

# ELETRENCEFALOGRAMA QUANTITATIVO EM ESCOLARES SADIOS

## Análise de frequências

*Lineu C. Fonseca<sup>1</sup>, Glória M. A. S. Tedrus<sup>1</sup>, Samanta M. Visigalli Martins<sup>2</sup>, Maria Agnes Perez Gibert<sup>3</sup>, Thais de Assis Antunes<sup>3</sup>, Diana T. Laloni<sup>4</sup>*

**RESUMO** - Abordaram-se, quantitativamente, parâmetros do eletrencefalograma e suas relações com idade, sexo e fatores sócio-educacionais. Foram estudadas 162 crianças de 7 a 11 anos de idade sem problemas neurológicos, psiquiátricos ou déficit cognitivo em testes psicométricos. Foram submetidas a entrevista, exame clínico-neurológico, teste de Matrizes Progressivas de Raven, Teste de Desempenho Escolar e eletrencefalograma quantitativo durante a vigília, em repouso. Observou-se, com a idade, diminuição das potências absoluta e relativa das faixas delta e teta assim como aumento da potência relativa alfa 2. Tais achados são semelhantes aos de outras populações da Europa, Ásia e América do Norte. Observou-se, ainda, que as potências absolutas delta e, especialmente, alfa foram maiores nas crianças com melhor desempenho no Teste de Desempenho Escolar, de modo independente da idade e do sexo da criança e da escolaridade materna. Não houve diferenças significativas da atividade elétrica cerebral segundo o sexo da criança e a escolaridade das mães.

**PALAVRAS-CHAVE:** eletrencefalografia, eletrencefalograma quantitativo, desempenho escolar, desenvolvimento.

### **Quantitative electroencephalography in healthy school-age children: analysis of band power**

**ABSTRACT** - Quantitative EEG aspects are studied with respect to age, sex and sociocultural parameters. A total of 162 children, from 7 to 11 years, neurologically and intellectually normal was studied. They were submitted to anamnesis, neurological examination, Raven test, school performance test, digital electroencephalogram and quantitative electroencephalogram analysis. There was a decrease in absolute and relative delta and theta power and an increase in alpha 2 relative power with the increase of age. These findings are similar to those observed in studies from Europe, Asia and North America. Absolute delta and alpha power were higher in children with better scores in school performance test. There were no significant differences in quantitative electroencephalographic parameters according to sex and the mother's educational level.

**KEY WORDS:** electroencephalogram, quantitative electroencephalogram, EEG maturation, frequency analysis.

Na faixa etária de 7 a 11 anos de idade, o desenvolvimento é caracterizado por transformações importantes, tanto biológicas quanto psicológicas e sociais, que compreendem, entre outros aspectos, a maturação da atividade elétrica cerebral<sup>1,2</sup>. O conhecimento da composição de frequências da atividade elétrica cerebral é elemento fundamental tanto em pesquisa quanto em aplicações clínicas do eletrencefalograma (EEG). A análise quantitativa da atividade elétrica cerebral (EEGq) utiliza recursos da informática na avaliação do EEG e permite quantificação dos dados. A contribuição da perspectiva quantitativa é importante pois o EEG convencional é baseado no exame visual do traçado, comportando, portanto, significativo componente subjetivo. Houve

grande difusão do EEGq como extensão do EEG convencional, no estudo de várias condições clínicas, procurando ampliar a contribuição da análise da atividade elétrica cerebral para a clínica<sup>3-6</sup>.

Vários tipos de medidas podem ser realizados no EEGq. A análise da potência absoluta e relativa das bandas de frequências delta, teta, alfa (alfa 1 e alfa 2) e beta tem sido amplamente utilizada. Acompanhando o processo de maturação cerebral, há, até a vida adulta, diminuição progressiva da atividade lenta e aumento da atividade alfa. Essa maturação do EEG, em crianças normais, parece ser similar em diferentes populações, conforme observado em estudos realizados nos EUA, em Barbados e em Cuba<sup>3,7,8</sup>. Esses achados sugerem haver validade

<sup>1</sup>Professor Titular de Neurologia da Faculdade de Medicina da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas); <sup>2</sup>Bolsista CNPq/PIBIC; <sup>3</sup>Bolsista CEAP, PUC-Campinas; <sup>4</sup>Professora Titular de Psicologia da PUC-Campinas.

Recebido 12 Março 2003, recebido na forma final 28 Abril 2003. Aceito 17 Maio 2003.

Dr. Lineu C. Fonseca - Rua Sebastião de Souza 205/122 - 13020-020 Campinas SP - Brasil. E-mail:lineu@mpc.com.br

transcultural do EEG, com implicações na utilização clínica. No entanto, pesquisas estudando crianças mexicanas, entre elas as de baixo nível socioeconômico e/ou filhas de mães analfabetas, observaram nestas maior energia absoluta e relativa das frequências mais lentas - bandas teta e delta<sup>9-11</sup>.

A necessidade de estudos no Brasil decorre da possibilidade de que fatores biológicos, sociais e econômicos possam intervir no processo de maturação cerebral e assim, "banco de dados normais" de outras populações não seriam adequados para nosso meio<sup>10,12-14</sup>. Não existem estudos brasileiros do EEGq em crianças "normais".

Este estudo tem por objetivo avaliar parâmetros do EEGq e seus fatores em crianças normais de nossa população e faz parte de pesquisa mais ampla envolvendo aspectos relacionados ao desempenho escolar, ao reconhecimento de palavras/pseudopalavras e a potenciais evocados cognitivos evocados na leitura.

## MÉTODOS

Foram estudadas crianças "normais", com idade entre 7 e 11 anos, sem irmandade mútua e atendendo aos seguintes critérios de inclusão: ausência de história de problemas neurológicos (antecedentes pessoais ou familiares diretos de crises epiléticas, traumatismo crânio-encefálico acompanhado de perda de consciência, encefalite, rebaixamento mental, por exemplo) ou psiquiátricos; desenvolvimento neuropsicomotor normal; exame neurológico normal; eletrencefalograma normal; ausência de déficit cognitivo no teste das matrizes progressivas de Raven; ausência de repetência escolar e desempenho no Teste de Desempenho Escolar (TDE) compatível com a idade e série. Após a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, foi realizado o recrutamento das crianças, em 5 escolas estaduais de Campinas.

Os procedimentos realizados foram os seguintes: anamnese; exame clínico-neurológico; avaliação de dominância lateral (inventário de Edinburgh); avaliação de nível intelectual (teste das matrizes progressivas de Raven); avaliação do desempenho escolar (Teste de desempenho escolar<sup>15</sup>); EEG digital e análise quantitativa do EEG.

O EEG foi obtido com resolução de 12 bits, filtros de 0,5 e 35Hz, em 200 amostras por segundo, com equipamento Braintech 3.0 (EMSA Equipamentos Médicos). A impedância dos eletrodos foi mantida abaixo de 10kΩ. O exame foi realizado com a criança em decúbito dorsal, em ambiente de silêncio e baixa luminosidade. Os eletrodos foram colocados segundo o sistema internacional 10-20<sup>16</sup>, com utilização adicional de dois eletrodos aplicados a 1 cm abaixo (lado esquerdo) e acima (lado direito) do ângulo externo da fenda palpebral, com o objetivo de avaliar os movimentos oculares. Os eletrodos auriculares interligados constituíram a referência. O registro fez-se duran-

te três períodos alternados de 2 minutos em repouso com os olhos fechados e 2 minutos com os olhos abertos. Foi realizada hiperventilação por 3 minutos.

Para a análise quantitativa (EEGq) foi feita seleção de 18 a 26 janelas de 2,56s, durante vigília, em repouso (olhos fechados). Após aplicação da transformada rápida de Fourier, foram estudadas as potências absoluta e relativa nas faixas de frequência delta (até 3.9 Hz), teta (4.29 a 7.8 Hz), alfa (8.2 a 12.5Hz), alfa 1 (8,2 a 9,8Hz), alfa 2 (10,15Hz a 12,5Hz) e beta (acima de 12.89 Hz).

Foram avaliadas 257 crianças, das quais 183 preencheram os critérios de inclusão na pesquisa. Em 21 crianças houve razões adicionais de exclusão ligadas à não obtenção de EEG adequado para análise quantitativa, a saber: movimentos oculares excessivos, sonolência ou problemas técnicos. Cento e sessenta e duas crianças passaram a constituir a casuística para o estudo do EEGq. Como algumas crianças estavam nos primeiros meses de escolaridade, estas não foram incluídas no estudo das relações entre EEGq e desempenho escolar.

Foi estudada a relação entre a idade, sexo, escolaridade dos pais, desempenho escolar e potências absoluta e relativa, em vigília, com os olhos fechados, nos vários eletrodos. Os pais foram classificados segundo a escolaridade em dois grupos: analfabetos/primeiro grau incompleto; no mínimo primeiro grau completo.

Para obtenção de distribuição normal, os valores da potência absoluta (X) foram substituídos por seus logaritmos,  $Y = \log(X)$ , e os da potência relativa (R) foram transformados pelo Logit,  $Y = \log(R/1 - R)$ <sup>17</sup>.

Para avaliação da influência da idade e do desempenho escolar, foi realizada análise de variância, sendo utilizado o teste da diferença significativa de Tukey para comparações múltiplas com F significativa.

O nível de significância foi 0,05, mas como foram feitas avaliações relativas a 19 eletrodos e levando em conta a possibilidade de inflação do erro alfa, também foi considerado o nível de 0,0025 ( $0,05/19=0,0025$ ), pela correção de Bonferroni. Foi, ainda, realizada análise de regressão múltipla.

Para avaliação da relação entre sexo e escolaridade dos pais com as potências absoluta e relativa das várias bandas de frequência da atividade elétrica cerebral foi aplicado o teste t de Student.

Foi elaborado programa que permite a comparação de um indivíduo com o banco de dados ora composto, por faixa etária, apresentando os resultados de modo topográfico, em termos de desvio padrão em relação aos indivíduos normais.

## RESULTADOS

Da Tabela 1 consta a distribuição dos indivíduos incluídos no estudo do EEGq, segundo a idade e o sexo.

*Idade e potência absoluta* - As médias dos logaritmos da potência absoluta, segundo a idade, nas faixas delta e teta, constam, respectivamente, das

Tabelas 2 e 3. Nestas tabelas também estão referidos os valores da probabilidade (p) de acordo com o teste de ANOVA, na análise da influência da idade sobre a potência absoluta, para cada eletrodo. Houve diminuição significativa das potências absolutas delta e teta em quase todos os eletrodos, para  $p < 0,05$  (Tabelas 2 e 3). A diminuição ocorreu especialmente na comparação entre as crianças de 7 com as de 10 e de 11 anos de idade (teste de Tukey HSD).

Utilizando-se análise de regressão múltipla, permanece significativa a influência da idade na potência absoluta delta nos eletrodos F7, Fp1, T6, P4 e Cz e da potência absoluta teta nos eletrodos O1, F8, T6, Fz, Cz e Pz.

Não houve diferença significativa com a idade, na potência absoluta alfa 1 e alfa 2.

Quanto à atividade beta, em nenhum eletrodo foi atingido o nível de significância de  $p < 0,0025$  e em apenas 3 o nível de  $p < 0,05$ , quanto à idade.

*Idade e potência relativa* - Houve, com a idade, diminuição significativa da potência relativa delta em alguns eletrodos, mas somente para  $p < 0,05$ . Na comparação entre as várias idades (teste de Tukey

Tabela 1. Distribuição das 162 crianças incluídas no estudo do EEGq, segundo a idade e o sexo.

Idade (anos)	Sexo masculino		Sexo feminino		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
7	16	9,9	16	9,9	32	19,8
8	15	9,3	15	9,3	30	18,5
9	15	9,3	19	11,7	34	21,0
10	19	11,7	15	9,3	34	21,0
11	16	9,9	16	9,9	32	19,8
Total	81	50,0	81	50,0	162	100

HSD), quando  $p < 0,05$  no teste de ANOVA, as diferenças ocorreram predominantemente na comparação entre 8 e 11 anos.

Na análise de regressão múltipla, a diminuição da potência relativa delta foi significativa para os eletrodos F3, F7, P3, F8, Fp2 e Fz.

A potência relativa teta mostrou decréscimo com a idade em T5, P3, O1 e O2, ao nível de  $p < 0,05$ ,

Tabela 2. Médias dos logaritmos da potência absoluta da atividade delta segundo os eletrodos e a idade. Valores de p (ANOVA) para cada eletrodo, segundo a idade.

Eletrodo	Valor de p	7 anos	8 anos	9 anos	10 anos	11 anos
F7	0,025*	8,96	8,76	8,73	8,70	8,70
T3	0,041*	8,69	8,68	8,53	8,47	8,50
T5	0,016*	9,22	9,21	9,07	8,99	8,94
Fp1	0,003*	9,24	9,11	9,07	8,96	8,94
F3	0,008*	9,36	9,24	9,19	9,12	9,09
C3	0**	9,42	9,32	9,17	9,09	9,09
P3	0,003*	9,63	9,50	9,36	9,32	9,34
O1	0,016*	9,75	9,66	9,48	9,44	9,37
F8	0**	8,99	8,75	8,75	8,66	8,67
T4	0,007*	8,65	8,67	8,60	8,43	8,45
T6	0,242*	9,22	9,14	9,07	9,01	8,99
Fp2	0**	9,32	9,16	9,09	8,98	9,00
F4	0**	9,39	9,32	9,21	9,16	9,10
C4	0**	9,44	9,37	9,20	9,14	9,11
P4	0**	9,64	9,55	9,39	9,28	9,31
O2	0,011*	9,81	9,68	9,54	9,40	9,43
Fz	0**	9,55	9,40	9,33	9,27	9,22
Cz	0**	9,79	9,67	9,55	9,44	9,45
Pz	0**	9,79	9,64	9,51	9,44	9,45

\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,0025$

especialmente na comparação entre 7 e 11 anos de idade. Na análise multivariada, a diminuição foi significativa em F3, P3, F8, O2, Fz e Pz.

Houve aumento significativo (para  $p < 0,01$ ), na maioria dos eletrodos, na potência relativa alfa total, essencialmente ligada ao aumento da potência relativa alfa 2 (Tabela 4), desde que para a potência alfa 1 não houve modificação significativa. Na análise multivariada, as diferenças de alfa 2 com a idade foram significativas para os eletrodos F7, T3, F3, C3, P3, T6, F4, C4, O2 e Fz.

Quanto à potência relativa beta, apenas em C3 e O1 e a nível de  $p < 0,05$  houve aumento significativo com a idade.

*Sexo e potências absoluta e relativa* - Não houve diferenças estatisticamente significativas quanto ao sexo nas potências absoluta e relativa nas várias faixas de frequência e nos vários eletrodos.

*Escolaridade dos pais e potências absoluta e relativa* - Não houve diferenças significativas das potências

absoluta e relativa segundo a escolaridade da mãe. Em relação à escolaridade do pai, não houve diferenças para a potência absoluta, mas em relação à relativa delta, esta foi maior ( $p < 0,05$ ) quando os pais tinham no mínimo primário completo do que quando analfabetos ou com primário incompleto, para os eletrodos F7, T3, T5, Fp1, F3, C3, F8, T4, F4, C4, P4, Fz, Cz e Pz. O nível de significância de 0,0025 não foi atingido em nenhum eletrodo.

*Desempenho global no teste de desempenho escolar e potências absoluta e relativa* - Da Tabela 5 constam as médias dos logaritmos da potência absoluta da faixa alfa e os valores de  $p$  para os vários eletrodos. Observa-se que houve associação significativa entre a maior potência alfa e o melhor desempenho no teste de desempenho escolar para a maioria dos eletrodos, atingindo o nível de  $p < 0,0025$  em T5 e O1. A potência absoluta delta também foi maior conforme o melhor desempenho no TDE nos eletrodos F8, T3, T5 e Fp1, mas a nível de  $p < 0,05$ .

Tabela 3. Médias do logaritmo da potência absoluta da atividade teta segundo os eletrodos e a idade. Valores de  $p$  (ANOVA) para cada eletrodo, segundo a idade.

Eletrodo	Valor de p	7 anos	8 anos	9 anos	10 anos	11 anos
F7	0,142	9,21	8,98	9,00	8,87	9,01
T3	0,011*	9,26	9,05	8,96	8,81	8,98
T5	0,010*	10,20	9,89	9,87	9,64	9,70
Fp1	0,012*	9,61	9,36	9,36	9,18	9,28
F3	0,005*	10,03	9,76	9,76	9,57	9,69
C3	0**	10,21	9,96	9,83	9,66	9,83
P3	0,003*	10,61	10,24	10,12	10,06	10,23
O1	0,001**	10,89	10,50	10,38	10,21	10,25
F8	0**	9,35	9,00	9,05	8,82	9,00
T4	0,011*	9,20	9,06	9,02	8,74	8,94
T6	0,096	10,13	9,86	9,87	9,65	9,77
Fp2	0,024*	9,62	9,42	9,42	9,22	9,35
F4	0,012*	10,05	9,83	9,79	9,62	9,77
C4	0,007*	10,20	10,00	9,86	9,75	9,87
P4	0,007*	10,54	10,29	10,17	10,00	10,18
O2	0,004*	10,89	10,57	10,51	10,20	10,29
Fz	0,005*	10,30	9,97	10,00	9,81	9,99
Cz	0**	10,69	10,38	10,33	10,12	10,43
Pz	0,007*	10,77	10,44	10,36	10,23	10,43

\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,0025$

## DISCUSSÃO

O conhecimento do normal foi objeto de vários estudos buscando melhor compreender aspectos do desenvolvimento e estabelecer bancos de dados normais que possibilitassem análise comparativa com indivíduos ou grupos de pacientes<sup>1,3,18</sup>. Nesta pesquisa estudamos uma faixa etária relativamente reduzida – 7 a 11 anos – mas de grande importância pelas transformações relevantes que ocorrem no desenvolvimento de modo geral e, em particular, da atividade elétrica cerebral. Os critérios de inclusão foram similares aos de outros estudos<sup>1,7,12,19</sup>.

Os parâmetros potência absoluta e potência relativa nas faixas clássicas de frequências delta, teta, alfa e beta têm sido amplamente utilizados, seja na descrição da evolução do EEG normal seja na prática clínica, razão pela qual foram utilizados nesta pesquisa.

A diminuição da potências absoluta nas faixas delta e teta com a idade, encontrada neste estudo, já foi assinalada em outras pesquisas<sup>3,8</sup>, assim como o

aumento da potência relativa alfa 2 e redução da potência delta e teta<sup>1,3,8,19-21</sup>. Embora esses achados sejam compatíveis com uma validade transcultural, são necessários estudos estatísticos complexos e sobre parâmetros equivalentes para a sua caracterização.

Quanto ao sexo, diferenças têm sido apontadas. As meninas teriam menos atividade alfa e mais teta e desenvolveriam mudanças mais acentuadas para igualar-se aos meninos<sup>13,22-24</sup>. Essas diferenças seriam mais acentuadas até os 6 anos. Neste estudo não foi observada influência significativa do sexo sobre os parâmetros do EEG quantitativo, talvez devido à faixa etária estudada.

Aumento da potência relativa das faixas lentas foi descrita em crianças com distúrbios de aprendizado<sup>13,25-27</sup>. Neste estudo, as crianças não têm distúrbio de aprendizado e as diferenças do EEGq conforme o desempenho escolar não ocorreram, em essência, nas faixas lentas mas com a potência alfa segundo o melhor desempenho escolar. Não encontramos

Tabela 4. Médias da potência relativa da atividade alfa 2 segundo os eletrodos e a idade. Valores de p (ANOVA) para cada eletrodo, segundo a idade.

Eletrodo	Valor de p	7 anos	8 anos	9 anos	10 anos	11 anos
F7	0,027*	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06
T3	0,005*	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08
T5	0,028*	0,06	0,07	0,08	0,10	0,11
Fp1	0,098	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06
F3	0,300	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07
C3	0,020*	0,07	0,07	0,08	0,08	0,11
P3	0,008*	0,05	0,06	0,08	0,09	0,11
O1	0,007*	0,07	0,08	0,10	0,12	0,13
F8	0,091	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07
T4	0,022*	0,05	0,06	0,07	0,07	0,09
T6	0,050	0,07	0,07	0,09	0,10	0,12
Fp2	0,072	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06
F4	0,333	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07
C4	0,084	0,06	0,07	0,08	0,08	0,11
P4	0,006*	0,06	0,06	0,08	0,08	0,11
O2	0,007*	0,06	0,08	0,10	0,12	0,13
Fz	0,112	0,05	0,05	0,06	0,07	0,09
Cz	0,033*	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07
Pz	0,006*	0,05	0,05	0,06	0,07	0,09

\* p<0,05

Tabela 5. Médias do logaritmo da potência absoluta da atividade de alfa segundo os vários eletrodos e o desempenho global no Teste de Desempenho Escolar. Valores de p (ANOVA) para cada eletrodo, segundo a idade.

Eletrodo	Valor de p	Superior	Médio	Inferior
F7	0,050	10,23	10,05	9,89
T3	0,024*	10,35	10,21	9,95
T5	0,001**	11,77	11,47	11,07
Fp1	0,024*	10,53	10,37	10,17
F3	0,011*	10,98	10,79	10,58
C3	0,018*	11,39	11,18	10,95
P3	0,018*	11,95	11,72	11,48
O1	0,001**	12,84	12,55	12,12
F8	0,040*	10,24	10,11	9,91
T4	0,076	10,41	10,23	10,08
T6	0,073	11,71	11,59	11,29
Fp2	0,041*	10,57	10,40	10,25
F4	0,063	11,00	10,85	10,69
C4	0,072	11,42	11,25	11,05
P4	0,021*	11,90	11,71	11,43
O2	0,005*	12,86	12,59	12,19
Fz	0,034*	11,15	10,93	10,80
Cz	0,029*	11,51	11,31	11,14
Pz	0,019*	11,96	11,74	11,51

\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,0025$

referência a estudos do EEGq segundo desempenho escolar em crianças sem distúrbios de aprendizado.

Na presente série, os fatores sociais representados pela escolaridade dos pais não parecem ter influência significativa nos parâmetros do EEGq, o que sugere a possibilidade de utilização dos achados presentes para a constituição de um banco de dados de aplicação ampla. Há que realçar que, face aos critérios de seleção, é possível que as crianças procedentes de faixas mais baixas do ponto de vista sócio-econômico tenham sido excluídas por apresentarem mais fatores de risco neurológico ou psiquiátrico.

Vários bancos de dados normais têm utilizado curvas de regressão como base<sup>3,8</sup>, o que tem as vantagens de menor exposição a variações amplas e ocasionais dos indivíduos de um grupo limitado de idade e de poder ser montada com número menor de indivíduos. No entanto, há a desvantagem de as curvas de regressão não serem sensíveis a mudanças que ocorram com maior intensidade de um determinado ano para outro. Neste sentido, a presente série, ao

contar com mais de 30 indivíduos em que cada faixa etária, presta-se à comparação direta de outros indivíduos com os "normais" de sua idade. Outros estudos em populações brasileiras permitiriam melhor avaliação da representatividade desta casuística.

## REFERÊNCIAS

1. Benninger C, Matthis P, Scheffner D. EEG development of healthy boys and girls: results of a longitudinal study. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1984;57:1-12.
2. Gasser T, Verleger R, Bächer P, Sroka L. Development of the EEG of school-age children and adolescents: I. Analysis of band power. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1988;69:91-99.
3. Ahn H, Prichep L, John ER, Baird H, Trepetin M, Kaye H. Development equation reflect brain dysfunctions. *Science* 1980;210:1259-1262.
4. Duffy FH. Clinical value of topographic mapping and quantified neurophysiology. *Arch Neurol* 1989;46:1133-1134.
5. American Psychiatric Association. Quantitative electroencephalography: a report on the present state of computerized EEG techniques. American Psychiatric Association Task Force on Quantitative Electrophysiological Assessment. *Am J Psychiatry* 1991;148:961-964.
6. American Academy of Neurology and American Clinical Neurophysiology Society. Assessment of digital EEG, quantitative EEG, and EEG brain mapping. *Neurology* 1997;49:277-292.
7. John ER, Ahn H, Prichep L, et al. Development equations for the EEG. *Science* 1980;210:1255-1258.
8. Alvarez A, Valdes P, Pascual R. EEG developmental equations confirmed for Cuban school children. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1987;67:330-332.
9. Harmony T, Marosi E, Diaz de León AE, Becker J, Fernández T. Effect of sex, psychosocial disadvantages and biological risk factors on EEG maturation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1990;75:482-491.
10. Harmony T, Marosi E, Becker J, et al. Longitudinal quantitative EEG study of children with different performances on a reading-writing test. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1995;95:426-433.
11. Otero GA, Poverty, cultural disadvantage and brain development: a study of pre-school children in Mexico. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1997;102:512-516.
12. Petersén I, Eeg-Olofsson O, Hagne I, Sellén U. EEG of selected healthy children. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1965;19:613-620.
13. Diaz de León AE, Harmony T, Marosi E, Becker J. Effect of different factors on EEG spectral parameters. *Int J Neurosci* 1988;43:123-131.
14. Harmony T, Alvarez A, Pascual R, et al. EEG maturation on children with different economic psychosocial characteristics. *Int J Neurosci* 1988;41:103-113.
15. Stein LM. Teste de desempenho escolar: manual para aplicação e interpretação. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1994.
16. Jasper HH. The ten-twenty electrode system of the International Federation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1958;10:371-375.
17. Gasser T, Bächer P, Möcks J. Transformation towards the normal distribution of broadband spectral parameters of the EEG. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1982;53:119-124.
18. Amador AA, Sosa PAV, Marqui P, Garcia LG, Lirio RB, Bayard B. On the structure of EEG development. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1989;73:10-19.
19. Gasser T, Jennen C, Sroka L, et al. Development of the EEG of school-age children and adolescents: II. Topography. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1988;69:100-109.
20. Matouzek M, Petersén I. Automatic evaluation of the EEG background activity by means of age dependent EEG quotients. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1973;35:603-612.
21. Dustman RE, Shearer DE, Emmerson RY. Life-span changes in EEG spectral amplitude, amplitude variability and mean frequency. *Clin Neurophysiol* 1999;110:399-1409.
22. Matthis M, Scheffner D, Benninger C, et al. Changes in the background activity of the electroencephalogram according to age. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1980;49:626-635.
23. Martinovic Z, Jovanovic V, Ristanovic D. EEG power spectra of normal preadolescent twins: gender differences of quantitative EEG maturation. *Neurophysiol Clin* 1998;28:231-248.
24. Clarke AR, Barry RJ, McCarthy R, Selikowitz L. Age and sex effects in the EEG: development of the normal child. *Clin Neurophysiol* 2001;112:806-814.
25. John ER, Prichep L, Ahn H, Easton P, Fridman J, Kaye H. Neurometric evaluation of cognitive dysfunctions and neurological disorders in children. *Progr Neurobiol* 1983;21:239-290.
26. John ER, Karmel BZ, Cornig WC, et al. Neurometrics. *Science* 1977;196:1393-1410.
27. Matousek M, Rasmussen P, Gillberg C. EEG frequency analysis in children with so-called minimal brain dysfunction and related disorders. *Adv Biol Psychiatry* 1984;15:102-108.