

Análise Quantitativa do Eletrencefalograma: Aspectos Técnicos e Aplicações Clínicas

Nadia Iandoli de Oliveira Braga*

RESUMO

A análise quantitativa do eletrencefalograma (EEG) não é técnica recente, embora tenha evoluído consideravelmente nas duas últimas décadas, graças à evolução da microcomputação. As aplicações clínicas têm se desenvolvido mais lentamente, apesar da popularidade do método. A International Federation of Clinical Neurophysiology (IFCN) e a Sociedade Brasileira de Neurofisiologia Clínica (SBNC) têm publicado recomendações técnicas para a realização do EEG quantitativo (QEEG), bem como requisitos de habilitação dos profissionais envolvidos. Neste artigo são abordados aspectos históricos, recomendações técnicas e indicações de uso em situações clínicas definidas.

UNITERMOS

EEG quantitativo, mapeamento topográfico, aspectos técnicos.

INTRODUÇÃO

A análise quantitativa dos dados obtidos no eletrencefalograma (EEG) não é técnica recente^{1,20}. Vários métodos de análise têm sido aplicados ao EEG desde que Berger o registrou pela primeira vez. A crescente evolução da microcomputação tem tornado os equipamentos cada vez mais acessíveis e o tempo necessário para as análises cada vez menor. Não se pode dizer o mesmo das aplicações clínicas, apesar da diversidade de campos e da quantidade de trabalhos publicados. A utilidade do EEG quantitativo (QEEG) e da sua forma de apresentação mais conhecida, o mapeamento topográfico (TMAP), tem sido comprovada em número ainda reduzido de situações clínicas, apesar da grande popularidade do método. A International Federation of Clinical Neurophysiology (IFCN), através de seus comitês, tem publicado recomendações em relação à metodologia empregada na aquisição e interpretação dos sinais, habilitação dos profissionais envolvidos e indicações clínicas de utilização do método²² que são a base do que é recomendado pela Sociedade Brasileira de Neurofisiologia Clínica^{13,14}. Acreditamos que este método poderá ter sua utilização clínica recomendada em número maior que as situações específicas atualmente reconhecidas, na medida em que se confirmem os achados atuais.

ASPECTOS HISTÓRICOS

Já na década de 30 tentou-se utilizar a análise de Fourier para curtos trechos de EEG. Era um trabalho cansativo, pois requeria amplificação óptica do traçado, medição manual e cálculos utilizando uma calculadora mecânica. Com este método, EEG normais e anormais mostravam

* Médica assistente da Seção de Eletrencefalografia da Divisão de Clínica Neurológica do Hospital das Clínicas da FMUSP.

conteúdos de freqüências significativamente diferentes.

O analisador de freqüências de Grey Walter iniciou a automação eletrônica do processo²⁰, promediando o EEG em épocas de 10 segundos. Os dados eram apresentados em 24 bandas de freqüência, variando de 0,5 a 30Hz, no próprio registro de penas do EEG tradicional, com discriminação de freqüência de 1Hz. O inconveniente era a limitação a 1 canal, o que impossibilitava a análise topográfica.

Nessa época, a apresentação topográfica dos dados foi iniciada por alguns dos pioneiros do EEG. Um exemplo disso é o toposcópio de Grey Walter e Shipton, que apresentava os dados do EEG em um tubo de raios catódicos. Cada tela podia apresentar os dados de freqüência e fase da onda. A utilização desse equipamento, no entanto, era complexa e requeria habilidade para ser manipulada²⁰.

Na década de 50, à medida que novos equipamentos eram desenvolvidos, outras alternativas eram testadas. Uma delas foi a análise de autocorrelação e correlação cruzada, que comparava o sinal do EEG a ele mesmo mais ou menos uma variável de tempo, aproveitando o fato de muitos ritmos do EEG (como o ritmo alfa) serem constituídos por ondas muito semelhantes entre si. Isso permitia que os resultados dessa análise fossem semelhantes aos da análise de freqüência, com menos cálculos e em tempo menor, o que levou ao modelo do EEG como sinal estocástico e a outras abordagens estatísticas, o que não é aceito unanimemente¹⁶. A correlação cruzada também permitia comparações entre dois canais de EEG. Esta linha de investigação levou à análise de coerência, que é um conceito matematicamente similar expresso em freqüência ao invés de tempo, com o qual têm sido desenvolvidas algumas aplicações específicas²³. O uso do computador digital ajudou enormemente essas técnicas de análise, conduzindo aos conceitos mais modernos de espectro de potência, coerência e outros tratamentos estatísticos do EEG por Brazier e colegas na UCLA em 1963 (apud Nuwer²⁰).

Nesta época, a transformada rápida de Fourier (FFT) foi desenvolvida por cientistas da computação e rapidamente aplicada ao EEG. O algoritmo FFT, junto com a crescente disponibilidade de tempo de computação, eliminou a necessidade de buscar alternativas mais rápidas à análise de Fourier tradicional.

Na década de 70, os estudos nesse campo proliferaram: de 50 publicações por ano em 1950, passou-se para 100 em 1960, alcançando 400 por ano em 1970. Foram seguidas várias linhas de pesquisa

explorando coerência, fase e análises de correlação similares comparando os canais de EEG entre si. As técnicas estatísticas se refinaram e outra modelagem do EEG foi desenvolvida, medindo e precisando as características estáveis e previsíveis do sinal EEG típico usando essas técnicas. A maioria dos estudos empregou a FFT, embora outros métodos tenham sido usados com resultados similares. A geração dos equipamentos analógicos foi substituída quase exclusivamente por sistemas digitais que registram e armazenam o EEG em meio óptico ou magnético, possibilitando o cálculo rápido de quocientes, conteúdo de freqüências e outras relações matemáticas seja em um canal, seja entre canais, comparando dados em diferentes locais do escâlpo ou ainda comparando dados entre pacientes, entre grupos de pacientes e entre pacientes e grupos normais. Foram desenvolvidas técnicas de análise dos efeitos de medicações sobre o EEG, surgindo um campo de pesquisa conhecido como fármaco-EEG¹⁹. Os modelos de EEG possibilitaram a detecção de sinais que variavam do esperado, o que deu origem a métodos de detecção de espículas e de crises epiléticas por análise automática⁶.

O conceito de "ler o EEG por computador" teve grande entusiasmo na década de 70, mas as várias tentativas fracassaram porque o EEG é um sinal muito complexo e com muitas variáveis. A interpretação requer um leitor humano, que deve sempre ser um eletrencefalográfista experiente na leitura do EEG tradicional, ou não conseguirá resultados confiáveis ao interpretar os dados automatizados.

ASPECTOS TÉCNICOS

O QEEG tem sido abordado de diversas maneiras no correr dos anos e com o desenvolvimento de diferentes equipamentos. Atualmente, o método de apresentação mais utilizado é o mapa bidimensional do escâlpo, mais simples de compreender que o traçado eletrencefográfico para o não-especialista em Neurofisiologia Clínica e também visualmente semelhante à tomografia computadorizada (TC) e à ressonância nuclear magnética (RNM). Deve-se ter em mente, no entanto, que a TC e a RNM são imagens anatômicas, nas quais cada ponto (pixel) da imagem corresponde a um dado real, enquanto o TMAP tem apenas os eletrodos do sistema 10-20 ou 10% como pontos reais, sendo o restante da imagem construído por interpolação entre esses dados reais. A grande popularidade deste modo de apresentação deve-se em

parte ao seu efeito estético, de imagens coloridas ou em tons de cinza²⁰. A diversidade de técnicas e equipamentos empregados em uma mesma linha de pesquisa em diferentes centros, entretanto, dificulta a comparação dos resultados obtidos, o que levou a tentativas de padronização⁹.

As dificuldades técnicas são em maior número e mais difíceis de serem contornadas que as do EEG tradicional, que já é um método consagrado e tem uma apresentação visual bastante conhecida pelos especialistas da área. Aos artefatos já conhecidos (colocação inadequada de eletrodos, eletrocardiograma, piscamento e movimento ocular, sudorese, contração muscular, referência ativa, etc.) somam-se outros, derivados do processamento do sinal: artefatos de interpolação, "aliasing"^{21,29}, efeito centrífugo²¹. Para o eletrencefalografista experiente não há dificuldade em reconhecer, no traçado, o primeiro grupo de artefatos, mas na análise de freqüências eles se misturam aos ritmos cerebrais, distorcendo a interpretação final da imagem. Um exemplo característico é o artefato de piscamento, que tem a mesma freqüência das ondas delta e leva à falsa impressão do aumento nessa faixa de freqüência nas regiões anteriores. Os padrões variantes do EEG normal também podem confundir a interpretação final do TMAP. Por isso é fundamental o registro poligráfico tradicional simultâneo, que deve ser analisado e interpretado juntamente com os dados processados²² sempre por especialista em Neurofisiologia Clínica, sendo recomendáveis conhecimentos adicionais de técnicas de processamento de sinais e métodos estatísticos^{13,14}.

Na tentativa de eliminar os artefatos comuns do EEG, foram desenvolvidos métodos de subtração e determinação de limiares de freqüência para análise¹², nem sempre possíveis de serem aplicados¹⁴. Para evitar o fenômeno de "aliasing" na conversão analógico/digital do EEG, é recomendado que a freqüência de amostragem seja no mínimo 2 vezes maior que a maior freqüência registrada^{13,29}. A resolução vertical deve ser de no mínimo 11bits (2048 pontos por amostra), sendo desejável uma resolução de 12 ou mais bits e a duração mínima do exame não deve ser inferior à do EEG tradicional, de 20 a 30 minutos, que por vezes podem ser insuficientes como tempo de amostragem¹³.

Para a análise de freqüência da atividade elétrica cerebral de base é necessário selecionar pelo menos 1 minuto de EEG livre de artefatos com o paciente em vigília com os olhos fechados, em épocas de pelo menos 2 segundos de duração²². É opcional a seleção

de outras condições, como olhos abertos, hiperventilação, etc., que em geral são utilizadas em circunstâncias especiais¹.

Para melhor detalhamento das recomendações técnicas feitas pela SBNC, recomendamos que o leitor recorra à literatura específica^{13,14}.

APLICAÇÕES CLÍNICAS

Inicialmente é importante definir os critérios para avaliar a utilidade de uma nova técnica em um contexto clínico específico²⁰. Deve-se testar o método em todos os graus da doença, do mais moderado ao mais grave, compará-lo a outros métodos já consagrados (exames de imagem e EEG de rotina, por exemplo) e verificar sua sensibilidade, especificidade, valor prognóstico e precisão em comparação a esses outros métodos, principalmente o EEG de rotina. É importante observar que até o momento não se conhece aplicação clínica da análise quantitativa do EEG sem a análise prévia do EEG de rotina.

Epilepsia. Durante monitorização prolongada de pacientes epiléticos, particularmente em candidatos a tratamento cirúrgico, a detecção automática de espículas e crises eletrográficas é importante auxiliar na redução de dados para análise, embora possam ocorrer falsas detecções positivas. Qualquer algoritmo de detecção de espículas ou crises deve balancear especificidade e sensibilidade. A maior dificuldade reside na variedade de padrões eletrográficos que podem ocorrer durante uma crise, além da impossibilidade de distinguir entre transientes epileptiformes e não-epileptiformes; incorporando informações do contexto temporal e espacial, o que a tecnologia atual já permite, é possível obter melhora significativa⁶.

A análise quantitativa das características espaciais e temporais do campo de voltagem das descargas epileptiformes e subsequente modelagem de dipolos equivalentes pode sugerir a localização dos geradores corticais, presença e direção de propagação e existência de múltiplas fontes separadas. Esta informação pode ser obtida de modo mais confiável com mapas de voltagem e modelos de fontes de descargas individuais ou promediadas, apesar de por vezes poder ser obtida pela análise visual¹⁰. Embora as soluções obtidas não sejam matematicamente únicas e a localização não seja anatomicamente precisa, estas técnicas parecem ser úteis na avaliação não-invasiva de pacientes com crises parciais

complexas, candidatos à cirurgia de epilepsia. Nesses pacientes, a presença de dipolo oblíquo sugerindo origem mediobasal das descargas parece se correlacionar significativamente com melhor resultado cirúrgico, enquanto a origem cortical lateral se correlaciona com pior prognóstico^{4,5}. Em epilepsia rolandica benigna, a análise quantitativa do campo de voltagem da espícula pode determinar a complexidade e estabilidade do modelo dipolar. Estes dados têm mostrado valor diagnóstico na diferenciação entre epilepsia rolandica "típica", "atípica" e epilepsia parcial complexa^{7,24,25,26,27,28,29,30,31}. O uso destes métodos de análise de descargas parece suficientemente demonstrado para recomendar seu uso clínico na avaliação de pacientes candidatos a tratamento cirúrgico de epilepsia. Em outras situações clínicas, apesar de muito interessante, ainda não demonstrou ser suficientemente útil para garantir seu uso clínico no momento.

Algumas técnicas quantitativas podem diferenciar descargas generalizadas primárias de sincronia bilateral secundária, procurando-se por pequenas diferenças de tempo inter-hemisféricas e distribuição característica da atividade máxima, na tentativa de estabelecer correlações clínicas e de prognóstico^{19,23}. Esta diferenciação poderia auxiliar na escolha da terapia mais adequada e localização pré-cirúrgica, mas ainda necessita mais evidências que demonstrem sua efetiva utilidade clínica.

Além das descargas, a análise quantitativa da atividade de base tem sido estudada em epilepsia, podendo ocasionalmente identificar e lateralizar ou localizar alterações sutis que podem não ser identificadas na análise visual^{8,11,19}, mas não constitui em si um método à parte da análise.

Doença cerebrovascular. Vários parâmetros de freqüência do EEG se correlacionam com fluxo sanguíneo regional ou metabolismo. Quando usados por profissionais experientes na interpretação do EEG, a sensibilidade e a especificidade são grandes na detecção de comprometimento focal cerebral relacionado à isquemia^{17,18,19}. O EEG quantitativo pode se mostrar anormal mesmo quando a TC ainda é normal, como nos primeiros dias após o AVC ou quando o grau de isquemia é moderado, causando disfunção sem infarto. No entanto, a localização anatômica do EEG é inferior a dos exames de imagem; além disso, não distingue AVC isquêmico de hemorrágico, ou de outras lesões focais como tumores. A utilidade do método se limita aos casos em que os métodos de imagem não estão disponíveis

ou quando surgem complicações como estados alterados de consciência ou crises epiléticas.

Monitorização intracirúrgica e em UTI. Em monitorização contínua como cirurgia de carótida, a análise contínua de freqüência pode suplementar o EEG de rotina para identificar e avaliar alterações clinicamente significantes, demonstrando graficamente alterações fisiológicas de modo mais comprehensível para toda a equipe envolvida, seja durante o ato operatório ou na terapia intensiva; apesar de não rivalizar com os métodos de imagem no que se refere à localização, tem a vantagem de demonstrar alterações momentâneas de modo não-invasivo e sem deslocar o paciente do leito. Tem sido utilizada em pacientes em UTI com alto risco de AVC isquêmico, sangramentos intracranianos agudos, vasoespasmo ou pressão intracraniana criticamente elevada, além de demonstrar crises eletrográficas que nem sempre se acompanham de manifestações clínicas¹⁹.

Demência e quadros psiquiátricos. Na avaliação dos quadros demenciais, alentecimento da atividade elétrica cerebral sugere origem orgânica e a análise quantitativa do EEG mostra resultados similares¹⁸. Estudos sugerem que o QEEG permite diferenciar pacientes com demência pré-senil e senil do tipo Alzheimer, ocorrendo alentecimento mais severo no primeiro grupo, com atividade delta e teta mais pronunciada nas regiões frontais e temporal esquerda¹⁵; o aumento de atividade teta se correlaciona significativamente com redução do metabolismo da glicose nas áreas anteriores e posteriores¹⁷. Embora útil, como auxiliar no diagnóstico diferencial nos estágios iniciais dos quadros demenciais, o QEEG até o momento não apresentou especificidade para distinguir entre quadros psiquiátricos como depressão, ansiedade e esquizofrenia, necessitando comprovação dos achados obtidos.

Distúrbios da atenção e do aprendizado. Estudos neurofisiológicos têm demonstrado que existem respostas neurofisiológicas diferentes em crianças com esses problemas quando comparadas a crianças normais, principalmente em dislexia, na qual estudos de coerência inter-hemisférica durante provas de leitura e escrita mostram menor attenuação ou aumento do ritmo alfa nas regiões parietais de crianças com dislexia mista, quando comparadas a crianças normais^{3,4}. Esses estudos, no entanto, variam em metodologia e no tipo de alteração relatado; além disso, o QEEG não tem se mostrado útil no diagnóstico diferencial entre os diversos tipos de

patologias relacionadas nem na seleção do tratamento adequado, sendo discutível sua aplicação clínica.

Outras patologias. Têm sido relatados vários possíveis usos do QEEG em diversas situações clínicas, como traumatismo crâniano, tumores cerebrais, enxaqueca, alcoolismo e dependência de drogas. Esses estudos não têm demonstrado, até o momento, a utilidade do QEEG no diagnóstico e prognóstico desses quadros, limitando o seu uso à investigação clínica.

CONDIÇÕES PARA USO CLÍNICO

O QEEG é sempre extensão do EEG de rotina. O registro poligráfico deve permanecer armazenado em papel ou em meio óptico ou magnético, na íntegra ou editado após análise. Esta deve ser feita visualmente para todo o traçado antes de iniciar a análise quantitativa. A qualidade técnica do EEG deve obedecer aos requisitos mínimos preconizados para o EEG convencional^{13,22}. Até o momento, não se conhece aplicação clínica da análise quantitativa sem a análise visual. Ambas devem ser realizadas apenas por eletrencefalografistas experientes na interpretação do EEG de rotina e com os conhecimentos necessários para enfrentar problemas técnicos adicionais, como artefatos, variantes normais e questões estatísticas encontradas no QEEG. Os resultados do mapeamento topográfico e outras formas de QEEG se tornam inúteis quando emitidos por indivíduos não-habilitados ou com experiência prática limitada.

SUMMARY

Quantitative analysis of electroencephalogram (EEG) is not a recently developed technique, although has experienced considerable improvement due to rapid evolution in microcomputation techniques. The International Federation of Clinical Neurophysiology (IFCN) and Brazilian Society of Clinical Neurophysiology (SBNC) have published technical recommendations, professional ability and skills required for performing quantitative EEG (QEEG). In this article, historical aspects, technical recommendations and clinical indications in well-defined situations are reviewed.

KEY WORDS

QEEG, topographic brain mapping, technical aspects.

Referências

1. Braga, N.I.O. A importância do mapeamento topográfico em Neurologia. In: Nitrini, R.; Machado, L.R.(eds.); Scuff, M.(ed. assoc.): Condutas em Neurologia 1993, São Paulo, Clínica Neurológica – HC/FMUSP, 9-13, 1993.
2. Cibils, D. Apunte de la electroencefalografía cuantitativa al estudio y la comprensión de los trastornos del aprendizaje, especialmente de la dislexia. In: Ferrero, R.G.A.; Ferrero, A.R. (eds.): Análisis computado del EEG, Buenos Aires, FADEC, 172-91, 1995.
3. Cibils, D.; Delfino, A.; Torrado, M.; Chiappa, M.; Issasi, B.; Mapeu, G.; Pérez-Alaggio, F.; Pifano, C.; Bellini, C.; Freire, M. Variaciones topográficas en la actividad alfa durante pruebas de lecto-escritura em niños normales y disléxicos. *An. Neuroped. Latinoamer.*, 4(2): 33-6, 1994.
4. Ebersole, J.S. Non-invasive localization of the epileptogenic focus by EEG dipole modeling. *Acta Neurol. Scand. suppl.*, 152: 20-8, 1994.
5. Ebersole, J.S.; Wade, P.B. Spike voltage topography and equivalent dipole localization in complex partial epilepsy. *Brain Topography*, 3(1): 21-34, 1990.
6. Gotman, J. Análisis del EEG asistido por computadora ("monitoreo automático de espigas"). In: Ferrero, R.G.A.; Ferrero, A.R. (eds.): Análisis computado del EEG, Buenos Aires, FADEC, 172-91, 1995.
7. Gregory, D.L.; Wong, P.K.H. Topographical analysis of the centrotemporal discharges in benign rolandic epilepsy of childhood. *Epilepsia*, 25(6): 705-11, 1984.
8. Hughes, J.R.; Miller, J.K. An example of the possible clinical usefulness of topographic EEG displays. *Clin. Electroencephalogr.*, 20(1): 39-44, 1989.
9. Jacobs, E.C.; Lagerlund, T.; Collura, T.F.; Burgess, R.C. Data interchange for Clinical Neurophysiology. In: De Moor, G.J.E.(ed.): Progress in Standardization in Health Care Informatics, IOS Press, 195-202, 1993.
10. Legarda, S.; Jayakar, P. Electroclinical significance of rolandic spikes and dipoles in neurodevelopmentally normal children. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 95; 257-9, 1995.
11. Logar, C. The EEG mapping in the evaluation of patients with late onset epilepsy. *Brain Topography*, 4(3): 229-35, 1992.
12. Lopes da Silva, F. Computer-assisted EEG diagnosis: pattern recognition and brain mapping. In: Niedermeyer, E. and Lopes da Silva, F. (eds.) *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications and Related Fields*, 3rd. Edition, Baltimore, Williams & Wilkins, 1992.
13. Luccas, F.J.C.; Braga, N.I.O.; Gronich, G.; Manzano, G.M. Recomendações referentes ao registro clínico digital do EEG. *BJECN*, 1(2): 85-90, 1995.
14. Luccas, F.J.C.; Braga, N.I.O.; Fonseca, L.C.; Frochtengarten, M.L. Recomendações para o registro e interpretação do mapeamento topográfico do eletrencefrograma (EEG) e potenciais evocados sensoriais (PES) Parte I: Aspectos gerais. *BJECN*, 2(3): 175-82, 1996.
15. Miyauchi, T.; Hagimoto, H.; Ishii, M.; Endo, S.; Tanaka, K.; Kajiwara, S.; Endo, K.; Kajiwara, A.; Kosaka, K. Quantitative EEG in patients with presenile and senile dementia of the Alzheimer type. *Acta Neurol. Scand.*, 89: 56-64, 1994.
16. Moraes, J.C.T.B. Há realmente algum comportamento caótico detectável através do EEG? In: Coleção Documentos, Série Ciência Cognitiva (20) – Questões metodológicas em Ciência Cognitiva, Instituto de Estudos Avançados, Universidade de São Paulo, 109-116, novembro/1994.
17. Nagata, K. Mapeo topográfico del EEG, flujo sanguíneo y metabolismo en el accidente cerebrovascular (ACV) y en la demencia. In: Ferrero, R.G.A.; Ferrero, A.R. (eds.): Análisis computado del EEG, Buenos Aires, FADEC, 172-91, 1995.
18. Nuwer, M.R. Quantitative EEG: I. Techniques and problems of frequency analysis and topographic brain mapping. *J. Clin. Neurophysiol.*, 5(1):1-43, 1988.
19. Nuwer, M.R. Quantitative EEG: II. Frequency analysis and topographic mapping in clinical settings. *J. Clin. Neurophysiol.*, 5(1): 45-85, 1988.

20. Nuwer, M.R. The development of EEG brain mapping. *J. Clin. Neurophysiol.*, 7(4): 459-71, 1990.
21. Nuwer, M.R.; Jordan, S.E. The centrifugal effect and other spatial artifacts on topographic EEG mapping. *J. Clin. Neurophysiol.*, 4: 321-6, 1987.
22. Nuwer, M.R.; Lehmann, D.; Lopes da Silva, F.; Matsuoka, S.; Sutherling, W.; Vibert, J.F. IFCN guidelines for topographic and frequency analysis of EEGs and Eps. Report of an IFCN committee. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 91: 1-5, 1994.
23. Rodin, E.A.; Rodin, M.K.; Thompson, J.A. Source analysis of generalized spike-wave complexes. *Brain Topography*, 7(2): 113-9, 1994.
24. Van der Meij, W.; Van Huffelen, A.C.; Wieneke, G.H.; Willemse, J. Sequential EEG mapping may differentiate "epileptic" from "non-epileptic" rolandic spikes. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 82: 408-14, 1992.
25. Van der Meij, W.; Wieneke, G.H.; Van Huffelen, A.C. Dipole source analysis of rolandic spikes in benign rolandic epilepsy and other clinical syndromes. *Brain Topography*, 5(3): 203-13, 1993.
26. Weinberg, H.; Wong, P.K.H.; Crisp, D.; Johnson, B.; Cheyne, D. Use of multiple dipole analysis for the classification of benign rolandic epilepsy. *Brain Topography* 3(1): 183-90, 1990.
27. Wong, P.K.H. Stability of source estimates in rolandic spikes. *Brain Topography*, 2(1/2): 31-6, 1989.
28. Wong, P.K.H. Dynamic correlation of rolandic spikes. *Brain Topography*, 3(1): 129-36, 1990.
29. Wong, P.K.H.: *Introduction to Brain Topography*, New York, Plenum Press, 1991.
30. Wong, P.K.H.; Bencivenga, R.; Gregory, D. Statistical classification of spikes in benign rolandic epilepsy. *Brain Topography*, 1(2): 123-9, 1988.
31. Yoshinaga, H.; Amano, R.; Oka, E.; Ohtahara, S. Dipole tracing in childhood epilepsy with special reference to rolandic epilepsy. *Brain Topography*, 4(3): 193-9, 1992.
32. Braga, N.I.O. *Análise quantitativa do eletrencefalograma: Aspectos técnicos e aplicações clínicas*.

Endereço para correspondência:

Nadia I. O. Braga
R. Siqueira Bulcão, 90
04218-060 São Paulo (SP)