,9}.

Este banco de dados será obtido através do estudo e normatização de uma população normal para cada faixa etária correspondente. Aqui, propomos a realização deste estudo para uma população adulta.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizamos equipamento de EEGQT da marca Neurotec, de 20 canais, processador de 12 bits e frequência amostral de 256 pontos. A colocação dos eletrodos de escalpo, obedeceu o sistema internacional 10-20, com 22 eletrodos (Fp1/Fp2, F7/F8, T3/T4, T5/T6, F3/F4, C3/C4, P3/P4, O1/O2, FZ, CZ, PZ e OZ, A1/A2) conforme preconizado pela Sociedade Brasileira de Neurofisiologia Clínica e pela American EEG Society^{10,11}. Foram utilizadas as seguintes faixas de frequência disponíveis no referido equipamento, em Hz: delta, de 0,5 a 3,5; teta, de 4,0 a 7,5; alfa, de 8,0 a 12,5; beta 1, de 13,0 a 19,5; beta 2, de 20,0 a 25,5; e beta 3, para frequências iguais ou maiores que 26,0 Hz, que são diferentes dos padrões mais comumente encontrados⁸. Utilizamos durante a captação a referência bi-auricular unida (eletrodos A 1 e A 2).

Estudamos 20 indivíduos de um universo de 27 indivíduos sem queixas neurológicas submetidos ao exame de EEG por motivo de avaliação periódica para fins trabalhistas. Todos contavam com revisão médica e laboratorial (exame clínico, eletrocardiograma, hemograma, glicemia, sódio, potássio, uréia e creatinina) que excluíam patologias metabólicas e infecciosas, bem como cardiológicas, sendo considerados clínica e laboratorialmente saudáveis. Os 7 indivíduos que foram excluídos apresentaram, durante o exame de EEG, traçados com baixa amplitude (voltagens menores que 20 microvolts) que poderiam estar diretamente relacionadas a um estado de tensão e ansiedade durante o registro¹².

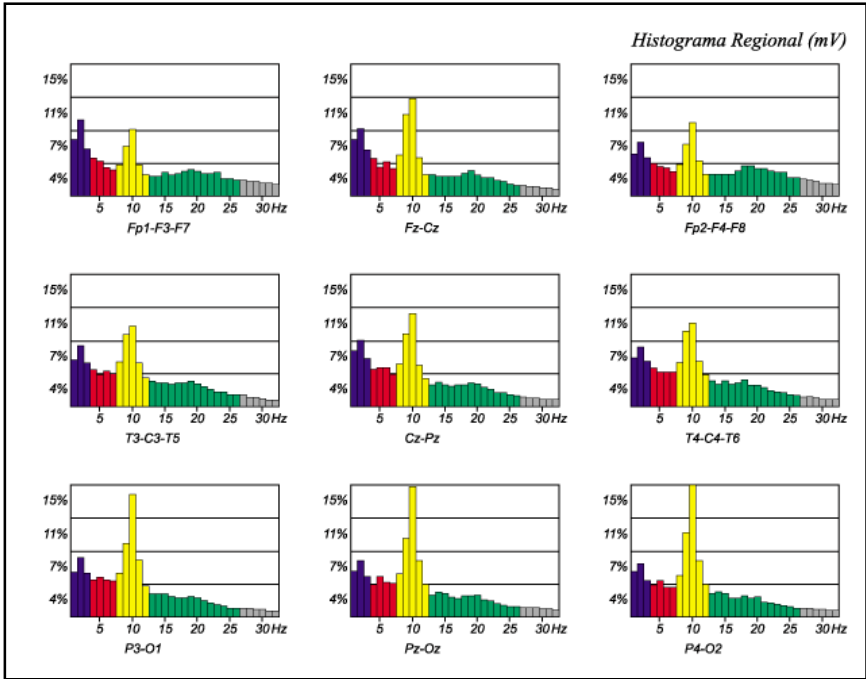


Fig 1. Histograma da distribuição espectral por bandas de frequência de um adulto normal. Distribuição monomodal, predomínio da banda alfa posterior.

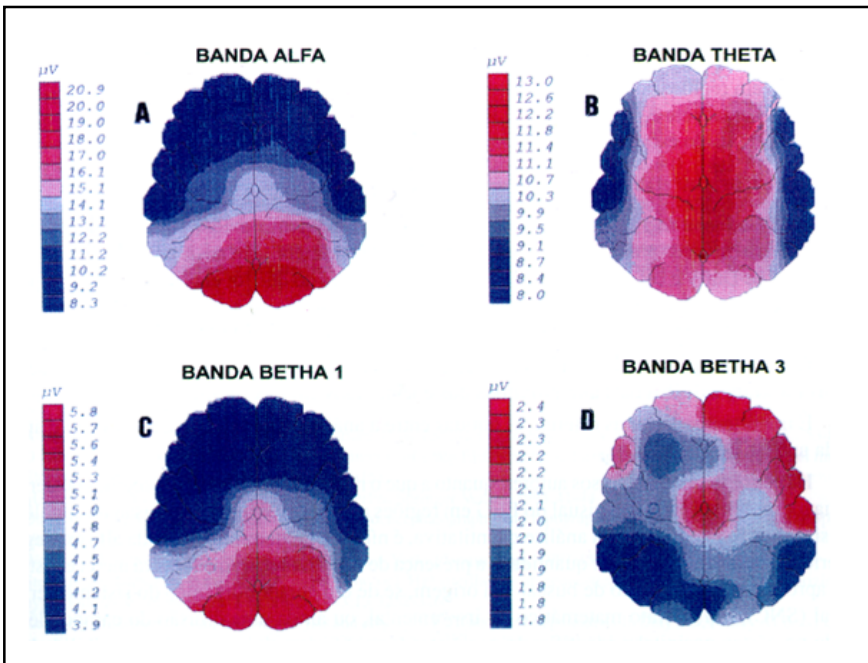


Fig 2. Média espectral de 20 indivíduos adultos, normais para diferentes bandas de frequência.

Os registros foram obtidos em vigília, com os indivíduos em repouso e olhos fechados, durando 30 minutos. Foram selecionadas, por exame, 20 épocas de 2 segundos, que ao exame visual estavam livres de achados transitórios (incluindo variantes da normalidade) e artefatos (musculares, de movimentos palpebrais e oculares e deglutição). Porém alguns destes artefatos, principalmente os de movimentos palpebrais e oculares, persistem à análise espectral, podendo ser representados por atividade lenta de projeção em regiões anteriores do escalpo¹³.

Os 20 indivíduos incluídos apresentavam faixa etária entre 19 e 59 anos (média 33,2), 5 eram do sexo feminino e 15 do sexo masculino e foram submetidos a avaliação cognitiva pelo mini-exame do estado mental, alcançando escores entre 27 e 30 pontos (média 28,75). Todos apresentaram exame neurológico normal.

Cada indivíduo realizou apenas um exame de EEGQT, que foi analisado com todos os recursos relatados anteriormente.

RESULTADOS

A análise visual do EEG mostrou padrões de média amplitude, com predomínio da atividade alfa posterior entre 9,0 e 11,0 Hz (média 10,0 Hz).

A quantificação dos dados mostrou:

1. Histogramas de barras do espectro (Domínio da Frequência). Apresentou padrão monomodal com pico de amplitude espectral na banda alfa em todas as regiões do escalpo, porém com predomínio em regiões posteriores, com pico de amplitude média a 10,6Hz.(Fig 1).

2. Médias dos espectros (Domínio da Frequência). O estudo dos 20 indivíduos somados, para cada banda de frequência apresentou os seguintes achados:

2.1. Banda Delta (0,5 a 3,5 Hz). Apresentou distribuição de predomínio difuso na faixa central do escalpo, praticamente homogênea em toda a sua extensão .

2.2. Banda Alfa (8,0 a 12,5 Hz). Apresentou predomínio nitidamente posterior, simétrico bilateralmente. Observamos porém a presença em menor amplitude espectral de alfa simétrico em regiões anteriores (não visível em análise visual do traçado do EEG).(Fig 2-A).

2.3. Banda Teta (4,0 a 7,5 Hz). Apresentou maior amplitude espectral na região central do escalpo (vértex) e secundariamente nas regiões posteriores e temporais anteriores.(Fig 2-B).

2.4. Banda Beta 1 (13,0 Hz a 19,5 Hz). Apresentou distribuição difusa por todo o escalpo, porém com marcante predomínio em regiões posteriores.(Fig 2-C).

2.5. Banda Beta 2 (20,0 Hz a 25,5 Hz). Apresentou padrão de distribuição difusa com discreto predomínio em regiões posteriores do escalpo.

2.6. Banda Beta 3 (acima de 26,0 Hz). Apresentou distribuição difusa com predomínio em regiões anteriores do escalpo (Fig 2-D).

DISCUSSÃO

Vários achados registrados na literatura por nós pesquisada também foram encontrados em nosso estudo, como o esperado pico de amplitude espectral para a banda alfa, já relatado por Maurer e Dierks¹⁴. Os achados de Duffy e col.¹⁵ para a banda teta são semelhantes ao que foi encontrado por nós, porém para a banda delta há maior amplitude espectral anterior em relação ao estudo de nossa população, o que pode ser justificado por artefato ocular e palpebral como mostraram O'Donnell e col.¹³.

Os estudos apresentados por Wong¹⁶ não subdividem a banda beta; no entanto, para as demais bandas mostram achados bastante próximos dos encontrados em nossas análises.

É importante realçar as diferenças obtidas entre a análise visual do traçado do EEG e após o uso da análise espectral.

Há consenso, entre diversos autores, quanto a que o ritmo alfa se localiza nas regiões posteriores e a sua identificação à análise visual do EEG em regiões anteriores; exceto na difusão da sonolência teria significado patológico. Na análise quantitativa, é nítido o predomínio da banda alfa em regiões posteriores, porém há em menor quantidade a presença de “alfa” anterior, que deverá merecer estudos mais aprofundados no intuito de buscar sua origem, se de um gerador orgânico do sistema nervoso central (SNC), um artefato matemático ou instrumental, ou ainda uma difusão do campo elétrico gerado no córtex occipital e identificado nos eletrodos anteriores graças a maior sensibilidade em identificar os ritmos captados no escalpo pela FFT⁴⁻⁸.

A clássica localização da atividade teta centro-temporal, na análise visual do EEG, é bastante congruente à análise quantitativa^{4,8}.

Quanto à atividade delta, que durante a vigília praticamente não é encontrada na análise visual, exceção feita às variantes da normalidade, na análise quantitativa é detectada principalmente em bandas mais lentas (entre 0,5 e 1,5 Hz). Isto poderia ser atribuído a contaminação artefactual por movimento palpebral e ocular, principalmente quando se projetarem nas regiões anteriores. Devemos fazer o diferencial com potenciais fisiológicos gerados no SNC, como por exemplo a atividade delta lenta descrita por Steriade e col.¹⁷, que ocorre mais comumente durante a sonolência.

Niedermeyer subdivide atividade beta em: beta frontal, que é muito comum, muito rápida, sem relação com outros ritmos fisiológicos; beta central, que pode se originar do ritmo "mu", aparecendo misturada a ele; beta posterior, por vezes também denominada de variante alfa rápido, quando tem comportamento neurofisiológico como o de alfa e beta difuso que também não associa-se a outros ritmos fisiológicos. A atividade beta em adultos tem distribuição predominantemente fronto-central e a assimetria de amplitude é considerada normal até 35%^{12,18}. Nossos achados, após a aplicação da FFT, mostraram distribuição de beta 1 com predomínio posterior, que poderia ser justificada por contaminação fisiológica do alfa rápido. As bandas de frequência beta 2 e beta 3, em nossa casuística, mostraram distribuição difusa, contrariamente ao predomínio fronto-central da análise visual da eletrencefalografia analógica^{12,18}.

Em conclusão, os achados relatados neste estudo confirmam várias características consagradas pela eletrencefalografia analógica e apresentam outros que só passaram a ser visualizados quando submetidos à análise do espectro do EEG. Estes eventos, tal como a presença do alfa anterior, devem ser incorporados à análise espectral como uma ocorrência normal e seu significado deve ser melhor entendido para permitir sua correta interpretação e aplicabilidade clínica.

REFERÊNCIAS

1. Silva DF, Lima MM, Anghinah R, Lima JGC. Mapeamento cerebral. *Rev Neurociências* 1995;3:11-18.
2. Braga NIO. A importância do mapeamento topográfico em neurologia. In Nitrini R, Machado LR (eds). *Condutas em neurologia* 1993. São Paulo: Clínica Neurológica HC/FMUSP, 1993:9-14.
3. Orrison WW, Lewine JD, Sanders JA, Hartshorne MF. *Functional brain imaging*. St. Louis: Mosby, 1995:327-368.
4. Nuwer MR. Quantitative EEG analysis in clinical settings. *Brain Topogr* 1996;8:201-208.
5. Epstein CM. Digital EEG: choosing the right equipment for your lab. In 30th Annual Course in Clinical EEG and Electrophysiology of American EEG Society. Washington: American EEG Society, 1995:1-11.
6. Gotman J. The use of computers in analysis and display of EEG and evoked potentials. In Daly DD, Pedley AT (eds). *Current practice of clinical electroencephalography*. 2. Ed., New York: Raven Press, 1990:51-84.
7. Gotman J, Gloor P, Ray WF. A quantitative comparison of traditional reading of the EEG and interpretation of computer-extracted features in patients with supra tentorial brain lesions. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1975;38:623-639.
8. Silva FL. EEG analysis: theory and practice. In Niedermeyer E (ed). *Electroencefalography*. 3. Ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1993:1097-1123.
9. Tucker DM, Roth DL, Bait TB. Functional connections among cortical regions: topography of EEG coherence. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1986;63:242-250.
10. Lesser PL. Guideline for recording clinical EEG on digital media. *J Clin Neurophysiol* 1994;11:114-115.
11. Luccas FJC, Braga NIO, Fonseca LC, Frochtengarten ML. Recomendações para o registro e interpretação do mapeamento topográfico do eletrencefalograma (EEG) e potenciais evocados sensoriais (PES): Parte I: aspectos gerais. *Braz J Epilep Clin Neurophysiol* 1996;2:175-182.
12. Klass DW. The normal adult EEG and benign variants. In *Annual Meeting of American Academy of Neurology*, 1993;1:53-88.
13. O'Donnel RD, Berkhout J, Adey WR. Contamination of scalp EEG spectrum during contraction of cranio-facial muscles. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1974;37:145-151.
14. Maurer K, Dierks T. *Atlas of brain mapping*. Berlin: Springer Verlag, 1991:41-44.
15. Duffy FH, Iyer VG, Surwillo WW. *Clinical electroencephalography and topographic brain mapping*. New York: Springer, 1989:99-132.
16. Wong PKH. *Introduction to brain topography*. New York: Plenum Press, 1991:150-162.
17. Steriade M, Nuñez A, Amzica F. A novel slow (<1 Hz) oscillation of neocortical neurons in vivo: depolarizing and hyperpolarizing components. *J Neurosci* 1993;13:3252-3265.
18. Kellaway P. The use of computers in analysis and display of EEG and evoked potentials. In Daly DD, Pedley AT (eds). *Current practice of clinical electroencephalography*. 2. Ed. New York: Raven Press, 1990:139-199.