Anais do V Congresso Brasileiro de Eletromiografia e Cinesiologia e X Simpósio de Engenharia Biomédica - ISBN: 978-85-5722-065-2 - DOI: 10.29327/cobecseb.78828

COMPARAÇÃO QUANTITATIVA DO ELETROENCEFALOGRAMA (EEG) EM ESTADO DE COMA COM DIFERENTES DESFECHOS CLÍNICOS

C. D. Ramos[1], A. C. C. P. S. Araújo[2], I. N. O. Lima[2], L. de B. Silva[2], R. da C. Tomais[2], M. R. Paiva[3], M. Gobbo[3], M. Campos[4], A. A. de A. Rodrigues[5], J.B.Destro-Filho[6], G. A.Carrijo[7]

1 Pós-Graduação Engenharia Elétrica, Faculdade de Engenharia Elétrica Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil.
2 Graduação Engenharia Biomédica, Faculdade de Engenharia Elétrica Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil.
3 Graduação Medicina, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil.
4 Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil.
5 Professor Adjunto Estatística, Faculdade de Matemática Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil.
6 Professor Adjunto Engenharia Biomédica, Faculdade de Engenharia Elétrica Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil.
7 Professor Adjunto Engenharia Elétrica, Faculdade de Engenharia Elétrica Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil.
e-mail: camiladavi.r@gmail.com

Resumo: A eletroencefalografia é uma ferramenta de acompanhamento à pacientes em estado crítico internados em ambientes de UTI. Dessa maneira, este artigo estuda a caracterização quantitativa do EEG realizado durante o estado do coma, que é comparada ao desfecho clínico da internação de um grupo de 128 pacientes, cujos dados foram obtidos através de um estudo retrospectivo realizado junto ao Hospital de Clinicas de Uberlândia. O EEG foi analisado através da estimação da densidade espectral de potência. Constatou-se que a intensidade e distribuição topográfica do ritmo delta consiste na principal diferença quantitativa associada aos desfechos.
Palavras-chave: EEG, Coma, Desfecho Clínico.

Abstract: *Electroencephalography is a follow-up tool for critically ill patients hospitalized in ICU settings. In this way, this article studies the quantitative characterization of the EEG performed during coma, which is compared to the clinical outcome of the hospitalization of a group of 128 patients, whose data were obtained through a retrospective study performed at the 'Hospital de Clinicas de Uberlândia' . The EEG was analyzed by estimation of the power spectral density. It was verified that the topographic intensity and distribution of the delta rhythm consists of the main quantitative difference associated with the outcomes.*
Keywords: *EEG, Coma, Clinical Outcome.*

Introdução

O exame de eletroencefalografia (EEG) exerce uma importância fundamental no diagnóstico e prognóstico em estados que podem provocar morte encefálica [1]. Apesar das semelhanças clínicas que podem ser manifestadas pelos pacientes, principalmente quando o tronco cerebral demonstra funções clinicamente ativas, o EEG é capaz de revelar uma vasta gama de anormalidades [2]. É ainda capaz de auxiliar na tomada de decisões para pacientes nas unidades de tratamento intensivo (UTIs) fornecendo informações cruciais sobre estados de consciência alterados. Usado nos casos de coma induzido para tratamento epiléptico, o eletroencefalograma é o único capaz de definir se o paciente ainda está em crise em um estado não-convulsivo [3]. Existem algumas etiologias para encefalopatias agudas (EA) incluindo metabólicas, tóxicas, infecciosas, neurológicas primárias, cirúrgicas e outras. O principal aspecto clínico das EAs é um estado alterado de consciência que pode variar de vigília ou consciência minimamente reduzida para coma [4].

Pacientes nesse quadro requerem um diagnóstico etiológico preciso e, embora tenha sido dada pouca atenção ao exame EEG, através dele é possível diagnosticar EAs devido seu comportamento característico comparado com outros, como a atividade epileptiforme e convulsões [5]. É sabido que amplitude e frequência de ondas cerebrais, que resultam da atividade neural e os padrões particulares do EEG, estão relacionados com o nível de consciência, sendo notável a utilidade do EEG na avaliação de estados anormais de conscientização [6].

A densidade espectral de potência é um método amplamente utilizado no processamento de sinais coletados pelo EEG e representa a potência do sinal de entrada numa gama de frequências possíveis que este sinal pode apresentar [7]. Esta é uma forma adotada que consegue traduzir a atividade cerebral em termos de potência e de frequência [8]. A base fundamental para

esta análise da densidade espectral de potência é a Transformada de Fourier, que produz um conjunto de coeficientes que definem o espectro de potência do sinal EEG [9]. A potência deste espectro é uma curva plotada em função de sua frequência, originado pela Transformada de Fourier [10] e para, dentre muitas outras coisas, ser usado para determinar se um ritmo EEG - delta, teta, alfa, beta, gama - está presente ou não no sinal coletado [11].

Com a ferramenta de EEG esse estudo tem como principal objetivo caracterizar registros advindos de pacientes em coma, e comparar os valores quantitativos obtidos com os diferentes desfechos clínicos constatados desses registros.

Materiais e métodos

A metodologia foi dividida em Coleta de Dados, Processamento de Sinais e Análise estatística.

Coleta de Dados – Foram selecionados 128 exames de EEG, de modo retrospectivo, realizados em pacientes em coma, na Unidade de Terapia Intensiva Adulta do Hospital de Clínicas da UFU (UTI/HCU-UFU), cujos desfechos foram divididos em ativos (total de 50 pacientes receberam alta clínica do setor de UTI Adulto), óbitos clínicos -56 registros (aqui abreviado pela sigla OC) e óbitos por morte encefálica - 22 pacientes (aqui abreviado por OME). Para cada exame o neurologista escolheu um trecho de 8 segundos considerados ideais para a análise quantitativa dos sinais. As principais etiologias desses comas são traumatismo crâneo-encefálico, acidente vascular cerebral, coma metabólico e encefalopatia hipóxica. Todos os exames foram realizados seguindo o sistema internacional 10-20 de colocação para mapear as posições dos eletrodos. A coleta de dados foi autorizada pelo Comitê de Ética em pesquisa da UFU (CEP-UFU), cujo protocolo é 369/11. Para realizar os registros de EEG foi utilizado o amplificador de sinais biológicos BrainNet BNT-EEG, adotando filtro passa-alta de 1 Hz, passa-baixa de 35 Hz e taxas de amostragem iguais a 100 (68 exames), 200 (58 exames) e 300 Hz (3 exames).

Processamento de Sinais – A partir das épocas selecionadas pelo neurologista, cada grupo do estudo foi submetido ao cálculo da Porcentagem de Contribuição de Potência (PCP), que nada mais é que a contribuição de um determinado ritmo perante todo o sinal cerebral no domínio da frequência. Inicialmente é calculada a potência total do sinal EEG (1) e em seguida é realizado o cálculo do PCP em si (2). Nota-se que, para cada paciente analisado são obtidos quatro valores de PCP distintos, referentes aos ritmos Delta, Teta, Alfa e Beta, para cada eletrodo medido, os quais seguem o sistema 10-20.

$$P_n = \int |S_x n(f)|^2 df \quad (1)$$

Sendo:

Pn – Potência total do sinal na época n.
$S_x n$ – Densidade espectral de potência do sinal EEG na época n.
n – Época selecionada.

$$PCP_n ritmo = \frac{\int |S_x n(f)|^2 df}{P_n} \quad (2)$$

Sendo:

$PCP_n ritmo$ – Contribuição de potência do ritmo específico em relação a potencia total do sinal.
Pn – Potência total do sinal na época n.
$|S_x n(f)|^2$ – Densidade espectral de potência do ritmo especifico na época n.
n – Época selecionada.

Análise Estatística – Cada grupo analisado tem mais de um registro de EEG processado, portanto inicialmente, com o objetivo de caracterização dos desfechos, foi calculada a mediana e o desvio padrão com relação à mediana dos valores de PCP por grupo. Sendo assim, o grupo ATIVOS, formado por 50 registros foi caracterizado por apenas quatro valores de PCP finais (cada um desses referente à um ritmo distinto) para cada eletrodo. O mesmo é aplicado aos demais grupos: OC e OME. Os valores representativos de medianas foram utilizados para elaboração das topografias de EEG para melhor visualização dos resultados. E por fim, com o objetivo de fazer a comparação estatística entre os grupos do estudo o teste de Mann Whitney foi aplicado, uma vez que trata-se de um teste não paramétrico aplicado em amostras heterogêneas.

Resultados

Os resultados de mediana foram representados em forma de topografias cerebrais, cujas imagens estão dispostas na Figura 1. Nela, as topografias estão ordenadas da esquerda para a direita conforme os ritmos cerebrais Delta, Teta, Alfa e Beta. E ainda, os grupos estão representados como ATIVOS (na primeira linha), OC (na segunda linha) e OME (na terceira linha).

Já na Figura 2, os quantificadores de PCP foram estatisticamente comparados eletrodo por eletrodo, para cada ritmo cerebral. Os eletrodos cujos resultados foram considerados estatisticamente iguais estão pintados em vermelho, e aqueles cujos quantificadores foram avaliados como significativamente diferentes, pintados de verde. A ordem dos ritmos na Figura 2 é similar à ordem dos ritmos da Figura 1, e as linhas são respectivamente resultados da comparação entre: Ativos versus OC, OC versus OME e Ativos versus OME.

Discussão

Como observado na Figura 1, em relação ao desfecho ATIVO, existe predominância de ritmo Delta, e leve contribuição do ritmo Teta. Nota-se que os ritmos Alfa e Beta apresentam valores baixos de PCP, indicando pouca contribuição desses ritmos em tal desfecho. Outra observação que pode ser feita é que parece haver uniformidade dos valores de PCP em todo escalpo cerebral. Nota-se que para o desfecho também há prevalência do ritmo Delta, seguido do ritmo Teta. E em relação ao desfecho OME, o mesmo pode ser concluído com relação aos ritmos cerebrais.

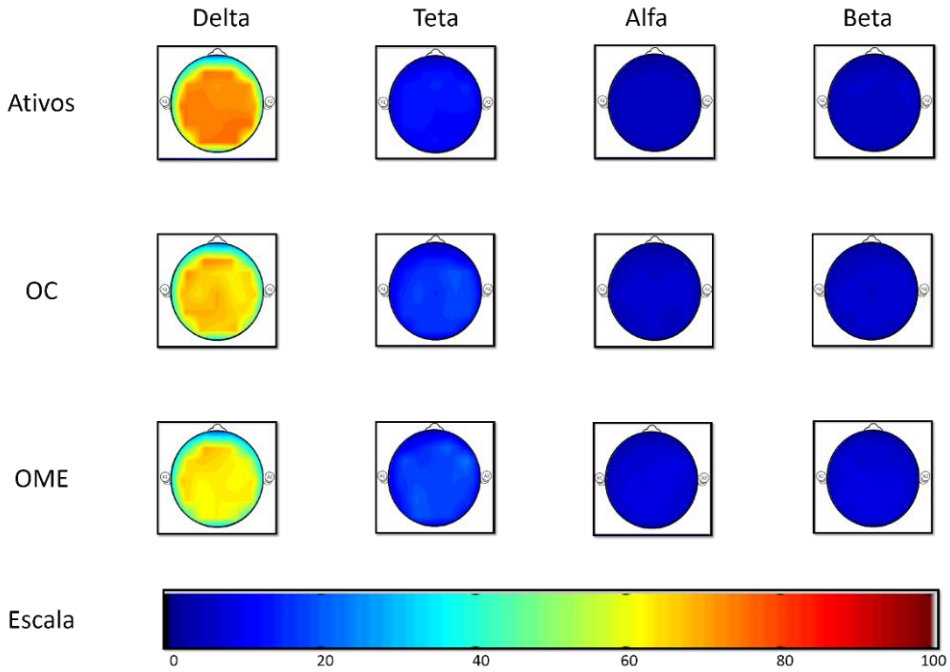

Figura 1: Topografias de PCP para os três grupos analisados, nos ritmos Delta a Beta.

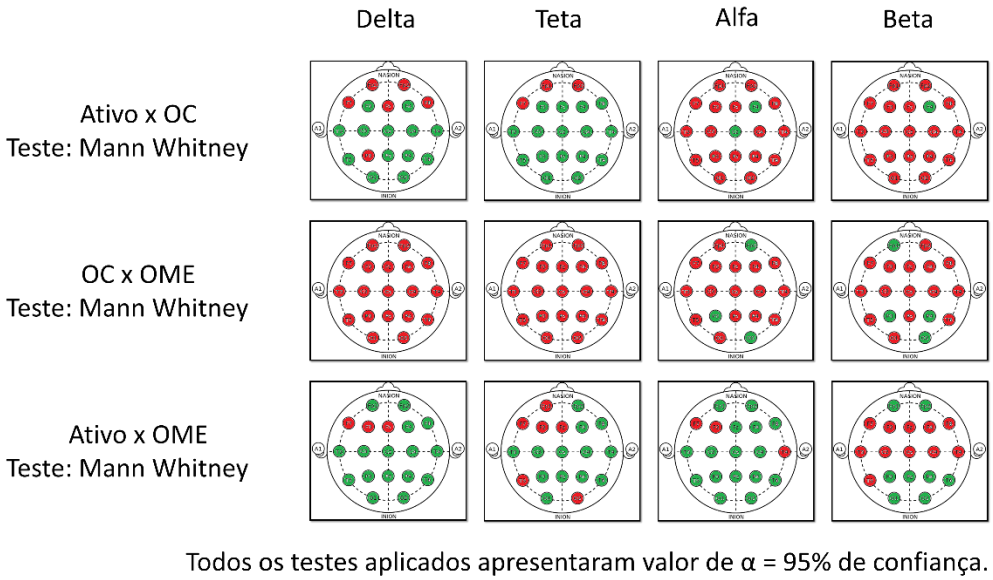

Figura 2: Comparação estatística entre os PCPs calculados para os grupos analisados.

Os testes estatísticos, cujos resultados estão demonstrados na Figura 2, sintetizam as principais diferenças encontradas na comparação dos desfechos. Inicialmente, quando são comparados os desfechos ATIVO e OC, é possível perceber que as maiores distinções estão nos ritmos Delta e Teta. Já os ritmos Alfa e Beta quase não apresentaram diferenciação entre os comas. Já a comparação entre ATIVO e OME pressupõe que há discrepância considerável em todos os ritmos, em menores níveis no ritmo Beta. Contudo, quando são comparados os desfechos OC e OME, quase não é possível diferenciar tais registros a partir do quantificador PCP.

Alguns achados da literatura que avaliam diferentes estados de consciência a partir de registros EEG foram estudados a fim de subsidiar a elaboração desse estudo. Por exemplo, em [12] é estipulado um novo quantificador denominado “informação simbólica mútua ponderada” (wSMI), cujo resultado se mostrou bastante eficaz na diferenciação entre estado vegetativo e o estado minimamente consciente. Já em [13], nota-se que a potência relativa da banda Delta apresenta-se maior em pacientes em estado vegetativo quando comparado com pacientes que se encontram em estado minimamente conscientes. Esse ritmo também foi bastante eficaz na diferenciação dos grupos do presente artigo. Um outro estudo, [14], concluiu que a potência da banda Alfa diferencia de maneira eficaz os vários estados de

consciência. Contudo, é os resultados acima relatados apontam que o ritmo Alfa apenas tem significância na distinção entre os desfechos ATIVO e OME.

Conclusão

Logo, quando há prevalência de ondas Delta de elevada potência no registro de EEG, existe possibilidade do indivíduo apresentar como prognóstico o desfecho ATIVO. Contudo, aparentemente, quanto menor a potência delta durante o coma, a chance do paciente apresentar o desfecho de óbito é maior, o que está em conformidade com os resultados de [12,13]. Os ritmos mais estatisticamente significantes, quando se realizou a comparação entre os desfechos, foram o Delta e Teta. Pelo cálculo de PCP, nossos resultados sinalizam não ser possível separar óbitos em geral do desfecho de morte encefálica. Embora, do conhecimento dos autores, não tenhamos encontrado outros artigos da literatura relatando estudos com pacientes brasileiros em coma, o presente artigo representa um esforço inicial em assunto muito pouco explorado pela literatura nacional, sendo necessário testar outras ferramentas quantitativas na tentativa de distinguir os diferentes desfechos.

Agradecimentos

Este trabalho teve o apoio dos órgãos de fomento CAPES, FAPEMIG e CNPQ. Além do auxílio provido pelo HCU-UFU, especialmente os setores de neurologia e UTI Adulto, gostaríamos de agradecer ao laboratório de Processamento Digital de Sinais, bem como ao mestrando Gaspar Eugênio Oliveira Ramos, por desenvolver e nos disponibilizar o software em MATLAB que possibilitou fazer a representação topográfica dos resultados obtidos.

Referências

[1] YOUNG, G. B. The EEG in coma. Journal of Clinical Neurophysiology, v. 17, n. 5, p. 473-485, 2000.

[2] CHIAPPA, K. H.; ROPPER, A. H. Long-term electrophysiologic monitoring of patients in the neurology intensive care unit. In: Seminars in Neurology. © 1984 by Thieme Medical Publishers, Inc., 1984. p. 469-479.

[3] NIEDERMEYER, Ernst; SILVA, Fernando Lopes Da. Electroencephalography : basic principles, clinical applications, and related fields. 5. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

[4] GUIDOTTI, M.; CHIVERI, L.; MAURI, M. Acute encephalopathies. Neurological Sciences, v. 27, n. 1, p. s55-s56, 2006.

[5] BRAGA, A. S. M. S. et al. Quantitative EEG evaluation in patients with acute encephalopathy. Arquivos de neuro-psiquiatria, v. 71, n. 12, p. 937-942, 2013.

[6] POSNER, J. B.; PLUM, F. Plum and Posner's diagnosis of stupor and coma. OUP USA, 2007.

[7] PARHI, K. K.; AYINALA, M. Low-complexity welch power spectral density computation. IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers, v. 61, n. 1, p. 172-182, 2014.

[8] LIAS, S. et al. IQ Index using Alpha-Beta correlation of EEG power spectrum density (PSD). In:Industrial Electronics & Applications (ISIEA), 2010 IEEE Symposium on. IEEE, 2010. p. 612-616.

[9] WANG, L. et al. Measuring sleep quality from EEG with machine learning approaches. In: Neural Networks (IJCNN), 2016 International Joint Conference on. IEEE, 2016. p. 905-912.

[10] TONNER, P. H.; BEIN, B. Classic electroencephalographic parameters: median frequency, spectral edge frequency etc. Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology, v. 20, n. 1, p. 147-159, 2006.

[11] SÖRNMO, L.; LAGUNA, P. Bioelectrical signal processing in cardiac and neurological applications. Academic Press, 2005.

[12] KING, J.R.; SITT, J.D.; FAUGERAS, F.; ROHAUT, B.; EL, K.I.; COHEN, L.; et al. Information sharing in the brain indexes consciousness in noncommunicative patients. Current Biology, n. 19, v. 23, p.1914–1919, 2013.

[13] ZUBLER, F. et al. Prognostic and diagnostic value of EEG signal coupling measures in coma. Clin Neurophysiol, vol. 127, p. 2942–2952, 2016.

[14] SITT, J.D. et al. Large scale screening of neural signatures of consciousness in patients in a vegetative or minimally conscious state. Brain, vol. 137, no. 8, p. 2258-2270, 2014.