

1



Fédération Internationale d'Éducation Physique – FIEP

**FIEP Bulletin On-line**

ISSN-0256-6419 – Impresso

ISSN 2412-2688 - Eletrônico

[www.fiepbulletin.net](http://www.fiepbulletin.net)



2

## Original article

3

### NEUROSCIENCE IN PHYSICAL EDUCATION: BRAIN ACTIVITY OF STUDENTS IN RONDÔNIA

4

5

GEOVANE BIET DE SOUSA

6

GIOVANNA EDUARDA DA SILVA

7

ARTHUR FRANCLIN ARAÚJO JUSTINIANO

8

IMANUEL PRADO FERREIRA

9

ME. JOÃO BERNARDINO DE OLIVEIRA NETO

10

DR<sup>a</sup> SILVIA TEIXEIRA DE PINHO

11

DR. MAURICIO ROCHA CALOMENI

12

Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, Rondônia, Brasil.

13

[geovanebiet7353@gmail.com](mailto:geovanebiet7353@gmail.com)

14

15

**DOI: 10.16887/fiepbulletin.v94i1.6872**

16

17

### Summary

18

**Introduction:** It is a consensus that physical exercise induces neuroplastic changes that are associated with improvements in cognitive functions. **Objective:** to draw a profile of brain activity through analysis of tests related to the variables: working memory, focused attention and mental processing speed; through EEG electroencephalography recordings the waveforms. **Methods:** the sample consisted of 23 students aged 10 to 12 years old from a public school. EEG was used to reveal changes in brain state. For the concentrated attention test, the grid test was used, for the memory test, the Digit span was used, and to analyze mental processing speed, the double-choice reaction time test was used. **Results:** the results showed that in the Delta and Theta frequency bands the highest activities in millivolts were recorded during rest. Working memory tests had an average of 4 numbers in the correct order. Regarding the concentrated attention test, the average was 9 points. Finally, the average time that students reacted to the stimulus was 384 milliseconds. **Conclusion:** the positive correlation indicates that an increase in Alpha activity probably occurred, producing an increase in the focused attention test scores. The negative correlation indicates that an increase in Beta 1 activity in area F7 likely promoted a decrease in motor reaction time, which means an increase in mental processing speed.

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33 **Keywords:** Electroencephalogram, working memory, focused attention and processing speed.

34 **Article original**

35 **NEUROSCIENCES EN ÉDUCATION PHYSIQUE: ACTIVITÉ CÉRÉBRALE DES ÉLÈVES DE**  
36 **RONDÔNIA**

37 **Résumé**

38

39 **Introduction:** Il existe un consensus sur le fait que l'exercice physique induit des changements  
40 neuroplasiques associés à des améliorations des fonctions cognitives. **Objectif:** dresser un profil  
41 de l'activité cérébrale à travers l'analyse de tests liés aux variables : mémoire de travail, attention  
42 concentrée et vitesse de traitement mental ; grâce à l'électroencéphalographie EEG enregistrant  
43 les formes d'onde. **Méthodes:** L'échantillon était composé de 23 élèves âgés de 10 à 12 ans d'une  
44 école publique. L'EEG a été utilisé pour révéler des changements dans l'état du cerveau. Pour le  
45 test d'attention concentrée, le test de grille a été utilisé, pour le test de mémoire, l'étendue des  
46 chiffres a été utilisé et pour analyser la vitesse de traitement mental, le test de temps de réaction  
47 à double choix a été utilisé. **Résultats:** les résultats ont montré que dans les bandes de fréquences  
48 Delta et Thêta, les activités les plus élevées en millivolts ont été enregistrées pendant le repos.  
49 Les tests de mémoire de travail comportaient en moyenne 4 nombres dans le bon ordre.  
50 Concernant le test d'attention concentrée, la moyenne était de 9 points. Enfin, le temps moyen  
51 pendant lequel les étudiants ont réagi au stimulus était de 384 millisecondes. **Conclusion:** la  
52 corrélation positive indique qu'une augmentation de l'activité Alpha s'est probablement produite,  
53 produisant une augmentation des résultats aux tests d'attention focalisée. La corrélation négative  
54 indique qu'une augmentation de l'activité bêta 1 dans la zone F7 a probablement favorisé une  
55 diminution du temps de réaction motrice, ce qui signifie une augmentation de la vitesse de  
56 traitement mental.

57

58 **Mots-clés:** Électroencéphalogramme, mémoire de travail, attention focalisée et vitesse de  
59 traitement.

60

61 **Artículo original**

62

63 **NEUROCIENCIA EN EDUCACIÓN FÍSICA: ACTIVIDAD CEREBRAL DE LOS ESTUDIANTES**  
64 **DE RONDÔNIA**

65

66 **Resumen**

67

68 **Introducción:** existe consenso en que el ejercicio físico induce cambios neuroplásticos que se  
69 asocian con mejoras en las funciones cognitivas. **Objetivo:** trazar un perfil de la actividad cerebral  
70 a través del análisis de pruebas relacionadas con las variables: memoria de trabajo, atención  
71 enfocada y velocidad de procesamiento mental; a través de electroencefalografía EEG registra  
72 las formas de onda. **Métodos:** la muestra estuvo compuesta por 23 estudiantes de 10 a 12 años  
73 de una escuela pública. Se utilizó EEG para revelar cambios en el estado del cerebro. Para la  
74 prueba de atención concentrada se utilizó la prueba de cuadrícula, para la prueba de memoria  
75 se utilizó el Digit span y para analizar la velocidad de procesamiento mental se utilizó la prueba  
76 de tiempo de reacción de doble opción. **Resultados:** los resultados mostraron que en las bandas  
77 de frecuencia Delta y Theta las mayores actividades en milivoltios se registraron durante el  
78 reposo. Las pruebas de memoria de trabajo tuvieron un promedio de 4 números en el orden  
79 correcto. En cuanto a la prueba de atención concentrada, la media fue de 9 puntos. Finalmente,  
80 el tiempo promedio que los estudiantes reaccionaron al estímulo fue de 384 milisegundos.  
81 **Conclusión:** la correlación positiva indica que probablemente ocurrió un aumento en la actividad  
82 Alfa, produciendo un aumento en los puntajes de las pruebas de atención enfocada. La  
83 correlación negativa indica que un aumento en la actividad Beta 1 en el área F7 probablemente

84 promovi6 uma disminuci6n en el tiempo de reacci6n motora, lo que significa un aumento en la  
85 velocidad de procesamiento mental.

86

87 **Palabras clave:** Electroencefalograma, memoria de trabajo, atenci6n focalizada y velocidad de  
88 procesamiento.

89

90

## Artigo Original

91

### NEUROCIÊNCIA NA EDUCAÇÃO FÍSICA: ATIVIDADE CEREBRAL DE ESCOLARES DE RONDÔNIA

92

93

#### Resumo

94 **Introduç6n:** 6 um consenso que os exerc6cios f6sicos induzem mudanç as neuropl6sticas que  
95 est6o associadas a melhorias de funç6es cognitivas. **Objetivo:** o presente estudo objetivou traçar  
96 um perfil da atividade cerebral de escolares por meio dos registros de eletroencefalografia (EEG)  
97 dos traç ados das ondas cerebrais e relacionar 6s vari6veis executoras: mem6ria de trabalho,  
98 atenci6n concentrada e velocidade de processamento mental. **M6todos:** a amostra foi composta  
99 por 23 escolares de 10 a 12 anos de idade pertencentes a uma escola p6blica da cidade de Porto  
100 Velho - Rond6nia. Utilizou-se a EEG para revelar mudanç as no estado cerebral. Para o teste de  
101 atenci6n concentrada foi utilizado o teste de grade, para o teste de mem6ria foi utilizado o  
102 *DigitSpan* e para analisar a velocidade de processamento mental foi utilizado o teste de tempo  
103 de reaç6n de dupla escolha. **Resultados:** os resultados mostraram que nas faixas de frequ6ncia  
104 *Delta* e *Theta* foram registradas as maiores atividades em *milivolts* durante o repouso. Os testes  
105 de mem6ria de trabalho tiveram a m6dia de 4 n6meros na ordem correta. Referente ao teste de  
106 atenci6n concentrada a m6dia foi 9 pontos. Por fim, o tempo m6dio que os alunos reagiram ao  
107 est6mulo foi de 384 milissegundos. **Conclus6n:** a correlaç6n positiva indica que provavelmente  
108 ocorreu um aumento da atividade *Alfa*, produzindo um aumento nos escores do teste de atenci6n  
109 concentrada. A correlaç6n negativa indica que um aumento na atividade *Beta 1* na 6rea F7  
110 provavelmente promoveu uma diminuiç6n do tempo de reaç6n motora, o que significa um  
111 aumento na velocidade de processamento mental.

112

113

114 **Palavras-chave:** Eletroencefalograma, mem6ria de trabalho, atenci6n concentrada e velocidade  
115 de processamento.

## 116 Introdução

117 Educação Física é uma disciplina do compêndio curricular dos vários níveis de ensino do  
118 ensino formal nas escolas Brasileiras e fundamentada com base em princípios cívicos voltados  
119 ao bom desenvolvimento pessoal, social e intelectual de alunos fazendo parte do corpo social de  
120 cada unidade de ensino destinada a estes fins. Como disciplina obrigatória do currículo em cada  
121 uma dessas unidades é destinada a proporcionar oportunidades plurais de aprendizagens que  
122 possam garantir-lhes capacidades pessoais adequadas à efetiva participação em atividades  
123 normativas e especiais na cultura em que vivem, ou seja, tanto daquelas relacionadas às funções  
124 laborais comuns próprias à idade de cada um, quanto das inerentes à própria vida escolar e das  
125 especiais vinculadas a esportes, jogos, danças e lutas dentre outras. Sempre associadas a  
126 conceitos de valorização e manutenção de hábitos saudáveis, busca por qualidade de vida e  
127 saúde plena (JOAQUIM, 2011).

128 Sabe-se que o corpo em sua totalidade é comandado pelo cérebro através de estímulos  
129 elétricos que são enviados e recebem informações por neurônios para que a ação seja executada  
130 da forma desejada. Os neurônios geram sinais elétricos e esses sinais podem ser medidos  
131 através de um exame que se chama eletroencefalograma (EEG) (CAIMAR, 2020).

132 Existe uma crescente investigação no campo da Neurociência sobre a identificação de  
133 perfis cognitivos (padrão de atividade cerebral). Estes estudos utilizam instrumentos  
134 neurocientíficos, por exemplo o EEG, para a observação, quantificação e interpretação de  
135 evidências neuronais (SPINDOLA, 2010). É um consenso que os exercícios físicos induzem  
136 mudanças neuroplásticas que estão associadas a melhorias de funções cognitivas.

137 Enquanto pensada sob o viés da sua estruturação, a memória tem sido definida como  
138 processos ativos, devendo ser assim analisada já que para adquiri-la, em um nível adequado,  
139 um aprendiz precisa envolver-se em tarefas de busca por informações novas ou passadas, estar  
140 relativamente atento às mesmas, efetivar múltiplas comparações e análises pertinentes a  
141 conteúdos já conhecidos (aprendido em algum nível) e memorizar os conteúdos delas  
142 resultantes, quer seja em uso e/ou em formato de estocagem (YANNIER *et al*, 2021; DREW,  
143 2020; LOUIS *et al*, 2019; BARTHOLOMEW *et al*, 2018).

144 Embora vários estudiosos definam memória como sendo um constructo de “durabilidade”  
145 relativamente longa, alguns estudos na linha da aprendizagem neural defendem a noção de que  
146 na ocorrência de qualquer quantitativo de memorização (e da cognição a ele inerente) este,  
147 embora possível de jamais vir a ser lembrado, possivelmente jamais será perdido. Portanto, uma  
148 concepção de linhagem teórica que não admite perdas de eventos memorizados, e sim,  
149 possíveis ineficácias em termos dos mecanismos próprios e/ou interativos à função de  
150 memorizar. Concepção esta análoga à fundamentação da aprendizagem neuronal que explica  
151 aprendizagem associativamente a neurônios que aprendem sob forma de estruturação definitiva  
152 (LUCZAK, MCNAUGHTON, KUBO, 2022; ATTINGER, WANG, KELLER, 2017).

153 Um outro processo cognitivo, além da memória, a ser estudado é a atenção, que segundo  
154 Samulski (2009) é um estado intenso e seletivo da percepção. Quando se recebe vários  
155 estímulos do ambiente é preciso interpretá-los e compreendê-los. A atenção concentrada  
156 compreende a focalização da atenção em um determinado objeto ou em uma ação. É a  
157 capacidade de dirigir conscientemente a atenção a um local específico no campo da percepção  
158 (MATIAS & GRECO, 2010). e, a Educação Física Escolar tem um papel fundamental na  
159 aprendizagem deste processo cognitivo, objetiva-se que o aluno consiga prestar atenção no que  
160 é mais relevante para ele naquele momento.

161 Referente a velocidade de processamento, este tipo de processamento, caracteriza-se  
162 por uma sequência de estágios de armazenamento de estímulos, por tempo extremamente curto,  
163 tendo este objetivo de análise primária à adequação de resposta rápida e mais inerente possível  
164 ao estímulo identificado. Portanto, tendo expressão de importância fundamental na qualidade da  
165 operacionalidade da memória considerando-se tal operacionalidade em funções de

166 armazenamento e produção respostas efetivas a eventos de estímulos inerentes à vida humana  
167 como um todo (MIOTO *et al*, 2012).

168 Pesquisas dedicadas aos estudos dos aspectos cognitivos, subjacentes à aprendizagem  
169 em diferentes domínios, têm dado papel de destaque à velocidade de processamento por ser  
170 uma das habilidades cognitivas fundamentais que apoia a aprendizagem. A velocidade de  
171 processamento refere-se à eficiência com que tarefas cognitivas simples são executadas  
172 (GEARY, HORD, & HAMSON, 1999).

173 Portanto, pesquisas abrangendo as relações entre exercícios físicos e mentais, focadas  
174 em população de escolares, certamente poderão dar maior credibilidade científica a métodos e  
175 técnicas de ensino que viabilizem crescentes melhores produtividade à arte de ensinar, bem  
176 como melhor aproveitamento do processo de desenvolvimento geral de escolares em qualquer  
177 nível de aprendizagem.

178 Para estruturar um processo de aprendizagem, necessita-se da capacidade de processar  
179 informações de forma eficiente, a atenção concentrada, e a memória de trabalho são os alicerces  
180 para esse processo, e em uma abordagem neurofisiológica o desempenho destas variáveis está  
181 diretamente relacionado com o padrão como os neurônios corticais se interconectam em áreas  
182 cerebrais específicas, o que pode ser mensurado através da eletroencefalografia.

183 Considerando-se que o estado da arte da literatura em aprendizagem e cognição  
184 evidencia que exercícios físicos possuem relações intrínsecas em termos de positividade de  
185 efeitos sobre as variáveis (1) memória de trabalho, (2) atenção concentrada, (3) velocidade de  
186 processamento mental e (4) padrões de ondas corticais, o objetivo desta pesquisa foi traçar um  
187 perfil da atividade cerebral de escolares por meio dos registros de eletroencefalografia (EEG)  
188 dos traçados das ondas cerebrais e relacionar às variáveis executoras: memória de trabalho,  
189 atenção concentrada e velocidade de processamento mental.

## 190 **Métodos**

191 A amostra foi composta por 23 escolares de 10 a 12 anos de idade pertencentes a uma  
192 escola pública de Porto Velho - Rondônia. Utilizou-se a eletroencefalografia (EEG) que é uma  
193 técnica não invasiva de monitoramento utilizada para revelar mudanças no estado cerebral de  
194 uma pessoa submetida a diferentes condições experimentais com uma excelente resolução  
195 temporal. Para o teste de atenção concentrada foi utilizado o teste de grade, para o teste de  
196 memória foi utilizado o *Digit Span* e para analisar a velocidade de processamento mental foi  
197 utilizado o teste de tempo de reação de dupla escolha.

198 Foram incluídos na amostra, estudantes que fossem voluntários para o estudo e que  
199 participassem regularmente das aulas de Educação Física oferecidas nas escolas alvos, com  
200 idades entre 7 e 12 anos. Incluso também, os estudantes que os pais ou responsáveis  
201 autorizaram e assinaram os termos de consentimento por escrito (TCLE).

202 Foram excluídos os estudantes que os responsáveis legais não deram autorização por  
203 escrito (TCLE) para participação no estudo e que possuíssem algum tipo de transtorno de  
204 desenvolvimento que os impeçam de participar das etapas da pesquisa.

## 205 **Instrumentos**

207 Para a coleta de dados foram utilizados 4 instrumentos: três para mensurar as variáveis  
208 executoras atenção concentrada, velocidade de processamento e memória de trabalho; e um  
209 instrumento padrão ouro para verificar o comportamento da atividade cerebral.

210 Para mensurar a atenção concentrada foi utilizado o Teste de Grade que consiste em uma  
211 tabela com números de 00 a 99 organizados de forma aleatória. O avaliado teve 2 minutos para  
212 marcar os números de forma crescente começando do 00. Há ainda, uma tentativa que se  
213 desconsidera, somente para adaptação ao teste.

214 Para a velocidade de processamento foi utilizado o *Software* desenvolvido por Okazaki  
215 (2011) disponível gratuitamente pela *internet*. O teste tem o objetivo de analisar o tempo de  
216 reação, sendo configurado para dupla escolha, ou seja: duas letras do teclado F e H. O avaliado  
217 tem 5 tentativas para apertar a tecla que aparece na tela do computador o mais rápido possível,  
218 foi validado o menor resultado dessas tentativas. Destas 5 tentativas, duas eram de adaptação  
219 e em três os valores foram contabilizados.

220 Para mensurar a memória de trabalho foi utilizado o teste denominado *DigitSpan*  
221 desenvolvido por Jared Blackburn (2011), o seu uso permite a verificação da capacidade do  
222 avaliado de memorizar eventos presentes por um curto tempo de armazenamento. Ele se trata  
223 de um *Software* instalado em um computador e se caracteriza pela apresentação de números  
224 em relação aos quais o examinador solicita e o avaliado deve repetir a série de números por  
225 último apresentada, o teste encerra quando o avaliado erra a última sequência. Também houve  
226 uma tentativa de adaptação.

227 Para registrar as frequências das ondas cerebrais foi utilizado um aparelho de  
228 eletroencefalograma do modelo *Nano EEG – Icelera*, uma touca que auxilia no aterramento dos  
229 pontos determinados para esse estudo no córtex para evitar qualquer erro de posicionamento e  
230 dando um resultado mais seguro. Os pontos avaliados neste estudo foram os *sites* do sistema  
231 internacional 10-20, os *sites* selecionados foram: Cz, C3, F7, C4 e F8.

## 232 **Análise Estatística**

233 Inicialmente os dados foram tratados para caracterização da amostra e análise descritiva.  
234 Para tanto, foram determinadas a tendência central (média aritmética), os valores extremos  
235 (mínimo e máximo), e os desvios padrões dos valores coletados em cada uma das variáveis  
236 eleitas para o estudo. Além disso, foi calculado o percentil referente à quantidade de indivíduos  
237 do sexo masculino e feminino que compuseram a amostra. Como análise complementar e com  
238 objetivo de se determinar o nível de relação entre as variáveis, determinou-se o coeficiente de  
239 correlação de *Pearson* ( $r$ ).

## 240 **Resultados e Discussão**

241 A amostra foi composta por 53% dos indivíduos do sexo feminino e 47% do sexo  
242 masculino, com idade média em 11 anos, estatura em 1,5 metros, e, massa corporal em 45,9Kg.  
243 Todos os dados necessários para caracterização da amostra estão detalhados na tabela 1.

244 Tabela 1. Dados de caracterização da amostra.

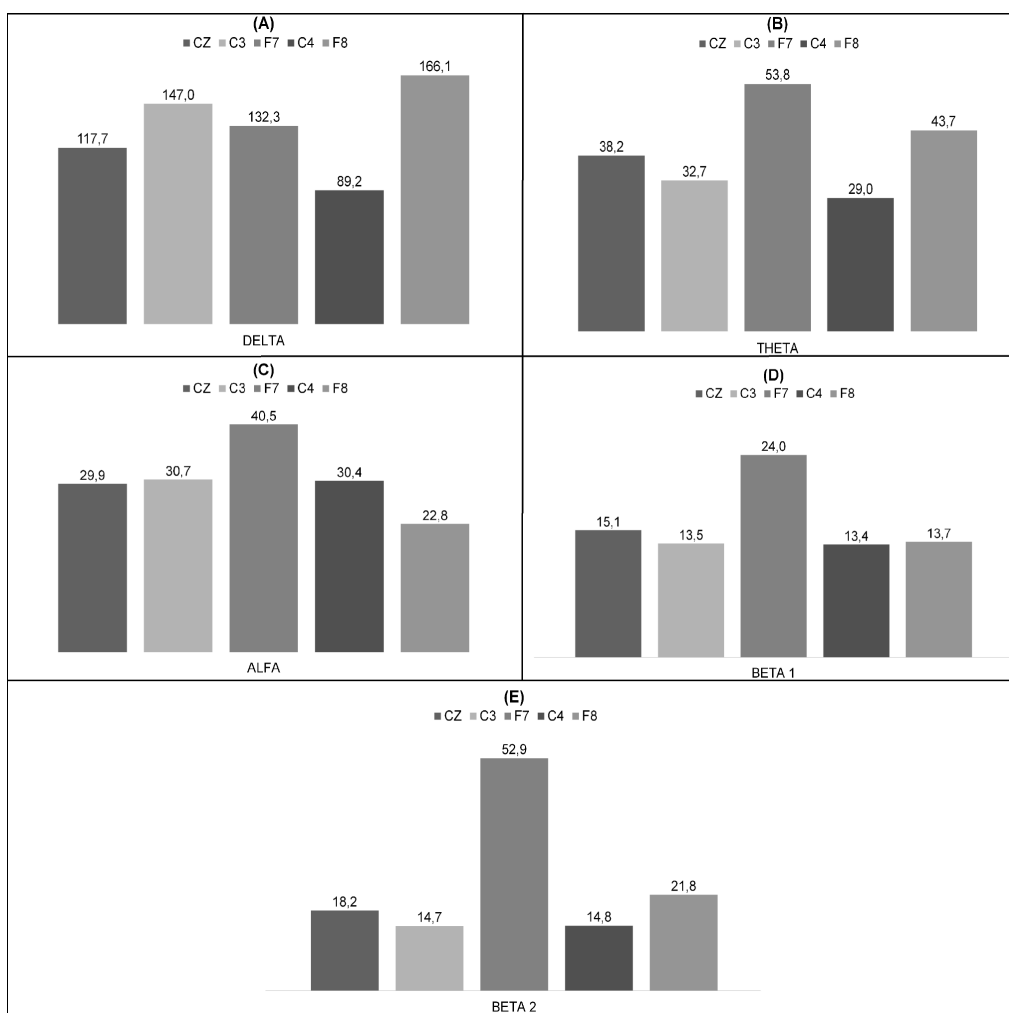
	IDADE (anos)	ESTATURA (m)	MASSA CORPORAL (Kg)
Mínimo	10	1,3	32,7
Média	11	1,5	45,9
Máximo	12	1,7	84,4
DP	0,7	0,1	14,0

245

246 Na figura 1 estão plotados os dados referentes à atividade neuroelétrica durante o  
247 repouso nas faixas de frequência Delta (0 a 5 Hz), Theta (4 a 8 Hz), Alfa (8 a 13 Hz), Beta 1 (14  
248 a 20Hz) e Beta 2 (20 a 30HZ) nos pontos Cz, C3, F7, C4 e F8.

249 A figura 2 mostra que nas faixas de frequência Delta e Theta foram registradas as maiores  
250 atividades em milivolts durante o repouso o que indica um estado não favorável para  
251 aprendizagem, uma vez que segundo Newson e Thiagarajan (2019) um padrão aumentado  
252 destas frequências e à diminuição do padrão das frequências mais altas estão associados a  
253 vários transtornos tais como o *déficit* de atenção.

254 Todavia, outra observação importante é que durante essa mesma avaliação as áreas  
255 frontais dos participantes do estudo se mantiveram mais ativas, mesmo com o estado de  
256 relaxamento físico. Pois, com exceção da frequência Delta que teve a maior atividade elétrica  
257 em milivolts no ponto F8, em todas as outras áreas cerebrais a maior atividade elétrica foi  
258 registrada no ponto F7. Isso faz sentido uma vez que há consenso que as redes neurais  
259 existentes nas áreas frontais estão envolvidas na regulação da cognição e do comportamento  
260 (FRIEDMAN e ROBBINS, 2022).



261

262 Figura 2. Plotagem da atividade elétrica cerebral em milivolts (mV) durante o repouso. (A)  
263 Frequência cerebral Delta; (B) Frequência cerebral Theta; (C) Frequência cerebral Alfa; (D)  
264 Frequência cerebral Beta 1; (E) Frequência cerebral Beta 2).

265

266 Os próximos dados a serem apresentados são relativos aos testes aplicados para avaliar  
267 as funções executivas de memória de trabalho, velocidade de processamento mental e atenção  
268 concentrada. Os dados estão dispostos na tabela 2.

269 Em média, os participantes do estudo alcançaram a pontuação 9 durante o tempo  
270 destinado a avaliação da atenção concentrada. Tal score parece ser satisfatório, haja vista que  
271 em outro estudo Geamonond (2019) com amostra semelhante, e utilizando o mesmo teste, foi  
272 encontrado que após dez sessões de iniciação a natação apresentaram resultados significativos  
273 (pré 6 pontos e no pós 10 pontos) sobre a atenção concentrada em crianças que se ingressaram  
274 em um programa de iniciação esportiva em esportes aquáticos.

275

276 Tabela 2. Apresentação da tendência central, extremos e desvio padrão dos escores obtidos nos  
277 testes de atenção concentrada (teste de grade); velocidade de processamento mental (tempo de  
278 reação motora); memória de trabalho (*digit span*).

	Atenção Concentrada (*)	Velocidade de Processamento Mental (**)	Memória de Trabalho (***)
Mínimo	2	0,265	2
Média	9	0,384	4
Máximo	21	0,571	6
DP	4	0,097	1

279 (\*) score representa a maior pontuação obtida do teste de grade para avaliação da atenção  
280 concentrada;

281 (\*\*) tempo em milissegundos registrado no teste de tempo de reação motora de dupla escolha;

282 (\*\*\*) número máximo de sequências de números recordadas na ordem correta no teste Digit  
283 Spam;

284

285 Já com relação à velocidade de processamento de informação, o tempo médio que os  
286 participantes reagiram ao estímulo apresentado foi de 384 milissegundos, o que é um bom  
287 resultado quando comparado ao estudo de Aleixo, Teixeira e Vieira (2012) que avaliou o tempo  
288 de reação de 10 crianças com idades entre 9 e 11 anos com resultado de 538 milissegundos.

289 A última função executiva avaliada foi a memória de trabalho, nessa avaliação os  
290 participantes do estudo em média conseguiram recordar sequências de até 4 dígitos na ordem  
291 direta, o que pode ser considerado um score baixo uma vez que em seu estudo, Dourado (2021)  
292 ao avaliar 12 estudantes entre 9 e 12 anos diagnosticados com TDAH com esse mesmo teste  
293 encontrou, em média, que as crianças recordaram sequências de até 7 dígitos. Por fim, para se  
294 estabelecer as relações entre as variáveis apresentadas à tabela 3 traz os coeficientes de  
295 correlação (r).

296

297 Tabela 3. Apresentação dos coeficientes de correlação de *Pearson* (r) entre os escores  
298 obtidos a partir do desempenho nos testes de atenção concentrada, tempo de reação e memória



299 de trabalho e a atividade elétricas nas frequências Delta, Theta, Alfa, Beta 1 e Beta 2, nas áreas  
 300 funcionais observadas.

Frequências	Áreas	Atenção Concentrada	Tempo de Reação	Memória de Trabalho
Delta	Cz	-0,3	-0,1	-0,2
	C3	-0,1	0,1	-0,3
	F7	-0,4	-0,4	-0,4
	C4	-0,4	-0,3	-0,3
	F8	-0,1	-0,4	0,5
Theta	Cz	0,1	0,0	0,0
	C3	0,3	0,1	-0,2
	F7	-0,3	-0,5	-0,2
	C4	-0,1	-0,3	-0,5
	F8	-0,1	-0,3	0,4
Alfa	Cz	0,4	0,0	-0,1
	C3	<b>0,6*</b>	,00	0
	F7	-0,2	-0,5	-0,2
	C4	0,6*	-0,1	-0,1
	F8	0,1	-0,2	0,3
Beta 1	Cz	0,3	-0,1	0,2
	C3	<b>0,6*</b>	-0,1	0,1
	F7	-0,2	<b>-0,6*</b>	-0,1
	C4	0,5	-0,3	0,0
	F8	0,0	-0,1	0,1
Beta 2	Cz	0,0	-0,1	0,1
	C3	0,5	-0,1	0,1
	F7	-0,3	-0,5	-0,3
	C4	0,5	-0,4	0,0
	F8	-0,4	0,1	-0,3

301 \* indica correlação forte (>0,5 ou >-0,5)

302 As correlações positivas mais fortes encontradas ( $r > 0,5$ ) foram entre o desempenho no  
 303 teste de atenção concentrada e a atividade na frequência Alfa nas áreas C3 e C4, e, na  
 304 frequência Beta 1 na área C3. A correlação positiva indica que provavelmente um aumento da  
 305 atividade Alfa nestas áreas produziria um aumento nos escores do teste de atenção concentrada  
 306 (melhora no desempenho). Com isso, o aumento da atividade *Alfa* pode estar relacionado a duas  
 307 funções da atenção: a de supressão e a de seleção de informações em um determinado  
 308 momento e contexto (KLIMESCH, 2012). Ao revisar a literatura sobre o tema Van Diepen, Foxe  
 309 e Mazaheri (2019) apontam que mudanças no poder da banda Alfa são um mecanismo para  
 310 dirigir a atenção. Ou seja, a informação irrelevante seria filtrada pelo aumento da atividade alfa  
 311 nas regiões associadas ao processamento da informação.

312 Outra correlação forte, desta vez negativa, foi observada entre o escore do tempo de  
 313 reação motora com a frequência cerebral Beta 1 no ponto F7. A correlação negativa indica que  
 314 um aumento na atividade Beta 1 na área F7 provavelmente promoveria uma diminuição do tempo  
 315 de reação motora, o que significa uma melhora na velocidade de processamento mental.  
 316 Segundo Pasri (2019), a onda Beta correlaciona-se com a consciência normal, a qual estamos  
 317 vivendo no dia a dia ou até mesmo em um estado de alerta mais apurado ou até mesmo  
 318 raciocínio lógico, entretanto, a onda beta em nosso cotidiano é a que mais está ativa diariamente,  
 319 ela aumenta consequentemente conforme o aumento do nível de estresse e ansiedade.  
 320 Especificamente com relação à memória de trabalho a oscilação Beta recruta circuitos que

321 mantém as informações para estruturação da memória de trabalho (ELSHAFEI, ZHOU e  
322 HAEGENS, 2021).

## 323 **Conclusão**

324

325 Conclui-se que as crianças avaliadas no presente estudo apresentaram maior atividade  
326 elétrica cortical nas frequências Delta e Theta, e que a maior atividade dessas ondas cerebrais  
327 mais lentas provavelmente impactou negativamente no processamento da memória de trabalho.  
328 Os escores do tempo de reação motora e da atenção concentrada parecem não terem sido  
329 influenciados pela alta atividade cerebral nas frequências mais lentas.

330 As análises correlacionais feitas apontam que um aumento na atividade cerebral em  
331 frequências mais rápidas produziria melhores desempenhos na velocidade de processamento  
332 de informação e atenção concentrada. Especificamente, um aumento da atividade Alfa produziria  
333 um aumento na atenção concentrada, e, o aumento da atividade na frequência Beta induziria  
334 uma melhora na velocidade do processamento mental.

335 Por fim, sugere-se que outros estudos como este sejam conduzidos para se verificar se  
336 as possibilidades levantadas aqui, de que o estímulo ao aumento da atividade Alfa e Beta  
337 produziria melhora no desempenho da atenção concentrada e da velocidade de processamento  
338 de informação possam ser confirmadas.

## 339 **Referências**

340

341 1. ALEIXO, I. M. S., TEIXEIRA, F. A. C., & VIEIRA, M. M. Relação entre tempo de reação e  
342 tempo de movimento em uma habilidade motora com crianças. **Motricidade**, Portugal, v. 8,  
343 n. 2, p. 1032-1037, 2012.

344 2. ATTINGER A., WANG B., KELLER G. B. Visuomotor Coupling Shapes the Functional  
345 Development of Mouse Visual Cortex. **Cell**. v. 14, p. 1291–1302, 2017.

346 3. BARTHOLOMEW, J. B., JOWERS, E. M., ROBERTS, G., FALL, A. M., ERRISURIZ, V. L., &  
347 VAUGHN, S. AI increases children's physical activity across demographic subgroups.  
348 **Translational Journal of the American College of Sports Medicine**, v. 3, n. 1, 2018.

349 4. CAIMAR, B. A., LOPES, G. C. D. Frequência das ondas cerebrais: uma perspectiva da  
350 Neurociência. **Revista Científica Cognitionis**, vol. 3, n. 2, 2020, semestre 2.

351 5. GEAMONOND, L. Dez sessões de iniciação a natação são suficientes para gerar mudanças  
352 sobre a atenção concentrada em crianças? **Revista Universitaria de la Educación Física y**  
353 **el Deporte**. Montevideo (Uruguay), v. 12, n. 12, p. 46 - 52. ISSN 1688-4949.

354 6. DOURADO, Danilo Sanchez Gouvêa. **Efeito do treinamento de artes marciais no**  
355 **desempenho das funções executivas e nos sintomas do transtorno do déficit de**  
356 **atenção/hiperatividade em crianças de nove a 12 anos**. 2021. Dissertação (Mestrado em  
357 Pediatría) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

358 7. DREW, Chris. (October 11, 2020). 17 Great Active Learning Examples. **Helpful Professor**.  
359 <https://helpfulprofessor.com/active-learning-examples/>

360 8. ELSHAFEI, H. A., ZHOU, Y. J., & HAEGENS, S. Shaping information processing: the role of  
361 oscillatory dynamics in a working-memory task. **BioRxiv**, Novembro, 2021 DOI:

- 362 <https://doi.org/10.1101/2021.04.27.441620>. Disponível em:  
363 <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.04.27.441620v2>. Acesso em: 26 out. 2023.
- 364 9. FRIEDMAN, Naomi; ROBBINS, Trevor. **The role of prefrontal cortex in cognitive control**  
365 **and executive function**. *Neuropsychopharmacology*, v. 47, n. 1, p. 72-89, 2022. DOI:  
366 <https://doi.org/10.1038/s41386-021-01132-0>. Disponível em: <https://rdcu.be/dpzSe>. Acesso  
367 em: 26 out. 2023.
- 368 10. GEARY, D.C., HOARD, M.K. AND HAMSON, C.O. Numerical and Arithmetical Cognition:  
369 Patterns of Functions and Deficits in Children at Risk for a Mathematical Disability. **Journal**  
370 **of Experimental Child Psychology**, v. 74, n. 3, p. 213-239, 1999 DOI:  
371 <http://dx.doi.org/10.1006/jecp.1999.2515>. Disponível em:  
372 [https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-experimental-child-](https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-experimental-child-psychology/vol/74/issue/3)  
373 [psychology/vol/74/issue/3](https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-experimental-child-psychology/vol/74/issue/3). Acesso em: 26 out. 2023.
- 374 11. JOAQUIM, Regiani Floriano. **Atividade física e saúde, proporcionando qualidade de vida**  
375 **nas aulas de educação física do ensino médio**: proposta críticosuperadora. 2011. Trabalho  
376 de Conclusão de Curso (Bacharelado em Educação Física) - Universidade do Extremo Sul  
377 Catarinense, Criciúma, Santa Catarina, 2011.
- 378 12. KLIMESCH, Wolfgang. Alpha-band oscillations, attention, and controlled access to stored  
379 information. **Trends in Cognitive Sciences**, Salzburg, Austria. v. 16, n. 12, p. 606–617, dez.  
380 2012.
- 381 13. DESLAURIERS, Louis et al. Measuring actual learning versus feeling of learning in response  
382 to being actively engaged in the classroom. **Proceedings of the National Academy of**  
383 **Sciences**, v. 116, n. 39, p. 19251-19257, 2019. DOI:  
384 <https://doi.org/10.1073/pnas.1821936116>. Disponível em:  
385 <https://www.pnas.org/cji/doi/10.1073/pnas.1821936116>. Acesso em: 26 out. 2023.
- 386 14. LUCZAK, A., MCNAUGHTON, B.L. & KUBO, Y. Neurons learn by predicting future activity.  
387 **Nat Mach Intell**, v. 4, p. 62–72, 2022. <https://doi.org/10.1038/s42256-021-00430-y>.  
388 Disponível em: <https://rdcu.be/dpAxi>. Acesso em: 26 de out. 2023.
- 389 15. MATIAS, Cristino Julio; GRECO, Pablo Juan. Cognição e ação nos jogos esportivos coletivos.  
390 **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v.15, n.1, p.252-271, 2010.
- 391 16. MIOTO, E.C.; DE LUCIA, M. C. S.; SCAFF, M. **Neuropsicologia Clínica**. 3° ed. São Paulo:  
392 Roca. 27 junho 2017.
- 393 17. Nesra Yannier et al. Active learning: “Hands-on” meets “minds-on”. **Science**, v. 374 ed. 6563,  
394 p. 26 – 30, 2021. DOI: [10.1126/science.abj9957](https://doi.org/10.1126/science.abj9957)
- 395 18. NEWSON, Jennifer; THIAGARAJAN, Tara. EEG frequency bands in psychiatric disorders: a  
396 review of resting state studies. **Frontiers in Human Neuroscience**, Virginia, United States,  
397 v.12, p.521, 2019.
- 398 19. PASRI, Ben. Buddhism and brain: beyond the limitation of human brainwaves by buddhist  
399 autogenic meditation. **The Journal of The International Buddhist Studies College**. v. 2, n.  
400 1, p. 21-33, 2019. Disponível em: <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/ibsc/article/view/211293>
- 401 20. SAMULSKI, Dietmar. **Psicologia do esporte: conceitos e novas perspectivas**. 2ª ed. São  
402 Paulo: Manole, 2009.

- 403 21. Spindola, Marilda Machado. **Habilidade Cognitiva Espacial:** medida com  
404 eletroencefalografia. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul,  
405 Programa de Pós Graduação em Informática Porto Alegre, 2010.
- 406 22. VAN DIEPEN, R. M.; FOXE, J. J.; MAZAHERI, A. The functional role of alpha-band activity in  
407 attentional processing: the current zeitgeist and future outlook. **Current Opinion in**  
408 **Psychology**, v. 29, p. 229-238, 2012.