

# ANALISE ESPECTRAL DE ELETROENCEFALOGRAFIA PARA REGISTROS PATOLOGICOS

## SPECTRAL ANALYSIS OF PATOLOGY RECORDS FOR ELECTROENCEPHALOGRAPHY

**Dhainner Rocha Macedo<sup>1</sup>, Fernanda Silva Freitas<sup>2</sup>, Natália Peixoto Nogueira<sup>3</sup>,  
João Batista Destro Filho<sup>4</sup>**

**Resumo:** O uso da eletroencefalografia para detecção de anomalias e doenças é de extrema importância para a medicina e a sociedade, por esta razão um estudo aprofundado do sinal eletroencefalográfico permite melhor aproveitamento das informações nele contidas. O desenvolvimento deste software tem como objetivo analisar o sinal coletado diretamente no Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia (HCU-UFU) pela plataforma BrainNet BNT-EEG da empresa EMSA (Equipamentos Médicos Ltda), utilizando o apoio computacional do software Matlab® versão 7.3. O estudo baseou-se na análise de quatro morfologias patológicas: Ponta-Onda lenta representando atividade epilética interictal, Assimetria, Delta fronto-temporal patológico mais assimetria e Ponta onda-lenta generalizada. A partir da seleção dessas anomalias, selecionaram-se os dados pretendidos e aplicou-os na transformada de Fourier mediante o software MATLAB. Já na etapa final analisaram-se os dados obtidos. Espera-se com este estudo, que a análise qualitativa de sinais de EEG, aumente a segurança em diagnósticos médicos.

**Palavras-chave:** Eletroencefalografia, patologia, software e Transformada de Fourier.

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Faculdade de Engenharia Elétrica – Universidade Federal de Uberlândia. Av. João Naves de Ávila, 2160 – Bloco 1E - 3N - Santa Mônica. CEP: 38400-902 - Uberlândia – MG - Brasil. Email: [dhainner1@yahoo.com.br](mailto:dhainner1@yahoo.com.br). School of Electronic Engineering - Federal University of Uberlândia. Av. João Naves de Ávila, 2160 – Bloco 1E - 3N - Santa Mônica. CEP: 38400-902 - Uberlândia – MG - Brazil

**Abstract:** The use of electroencephalography to detect abnormalities and diseases is of great importance for medicine and society, for this reason a detailed study of the electroencephalographic signal allows better use of the information contained therein. The development of this software aims to analyze the signal collected directly at the Hospital de Clínicas, Federal University of Uberlândia (UFU-HCU) BrainNet BNT-platform for the company's EEG EMSA (Medical Equipment Ltda), using the support of computational software Matlab ® version 7.3. The study was based on pathological analysis of four morphologies: Ponta slow-wave activity representing epileptics interictal, asymmetry, Delta fronto-temporal pathological more asymmetry and point slow-wave generalized. From the selection of such anomalies, select the data you want and apply them in the Fourier transform through the MATLAB software. Already in the final step examined the data. It is hoped with this study, the qualitative analysis of the EEG signals, and increase safety in medical diagnosis.

**Keywords:** Electroencephalography, pathology, software and Fourier Transform.

## 1. INTRODUÇÃO

O Eletroencefalograma (EEG) é um instrumento para a área médica utilizado para captar sinais elétricos provenientes da atividade elétrica dos neurônios no cérebro. Ele representa o registro da atividade elétrica produzida no cérebro através de eletrodos fixados no couro cabeludo ou através de microeletrodos inseridos no interior do tecido cerebral.

O Eletroencefalograma foi descoberto por um psiquiatra alemão chamado Hans Berger, que trabalhava na cidade de Jena no ano de 1929. Hans Berger anunciou ao mundo que era possível registrar fracas correntes elétricas geradas pelo cérebro humano sem precisar abrir o crânio e imprimir estes sinais em papéis. Podendo verificar diferentes características desses sinais a partir dos diferentes estados funcionais do cérebro, como no sono, na anestesia, na epilepsia e outras doenças. Desde a sua introdução, as técnicas eletroencefalográficas têm evoluído, e o exame tem sido usado como coadjuvante no diagnóstico de diversas doenças neurológicas (ANGHNAH, 2007).

A atividade elétrica cerebral é captada mediante diferenças de potenciais entre os eletrodos, que se combinam de dois a dois, podendo fixar um eletrodo como referência em relação aos demais. Com isso cada registro, ou seja, cada canal detectado é proveniente da associação de dois eletrodos.

De maneira geral a captação é feita por 21 canais dispostos de acordo a normalização do Sistema Internacional 10-20: F7, T3, T5, Fp1, F3, C3, P3, O1, F8, T4, T6, Fp2, F4, C4, P4, O2, Fz, Cz, Pz, Oz, FOTO. Existem dois métodos de posicionamento de eletrodos no Sistema Internacional, que são classificados pelo eletrodo referencial: bipolar e unipolar.

No primeiro, os eletrodos são conectados a zonas diferentes, não possuem referencial fixo, variando de eletrodo para eletrodo. Já no segundo, um dos eletrodos é conectado a uma zona do couro cabeludo ou orelha, enquanto os outros são conectados a outras zonas (MONTENEGRO, 2001).

Alguns objetos de avaliação do traçado de EEG são características como frequência, amplitude, localização espacial no escalpo, tipo de onda.

O espectro do sinal EEG pode ser subdividido em diferentes faixas, também conhecido classicamente como ritmos cerebrais ou ainda ondas cerebrais: alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ), delta ( $\delta$ ), teta ( $\theta$ ), gama ( $\gamma$ ), lambda ( $\lambda$ ), mi ( $\mu$ ), ondas fusiformes de sono e complexos K (CARDOSO, 2005). Considera-se normalmente quatro delas (delta, teta, alfa e beta), que ocupam ao todo a faixa de frequência ente 0,5 a 32 Hz. O intervalo da onda *Delta* compreende 0-4 Hz; o intervalo da onda *Teta* compreende 5 - 8 Hz; para *Alfa*, de 9 a 13 Hz e o intervalo de *Beta* corresponde às frequências maiores que 13 Hz (NIEDERMEYER, 2004; PARREIRA, 2006).

Cada uma dessas ondas se relaciona com um estágio do paciente: sono profundo, sonolência, vigília com os olhos fechados e estados de alerta, respectivamente (CARDOSO, 2005). A voltagem do EEG é medida em micro-volts de pico-a-pico ( $\mu\text{Vpp}$ ), onde a intensidade deste sinal pode variar de 0 a 200  $\mu\text{V}$ .

O EEG pode ser considerado um sinal neural básico em Engenharia Biomédica (DEUTSCH, 1993) e na Medicina (ZSCHOCKE, 1993), devido ao fato de se constituir em exame simples, comum, de baixo custo, não-invasivo; em contraste com as técnicas baseadas em neuroimagens (ANDRÄ, 2007), que embora apresentem elevada precisão diagnóstica, possuem custos incompatíveis com a realidade hospitalar brasileira.

Todavia, o EEG apresenta algumas limitações (NIEDERMEYER, 2004), a saber: baixa resolução, tendo em vista que o sinal resulta da ação conjunta de neurônios corticais do tipo piramidal, o que impede a obtenção de informação sobre o estado fisiológico de áreas cerebrais mais profundas; baixa amplitude, sendo altamente perturbado pelo ruído; interpretação controversa, se comparado com exames diagnósticos baseados em neuroimagem.

Na Engenharia Biomédica, sinais de EEG são fundamentais para uso em aplicações ligadas à interface cérebro-máquina, a terapias de reabilitação (próteses) e *biofeedback* (WOLPAW, 2002); devendo-se também destacar terapias baseadas em eletroestimulação via neuroimplantes corticais (BERGER, 2001).

Na Medicina, o EEG constitui no principal exame diagnóstico das epilepsias (NIEDERMEYER, 2004); de diversos tipos de demências, incluindo o mal de Alzheimer (ANGHINAH, 1999; COBURN, 2006); além de servir como exame preparatório para cirurgias de lobotomia e exame complementar para o diagnóstico de morte encefálica. Já na Biologia, em particular no contexto da Neurociência Computacional (KANDEL, 2000), o EEG é utilizado para avaliação cognitiva e fisiológica em experimentos animais, principalmente dedicados à investigação dos efeitos de eletroestimulação funcional e via neuroimplantes (WOLPAW, 2002).

Tendo em vista a não-estacionariedade dos sinais de EEG, o ensino do processamento deste sinal é focado nas transformadas frequenciais (AKAY, 1997). Isto condiciona, de certa maneira, o fato do engenheiro e de outros profissionais da área de exatas analisarem os registros EEG prioritariamente no domínio da frequência, em termos dos diversos ritmos cerebrais (ondas alfa, beta, teta, gama, delta).

Contrariamente, de forma distinta, os médicos são treinados exclusivamente para analisarem o EEG no domínio do tempo, com base na inspeção visual das formas de onda registradas ao longo de exames. Esta análise prioriza a amplitude dos dados e sua forma (ou morfologia), mas inclui também os ritmos cerebrais, que não são explicitamente calculados através de transformadas, porém

estimados com base na experiência adquirida ao longo dos diversos anos de inspeção visual de exames.

Em consequência, há uma desconexão entre a análise visual médica e o processamento de sinais, acarretando dificuldades, por parte dos profissionais em ciências exatas, de aprofundarem a análise e a real compreensão do EEG. A análise meramente qualitativa do sinal EEG é insuficiente para as diversas utilizações experimentais e clínicas que a neurofisiologia hoje em dia compreende. No sentido de conseguir a sua tradução num sinal mensurável e dele se retirar o máximo de informação, o sinal EEG é submetido neste estudo à ferramenta matemática conhecida como transformada de Fourier.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

Para a concretização da primeira etapa do projeto utilizou-se de exames médicos laudados como morfologias patológicas no Hospital de Clínicas de Uberlândia além da ferramenta matemática Transformada de Fourier e do software MATLAB® versão 7.3. A coleta dos exames foi realizada junto ao setor de eletroencefalografia (EEG) do Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia (HCU-UFU), através de autorizações obtidas junto ao Comitê de Ética/UFU e ao próprio setor, mantendo-se o sigilo sobre a identidade dos pacientes.

O aparelho de aquisição do exame de eletroencefalograma é da marca Linx BNT®®, denominado BrainNet BNT-EEG, da empresa EMSA, contendo 16 cabos de conexão para eletrodos, os quais são da marca Maxxi Gold®. A pasta fixadora utilizada é da marca Maxxi Fix®. O BrainNet BNT-EEG é um amplificador de sinais de 21 canais, sendo 20 adequados à aquisição digital de sinais EEG e mais um de eletrocardiografia (uso opcional).

Sua função é captar, amplificar e converter o sinal elétrico gerado pelo cérebro em sinal digital e enviá-lo para a entrada de dados do computador no qual será armazenado e analisado pelo usuário. O sinal captado é amostrado a uma taxa de 2400 amostras por segundo e então cada canal pode ter suas características adaptadas ao tipo de sinal desejado (Eletroencefalograma, Eletrocardiograma), através de filtragem digital.

Sinais obtidos de eletroencefalografia são sinais estocásticos ou aleatórios, que não podem ser descritos por uma função matemática explícita. Para caracterizá-los são necessárias todas as “histórias temporais” prováveis, ou seja, há a necessidade de uma descrição probabilística.

Nesta etapa do trabalho utiliza-se a aproximação por série de Fourier, que consiste em considerar o EEG como uma soma de funções periódicas (LATHI, 1987). Para a melhor compreensão da série de Fourier, alguns conceitos de ondas e de aproximação serão discutidos abaixo. A análise do sinal de EEG no domínio do tempo considera a amplitude como um dos

parâmetros mais relevantes e ela pode ser medida de várias maneiras, como por exemplo, amplitude de pico, amplitude pico a pico, amplitude média, valor RMS – raiz quadrática média.

A transformada de Fourier é uma ferramenta que decompõe um determinado sinal determinístico nas suas componentes frequenciais. Para que a transformada seja aplicada a uma função, esta deve ser periódica, ou seja, possuir um padrão que se repete periodicamente.

Entretanto, muitos sinais trabalhados na prática não são periódicos, contudo, estes sinais podem, muitas das vezes, serem considerados periódicos (ou estacionários) em curtos períodos de amostragem. Partindo-se, então, dessa concepção, e definindo-se um sinal qualquer  $x(t)$  no tempo, a função  $X(f)$  é a transformada direta de Fourier de  $x(t)$ , e representa as amplitudes das várias componentes de frequência que constituem o sinal.

Assim sendo,  $X(f)$  é uma representação do grau de participação das componentes frequenciais da função  $x(t)$  no domínio da frequência, conforme se pode observar na equação (1)

$$\text{abaixo: } X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-2j\pi ft} dt \quad (1)$$

A representação no domínio do tempo da função  $x(t)$  especifica um valor do sinal em cada instante de tempo  $t$ , enquanto que a representação no domínio da frequência da transformada de Fourier  $X(f)$  especifica as amplitudes relativas das componentes de frequência do sinal.

Qualquer uma das representações define univocamente a informação contida em  $x(t)$ , entretanto, a função  $X(f)$  é, em geral, complexa, e necessita de dois gráficos para a sua representação gráfica. O espectro de amplitude  $X(f)$  (lê-se “*módulo da transformada*  $X(f)$ ”) é uma função par de  $f$ , já o espectro de fase  $\theta(f)$  é uma função ímpar de  $f$ .

A transformada de Fourier de  $x(t)$  é uma função  $X(f)$  cuja imagem está no conjunto dos *números complexos*, logo ela pode ser decomposta em suas partes *real* e *imaginária*, mas também pode ser escrita em sua forma polar. Tomaremos  $X_r(f)$  e  $X_i(f)$  como as partes reais e imaginárias de  $X(f)$ , respectivamente, e  $j = \sqrt{-1}$ . Escreveremos:  $X(f) = X_r(f) + jX_i(f) = |X(f)|e^{j\theta(f)}$

A amplitude da transformada de Fourier  $X(f) = X_r(f) + jX_i(f)$  (ou espectro de amplitude do sinal  $x(t)$ ) é definida como:  $|X(f)| = \sqrt{X_r(f)^2 + X_i(f)^2}$ . O ângulo de fase da transformada de Fourier  $X(f) = X_r(f) + jX_i(f)$  (ou espectro de fase do sinal  $x(t)$ ) é definido por:

$\theta(x) = \arctan\left(\frac{X_i(f)}{X_r(f)}\right)$ . O espectro de potência do sinal  $x(t)$  é definido como:

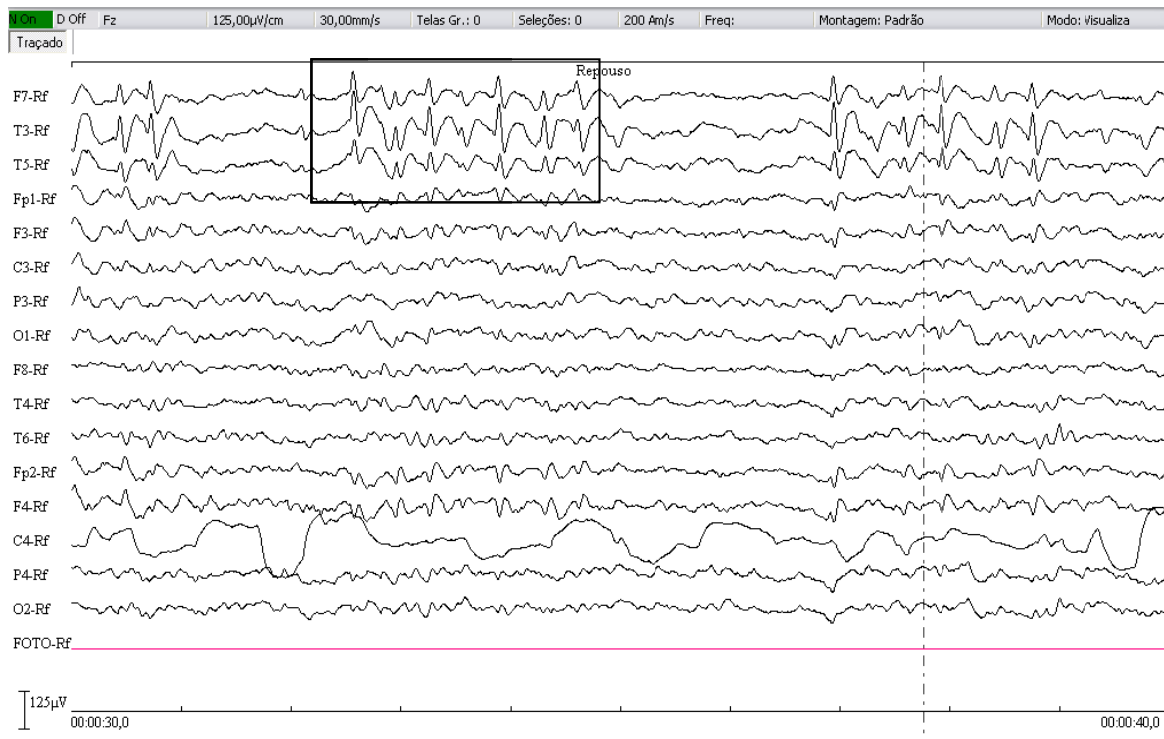
$P(f) = |X(f)|^2 = X_r(f)^2 + X_i(f)^2$ . O software MATLAB propiciou a análise dinâmica dos conjuntos de sinais coletados no HCU.

### 3. RESULTADOS

Primeiramente ocorre a conversão de dados adquiridos pelo BrainNet BNT-EEG para a linguagem MATLAB. Logo em seguida programa-se a Transformada de Fourier neste mesmo software para o processamento dos sinais, neste caso, dos sinais representando as morfologias patológicas. Nas quais as utilizadas para análise foram às seguintes: Ponta-Onda lenta representando atividade epiléptica interictal, Assimetria, Delta fronto-temporal patológico mais assimetria e Ponta onda-lenta generalizada.

A patologia Ponta-Onda lenta representando atividade epiléptica interictal foi adquirida de um EEG retirado de um Paciente do sexo masculino com 12 anos. A configuração utilizada foi montagem padrão. O intervalo de tempo considerado para esta análise foi de 30 a 40 segundos. Observou-se complexo espícula-onda lenta melhor visualizado nos pares de eletrodos F7/Rf, T3/Rf e T5/Rf, no tempo de 32 a 36 segundos.

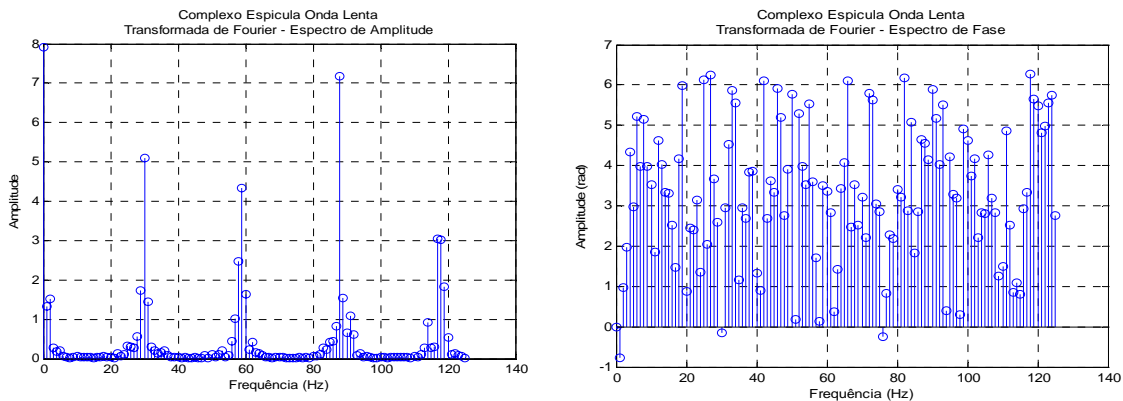
Espículas e ondas agudas epileptiformes são freqüentemente seguidas por ondas lentas, estas últimas podendo ser de mesma polaridade ou de polaridade oposta, relativamente às duas primeiras morfologias (Na figura1 temos a mesma polaridade). Ondas agudas não-epileptiformes raramente são seguidas por atividade lenta.



**Figura 1** – Ponta- onda lenta representando atividade epiléptica interictal.

Durante uma descarga epileptiforme, a membrana celular atinge altas voltagens, o que produz uma despolarização relativamente prolongada, gerando um potencial de ação. Nesse momento, os eletrodos de escampo registram atividade espicular ou paroxismo interictal.

Após a despolarização, segue-se a hiperpolarização, que limita o paroxismo, surgindo neste momento uma onda lenta no EEG. Os critérios de EEG patológico associado à Figura 1 são atividades epiléticas com início e término abrupto, presença de espículas/pontas e presença de campo elétrico no eletrodo T5 A figura abaixo representa o espectro de amplitude e fase (Figura 2).



**Figura 2** - Gráfico da Transformada de Fourier do Complexo Espícula Onda Lenta. Módulo (À esquerda) e Fase (à direita).

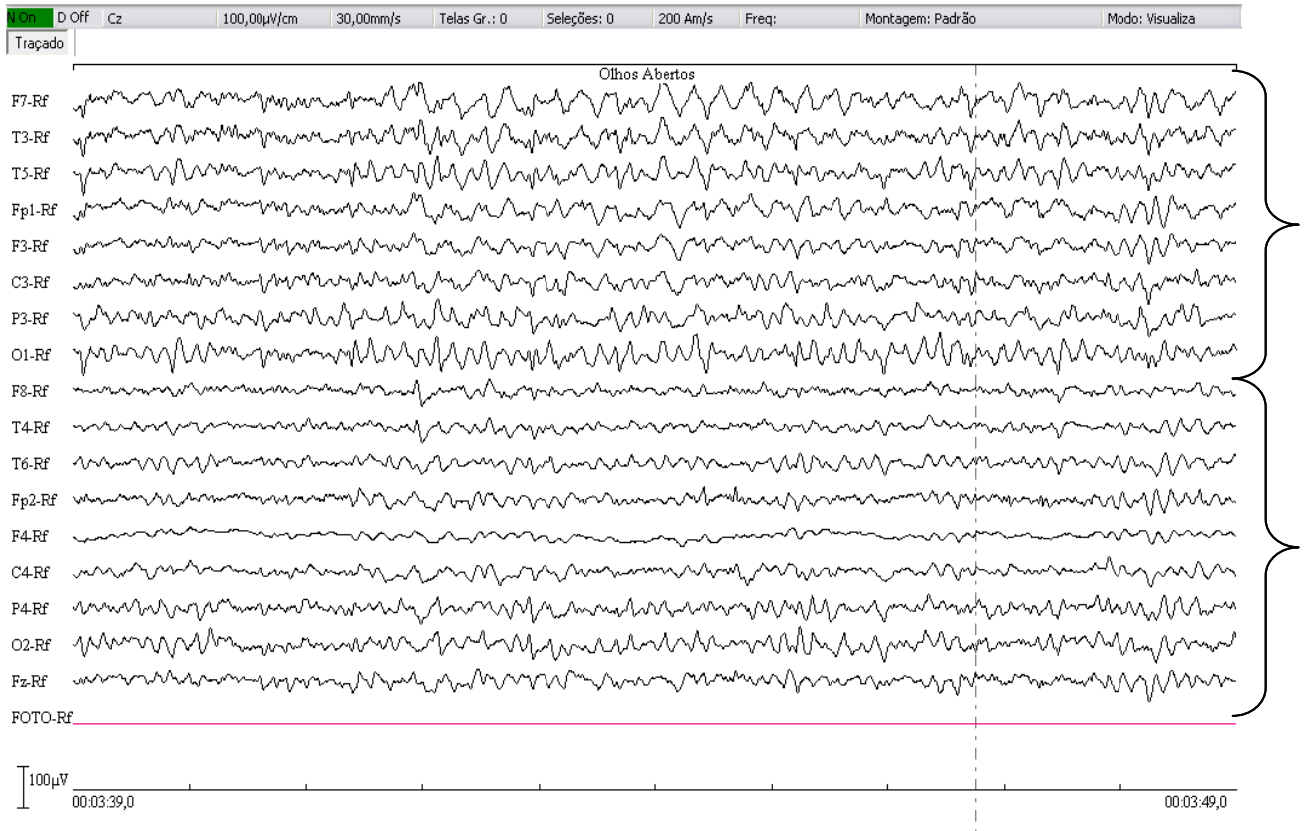
A patologia Assimetria foi observada de um traçado de EEG registrado de uma Paciente do sexo feminino com 38 anos de idade. O paciente se encontrava em controle de epilepsia, com o uso de Fenobarbital 200 mg e Carbamazepina 500 mg. A configuração utilizada neste exame foi a padrão. O intervalo de tempo considerado foi de 03:39 a 03:49 minutos. Observou-se que a assimetria é melhor visualizada comparando os pares de eletrodos {F7/Rf, T3/ Rf, T5/ Rf, Fp1/ Rf, F3/ Rf, C3/ Rf, P3/ Rf, O1/ Rf e T5/ Rf} com, respectivamente, o conjunto {F8/Rf , T4/ Rf, T6/ Rf, Fp2/ Rf, F4/ Rf, C4/ Rf, P4/ Rf, O2/ Rf e T6/ Rf }.

A assimetria refere-se à discrepância de amplitude ou de frequência dos ritmos de base observados nos hemisférios. Deve-se observar que geralmente, num EEG normal, estas discrepâncias são muito pequenas, com exceção do ritmo alfa, cuja amplitude é maior no hemisfério direito. Esta patologia é considerada significativa quando esta diferença de amplitude é maior que 30%. Logo ela é freqüentemente um sinal de lesão estrutural focal e em geral, a amplitude está diminuída do lado da lesão.

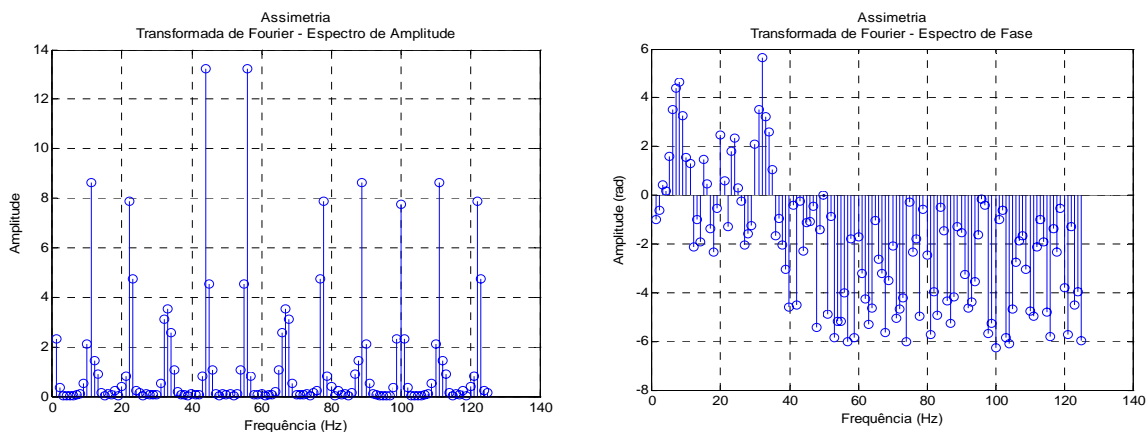
Isso é particularmente verdadeiro quando a lesão substitui (“danifica”) o tecido cerebral ou determina condições de registro desfavoráveis (hematoma subdural, perturbando o registro). Entretanto, a assimetria como única anormalidade presente no EEG (ou anormalidade isolada), não é confiável para a identificação de lesão cerebral.



Com isso critérios de EEG patológico associados à Figura 3 são presença de ondas lentas - comparando o par de eletrodos F7-Rf com o par de eletrodos correspondente F8-Rf, observa-se uma lentificação em F7-Rf. Para a análise utilizando as ferramentas matemáticas temos os gráficos apresentados na Figura 4.



**Figura 3 – Assimetria.**



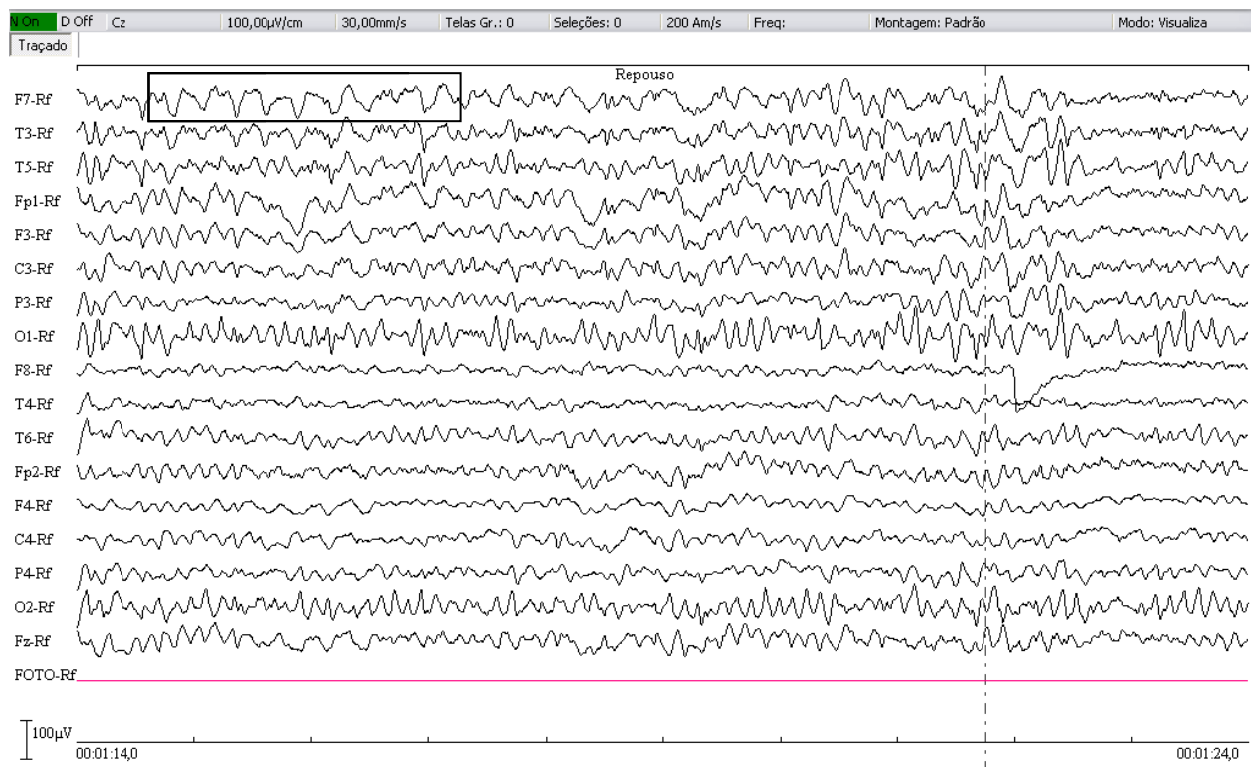
**Figura 4 - Gráfico da Transformada de Fourier da Assimetria. Módulo (À esquerda) e Fase (à direita).**

A patologia Delata fronto-temporal patológico mais assimetria foi retirada de um traçado de EEG registrado de uma Paciente do sexo feminino com 38 anos de idade. O paciente se encontrava em controle de epilepsia, com o uso de Fenobarbital 200 mg e Carbamazepina 500 mg. Foi considerado o intervalo de tempo de 01:14 a 01:24 minuto.

Observou-se que a onda delta patológica é melhor visualizada no eletrodo F7, no tempo de 01:14 a 01:17. Além disso, comparando o conjunto de eletrodos {F7/Rf, T3/ Rf, T5/ Rf, Fp1/ Rf, F3/ Rf, C3/ Rf, P3/ Rf, O1/ Rf e T5/ Rf} com, respectivamente, o conjunto {F8/Rf, T4/ Rf, T6/ Rf, Fp2/ Rf, F4/ Rf, C4/ Rf, P4/ Rf, O2/ Rf e T6/ Rf} observa-se uma assimetria.

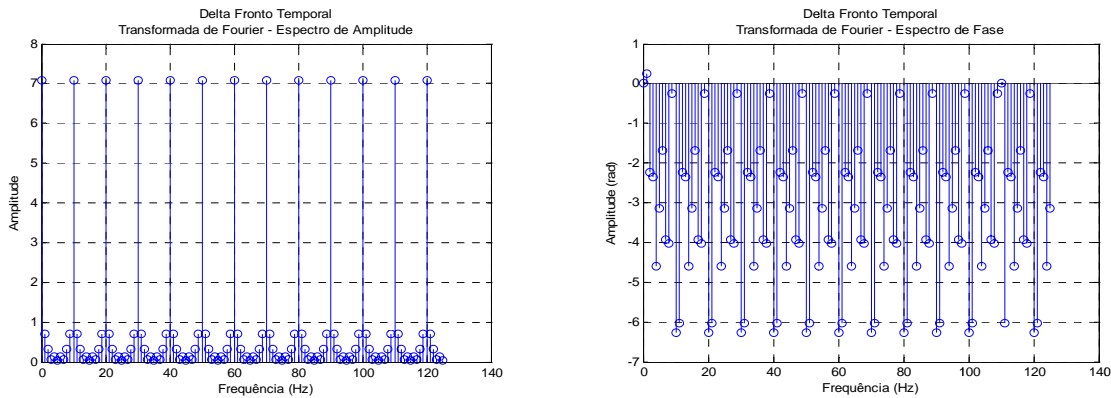
A presença de ondas lentas na faixa teta e delta, no EEG do adulto durante a vigília, podem representar atividade patológica. Nesta situação, observa-se focalidade e assimetria das ondas lentas em relação à região homóloga contralateral, ou mesmo atividade lentificada simétrica e generalizada.

Na Figura 5, observa-se atividade delta intermitente, focal (predominante em eletrodos fronto-temporais esquerdos) e assimétrica (não se observam atividade delta nos eletrodos fronto-temporais direitos).



**Figura 5** – Delta fronto-temporal patológico mais assimetria.

A atividade de ondas lentas deve ser caracterizada quanto à duração (se contínua ou intermitente), simetria e quanto à reatividade mediante abertura ocular, atividade mental e hiperventilação. Para uma análise quantitativa do EEG, apresentam-se os gráficos a seguir (Figura 6).



**Figura 6** - Gráfico da Transformada de Fourier da Onda Delta Fronto Temporal patológico mais assimetria. Módulo (À esquerda) e Fase (à direita).

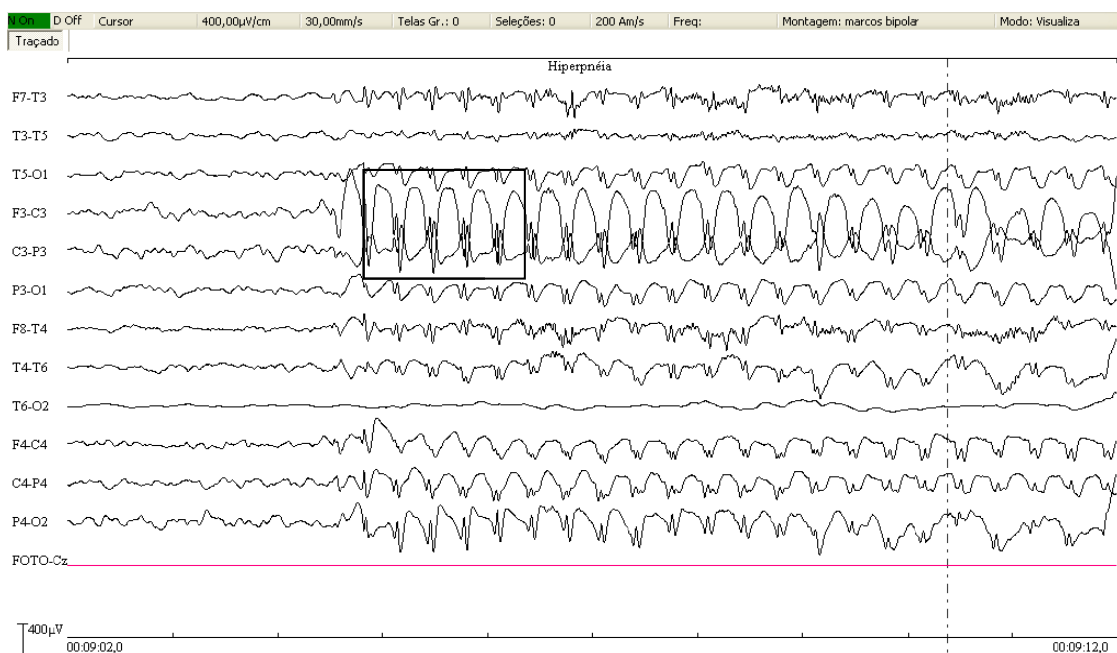
A patologia Ponta Onda-lenta generalizada foi retirado do Exame de um Paciente do sexo feminino com 7 anos de idade, apresentando crises de ausência. Utilizou-se a configuração montagem bipolar para este EEG.

O intervalo de tempo considerado para esta análise foi de 09:02 a 09:12 minutos e notou-se que a ponta-onda é melhor visualizada no par de eletrodos F3-C3.

A velocidade do papel é de 30 mm/s e a amplitude: são 400  $\mu$ V. Predomínio de morfologia na área frontal esquerda (F3-C3), atividade epileptogênica iniciando em 09:04 minutos.

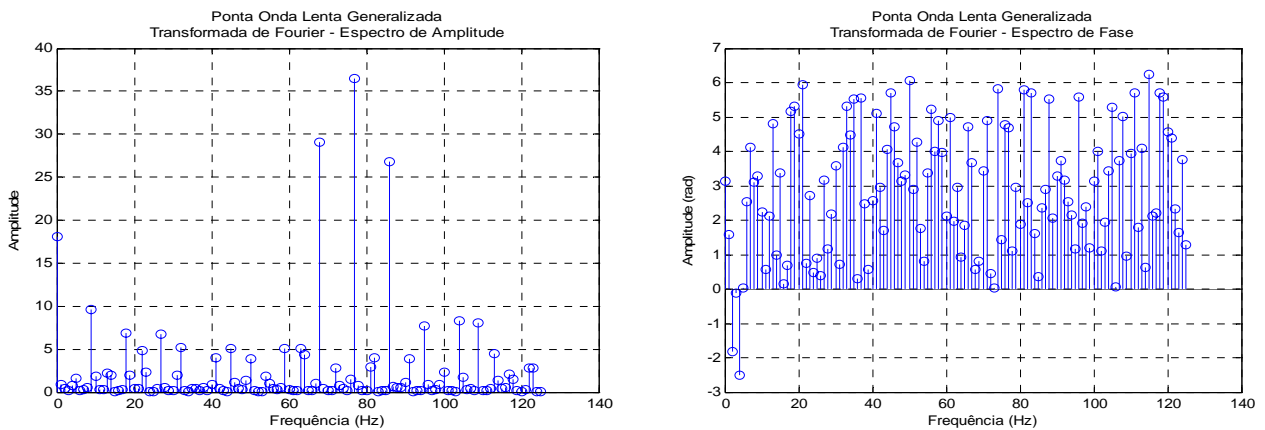
O registro de EEG abaixo (Figura 7) mostra atividades paroxísticas tipo espícula-onda lenta generalizada, caracterizando uma crise eletrográfica (atividade epileptiforme no EEG não correlacionada com crise clínica) em uma criança portadora de epilepsia tipo ausência.

O complexo espícula-onda lenta apresenta frequência de 3 Hz e atividade máxima nas regiões anteriores (eletrodos F3 e C3).



**Figura 7** - Ponta-onda lenta generalizada.

Analisando quantitativamente este EEG, temos os gráficos apresentados na Figura 8.



**Figura 8** - Gráfico da Transformada de Fourier da Ponta Onda Lenta Generalizada. Módulo (À esquerda) e Fase (à direita).

#### 4. DISCUSSÃO

O espectro de amplitude da Transformada de Fourier especifica as amplitudes relativas das componentes de frequência do sinal. A Transformada de Fourier descreve com unicidade um sinal em todos os seus pontos de continuidade. Já o espectro de fase indica o defasamento de cada componente de frequência. Para a morfologia patológica Ponta-Onda lenta representando atividade epilética interictal a figura 2 nos dá a informação referente ao módulo e fase do espectro de Fourier do Complexo Espícula Onda Lenta.

No espectro de amplitude, percebemos que o sinal apresenta um nível contínuo (DC) bastante significativo, tendo o mesmo uma amplitude aproximadamente de  $8 \mu\text{V}$ . As frequências em torno de 90 Hz são as que estão apresentando maior contribuição ou predominando para o sinal. Pode-se dizer que todo o sinal está em fase.

Na morfologia patológica Assimetria pode-se observar na Figura 4, que o espectro de amplitude não apresentou nenhuma simetria. As frequências que mais contribuem para o sinal são frequências de 45 e 55 Hz. O nível contínuo (DC) fica aproximadamente na amplitude  $2,1 \mu\text{V}$ . Pode-se dizer que a maior parte do sinal apresenta um atraso na fase.

A morfologia patológica Delta fronto-temporal patológico mais assimetria analisando os gráficos da Figura 6, observa-se que o espectro de amplitude, está apresentando simetria par em intervalos de 10 Hz. Sendo assim, dizemos que as frequências que mais contribuem para o sinal são as frequências de 10 Hz e frequências múltiplas desta.

O nível contínuo (DC) deste sinal é significativo e apresenta amplitude igual a  $7 \mu\text{V}$  aproximadamente. O gráfico da fase nos mostra que o sinal não está em fase, ou seja, o sinal está com uma fase atrasada.

Já na morfologia patológica Ponta Onda-lenta generalizada a Figura 8 que apresenta o gráfico do espectro de amplitude e fase para o sinal de ponta onda lenta generalizada. Nota-se que o espectro de amplitude não possui nenhuma simetria e que as frequências que mais contribui para o sinal são 68, 78 e 88 Hz.

O nível contínuo (DC) do sinal tem amplitude igual a  $18 \mu\text{V}$ . O espectro de fase nos informa que praticamente todo o sinal está em fase. Algumas frequências encontradas nos gráficos com predominância de 60 Hz, por exemplo, pode ser decorrente de ruídos da própria rede elétrica.

## 5. CONCLUSÃO

Como o EEG é um sinal estocástico, a análise visual pode ser insuficiente para as diversas utilizações experimentais e clínicas que a neurofisiologia hoje em dia compreende. A análise quantitativa do EEG tem-se mostrado instrumento clínico importante em neurofisiologia (BLANCO, 1995), possibilitando um apoio aos profissionais especializados, de forma que as análises e interpretações do EEG não sejam apenas visuais.

Este artigo mostra uma análise clínica dos exames seguida de uma análise via transformada de Fourier. Pode-se concluir que para as morfologias patológicas aqui apresentadas, o estudo dos traçados de EEG através das ferramentas matemáticas está em conformidade com o que foi proposto pelo médico. Pode-se constatar a possibilidade da presença de ruído de rede elétrica em alguns espectros de amplitude para a transformada de Fourier.

A partir da informação dos ângulos de fase consegue-se distinguir sinais, que apesar de diferentes, apresentam uma distribuição de amplitude de coeficientes similar. Analisando o espectro de fase para as morfologias patológicas apresentadas, verifica-se que praticamente a fase tem comportamento semelhante para maioria.

Isto quer dizer que, para quase todas as morfologias patológicas, a fase apresenta espectro todo negativo ou todo positivo, implicando que todas as frequências do sinal estão em fase, ou todas estão em atraso, com exceção da morfologia patológica Assimetria, que apresenta tanto fase positiva quanto fase negativa.

Portanto, a partir deste estudo quanto à quantificação dos sinais de eletroencefalograma em morfologias patológicas, pode-se vislumbrar uma real oportunidade de auxílio à aprendizagem e ao diagnóstico de disfunções do córtex cerebral para profissionais da saúde recém formados e/ou que

trabalham em hospitais desprovidos de maiores recursos tecnológicos para um diagnóstico mais confiável.

## 6. AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS pela oportunidade da vida; ao meu amigo e orientador professor Dr. João Batista Destro Filho pela aprendizagem de como pesquisar; ao setor de EEG do Hospital de Clínicas de Uberlândia (HCU); ao Engenheiro Paulo D. Farina Jr. (EMSA-RJ); e ao Conselho Nacional de pesquisa e desenvolvimento (CNPq), pela bolsa de Iniciação Científica.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akay, M. (ed.) **Time Frequency and Wavelets in Biomedical Signal Processing**. New York, USA: Wiley-IEEE Press, 1997. 739 p.
- Blanco, S., Garcia, H., Quiroga, R. Q., Romanelli, L. Rosso, O. A. **Stationarity of the EEG Series**. **IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine**, Julho de 1995.
- Coburn, K.L. et alli. **The Value of Quantitative Electroencephalography in Clinical Psychiatry: A Report by the Committee on Research of the American Neuropsychiatric Association**. **J Neuropsychiatry Clin Neurosci**, Fall/2006, vol 18, no 4, pp 460-500.
- Kandel, E.C.; Schwartz, J.H.; Jessel, T.M. **Principles of Neural Sciences**. New York,EUA: McGraw Hill Inc., 2000. 1413 p.
- Lathi, B. P.; **Sistemas de Comunicação**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987. 401p.
- Niedermeyer, E., Lopes, F. S. (2004), **Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields**. 5 ed, New York: Lippincott Williams & Wilkins, 1309 p.
- Parreira, F.J. (2006), **Deteção de crises epiléticas a partir de sinais Eletroencefalográficos**, Tese de Doutorado, Laboratório de Engenharia Biomédica – Biolab, FEELT/UFU, Uberlândia, 185 p.
- Wolpaw; J.R., Birbaumer, N. et alli. **Brain-computer interfaces for communication and control**. **Clinical Neurophysiology**, vol. 113, pp. 767-791, 2002.
- Zschocke, St.,Speckmann, E.-J.,(ed). **Basic Mechanisms of the EEG**.USA: Birkhäuser 1993.355 p.