

# ESPECIALIZAÇÃO FUNCIONAL HEMISFÉRICA NA AFASIA MOTORA

## ACHADOS NEUROFISIOLÓGICOS AO MAPEAMENTO ELETRENEFALOGRÁFICO COMPUTADORIZADO SOB ESTIMULAÇÃO SONORA MUSICAL E VERBAL

### ESTUDO DE DOIS CASOS

**MAURO MUSZKAT\*, CLÉO MONTEIRO FRANÇA CORREIA\*, MARIA HELENA DA SILVA NOFFS\*,  
NEYDE S. DE VINCENZO\*, CARLOS JOSÉ REIS DE CAMPOS\***

---

**RESUMO** - Este estudo diz respeito à atividade elétrica cerebral durante estimulação auditiva em dois pacientes afásicos, um com afasia clássica (lesão no hemisfério esquerdo) e outro com afasia cruzada (lesão no hemisfério direito). Ambos foram submetidos ao teste de estimulação auditiva dicótica (consoante-vogal-consoante) e de audição musical (canto gregoriano) durante mapeamento eletrencefalográfico cerebral. Encontramos, em ambos, grande proporção da frequência delta e potência no hemisfério não lesado, durante a estimulação dicótica e musical. Além disso, foi observado aumento na frequência de atividade alfa somente no hemisfério não lesado, restrito à região do lobo temporal. Esses achados sugerem um interessante campo de pesquisa acerca da medida de correlatos neurofisiológicos de estimulação auditiva e de atividade elétrica cerebral na afasia.

**PALAVRAS-CHAVE:** assimetria funcional cerebral, afasia, mapeamento eletrencefalográfico computadorizado.

#### **Functional brain asymmetry in motor aphasia during auditory stimulation: report of two cases**

**SUMMARY** - This study concerns about brain electrical activity during auditory stimulation in 2 aphasic patients, one with classical (left hemisphere lesion) and another with cross aphasia (right hemisphere lesion). Both cases were submitted to dichotic listening test (consonant-vowel-consonant task) and music audition (gregorian chant), during brain mapping examination. We found, in both cases, a great proportion in delta frequency and power in non-lesional hemisphere during dichotic and musical stimulation. Besides, increasing in frequency of alpha activity was observed only in the non-lesional hemisphere restricted to temporal lobe region. Such findings suggest an interesting field of research about measurements of neurophysiological correlates of auditory stimulation and brain electrical activity in aphasia.

**KEY WORDS:** functional brain asymmetry, aphasia, computerized electroencephalographic mapping.

---

A investigação das disfunções corticais superiores, através dos métodos da neuropsicologia reveste-se de importância no estudo do espectro de disfunções linguísticas e não-linguísticas dos pacientes com afasia adquirida. No entanto, as técnicas neuropsicológicas de avaliação baseiam-se em dados subjetivos de difícil quantificação e monitorização. A utilização simultânea de procedimentos neurofisiológicos com técnicas de avaliação e estimulação cognitiva, podem

---

\*Setor de Investigação e Tratamento das Epilepsias, Disciplina de Neurologia, Escola Paulista de Medicina. Apoio financeiro CNPq. Aceite: 1-setembro-1994.

acrescentar bases fisiológicas de funções cerebrais complexas, passíveis de serem mensuradas. Os estudos neuropsicológicos das afasias podem ser vistos como modelos clínicos que ressaltam a contribuição de cada hemisfério cerebral no desempenho de tarefas linguísticas e não-linguísticas na presença de lesão cerebral localizada. Tal modelo teórico é a base da chamada "especialização funcional hemisférica", que muito tem contribuído para o conhecimento atual da interface mente-cérebro. A especialização funcional hemisférica pode ser avaliada nas diversas modalidades perceptivas: tátil, gustatória, olfatória, visual e auditiva. No entanto, os testes mais difundidos na literatura desenvolveram-se a partir da percepção visual, através da taquistoscopia e da percepção auditiva pela estimulação dicótica. A estimulação dicótica, implica na exposição de pares de estímulos sonoros simultâneos, apresentados de maneira bi-aural aos indivíduos testados<sup>6,9</sup>. Enquanto a apresentação dicótica de estímulos verbais a indivíduos destros está associada à preferência do ouvido direito (hemisfério esquerdo), a apresentação bi-aural de melodias está frequentemente associada à preferência do ouvido esquerdo (hemisfério direito), demonstrando-se que existe íntima relação entre o tipo de estímulo e o hemisfério cerebral que irá processá-lo<sup>1-5</sup>. O estudo da especialização funcional hemisférica, recentemente, pode ser redimensionado com o advento de novas tecnologias que possibilitam a análise da função cerebral durante processos cognitivos e mentais. O mapeamento eletrencefalográfico computadorizado tem possibilitado, através da recomposição matemática dos ritmos cerebrais pela "Série de Fourier", uma análise da topografia e amplitude dos ritmos cerebrais durante tarefas de natureza cognitiva e mental<sup>7</sup>. Tais técnicas, embora ainda em fase preliminar de aplicação clínica, nos colocam diante de um campo abrangente e promissor para o estudo das funções cerebrais, na tentativa de buscar bases neurofisiológicas que nos possibilitem melhor compreender o modo pelo qual o cérebro unifica funções lateralizadas em um comportamento integrado.

O objetivo do nosso estudo foi analisar, através do mapeamento eletrencefalográfico computadorizado, as mudanças do padrão dos ritmos elétricos cerebrais, durante estimulação sonora verbal e musical, em pacientes afásicos com lesão cerebral mono-hemisférica.

## CASUÍSTICA

Foram estudados dois pacientes destros com afasia de expressão (Broca) após acidente vascular isquêmico, o primeiro com lesão hemisférica direita (afasia cruzada) e o segundo com lesão hemisférica esquerda. A história clínica dos pacientes segue abaixo.

Caso 1. IFS, sexo masculino, brasileiro, 44 anos, destro, nível de instrução superior, profissão prévia de contador, com quadro de diabetes mellitus diagnosticado há aproximadamente 2 anos do AVCI. O paciente apresentou, há 8 meses da avaliação, episódio de perda súbita da força muscular no dimídio esquerdo (E), associado a afasia de expressão de grau acentuado. A avaliação neurológica e neuropsicológica inicial mostrou hemiparesia E completa desproporcionada de predomínio braquial e afasia de expressão, com linguagem não-fluente, ausência de transposições, com jargão e parafasias literais e semânticas frequentes, dificuldade de atenção seletiva com hemi-negligência E. As funções práticas permaneceram relativamente conservadas. O exame de ressonância nuclear magnética (RNM), realizado na época do icto mostrou extensa área isquêmica de localização fronto-temporal direita (D) (Fig 1). O EEG, realizado na fase aguda, mostrou assimetria da atividade elétrica cerebral de base, com alentecimento no hemisfério cerebral D. O paciente iniciou fisioterapia motora e acompanhamento fonaudiológico regular (3x/semana), com melhora discreta da hemiparesia, mantendo-se a afasia sem melhoras significativas 8 meses após o início do quadro.

Caso 2. EFVR, sexo masculino, belga, 73 anos, destro, nível de instrução superior, aposentado, com quadro de diabetes mellitus e hipertensão arterial diagnosticado há aproximadamente 2 anos e meio do AVCI. O paciente apresentou, há 1 ano e 6 meses da primeira avaliação, episódio de perda súbita da força muscular no dimídio D, associado a afasia de expressão de grau acentuado. A avaliação neurológica e neuropsicológica inicial mostrou hemiparesia D completa desproporcionada de predomínio braquial e afasia de expressão, com linguagem não-fluente, ausência de transposições com jargão e parafasias literais e semânticas frequentes. As funções práticas permaneceram relativamente conservadas. O exame de tomografia computadorizada do crânio (TC), na época do icto, mostrou extensa área isquêmica de localização fronto-temporal E (Fig 2). O EEG, realizado uma semana após o icto, mostrou assimetria da atividade elétrica cerebral de base com alentecimento

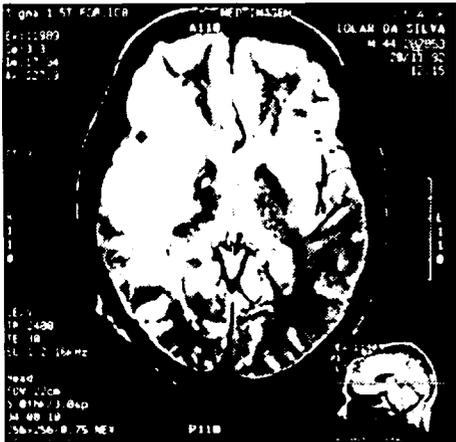


Fig. 1. Caso 1. Hipersinal em T2 na região fronto-temporal direita à RNM de crânio.

no hemisfério cerebral E. O paciente iniciou fisioterapia motora e acompanhamento fonaudiológico regular (3x/semana), com melhora discreta da hemiparesia, mantendo-se a afasia sem melhoras significativas, 11 meses após o início do quadro.



Fig. 2. Caso 2. Isquemia fronto-temporal esquerda à TC.

## METODOLOGIA

Os dois pacientes foram submetidos a exame eletrencefalográfico computadorizado ("brain mapping"), sendo selecionados, no mínimo, 12 períodos ou épocas do traçado eletrencefalográfico para 3 condições fisiológicas (repouso, estimulação dicótica verbal, audição musical), mantendo-se nestas o indivíduo em vigília e com olhos fechados:

- 1) Repouso - Consiste em períodos do traçado mantendo-se o paciente em repouso psíquico com os olhos fechados, sendo selecionadas 12 a 20 amostras livres de artefatos.
- 2) Estimulação dicótica verbal - O teste consiste na apresentação de pares de monossílabos formados pela combinação de 6 consoantes explosivas com a vogal "a": BA, DA, GA, CA, PA, TA. Os pares foram apresentados de maneira simultânea (bi-aural) ao examinando. A fita magnética foi produzida em estúdio profissional, sendo os monossílabos gravados por um mesmo locutor de voz masculina grave. A duração das sílabas é de 270 milissegundos, sincronizadas tecnicamente com variação máxima de 2 milissegundos entre os pares de consoante vogal. Cada par é ouvido a intervalos constantes de 6 segundos, sendo apresentada série de 40 pares aos dois ouvidos. A transmissão sonora foi feita através de gravador tipo "Walk-Man", conectado a dois fones de ouvido (para examinador e examinando) sendo calibrada a intensidade da audição em 70 decibéis. A exposição dos estímulos verbais foi feita durante mapeamento eletrencefalográfico computadorizado sendo analisadas, no mínimo, 12 épocas (duração média de 1,42 segundos cada) do traçado que contenham períodos de exposição ao estímulo verbal.
- 3) Teste dicótico não-verbal - O teste utilizado consiste na exposição bi-aural de música instrumental (Canto Gregoriano), mantendo-se constante a intensidade de escuta em 70 decibéis. Foram analisadas 12 épocas (duração média de 1,42 segundos cada) do traçado que contém os 3 períodos de exposição ao estímulo auditivo não-verbal. As épocas também foram separadas em relação à presença ou ausência de atividade paroxística, em cada uma das condições funcionais.

As mudanças nos padrões de ritmos foram analisadas em relação a cada região cerebral (frontal, central, temporal, parietal e occipital) e ao ritmo dominante (delta, teta, alfa e beta), de maneira independente.

Foram utilizados testes estatísticos não-paramétricos para análise de diferenças significantes.

## RESULTADOS

Na Tabela 1 é mostrada a distribuição das frequências e potências dos ritmos elétricos cerebrais da faixa delta nas 3 condições estudadas (vigília, estimulação dicótica e musical). Observamos que a potência dos ritmos lentos delta (0-4Hz) foi maior no hemisfério contralateral à lesão, quando sob estimulação musical no caso de afasia cruzada, quando comparado à condição de vigília. No caso de afasia clássica, a potência dos ritmos delta foi maior no hemisfério contralateral à lesão em quatro condições de estimulação dicótica e musical. Em relação aos ritmos da frequência alfa (8-12 Hz; Tabela 2) observamos que o caso de afasia cruzada apresentou maior potência e frequência de ritmos no hemisfério contralateral à lesão cerebral nas 3 condições. Por outro lado, o paciente com afasia clássica (lesão hemisférica E) apresentou maior potência do ritmo alfa no hemisfério D (não lesado) apenas quando comparado às condições de estimulação sonora (Tabela 2).

Na Tabela 3 é mostrada a diferenciação topográfica dos ritmos cerebrais na faixa alfa nos 2 pacientes afásicos. Observa-se no Caso 1 (afasia cruzada - lesão hemisférica D), durante estimulação sonora, maior frequência dos ritmos alfa na região temporal posterior do hemisfério E não lesado. No caso de afasia clássica a maior frequência dos ritmos alfa ficou restrita à região temporal do hemisfério cerebral D (não lesado).

## COMENTÁRIOS

Nosso estudo sugere que os paradigmas de estimulação auditiva, seja verbal (dicótico) ou não verbal (musical), podem fazer emergir assimetrias da potência dos ritmos elétricos cerebrais (Tabelas 1, 2 e 3) que não são observadas em condições de repouso. A maior potência dos ritmos lentos da faixa delta, no Caso 2 (Tabela 1), pode estar associada à incapacidade do hemisfério lesionado em processar informação cognitiva, sem recrutar ritmos cerebrais em faixas lentas (Tabela 1). As diferenças nos padrões de ativação dos ritmos cerebrais, em nosso estudo, foram mais quantitativas que qualitativas, pois os dois tipos de estimulação auditiva evidenciaram maior potência dos ritmos lentos e rápidos no lado não-lesionado, independentemente do estímulo ser verbal ou não-verbal

Tabela 1. Distribuição dos ritmos elétricos cerebrais e tipos de estimulação. Faixa Delta (0 - 4 Hz).

Condições Analisadas	Caso 1 (Afasia Cruzada) Lesão Hemisférica Direita		Caso 2 (Afasia Clássica) Lesão Hemisférica Esquerda		Significância +
	Potência	Frequência	Potência	Frequência	
VOF x VOF	NS	NS	NS	NS	NS
VOF x DIC	NS	NS	HD > HE (125.08) x (75.05)	NS	P < 0,01*
DIC x VOF	NS	NS	NS	NS	NS
DIC x DIC	NS	NS	NS	NS	NS
DIC x MUS	NS	NS	HD > HE (117.43) x (71.05)	NS	P < 0,01*
MUS x MUS	NS	NS	HD > HE (107.43) x (71.05)	NS	P < 0,01*
MUS x VOF	HE > HD (30.35) x (17.44)	NS	NS	NS	P < 0,01*
VOF x MUS	NS	NS	HD > HE (125.08) x (71.05)	NS	P < 0,01*
MUS x DIC	NS	NS	NS	NS	NS

VOF (vigília, olhos fechados); DIC (estimulação dicótica); MUS (estimulação musical); HD (hemisfério cerebral direito); HE (hemisfério cerebral esquerdo); NS (não significativo); + Teste de Kruskal-Wallis.

Tabela 2. Distribuição dos ritmos cerebrais e tipos de estimulação. Faixa Alfa (8 -12 Hz).

Condições Analisadas	Caso 1 (Afasia Cruzada) Lesão Hemisférica Direita		Caso 2 (Afasia Clássica) Lesão Hemisférica Esquerda		Significância +
	Potência	Frequência	Potência	Frequência	
VOF x VOF	HE > HD (75.34) x (40.84)	NS	NS	NS	p < 0.01
VOF x DIC	HE > HD (75.34) x (34.38)	NS	NS	NS	P < 0.01
DIC x VOF	HE > HD (84.76) x (40.84)	NS	NS	NS	p < 0.01
DIC x DIC	HE > HD (84.76) x (34.38)	HE > HD (9.87) x (8.68)	NS	NS	p < 0.01
DIC x MUS	HE > HD (84.76) x (38.46)	HE > HD (9.87) x (8.67)	NS	NS	p < 0.01
MUS x MUS	HE > HD (68.43) x (38.46)	NS	NS	NS	p < 0.01
MUS x VOF	HE > HD (68.43) x (40.84)	NS	NS	NS	p < 0.01
VOF x MUS	HE > HD (75.34) x (38.46)	NS	NS	HD > HE (9.37) x (8.21)	p < 0.01*
MUS x DIC	HE > HD (68.43) x (34.38)	NS	HD > HE (291.91) x (221.88)	NS	p < 0.01*

VOF (vigília, olhos fechados); DIC (estimulação dicótica); MUS (estimulação musical); HD (hemisfério cerebral direito); HE (hemisfério cerebral esquerdo); NS (não significativo); + Teste de Kruskal-Wallis.

Tabela 3. Distribuição dos ritmos cerebrais e tipos de estimulação. Região temporal anterior e posterior esquerda e direita. Faixa Alfa (8 - 12 Hz).

Condições Analisadas	Caso 1 (Afasia Cruzada) Lesão Hemisférica Direita		Caso 2 (Afasia Clássica) Lesão Hemisférica Esquerda		Significância
	Frequência Região Temporal		Frequência Região Temporal		
	Anterior	Posterior	Anterior	Posterior	
VOF x VOF	—	—	—	—	—
VOF x DIC	—	—	—	—	—
DIC x VOF	—	—	—	—	—
DIC x DIC	—	—	—	—	—
DIC x MUS	—	TPE > TPD (9.48) > x (8.45)	TAD > TAE (9.42) x (8.51)	TPD > TPE (9.42) x (8.35)	p < 0,01*
MUS x MUS	—	TPE > TPD (11.15) x (8.45)	—	—	p < 0,01*
MUS x VOF	—	—	—	—	—
VOF x MUS	—	TPE > TPD (9.44) x (8.45)	—	TPD > TPE (9.70) x (8.35)	p < 0,01*
MUS x DIC	—	—	—	—	—

VOF (vigília, olhos fechados); DIC (estimulação dicótica); MUS (estimulação musical); HD (hemisfério cerebral direito); HE (hemisfério cerebral esquerdo); TAE (temporal anterior esquerdo); TAD (temporal anterior direito); TPE (temporal posterior esquerdo); TPD (temporal posterior direito).

(Tabela 2). Tal achado pode sugerir que as assimetrias hemisféricas observadas durante os dois paradigmas de estimulação podem estar mais intimamente relacionadas à quantidade de "informação" sonora do que à qualidade (verbal ou não verbal) do estímulo auditivo. Se, por um lado, a potência dos ritmos lentos nas faixas teta e delta pode estar evidenciando disfunção hemisférica, em relação ao processamento de faixas mais rápidas de ritmos (alfa e beta), encontramos uma diferenciação no sentido topográfico, nas áreas lentas relacionadas às regiões auditivas primárias e associativas (regiões temporais; Tabela 3). Assim, o hemisfério contralateral à lesão, durante a estimulação cognitiva, modifica (incrementa) seus ritmos rápidos (Tabela 3) apenas nas áreas relacionadas ao processamento auditivo. Portanto, a análise da diferenciação topográfica dos ritmos alfa pode ter valor localizador das regiões ativadas durante o processo de estimulação auditiva em pacientes afásicos. A não mobilização de ritmos (ausência de respostas de dessincronização hemisférica dos ritmos alfa) no hemisfério lesionado pode estar relacionada a uma incapacidade ou disfunção no processamento de tais estímulos, devido a um comprometimento anatômico e funcional do córtex auditivo primário e associativo. No Caso 2 (afasia cruzada com lesão no hemisfério cerebral direito), a transferência do processamento verbal para o hemisfério cerebral direito esteve, também, associada a uma transferência do processamento das funções não-verbais para o hemisfério cerebral esquerdo (efeito lesão). A não diferenciação das respostas em relação ao tipo de estímulo pode, também, estar relacionada ao fato de que as áreas recrutadas para o processamento verbal (estímulo dicótico) e não-verbal (musical) estão bastante próximas e localizadas, em nossos dois casos, no mesmo hemisfério. Podemos, também, atribuir a menor especificidade ao pequeno número de épocas analisadas em relação à duração dos períodos de traçado eletrencefalográfico, sob estimulação musical e dicótica.

Sergent et al.<sup>8</sup>, analisando a ativação metabólica de áreas cerebrais em 10 músicos, através do PET Scan, observaram que a audição musical ativava áreas cerebrais adjacentes às relacionadas ao desempenho verbal. Nossos achados poderiam ser sumarizados a partir de dois dados principais: o primeiro, referente à análise da potência dos ritmos lentos delta, intimamente relacionados à disfunção hemisférica; e o segundo, à frequência de ritmos rápidos alfa, relacionada à diferenciação topográfica da ativação cerebral, segundo o tipo de estimulação sensorial realizada (auditiva).

O impacto das técnicas neuropsicológicas, no sentido de criar critérios objetivos para o estudo da plasticidade cerebral em indivíduos com afasia, ainda está longe de ser totalmente delineado. Em face dos nossos achados, consideramos ser o mapeamento eletrencefalográfico computadorizado um campo extremamente promissor, no sentido de dar subsídios neurofisiológicos e topográficos das funções neuropsicológicas, durante a ativação verbal nos indivíduos com afasia de expressão.

## REFERÊNCIAS

- Gardner H, Silverman J, Denes G. Sensivity to musical denotations and connotations in organic patients. *Cortex* 1977, 13: 242-256.
- Gates A, Bradshaw JL. Music perception and cerebral asymmetries. *Cortex* 1977, 13: 390-404.
- Kimura D. Left-right differences in perception of melodies. *Q J Exper Psychol*, 1964, 16: 335-358.
- Luria AR, Tsvetkova LS, Futer DS. Aphasia in a composer. *J Neurol Sci* 1965, 2: 288-292.
- Mazzucchi A, Parma M, Cattelanì R. Hemispheric dominance in the perception of tonal sequences in relation to sex, musical competence and handedness. *Cortex* 1981, 17: 291-302.
- Muszkat M. Teste de estimulação dicótica consoante-vogal em pacientes com epilepsia parcial. Tese de Mestrado. Departamento de Neurologia e Neurocirurgia, Escola Paulista de Medicina, São Paulo, 1989.
- Petsche H, Pockberger H, Rappelsberger R. EEG topography and mental performance. In Duffy F (ed) *Topography mapping of brain electrical activity*, Toronto: Butterworths 1986, p 63-98.
- Sergent J, Zuck E, Terrian S, Mac Donald B. Distributed neural network underlying musical sight-reading and keyboard performance. *Science* 1992, 257: 106-109.
- Springer SP. Tachistoscopic and dichotic listening investigations of laterality in normal human subjects. In Harnard S (ed). *Lateralization in the nervous system*. New York: Academic Press 1977, p 325-336.