



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA (UFPB)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIA COGNITIVA E
COMPORTAMENTO (PPGNEC)

STEFFANY ROCHA DA SILVA

RELAÇÃO ENTRE AS MÉTRICAS DO EEG EMOTIV EPOC X E MEDIDAS
NEUROPSICOLÓGICAS EM TAREFA DE ALTA E BAIXA CARGA COGNITIVA

PARAÍBA- JOÃO PESSOA

2024

STEFFANY ROCHA DA SILVA

**RELAÇÃO ENTRE AS MÉTRICAS DO EEG EMOTIV EPOC X E MEDIDAS
NEUROPSICOLÓGICAS EM TAREFA DE ALTA E BAIXA CARGA COGNITIVA.**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora como parte dos requisitos para título de Mestra do Programa de Pós-graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento (PPGNeC) pela Universidade Federal da Paraíba.

Orientador: Nelson Torro Alves (Doutor)

Coorientador: Miguel Otávio Melo (Doutor)

PARAÍBA- JOÃO PESSOA

2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586r Silva, Steffany Rocha.	Relação entre as
métricas do EEG EMOTIV EPOC X e	medidas
neuropsicológicas em tarefa de alta e baixa	carga
cognitiva / Steffany Rocha Silva. - João <u>Pessoa,</u>	2024.
79 <u>f.</u> : il.	
Orientação: Nelson Torro Alves.	
Coorientação: Miguel Otávio Melo.	
Dissertação (<u>Mestrado</u>) - UFPB/CCHLA.	
1. Neuropsicológica. 2. Eletroencefalograma portátil	
(EEG). 3. Eletroencefalograma - métricas de	
performance. 4. Avaliação neuropsicológica. 5.	
Atividade N-back. I. Alves, Nelson Torro. II. <u>Melo,</u>	
Miguel Otávio. III. Título.	
UFPB/BC	CDU 616.8:159.9(043)



Universidade Federal da Paraíba
Programa de Pós-graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento
Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes
Campus I, Cidade Universitária
CEP 58.051-900 João Pessoa/PB – BRASIL

ATA DE DEFESA (DISSERTAÇÃO)

Aos trinta dias do mês de janeiro de dois mil e vinte e quatro, às quinze horas, na sala 505 do Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, reuniram-se em solenidade pública os membros da comissão designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento para a defesa de dissertação de mestrado da discente **STEFFANY ROCHA DA SILVA**, matrícula 20211020330. Foram componentes da banca examinadora os Professores Doutores: Nelson Torro Alves (Presidente/orientador), Luiz Bueno da Silva (Membro Externo ao Programa – Departamento de Engenharia de Produção/UFPB) e Ana Lucia Menezes de Almeida (Membro Externo ao Programa – Departamento de Engenharia de Produção/UFPB). Dando início aos trabalhos, o presidente da banca, Prof. Dr. Nelson Torro Alves, após declarar o objetivo da reunião, apresentou a examinanda STEFFANY ROCHA DA SILVA e, em seguida, concedeu-lhe a palavra para que defendesse sua pesquisa, intitulada “**Relação entre as métricas do EEG EMOTIV EPOC X e medidas neuropsicológicas em uma tarefa de carga cognitiva**”. Passando então ao aludido tema, a examinanda foi a seguir arguida pelos examinadores na forma regimentar. Ato contínuo passou a comissão, em secreto, a proceder à avaliação e julgamento do trabalho, concluindo por atribuir-lhe o conceito “APROVA DO”, o qual foi proclamado pela presidência logo que esta foi franqueada ao recinto da solenidade pública. A versão final da dissertação deverá ser depositada em até 90 dias, contendo as modificações sugeridas pela banca examinadora. A discente não terá o título se não cumprir as exigências acima. Nada mais havendo a tratar, eu, **NELSON TORRO ALVES**, presidente da comissão examinadora, lavrei a presente ata, que depois de lida e aprovada por todos, assino juntamente aos demais membros da banca. João Pessoa, 30 de janeiro de 2024.

Steffany Rocha da Silva (Mestranda/PPGNeC)

Dr. Nelson Torro Alves (Orientador/Presidente)

Dr. Luiz Bueno da Silva (Membro Externo ao Programa)

Dra. Ana Lucia Menezes de Almeida (Membro Externo ao Programa)

AGRADECIMENTOS

À minha mãe por todo o suporte e apoio na minha educação, sempre acreditando em meu potencial. Ao meu pai pelo exemplo de honestidade e valorização do trabalho.

Ao meu companheiro Bruno por todo o suporte e cuidado durante toda essa jornada, se fazendo sempre presente.

Ao meu orientador Nelson Torro por todo ensinamento, paciência e acolhimento que foram essenciais para meu desenvolvimento acadêmico, além de exemplo para o meu desenvolvimento profissional.

Ao meu coorientador Miguel por toda sua contribuição, suporte e acolhimento, sempre motivando e encorajando durante essa trajetória acadêmica.

À banca Profº Dr. Luiz Bueno da Silva e profª Dra. Ana Lucia Menezes de Almeida pela disponibilidade e contribuição ao meu trabalho.

Aos professores Luiz e Flávio que também foram grandes mestres e exemplos de profissionais.

À turma do estágio docência que me ajudou com a coleta. Em especial, à Bianca por sua grande contribuição e empenho.

Aos demais colegas do LACOP que de alguma forma contribuíram e apoiaram na pesquisa.

Aos amigos feitos durante essa jornada que foram suporte e apoio. E à maravilhosa cidade de João Pessoa que tão bem me acolheu nesse último ano.

À minha querida psicóloga Loriane Guccione que teve papel fundamental durante essa trajetória.

Aos meus queridos pacientes que me motivam na busca de conhecimento para ser uma profissional melhor a cada dia.

"A vida, ela mesma, fica um pouco mais além das coisas que falamos sobre ela. A vida é muito mais que a ciência. Ciência é uma coisa entre outras, que empregamos na aventura de viver... É por isto, além da ciência, é preciso a “sapiência”, ciência saborosa, que tem a ver com a arte de viver. Porque toda a ciência seria inútil se, por detrás de tudo aquilo que faz os homens conhecer, eles não se tornassem mais sábios, mais tolerantes, mais mansos, mais felizes, mais bonitos..."

Rubem Alves

RESUMO

O eletroencefalograma (EEG) portátil é um método não invasivo, de baixo custo, utilizado para avaliar a atividade eletrofisiológica cerebral. Embora tais equipamentos portáteis tenham sido cada vez mais utilizados, ainda há poucos estudos de validação sobre o seu funcionamento. O presente estudo teve por objetivo avaliar as métricas de performance (engajamento, excitabilidade, foco, interesse, relaxamento e estresse) obtidas a partir do registro dos sinais eletrofisiológicos no EEG EMOTIV EPOC X com a avaliação neuropsicológica, a partir de uma atividade de carga cognitiva (n-back). A amostra do estudo foi composta por 60 estudantes universitários, sendo 26 estudantes do sexo masculino e 34 do sexo feminino, divididos em dois grupos: experimental, em que os participantes foram submetidos a uma tarefa de alto esforço cognitivo, e controle, no qual os participantes realizaram uma tarefa de baixo esforço cognitivo. Como resultado, obteve-se as seguintes correlações negativas: entre os sintomas de transtornos mentais e a atenção concentrada; entre os sintomas de transtornos mentais e o teste de envolvimento acadêmico; e entre a atenção concentrada e o estresse. Em relação às métricas de desempenho do EEG portátil, foi observada diferença significativa na métrica “excitabilidade” entre os grupos, não sendo encontrados padrões de diferença significativas entre em relação às demais métricas de desempenho. No teste comportamental, realizado com a tarefa N-back, foram observadas diferenças significativas nas médias de acertos e tempo de resposta entre os grupos controle e experimental. O grupo experimental, que realizou atividade com maior carga cognitiva (2-back), teve média de acertos menor e demorou mais tempo do que o grupo controle, cuja atividade era de menor carga cognitiva (0-back). Também se obteve correlação negativa no grupo geral entre a métrica de desempenho engajamento e o questionário SRQ-20, o que pode indicar que maiores indícios de transtornos mentais comuns pode se associar a menor engajamento. Entre os participantes do grupo controle, houve uma correlação positiva entre a métrica “estresse” no EEG e o inventário de estresse ISSL. Ou seja, quanto maior a pontuação no inventário de estresse, maior a pontuação de métrica de performance relacionada ao estresse no EEG. Apesar disso, foram encontrados resultados inconclusivos para as demais métricas avaliadas, o que torna necessário a realização de mais estudos sobre a precisão e validade dessas métricas.

Palavras-chave: métricas de performance, EEG portátil, carga cognitiva, avaliação neuropsicológica, atividade N-back

ABSTRACT

The portable electroencephalogram (EEG) is a non-invasive, low-cost method used to evaluate cerebral electrophysiological activity. Although such portable equipment has been increasingly used, there are still few validation studies on its functioning. This study aimed to evaluate the performance metrics (engagement, excitability, focus, interest, relaxation, and stress) obtained from the recording of electrophysiological signals in the EMOTIV EPOC X EEG alongside neuropsychological evaluation, using a cognitive load activity (n-back). The study sample consisted of 60 university students, with 26 male and 34 female students, divided into two groups: experimental, where participants were subjected to a high cognitive effort task, and control, where participants performed a low cognitive effort task. The results showed negative correlations between symptoms of mental disorders and concentrated attention; between symptoms of mental disorders and the performance in the academic engagement test; and between concentrated attention and stress. Regarding the performance metrics of the portable EEG, a significant difference was observed in the "excitability" metric between the groups, with no significant difference patterns found in relation to the other performance metrics. In the behavioral test, conducted with the N-back task, significant differences in average correct responses and response time between the control and experimental groups were observed. The experimental group, which performed an activity with higher cognitive load (2-back), had a lower average of correct responses and took longer than the control group, whose activity was of lower cognitive load (0-back). Additionally, a negative correlation was found in the general group between the "engagement" performance metric and the SRQ-20 questionnaire, which may indicate that greater signs of common mental disorders can be associated with lower engagement. Among the participants of the control group, there was a positive correlation between the "stress" metric in the EEG and the ISSL stress inventory. That is, the higher the score on the stress inventory, the higher the performance metric score related to stress in the EEG. Despite this, the results for the other evaluated metrics were inconclusive, underscoring the need for additional studies to determine their accuracy and validity.

Keywords: performance metrics, EEG headset, cognitive load, neuropsychological assessment N-back task

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Equipamento portátil EEG EMOTIV EPOC X.....	34
Figura 2. Localização dos sensores e referências do equipamento EEG EMOTIV EPOC X	34
Figura 3. Qualidade do sinal do equipamento.	35
Figura 4. Métricas de desempenho em tempo real no aplicativo EMOTIVPRO	36
Figura 5. Funcionamento da Atividade N-back.....	38
Figura 6. Desenho do experimento dos grupos experimental e controle.....	39
Figura 7. Comparação das médias das métricas de performance	47
Figura 8. Média de acertos e tempo de resposta da atividade N-back entre os grupos controle e experimental.	49
Figura 9. Gráfico de dispersão da quantidade de acertos e o tempo de resposta	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Quadro de classificação das ondas cerebrais, quanto à frequência, forma e estado.	16
Tabela 2. Canais Emotiv EPOC+ associado funções.	33
Tabela 3. Médias, valor de p, tamanho de efeito (d de Cohen) e teste de comparação Mann-Whitney dos testes neuropsicológicos usados entre o grupo controle e experimental	42
Tabela 4. Correlação entre os testes neuropsicológicos aplicados.	43
Tabela 5. Médias, valor de p, tamanho de efeito (d de Cohen) e teste de comparação Mann-Whitney das métricas do EEG.	46
Tabela 6. Correlação não paramétrica entre as métricas (Spearman).	47
Tabela 7. Correlação de Spearman (r_s) e valor de p das métricas do EEG e testes neuropsicológicos	51
Tabela 8. Correlação de Spearman (r_s) e valor de p das métricas do EEG com acertos e tempo de respostas dos testes comportamentais	52

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

EEG	Eletroencefalograma
BCI	<i>Brain–computer interface</i>
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
ERPs	<i>Event-related potentials</i>
SRQ-20	<i>Self Reporting Questionnaire</i>
BPA	Bateria Fatorial de Atenção
ISSL	Inventário de Sintomas de Stress para Adultos
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
EEA	Escala de Envolvimento Acadêmico
RT	Tempos de Reação
Hz	<i>Hertz</i>
GHz	<i>Gigahertz</i>
ms	Milissegundos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
	CAP 1	
	ELETROENCEFALOGRAFIA	15
	Ondas cerebrais	16
	EEG portátil.....	17
	Estudos de avaliação da precisão dos equipamentos EMOTIV EPOC	19
	Métricas de desempenho EMOTIV	21
	CAP 2	
	CARGA COGNITIVA	24
2	JUSTIFICATIVA	29
3	OBJETIVOS	30
4	HIPÓTESES	31
5	MÉTODO.....	32
	5.1 Local, Período e Amostra.....	32
	5.2 Técnicas e Instrumentos de Coleta.....	32
	5.3 Desenho.....	38
	5.4 Método para análise estatística.	40
6	RESULTADOS	41
	Escala e Testes.....	41
	Comparação de médias do EEG portátil entre os grupos.	44
	Atividade N-back	48
	Correlações entre testes neuropsicológicos, comportamentais e métricas do EEG portátil	52
7	DISCUSSÃO.....	54
	Testes psicológicos.....	54
	EEG portátil	56
	Atividade comportamental.....	58
	Correlações.	59

8	LIMITAÇÕES	63
9	CONCLUSÃO.....	64
10	REFERÊNCIAS.	66
11	ANEXOS	77

APRESENTAÇÃO

Uma das técnicas mais antigas de imageamento cerebral é a eletroencefalografia, sendo considerada não invasiva e com alta resolução temporal. Com os avanços na tecnologia ao longo das décadas, a eletroencefalografia vem sendo aprimorada, além de inovada.

Os equipamentos portáteis de eletroencefalografia são considerados inovações dos últimos anos, sendo cada vez mais estudado, devido ao seu baixo custo de produção, comparado ao equipamento tradicional ou com outras técnicas, além de maior flexibilidade de coleta nas pesquisas experimentais.

No primeiro capítulo, é apresentada uma introdução sobre a eletroencefalografia e, em seguida, sobre os equipamentos portáteis, trazendo alguns estudos encontrados de avaliação dos equipamentos EMOTIV EPOC. No segundo capítulo, abordou-se sobre o conceito e a teoria a respeito de carga cognitiva, sendo apresentados alguns estudos que utilizaram atividades de carga cognitiva, relacionando com atividade eletrofisiológica do EEG.

Posteriormente, são apresentados justificativa do presente estudo, destacando-se a importância da validação de equipamentos portáteis para maior segurança no desenvolvimento de pesquisas. Em sequência, as hipóteses formuladas antes da condução do estudo são apresentadas, juntamente com o objetivo e metodologia. Por fim, apresenta-se os resultados, a discussão, as limitações e as conclusões da presente pesquisa.

1. INTRODUÇÃO

A eletroencefalografia (EEG) é uma técnica que permite registrar a atividade elétrica do cérebro de forma não-invasiva (Rios-Arismendy et al., 2021). A eletroencefalografia humana tem suas origens a partir dos estudos realizados por Hans Berguer (1873-1941), um psiquiatra alemão que passou a pesquisar as funções elétricas do cérebro, fornecendo um prelúdio histórico para a investigação do cérebro e suas funções (Millett, 2001).

O funcionamento da eletroencefalografia se dá pela captação da atividade elétrica neural pré e pós-sináptica em resposta a estímulos motores ou cognitivos registrados através do couro cabeludo. O EEG possui excelente resolução temporal em ordem de milissegundos na detecção da atividade elétrica neuronal. Por meio da interface cérebro-computador (BCI) é possível ocorrer essa comunicação direta entre o cérebro humano e um dispositivo externo, como um computador ou outro equipamento eletrônico. Por meio dos sensores neurais e do processamento de sinais é permitido a interpretação da atividade cerebral em formato digital no computador (Vaid et al., 2015).

Atualmente, o EEG é uma das técnicas neurocientíficas mais antigas em uso atualmente, devido à sua natureza não invasiva e alta resolução temporal. A técnica vem sendo aprimorada ao longo das décadas devido avanços na tecnologia, o que permitiu maior sensibilidade do instrumento e melhores técnicas de processamento de sinal.

Com esses avanços da eletroencefalografia nos últimos anos, é possível identificar um aumento no número desses dispositivos portáteis. De modo geral, os equipamentos portáteis possuem baixo custo de produção, comparado ao equipamento tradicional ou outras técnicas, como ressonância magnética funcional. Além disso, permite maior flexibilidade nas coletas experimentais, dependendo das características do equipamento (Chaves, 2012; Mehta & Parasuraman, 2013).

Dentre as suas aplicações, encontra-se estudo de EEG para avaliação da atenção, estresse, carga mental de trabalho, fadiga cognitiva, dentre outras (Kakkos et al., 2021; Phyo Wai et al., 2020; Sengupta et al., 2017). Em contextos de trabalho, o EEG tem sido amplamente utilizado para a avaliação de estresse dos trabalhadores, objetivando melhorar a segurança, saúde, bem-estar e produtividade (Arpaia et al., 2020).

Um recente estudo (Samimisabet et al., 2023) buscou avaliar dois dispositivos de EEG portáteis de baixo custo: o Emotiv EPOC e o Neurosky MindWave. A avaliação envolveu um experimento com 10 sujeitos solicitados a realizar tarefas de concentração, relaxamento e reconhecimento de piscar de olhos. Os resultados do reconhecimento intermitente mostram que

o dispositivo Emotiv alcançou uma precisão de reconhecimento superior a 75%; para tarefas que exigem concentração e relaxamento dos sujeitos, além de um desempenho melhor da precisão do reconhecimento, sendo considerado mais adequado para tarefas de controle utilizando o nível de atenção, meditação ou piscar de olhos. Já o uso do dispositivo Neurosky significa que a precisão do reconhecimento é inferior a 50%. Ambos os dispositivos apresentam alta variabilidade e não normalidade dos dados de atenção e meditação, o que torna cada um deles difícil de usar como entrada para controlar tarefas.

Avaliação Neuropsicológica

A avaliação neuropsicológica possibilita a investigação de funções cognitivas, como atenção, memória, linguagem, raciocínio, além de outras funções executivas, e comportamentais, relacionando com o funcionamento saudável ou deficitário do sistema nervoso central (Wajman, 2021).

No contexto clínico, a avaliação é importante para investigação de transtornos mentais e de personalidade, transtornos do neurodesenvolvimento e transtornos de aprendizado. A avaliação deve levar em consideração o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM) mais atualizado, além de se basear em evidências científicas para a melhor análise e discussão do caso. Alguns dos transtornos investigados pelo neuropsicólogo no contexto clínico podem ser: autismo, transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), discalculia, dislexia, transtorno cognitivo leve, demências. Para além de um diagnóstico, a avaliação neuropsicológica se propõe a investigar as alterações cognitivas, déficits e habilidades de um indivíduo, como no caso avaliar as alterações cognitivas e comportamentais após acidente vascular cerebral (AVC) ou após um traumatismo craniano (American Psychiatric Association, 2014).

Diversos são os recursos utilizados para avaliação neuropsicológica, incluindo testes psicológicos e neuropsicológicos padronizados e validados, cujos os resultados são comparados à uma norma de referência (Malloy-Diniz et al., 2018). O uso de testes psicológicos é exclusivo ao profissional de Psicologia, sendo necessário o registro profissional no conselho regional.

O uso de instrumentos, como o EEG que possui alta resolução temporal e são capazes de mensurar a atividade cerebral, podem ser relevantes para o processo de avaliação (Garrido, 2019). Deste modo, tanto para o uso clínico quanto no âmbito da pesquisa, o uso de testes psicológicos e EEG podem ser interessantes para a melhor investigação de funções cognitivas e comportamentais.

Barwick et al., (2012) realizaram um estudo que teve como objetivo mensurar fadiga autorrelatada, desempenho neuropsicológico e atividade eletroencefalográfica (bandas teta, alfa e beta) ao longo da administração de um teste neuropsicológico (NP). O estudo foi realizado em estudantes neurologicamente saudáveis, sendo usado a medida de fadiga cognitiva Beatty pré-teste e pós-teste, e o teste de Stroop (condição mais trabalhosa e menos trabalhosa). Os dados do EEG foram obtidos por meio de eletrodos Ag/AgCl montados em uma touca de 64 canais da Neuromedical Supplies, Sterling. Como resultado, foi observado um aumento da potência teta nas regiões frontal e central sob a condição de interferência de Stroop (mais trabalhosa), além de diminuição na frequência beta na região posterior (parietal) e aumento em alfa nas áreas centrais, ao se comparar as condições pré-teste e pós-teste. Para a condição palavra do Stroop (menos trabalhosa), houve um aumento da potência teta apenas na região frontal do pré-teste para o pós-teste.

CAP 1

ELETROENCEFALOGRAFIA

A eletroencefalografia (EEG) é um método de monitoramento e registro eletrofisiológico da atividade elétrica cerebral por meio de eletrodos que são colocados a curtas distâncias ao redor do couro cabeludo. A origem da eletroencefalografia em humanos se deu a partir dos achados do psiquiatra alemão Hans Berger, em 1924, quando este registrou pela primeira vez as ondas cerebrais de um cérebro humano. Todavia, ressalta-se que Richard Caton (1842-1926) já realizava estudos envolvendo a eletroencefalografia com animais.

Desde então, muitos são os avanços feitos neste campo e, atualmente, as ondas cerebrais são geradas por diversas formas de tecnologias de computador, como a tecnologia de interface cérebro-computador. O método é importante para avaliação no contexto clínico médico e seu uso em pesquisas é amplo, devido à natureza não invasiva e custo-efetividade.

A captação do EEG consiste na soma das atividades elétricas de populações de neurônios, cuja orientação espacial é semelhante (Da Silva, 2009). A comunicação de neurônios ou integração sináptica neuronal ocorre de duas maneiras: química e elétrica. Por sua vez, a sinapse química se constitui como maioria e são realizadas por meio de neurotransmissores, podendo ter ação inibitória ou excitatória, enquanto a sinapse elétrica é usada para produzir despolarização sem ação inibitória ou prolongada, ocorrendo o fluxo de corrente pela membrana pré-sináptica e nos canais das células pré- e pós-sinápticas. (Montenegro et.al., 2012).

Os principais geradores campos elétricos do EEG são os neurônios piramidais verticalmente orientados e localizados em camadas corticais III e V, de modo paralelo a superfície do escalpo. A atividade das ondas captadas no EEG ocorre por meio do fluxo de corrente devido à atividade somada do potencial pós-sináptico excitatório (EPSP) e o potencial pós-sináptico inibitório (IPSP) nas sinapses dendríticas. Assim, o EEG representa principalmente os potenciais pós-sinápticos de neurônios piramidais perto do eletrodo de registro (Montenegro et.al., 2012).

- **Ondas Cerebrais**

As ondas cerebrais são medidas em ciclos por segundo ou HZ, cuja a frequência pode variar de 0,1 a 100 Hz,. A classificação dessas ondas está relacionada conforme a frequência, amplitude, forma e posicionamento que os eletrodos são colocados no couro cabeludo.

Tabela 1

Quadro de classificação das ondas cerebrais, quanto à frequência, forma e estado (Fonte: Munian; Sivalingam; Jayaraman, 2014)

ONDA	FREQUENCIA	FORMA	ESTADO
ALPHA	7.5 Hz à 12 Hz		Relaxamento, meditação, atenção
BETA	13 à 30 Hz		pensamento profundo, alto nível de concentração e estado de ansiedade.
THETA	3.5 à 7.5 Hz		Pensamento criativo, estresse e profundo estado de meditação
DELTA	0.5 à 3.5 Hz		sono profundo e, às vezes, quando acordado.
GAMMA	30 Hz e acima		Funções motoras, trabalho simultâneo e outras multitarefas

Estas são classificadas em: alfa, beta, gamma, theta e delta. Cada uma dessas ondas está relacionadas à estados como: alerta, sonhos, sono, mediação, ansiedade, raiva, entre outras (Munian et. al., 2014)

- **EEG Portátil**

Tem sido crescente o desenvolvimento de dispositivos de EEG portátil, bem como o campo de pesquisas com estes. Embora estes equipamentos EEG portátil tenha uma menor relação sinal-ruído, seu baixo custo e facilidade de uso e configuração o tornam uma escolha atraente para coletar dados de uma amostra populacional mais ampla e superando o problema de dados de EEG uniformes insuficientes para pesquisa algorítmica (Garg et al., 2022).

Também é perceptível o crescimento desses sistemas de EEG portátil voltados para o mercado de jogos e neurofeedback que são normalmente portáteis e mais simples de configurar do que os sistemas EEG tradicionais. Algumas desvantagens dos sistemas EEG tradicionais, quando comparados ao EEG portátil são: 1) procedimentos de configuração envolvidos, que exige preparação prévia; 2) a limitação da pesquisa em laboratório, uma vez que os sistemas são compostos de grandes caixas de entrada e amplificadores e transmite dados via cabos físicos; e 3) O custo é relativamente alto, colocando-os fora do alcance de muitos pesquisadores com poucos recursos (Williams et al., 2020).

Emotiv EPOC, Emotiv Insight, Muse, OpenBCI e NeuroSky MindWave são alguns exemplos desses aparelhos sem fio, modelos headset e que usam eletrodos secos ou almofadas de feltro embebidas em solução salina como meio de condução. É possível identificar na literatura alguns estudos fazendo comparação entre alguns desses equipamentos portáteis.

Um desses estudos de revisão (LaRocco et al., 2020) procurou identificar sobre a confiabilidade de alguns desses equipamentos para a detecção de sonolência. Entre os equipamentos avaliados estiveram: Neurosky MindWave, InteraXon Muse, Emotiv Epoc, Emotiv Insight e OpenBCI. Foram encontrados 46 estudos considerados relevantes, sendo que 27 relataram uma pontuação de precisão. Os autores observaram detecção de sonolência em cada marca examinada, sendo o equipamento com precisão mais baixa para a detecção de sonolência foi o Neurosky Mindwave, seguido pelo OpenBCI. Ademais, foi possível identificar que cada dispositivo específico tem seus próprios recursos, vantagens e limitações.

Uma recente revisão sistemática (Williams et. al., 2020) mapeou relatórios revisados por pares do EEG portátil Emotiv EPOC entre os anos de 2009 e 2019, com objetivo de fornecer um resumo informando sobre o uso deste dispositivo para fins científicos (BCI, clínica, processamento de sinais, pesquisa experimental e validação). Como resultado, os autores identificaram 382 estudos relevantes em diversos países. A maioria destes estudos foram nos Estados Unidos ($n = 35$), seguido por Índia ($n = 25$), China ($n = 20$), Polônia ($n = 17$) e Paquistão ($n = 17$).

Outro aspecto importante avaliado, foi que a maioria utilizou para fins de BCI (n= 277), seguido de pesquisa experimental (n =51) e validação (31). Outros estudos estavam relacionados ao uso do EMOTIV EPOC para melhorar o processamento do sinal EEG (n =12) ou para finalidades clínicas (n = 11). Os autores concluíram que nos dez anos de estudos, muitas as aplicações do dispositivo móvel, desde estudos que envolvem controle de cadeiras de rodas e membros robóticos, até a autenticação de usuários em sistemas de segurança e a identificação de estados emocionais.

Outra revisão sobre o uso de EEG portáteis para reconhecimento das emoções, identificaram oito estudos que examinaram dispositivos comerciais de EEG entre 2015 e 2020 (Dadebayev et al., 2022). Os autores avaliaram estudos que usaram os dispositivos das marcas Emotiv, OpenBCI e NeuroSky. Para estudos nessa área, o método mais foi a usado estimulação emocional induzida por eventos, além de usar técnicas como elicitación induzida pelo sujeito, tarefas de mudança de software e realização de testes neuropsicológicos. Os resultados de precisão sugerem que estímulos padronizados, principalmente estímulos audiovisuais, são mais eficazes do que uma tarefa de mudança mental ou estímulos de imaginação.

Também foi possível identificar outra revisão sobre os equipamentos portáteis (Lau-Zhu et al., 2019) que retratou sobre diversos estudos na área do neurodesenvolvimento realizados com estes equipamentos envolvendo atenção, memória, cognição espacial, processamento de fala/auditivo processamento motor, além de aplicações cotidianas em esportes, comportamentos urbanos, reconhecimento de emoções, neurofeedback, reabilitação motora, epilepsia e comprometimento cognitivo. De modo geral, os autores objetivaram retratar sobre as possibilidades de estudo a respeito de distúrbios do neurodesenvolvimento, além de melhorias para os equipamentos. Identificaram que a qualidade do sinal é promissora em alguns sistemas móveis, contudo ainda são necessários estudos mais sistemáticos e de validação em populações com neurodesenvolvimento. Também relatam sobre a necessidade de estudos que examinem comportamentos do mundo real em configurações cotidianas, podendo exigir cuidadosa metodologia para garantir boa qualidade de sinal e relevância para o neurodesenvolvimento.

Além de tais estudos de revisão, é possível identificar na literatura, alguns estudos buscando comparar a eficiência desses equipamentos portáteis com equipamentos de EEG tradicionais usados em laboratório. Um estudo (Badcock et al., 2013) teve como objetivo testar se os potenciais relacionados a eventos auditivos (ERPs) medidos usando um sistema EEG de jogos Emotiv EPOC, eram equivalentes aos medidos por um sistema EEG de pesquisa amplamente

utilizado e baseado em laboratório (Neuroscan). Para isso, os autores se utilizaram de gravações dos EEGs simultaneamente com os sistemas de EEG de pesquisa e jogos.

A pesquisa foi realizada com 21 adultos, sendo apresentado a estes 566 tons padrão (1000 Hz) e 100 desviantes (1200 Hz) em condições passivas (não assistidas) e ativas (assistidas). O início de cada tom foi marcado nos EEGs usando um pulso de porta paralela (Neuroscan) ou um pulso elétrico gerado por estímulo injetado nos canais O1 e O2 (Emotiv EPOC). Esses marcadores foram usados para calcular os ERPs auditivos tardios do sistema EEG de pesquisa e jogo (picos P1, N1, P2, N2 e P3) e a negatividade de incompatibilidade (MMN) em condições de escuta ativa e passiva para cada participante. As análises foram restritas aos locais frontais, pois são os mais comumente relatados na pesquisa de ERP auditivo.

Os autores observaram que as correlações intraclasse (ICCs) indicaram que a morfologia das formas de onda ERP auditivas tardias do sistema EEG tradicional e portátil foram semelhantes entre todos os participantes. Contudo, as formas de onda MMN do sistema EEG dos equipamentos foram semelhantes apenas para participantes com formas de onda MMN não ruidosas (N = 11 de 21). Adicionalmente, as medidas de amplitude e latência de pico não mostraram diferenças significativas entre o tamanho ou o tempo dos picos auditivos P1, N1, P2, N2, P3 e MMN. Dessa forma, os autores sugerem que o sistema EPOC pode ser uma alternativa válida aos sistemas ERP de laboratório para registrar ERPs auditivos tardios confiáveis (P1, N1, P2, N2 e P3) sobre os córtices frontais.

- **Estudos de avaliação da precisão dos equipamentos EMOTIV EPOC**

Em 2015, outro estudo (Badcock et al., 2015) também utilizou o sistema Emotiv EPOC adaptado e um sistema Neuroscan para fazer gravações simultâneas de EEG em dezenove crianças de 6 a 12 anos de idade em condições de escuta "passiva" e "ativa". Na condição passiva, as crianças foram instruídas a assistir a um DVD silencioso e ignorar 566 tons padrão (1.000 Hz) e 100 tons desviantes (1.200 Hz).

Na condição ativa, eles ouviram os mesmos estímulos e foram solicitados a contar o número de tons "altos" (ou seja, desviantes). Os autores observaram que as correlações intraclasse (ICCs) indicaram que a morfologia do ERP registrada com os dois sistemas foi muito semelhante para os picos P1, N1, P2, N2 e P3 do ERP ($r = 0,82$ a $0,95$) em condições passivas e ativas, e para o componente ERP de negatividade de incompatibilidade (MMN; $r = 0,67$ a $0,74$). Houve poucas diferenças entre as estimativas de amplitude e latência de pico para os dois sistemas. Assim, os autores concluíram que o sistema EEG EPOC adaptado pode ser usado para

indexar os picos ERP auditivos tardios das crianças (ou seja, P1, N1, P2, N2, P3) e seu componente MMN ERP.

Uma outra pesquisa com o equipamento (De Lissa et. al., 2015) teve como objetivo testar a validade do ERP N170 sensível ao reconhecimento de face, medido com um sistema EEG Emotiv EPOC. Quatorze alunos de graduação participaram do estudo onde foram apresentados a um banco de imagens de rostos caucasianos emocionalmente neutros, cortados dentro de uma moldura oval de tamanho padrão onde apenas as partes internas da face eram visíveis, além de imagens de relógios de pulso. Os participantes foram solicitados a indicar se a imagem estava na vertical ou invertida através de uma resposta de teclado binário. O N170 registrado por meio do sistema EEG EPOC adaptado ao sistema EEG de pesquisa exibiu sensibilidade facial, com amplitudes médias maiores em resposta aos estímulos faciais do que aos estímulos não faciais, e um pico N170 atrasado em resposta à inversão facial. De acordo com os autores, o sistema EPOC produziu ERPs N170 muito semelhantes a um nível de pesquisa sistema Neuroscan, sendo capaz de registrar a sensibilidade facial no N170, validando seu uso como ferramenta de pesquisa nesta arena. Diante disso, os autores concluem que este equipamento portátil abre novas possibilidades para medir o N170 ERP sensível ao rosto em outros públicos e condições experimentais, uma vez que o uso do EEG de pesquisa tradicional é realizado em condições bastante limitadas em um laboratório.

Mais recentemente um estudo realizado por Williamns et. al. (2020), teve como objetivo identificar se o Emotiv EPOC Saline Flex foi capaz de capturar dados com qualidade de pesquisa. O sistema Emotiv foi usado simultaneamente com um EEG Neuroscan Synamps2 de 16 canais, buscando-se avaliar cinco paradigmas bem estabelecidos: 1) MMN, 2) P300, 3) N170, 4) um potencial evocado visual de estado estacionário (SSVEP) e 5) um paradigma de estado de repouso no qual os participantes sentaram-se calmamente com seus olhos abertos e depois fechados por 3 min cada.

A amostra do estudo variou conforme o paradigma. Para as tarefas de ERP auditivo, a amostra foi de 17 mulheres e 3 homens de 18 a 52 anos ($M = 21,4$; $DP = 7,7$) usando o paradigma MMN, e 18 mulheres e 2 homens de 18 a 26 anos ($M = 19,25$; $DP = 1,9$) para o paradigma P300. Para o N170, participaram 17 mulheres e 3 homens dos 18 aos 52 anos ($M = 21,4$; $DP = 7,7$), e para o paradigma SSVEP, 18 mulheres e 2 homens dos 18 aos 52 anos ($M = 20,9$; $DP = 7,6$). Para o estado de repouso, foram analisadas 18 mulheres e 2 homens dos 18 aos 52 anos de idade ($M = 21,3$; $DP = 7,7$).

Como resultados, os autores conseguiram identificar componentes do MMN e os picos do P300 foram equivalentes entre os dois sistemas ($BF_{10} = 0,25$ e $BF_{10} = 0,26$, respectivamente),

com altas correlações intraclass (ICCs) entre as formas de onda do ERP ($> 0,81$). Os valores de pico N170 registrados pelos dois sistemas foram diferentes ($BF_{10} = 35,88$), contudo os ICCs demonstraram que as formas de onda N170 ERP foram fortemente correlacionadas no hemisfério direito ($P8; 0,87-0,97$) e correlação moderada a forte no hemisfério esquerdo ($P7; 0,52-0,84$). Para o SSVEP, a relação sinal-ruído (SNR) foi maior para Neuroscan do que Emotiv EPOC Flex (19,94 vs. 8,98, $BF_{10} = 51.764$), mas SNR z-scores indicou uma resposta cerebral significativa na frequência do estímulo tanto para o Neuroscan ($z = 12,47$) e Flex ($z = 11,22$). Na tarefa de estado de repouso, ambos os sistemas mediram poder alfa semelhante ($BF_{10} = 0,28$) e maior poder alfa quando os olhos estavam fechados do que aberto ($BF_{10} = 32,27$). Dessa forma, os autores concluíram que a versão salina do Emotiv EPOC Flex captura dados semelhantes ao EEG Neuroscan Synamps2, podendo ser usado para medir audição confiável e ERPs de qualidade de pesquisa visual, além de ser sensível a mudanças nas oscilações alfa.

Outro estudo objetivando avaliar a precisão dos dispositivos móveis da marca, buscou classificar os estados emocionais fornecido pela interface de programação de aplicativos (API) do fone de ouvido Emotiv EPOC+ por meio de um experimento no qual vários conjuntos de imagens, extraídos do International Affective Banco de dados Picture System (IAPS) eram apresentados a dezesseis participantes (Sánchez-Reolid et al., 2018). Os estados emocionais calculados pela API foram comparados com valores validados de valência, excitação e dominância do banco de dados IAPS. Para a análise de métricas do equipamento, os autores buscaram validar o ajuste das respostas após visualização de imagens do IAPS por meio de um questionário SAM. Examinaram a precisão da classificação da RNA da API, método ou regra que determina o número ideal de camadas ocultas e/ou neurônios para resolver um determinado problema, e como resultados observaram porcentagem de acertos 85,94% para valência, 79,69% para excitação e 78,13% para dominância, respectivamente, não sendo tão boa quanto o esperado.

- **Métricas de desempenho EMOTIV**

Ainda são raros estudos com as métricas presentes nesses dispositivos da EMOTIV. Todavia, foi possível identificar alguns estudos que envolveram as métricas de performances que os equipamentos EMOTIV avaliam, tais como: engajamento, excitação, foco, interesse, relaxamento e estresse.

Harrison (2013), se refere à três estudos com o equipamento EEG EPOC a respeito das emoções. No primeiro estudo, objetivou-se avaliar a acurácia do equipamento, em que dez participantes visualizaram uma série de imagens do Sistema Internacional de Imagem Afetiva (IAPS) e seus escores emocionais autorrelatados fossem comparados com as métricas do EEG (engajamento, excitação, frustração, meditação, tédio). Devido a falha de sinais, o primeiro estudo foi realizado apenas com três participantes e, como resultado, se observou apenas correlação da raiva autorreferida com a meditação EPOC e do tédio autorrelatado com a meditação EPOC. A partir dos resultados do primeiro estudo, o autor relatou não haver descobertas significativas com resultados inconclusivos.

No segundo estudo de Harrison (2013), foi buscado aprimorar o desenho experimental do primeiro e recrutar mais participantes, uma vez que houve perda de participantes considerável no primeiro estudo. Contudo, mesmo depois das alterações, foi identificado apenas uma relação significativa entre a meditação autorrelatada e o envolvimento no EPOC, sendo considerado um achado inconsistente com resultados anteriores. Deste modo, o autor concluiu que não houveram resultados significativos, permanecendo inconclusivos.

O seu terceiro estudo foi realizado com 11 participantes, instruídos a tentar uma tarefa fácil e outra difícil de sua escolha. Também foram instruídos a dizer em voz alta tudo o que estavam pensando e/ou sentindo, cujas respostas foram separadas em quatro categorias. Isto foi concebido para que fosse possível comparar as emoções experimentadas durante as atividades difíceis e fáceis e avaliar se havia alguma diferença com as métricas do EEG (excitação, engajamento, frustração e meditação). Como resultado, de modo geral, não foi encontrada diferença significativa entre as categorias.

Também foi possível achar um estudo, realizado por Corredor Camargo et al. (2019), que avaliou as cinco métricas de desempenho (interesse, excitação, compromisso, foco e estresse) do dispositivo Emotiv Insight em uma tarefa de rastreamento de trajetória virtual de um robô móvel controlado por um dispositivo tátil. O estudo foi realizado com cinco participantes saudáveis que realizaram a tarefa tátil de guiar um robô móvel virtual em duas condições: tátil e visual. A coleta das informações referentes às métricas por meio do EEG portátil foi realizada

durante a atividade. Em seus resultados, os autores também observaram variabilidade do EEG em relação à execução da tarefa, não existindo diferenças entre os usuários em relação aos padrões dos sinais EEG. Entretanto, observaram uma tendência de maior comprometimento e menos relaxamento, na condição de feedback visual e tátil. Quando o feedback é apresentado apenas visualmente, o engajamento diminuiu, e o relaxamento aumentou. Dessa forma, os autores concluíram que as métricas “compromisso” e “relaxamento” podem ser úteis para tarefas de rastreamento e prevenção de obstáculos. Contudo, não se observou diferenças nas médias de estresse, excitação, interesse e foco, permanecendo em níveis semelhante durante a execução da tarefa.

Um estudo realizado com 60 estudantes, teve como objetivo comparar os níveis de funções executivas em uma tarefa gamificada e não gamificada, utilizando o equipamento Insight da marca Emotiv (Asif et al., 2023). Os dados foram coletados pelo dispositivo portátil EEG-Emotiv insight, usado como uma ferramenta de medição das métricas de desempenho (excitação, foco, engajamento, interesse e relaxamento e estresse) enquanto os participantes realizaram uma tarefa gamificada (teste de fazer trilhas) e não gamificada (scrabble) com duração de aproximadamente 1-2 minutos. Os autores observaram uma diferença significativa nas percentagens de interesse entre os alunos que completaram tarefas gamificadas (Scrabble) e não gamificadas (TMT). O estudo indicou os mesmos níveis das métricas entre as tarefas, não apresentando diferença significativa.

Outro estudo a respeito das métricas de desempenho (Holman et. al., 2019) explorou o potencial de Emotiv EPOC+ para avaliar a experiência do usuário dos participantes enquanto interagem com artigos de notícias eletrônicas. A amostra foi composta por dez estudantes universitários com idades entre 20 e 24 anos. Cada participante leu três artigos de notícias eletrônicas que poderia provocar diferentes emoções, enquanto o equipamento obtinha suas métricas de desempenho. As flutuações nos diferentes canais dos dados de EEG dos participantes permitiu que os autores observassem que quase todos os participantes experimentaram emoções negativas, como raiva enquanto estavam lendo os artigos de notícias online. No geral, o nível de foco e envolvimento foram considerados adequados, de acordo com os autores.

CAP 2

CARGA COGNITIVA

A Teoria da carga cognitiva surge a partir do conhecimento sobre a constituição da arquitetura cognitiva com os estudos de Sweller, no final da década de 80, com os estudos de resolução de problemas para reduzir a carga cognitiva em alunos e levando em consideração a teoria da aprendizagem (Mayer, 2002).

Esta teoria se baseia em uma arquitetura cognitiva humana responsável pelas características e condições de aprendizagem e instrução eficazes, constituindo-se da memória sensorial, de trabalho e de longo prazo (Kirschner, 2002). De acordo com Sweller & Sweller (2006), a arquitetura cognitiva é um sistema natural de processamento de informações, possuindo princípios que indicam como adquirimos, processamos e armazenamos novas informações.

Sweller et. al. (1998) classificou o processamento da carga cognitiva em intrínseco, estranho e pertinente (ou generativo). A carga cognitiva intrínseca refere-se à quantidade de elementos de informação que interagem ao mesmo tempo para obtenção do aprendizado. Por sua vez, o processamento estranho refere-se a elementos que não suporta o objetivo de aprendizagem. O processamento pertinente ou generativo envolve organização mental, relacionada com o conhecimento prévio.

A carga cognitiva pode ser medida a partir de método analítico e empírico. Muitas vezes, os métodos analíticos objetivam avaliar a carga cognitiva e coletar informações subjetivas, enquanto os métodos empíricos buscam usar técnicas de tarefas secundárias, assim como técnicas psicofisiológicas (Paas et al., 2003).

Questionários são exemplos de métodos analíticos de estimativa da carga cognitiva. Dentre as técnicas utilizadas para medir carga cognitiva de forma subjetiva, destaca-se a Escala Cooper-Harper (Wierwille & Casali, 1983), a técnica subjetiva de avaliação da carga de trabalho (Reid & Nygren, 1988), e o NASA- TLX (Hart & Staveland, 1988). Algumas formas de avaliar carga cognitiva a partir de medidas fisiológicas são: variabilidade da frequência cardíaca, atividade cerebral, como ondas cerebrais associadas à tarefas, e atividade ocular, como dilatação pupilar. Outrossim, a carga cognitiva de trabalho pode ser avaliada por meio do monitoramento de desempenho do sujeito, e observando sua variação a partir das mudanças nas demandas da tarefa (Hertzum & Holmegaard, 2013).

Outro tipo de tarefa bastante utilizada para estudar carga cognitiva e memória de trabalho é o teste de Sternberg, sendo possível aplicar uma variante visual ou auditiva da tarefa. Sternberg,

em 1966, desenvolveu a atividade com o objetivo de avaliar o armazenamento da memória de trabalho. A tarefa começa com uma fase de memorização de uma sequência de dígitos de comprimento variável que é apresentada ao participante.

Este precisa armazenar as informações e após um atraso de segundos, um estímulo de teste é apresentado, sendo necessário escolher se fazia ou não parte da sequência, o mais rápido possível. A dificuldade da tarefa e os tempos de reação (RTs) dos sujeitos aumentam com maior carga de memória, que é definida pelo comprimento da sequência de dígitos (Klabes et al., 2021). Na tarefa de Sternberg e suas variantes, o tempo médio de reação aumenta com o número de itens a serem retidos. Desse modo, a medida em que se adiciona carga cognitiva, torna as tarefas mais difíceis e o tempo de reação aumentado (Turcotte J, Oddson B.. 2022)

Um estudo que utilizou o teste de Sternberg em 24 adultos jovens (18 a 35 anos) e 30 adultos mais velhos (50 a 86 anos) (Sghirripa et al., 2021), também utilizou de medidas eletroencefalográficas para avaliar a carga e memória de trabalho. Na tarefa modificada de Sternberg, o participante fixava-se em uma cruz no centro da tela por 2 segundos e um conjunto de estímulos que consistia em uma, três ou cinco consoantes foram então mostradas por 1 segundo, seguidas por um período de retenção de 4 segundos. Para as tentativas de carga um e carga, as consoantes foram apresentadas centralmente, com símbolos de preenchimento, adicionado para manter entrada sensorial igual para cada condição. Em seguida, uma carta de sondagem foi mostrada e o sujeito foi instruído para pressionar a tecla de seta para a direita do teclado, caso a letra estivesse no conjunto de memória, ou a tecla de seta esquerda caso não estivesse, assim permanecendo na tela até que o sujeito respondesse. Os participantes receberam um bloco de prática de 20 tentativas para familiarizar-se com a tarefa, antes de realizar 20 blocos de 15 tentativas, resultando em um total de 300 tentativas no total ou seja, 100 tentativas por carga. Cada bloco continha um número igual de tentativas para cada carga, apresentada de forma aleatória, e uma pequena pausa foi permitida entre os blocos.

Nos resultados desse estudo, foi observado que os idosos demonstraram tempos de reação mais lentos em todas as cargas, mas não houve diferenças significativas de idade na capacidade de memória de trabalho. Também foi observado que, independentemente da idade, a potência alfa diminuiu e a frequência alfa aumentou com a carga durante a codificação, e a magnitude da supressão alfa durante a retenção foi maior em cargas mais altas. Enquanto o poder alfa durante a retenção foi menor do que a fixação em adultos mais velhos, mas não em adultos mais jovens, a mudança relativa da fixação não foi significativamente diferente entre as faixas

etárias. Diferenças individuais na potência alfa não predisseram o desempenho para nenhuma das faixas etárias ou em qualquer carga de memória de trabalho.

As tarefas N-back também podem ser usadas para avaliar memória de trabalho e fadiga cognitiva. Nessa tarefa, o participante, geralmente, é solicitado a monitorar a localização de uma série de estímulos verbais ou não verbais e, posteriormente, indicar se o novo estímulo apresentado é igual ao apresentado em “n” tentativas anteriormente (Owen et al., 2005).

O desenvolvimento de diferentes níveis N-back é uma forma típica de manipular a dificuldade da tarefa e as demandas relacionadas a memória de trabalho. É comum que os participantes tenham pior desempenho à medida que o nível N-back aumenta, uma vez que ocorre o aumento das demandas de memória de trabalho e de recursos cognitivos, como atenção. Algumas habilidades são importantes para o desempenho bem sucedido da atividade, como reconhecimento, codificação, armazenar, ensaiar, monitorar, combinar, inibir e atualizar informações (Pelegriana et al., 2015).

De acordo com Pergher et. al. (2020), a configuração de gravação de EEG empregada varia muito entre os estudos, podendo apresentar inconsistências nos resultados obtidos. Por meio de sua pesquisa, estes autores conduziram nove diferentes variações de uma tarefa N-Back que manipula o tipo de estímulo e a estrutura da tarefa, explorando o efeito do método de pré-processamento utilizado e as diferenças em ambiente laboratorial. Como resultado, revelaram diferenças significativas no comportamento e medidas eletrofisiológicas em resposta ao tipo de estímulo N-Back, estrutura da tarefa, método de pré-processamento e ambiente de laboratório. Desse modo, concluíram que fatores experimentais e diferenças laboratoriais, que muitas vezes são ignorados na literatura, precisam ser levados em conta ao interpretar os resultados e discussão entre estudos.

Um recente estudo alemão, Schapkin et al. (2020), teve como objetivo examinar os correlatos eletroencefalográficos de carga cognitiva em uma tarefa de reação de múltipla escolha em condição de baixa carga e alta carga cognitiva com amostra de vinte e quatro adultos jovens saudáveis. Para medir a carga cognitiva, foi usada a escala de Borg reduzida. O EEG foi registrado continuamente a partir de 13 eletrodos do couro cabeludo. De mesmo modo no estudo buscou-se avaliar os efeitos posteriores da carga cognitiva, observando o desempenho da memória de trabalho.

Como resultados, observou-se um aumento da potência do EEG em bandas de frequência delta, teta e beta, bem como uma diminuição na banda alfa com o aumento das demandas de

memória de trabalho. Além disso, ao ser comparada com outras frequências, observou-se aumento de potência e mais difusão de ondas teta e alfa em todo o cérebro, podendo, assim, ser consideradas os mais sensíveis indicadores de carga cognitiva.

Em um outro estudo, realizado por (Krigolson et al., 2021), foi examinado a relação entre fadiga cognitiva percebida e potenciais cerebrais relacionados a eventos humanos (ERPs) ERP são potenciais cerebrais evocados por um evento (estímulo) e oscilações eletroencefalográficas (EEG) com o equipamento portátil Muse EEG (versão Muse: 2016) amostragem em 256 Hz, que consiste em uma faixa na cabeça. Foram realizadas uma tarefa de estímulo visual e uma tarefa de aprendizado por recompensa. Os autores realizaram a gravação durante todo o experimento, incluindo uma verificação da qualidade do sinal, em sete minutos em média. A partir do Inventário de Fadiga Ocupacional Sueco (SOFIC), os participantes autoavaliaram seu nível percebido de fadiga cognitiva.

O estudo foi realizado com uma amostra de 1.000 pessoas no Canadá. Como resultado, os dados de EEG mostraram componentes robustos do ERP N200 e P300 e oscilações neurais nas bandas delta, teta, alfa e beta. Os resultados desta análise revelaram um modelo que previu a fadiga cognitiva percebida, incluído delta frontal, alfa posterior, delta posterior, theta posterior, beta Frontal, latência N200 L e P300 e amplitude N200. Foi buscado replicar trabalhos anteriores mostrando relações entre os recursos do ERP e do ERP e a percepção fadiga cognitiva, de modo a demonstrar uma combinação linear de recursos de ERP e EEG. Os autores concluíram que medir o ERP com rapidez e precisão e dados de EEG, afirmando a validade do mEEG como um meio para medir a saúde e o desempenho do cérebro.

Outro recente estudo (He et al., 2022) também utilizou a tarefa n-back, acrescentando a atividade Go/NoGo para avaliar a memória de trabalho envolvendo uma tarefa de estímulo visual e uma tarefa para estímulo auditivo. O estudo foi realizado com 88 estudantes de graduação do sexo masculino, divididos em um grupo de 44 pessoas para uma tarefa única e 44 sujeitos para tarefa dupla.

A atividade n-back foi utilizada como estímulo da carga cognitiva visual e a atividade Go/No Go para estímulo de carga cognitiva auditiva. Nesta última, ao ouvir o estímulo auditivo associado às tentativas de Go, um “bipe” agudo (524 Hz), deveria ser pressionado a tecla “espaço” no teclado para responder. A tecla não seria pressionada ao ouvir estímulo auditivo associado às tentativas NoGo, um “bipe” de baixa frequência (262 Hz). A tarefa teve duração de seis minutos, com um bloco de 100 tentativas. Houve ainda uma fase de treinamento de 1 minuto (20 tentativas) com feedback sobre respostas.

Na interação entre os estímulos, observou-se que, em baixa carga cognitiva, os estímulos auditivos não tiveram efeito sobre a memória de trabalho visual, enquanto os estímulos visuais tiveram um pequeno efeito na memória de trabalho auditiva. Com alta carga cognitiva, os estímulos auditivos interferiram de forma considerável na memória de trabalho visual, e estímulos visuais interferiram de forma mediana na memória de trabalho auditiva. Dessa forma, pode-se concluir que os estímulos audiovisuais mostraram interferência significativa apenas quando a carga visual cognitiva era alta, enquanto nas atividades de baixa carga cognitiva visual, não houve uma interferência significativa.

Diante do exposto, segue a seguinte indagação do problema da pesquisa: *Como as métricas de desempenho (engajamento, excitabilidade, foco, interesse, relaxamento e estresse) do EEG EMOTIV EPOC X pode se correlacionar com medidas neuropsicológicas diante de uma atividade de esforço cognitivo?*

2. JUSTIFICATIVA

Tem sido cada vez mais frequente o uso do EEG em diversos estudos em neurociências, como, por exemplo, na busca de biomarcadores em doenças neurodegenerativas, como Alzheimer e Parkinson. Além disso, o equipamento tem sido importante para obter diagnóstico, como o Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade, aprovado pela Food and Drug Administration (FDA) dos Estados Unidos em 2013, a partir do uso do sistema NEBA.

O uso de aparelhos portáteis também tem sido diversamente utilizado, contudo, de acordo com Serna-Rojas et. al. (2021), a validação dos mesmos para aplicações de pesquisa está em andamento e seus primeiros resultados são promissores. Boa parte dos estudos que envolvem validação dos equipamentos utilizam o registro de potenciais relacionados a eventos (Event Related Potentials ou ERPs), principalmente nos efeitos da onda P300, quando utilizada em aplicações do BCI para avaliar processos cognitivos como atenção, entre outros (Park et al., 2015; Ramadan & Vasilakos, 2017).

Diante da maior frequência e diversidade de uso no campo da neurociência, a validação dos instrumentos de EEG são imprescindíveis. Todavia, não é possível identificar muitos estudos de validação de EEG portátil correlacionando com testagem neuropsicológica. Assim, faz-se importante o desenvolvimento de maiores estudos de validação de equipamentos portáteis de EEG utilizando ferramentas de avaliação neuropsicológica validadas.

Ademais, o equipamento é considerado uma ferramenta flexível e de baixo custo, além de não invasiva, para avaliar frequência de ondas cerebrais. A validação de tais ferramentas traz maior segurança no desenvolvimento de mais estudos, bem como no auxílio em diagnósticos com estes equipamentos.

3. OBJETIVOS

3.1 GERAL

Correlacionar a relação entre as métricas do EEG EMOTIV EPOC X com medidas neuropsicológicas a partir de uma tarefa de alta e baixa carga cognitiva

3.2 ESPECÍFICOS

1. Comparar os efeitos do esforço cognitivo sobre o desempenho dos participantes nos testes neuropsicológicos e nas medidas do EEG (engajamento, excitabilidade, foco, interesse, relaxamento e estresse).
2. Correlacionar o fator foco ou atenção medido pelo EEG com os escores obtidos na Bateria Psicológica de Atenção (atenção concentrada).
3. Correlacionar o fator estresse medido pelo EEG com os escores obtidos no Inventário de Sintomas de Estresse para Adultos- ISSL (LIPP, 2014).
4. Correlacionar os fatores engajamento e interesse avaliados pelo EEG com a Escala de Envolvimento Acadêmico.

4. HIPÓTESES

Para o presente estudo, foram elaboradas as seguintes hipóteses:

- 1) O grupo experimental, exposto a tarefa de alto esforço cognitivo, apresentará escores mais elevados em engajamento, atenção e estresse durante e após a conclusão da tarefa em comparação ao grupo controle;
- 2) O grupo controle, exposto a tarefa de menor esforço cognitivo, apresentará índices mais elevados de relaxamento, entusiasmo e interesse, em comparação ao grupo experimental durante e após a conclusão da tarefa em comparação ao grupo controle;
- 3) O grupo controle não apresentará alteração nos índices de atenção e estresse após a realização de atividade de menor esforço cognitivo.
- 4) Haverá correlação entre as medidas relaxamento, entusiasmo, interesse, engajamento, foco (atenção) e estresse obtidas por meio do EEG portátil e pelos instrumentos de avaliação neuropsicológica.

5. MÉTODO

5.1 Local, Período E Amostra

A pesquisa foi realizada na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), no endereço Campus I - Lot. Cidade Universitária, PB, 58051-900, município de João Pessoa, Paraíba. A amostra para o desempenho da pesquisa foi de 60 universitários do Centro de Ciências Humanas, Artes e Letras (CCHLA) da UFPB, sendo 26 estudantes do sexo masculino e 34 do sexo feminino.

5.2 Técnicas E Instrumentos De Coleta

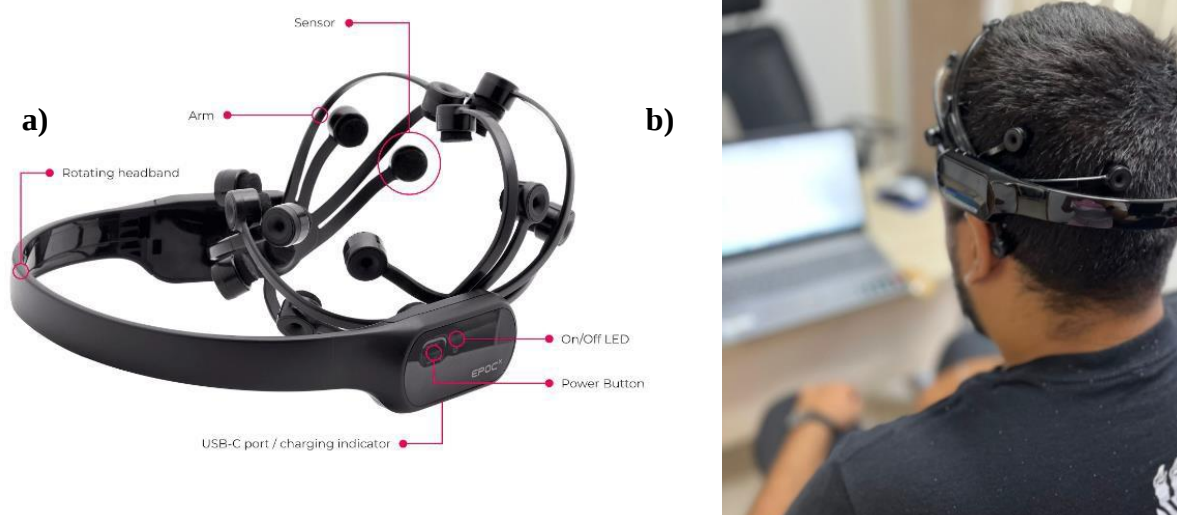
5.2.1 EEG EMOTIV EPOC

O aparelho possui 14 canais com conexão sem fio e Bluetooth. Também possui sensores de polímero baseado em salina e sensor de movimento de nove eixos. O aparelho inclui receptor USB com banda de 2,4 GHz e resolução de 14 bits. Possui filtros notch digitais a 50 Hz e 60 Hz, filtro Sinc digital de 5ª ordem integrado e filtros digitais de 0,2 a 45Hz (EMOTIV, 2019).

Algumas plataformas compatíveis são: Windows de 7,8,10; 8GB de RAM e 500 MB de espaço disponível em disco; MAC OS X de 8GB de RAM e 500 MB de espaço disponível em disco; iOS 9 ou superior; iPhone 5+, iPod Touch 6, iPad 3+, iPad mini; android 4.43+ (excluindo 5.0); e dispositivo com Bluetooth Low Energy. Adicionalmente, possui bateria interna de polímero de lítio 480mAh e vida útil de até 9 horas.

Figura 1

Equipamento portátil EEG EMOTIV EPOC X

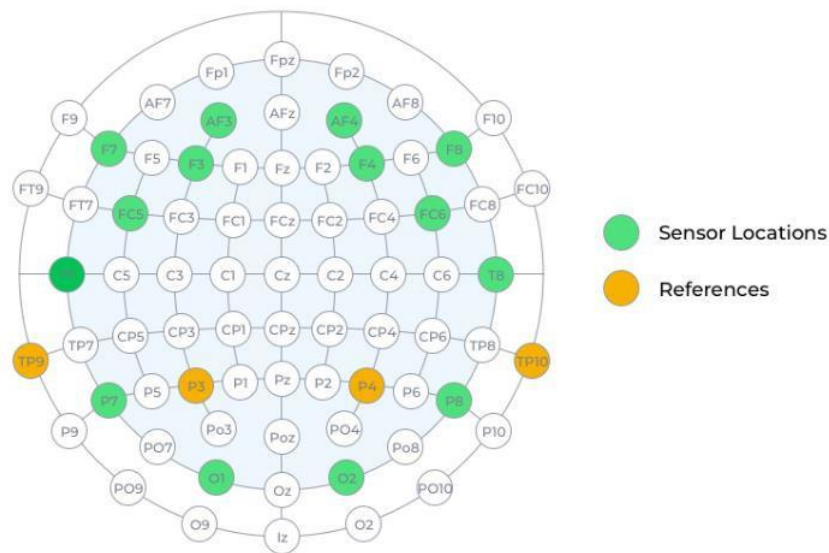


Nota. Equipamento EEG portátil.No item “a” a imagem de um EEG portátil Epoc X com 14 canais com conexão sem fio. Fonte:<https://emotiv.gitbook.io/>. No item “b” imagem de um dos participantes com o equipamento posicionado na cabeça.

O aparelho EPOC X fornece cobertura dos lobos frontal e pré-frontal, além de lobos temporal, parietal e occipital, usando o sistema internacional 10-20. O EPOC X tem dois braços de eletrodos — cada um contendo 9 locais (7 sensores + 2 referências). Dois locais de sensor (M1 / M2) já possuem almofadas de conforto instaladas, pois são as posições de referência alternativas (P3 / P4). Abaixo, a figura 2 e a tabela 2 retratam, respectivamente, sobre a localização dos canais e sobre a função relacionada a cada sensor.

Figura 2

Localização dos sensores e referências do equipamento EEG EMOTIV EPOC X.



Nota. Localização dos 14 canais: AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4. Fonte:<https://emotiv.gitbook.io/>

Tabela 2

Canais Emotiv EPOC+ associado às funções cerebrais

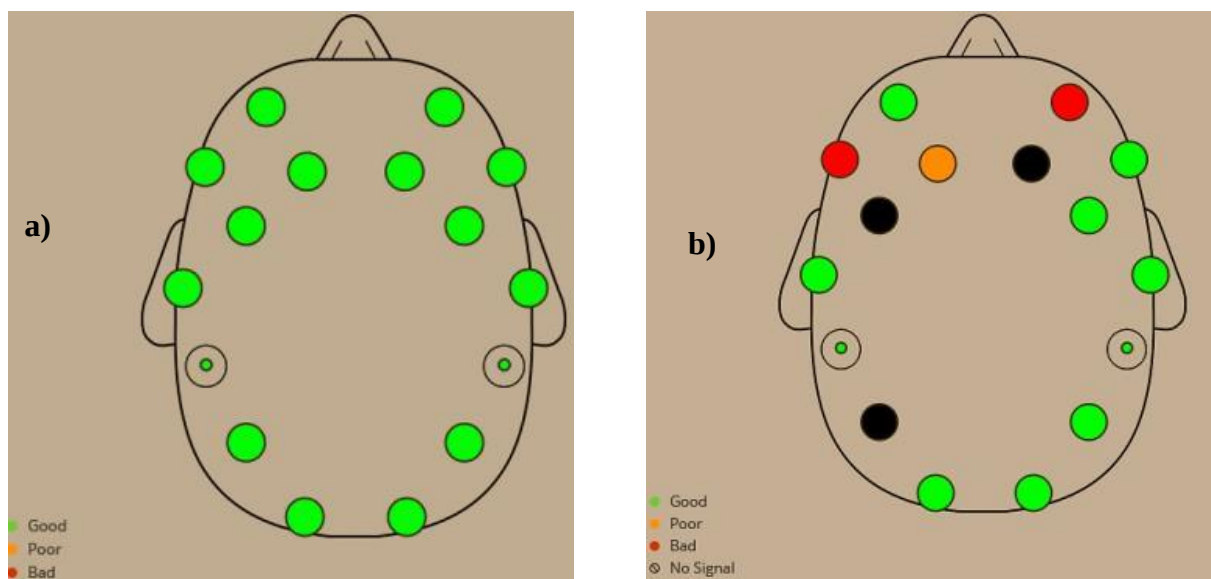
AF3	Atenção
F7	Expressão verbal
F3	Planejamento motor
FC5	Controlador de corpo direito
T7	Memória verbal
P7	Compreensão verbal
O1	Processamento visual
O2	Processamento visual

Nota. Canais Emotiv EPOC+ e cérebro associado funções, adaptado de Boucha, D., Amiri, A., & Chogueur, D. (2017).

A conexão do equipamento é realizada por meio do aplicativo EmotivPRO instalada no software do equipamento. O aplicativo permite, inicialmente, o ajuste do equipamento na cabeça do participante, antes de iniciar a gravação. A sinalização permite verificar se o sinal está adequado para o experimento. Após sinalização positiva representada pelos sensores na cor verde, o aplicativo permite realizar a gravação de ondas cerebrais, bem como gravação das métricas de desempenho.

Figura 3

Qualidade do sinal do equipamento.



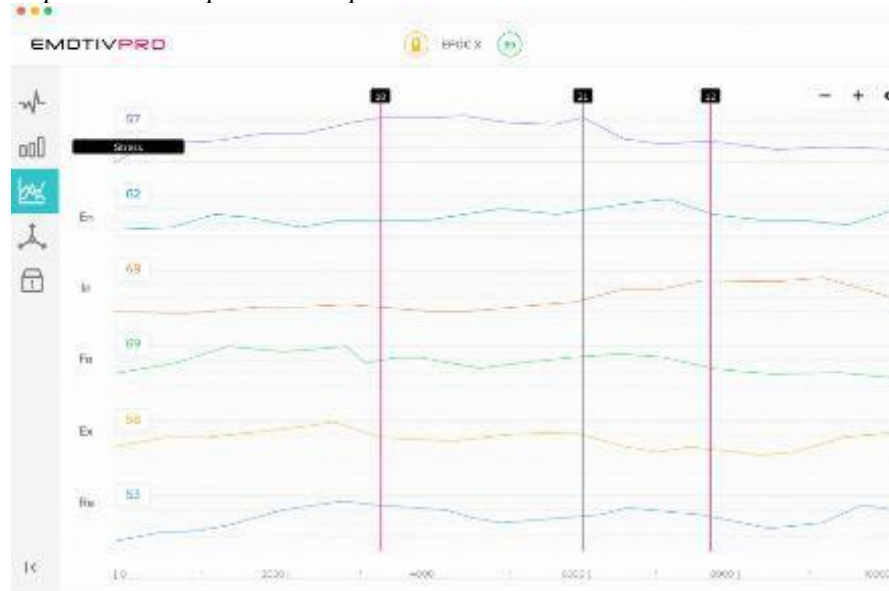
Nota. Na primeira imagem os sensores representados pela cor verde retratam uma conexão em nível 100% do aparelho, significando que todos eles estão conectados e funcionando de modo adequado. No item “b” é retratado uma imagem com funcionamento ruim do equipamento, o qual a cor laranja representa um pobre sinal, a cor vermelha um sinal ruim e a cor preta significa que o sensor não está captando sinal. Imagem adaptada de Zabcikova, M. (2019).

A interface de programação de aplicativos (API) do dispositivo monitora seis estados cognitivos diferentes em tempo real. O “engajamento” mensura a imersão em uma atividade; a “excitação” mede a intensidade emocional experimentada por estímulos ou ambientes; o “interesse” mede a atração ou aversão aos estímulos; o “foco” mede a atenção vigilante ao executar uma tarefa; o “relaxamento” mede o foco calmo após o período de intensa concentração; e o “estresse” mede a tensão emocional/frustração experimentada ao completar uma tarefa (*EMOTIV's Performance Metrics*, s.d.). Para isso duas bibliotecas (EmoEngine e EmoKey) estimam o estado emocional do usuário. A primeira biblioteca armazena sinais provenientes dos canais de EEG e a segunda processa esses sinais e fornece valores numéricos

para cada canal. Os valores são normalizados entre 0 (menor intensidade) e 1 (maior intensidade) (Sánchez-Reolid et al., 2018).

Figura 4

Métricas de desempenho em tempo real no aplicativo EMOTIVPRO



Nota. Por meio do aplicativo é possível observar o desempenho dos seis estados cognitivos diferentes em tempo real: engajamento, excitação, interesse, foco, relaxamento e estresse. Fonte: EMOTIV's Performance Metrics - EMOTIV.

Até o presente momento, a Emotiv não divulgou como funciona o algoritmo de classificação, pois são informações proprietárias. Dessa forma, o modelo emocional implementado na API permanece desconhecido. No entanto, de acordo com a empresa, cada um desses modelos foi criado usando técnicas de aprendizado de máquina com dados de EEG coletados pela equipe de pesquisa Emotiv, seguindo protocolos comumente usados na literatura científica.

5.2.2 Bateria Fatorial de Atenção (BPA)

A BPA também foi utilizada como forma de avaliar a atenção dos participantes. A Bateria possui parecer favorável pelo SATEPSI e tem como objetivo realizar uma avaliação da capacidade geral de atenção, além de realizar avaliação dos tipos de atenção específicos: atenção concentrada, atenção dividida e atenção alternada. Pode ser aplicada em população de em população de 6 e 82 anos, de ambos os sexos e com diferentes níveis de escolaridade.

5.2.3 Inventário de Sintomas de Stress para Adultos – ISSL- (LIPP, 2014)

Para a avaliação de estresse, foi utilizado o ISSL, de modo a analisar os sintomas físicos e psicológicos mais frequentes. Este instrumento é dividido em 53 itens, dos quais 34 são de natureza física ou somática e 19 de natureza psicológica. Possui um modelo quadrifásico que estão divididos em: fase de alerta, resistência, quase-exaustão e exaustão.

5.2.4 Escala de Envolvimento Acadêmico – (Fior, Mercuri e Silva, 2013),

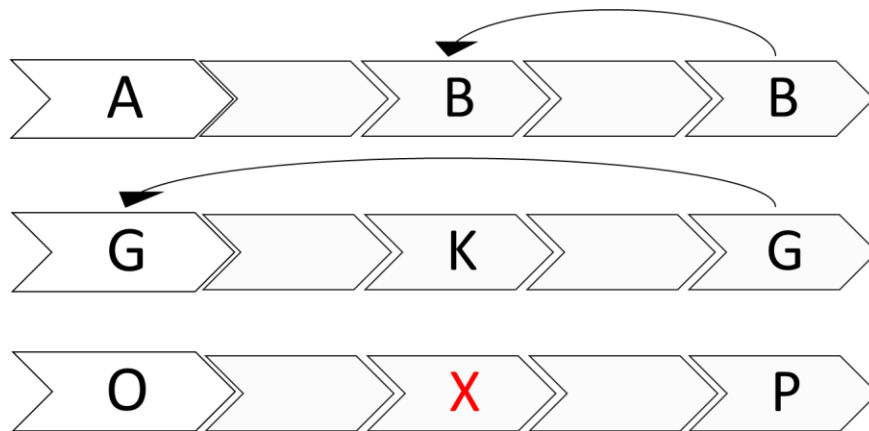
A escala de Envolvimento Acadêmico é do tipo *Likert* e foi usada para medir o nível de engajamento com atividades acadêmicas por parte dos universitários. Possui respostas com frequências que variam de 1 (nada/nunca) a 5 (muito/sempre). O instrumento contém 42 itens agrupados, que podem ser analisados em duas ou quatro dimensões.

5.4. Atividade N-back

A atividade n-back foi realizada para a avaliação do desempenho de carga cognitiva. Utilizou-se o programa E-prime para a realização da atividade, com intervalo de fixação de 1000ms, com 60 estímulos que consistiam em letras apresentadas de modo aleatório para cada bloco (0-back, 1-back e 2-back).

A atividade 0-back foi apresentada ao grupo controle e teve duração de aproximadamente cinco minutos. O participante foi instruído a apertar na tecla “1” caso a letra “X” aparecesse na tela, diante dos 60 estímulos apresentados de modo aleatório. Sendo assim, esta foi considerada uma atividade com menor esforço cognitivo.

O grupo experimental realizou a atividade 1-back e 2-back, sendo 60 letras para cada bloco. Na atividade 1-back, o participante foi instruído em apertar a tecla “1” todas as vezes que a letra apresentada na tela fosse igual a letra anterior. Já a atividade 2-back, consistia em teclar “1” se todas as vezes que a letra apresentada fosse a mesma de duas casas anteriores. Esses testes foram considerados atividades com mais esforço cognitivo.

Figura 5*Funcionamento da Atividade N-back*

Nota. As duas primeiras linhas representam as atividades 1-back e 2-back que foram realizadas com o grupo experimental. A primeira consistia em apertar a tecla “1” toda vez que a letra presente na tela fosse idêntica a letra anterior. A atividade 2-back consistia em apertar a mesma tecla se a letra que fosse mostrada na tela fosse a mesma letra de duas casas anteriores. Na última linha está representada a atividade 0-back que foi realizada com o grupo controle e consistia em apertar a tecla “1” quando aparecesse na tela a letra “X”, representada na imagem na cor vermelho.

5.3 Desenho do estudo

A presente pesquisa trata-se de um estudo *ex-post facto*, do tipo de estudo caso-controle, em que se baseia na comparação e relacionamento entre duas amostras. Com o grupo experimental, foi realizada uma atividade com esforço cognitivo e, com o grupo controle, uma atividade com baixo esforço cognitivo. O estudo foi dividido em três fases em que os dois grupos passaram: 1) momento de repouso; 2) atividade com esforço e sem esforço; e 3) aplicação dos testes neuropsicológicos.

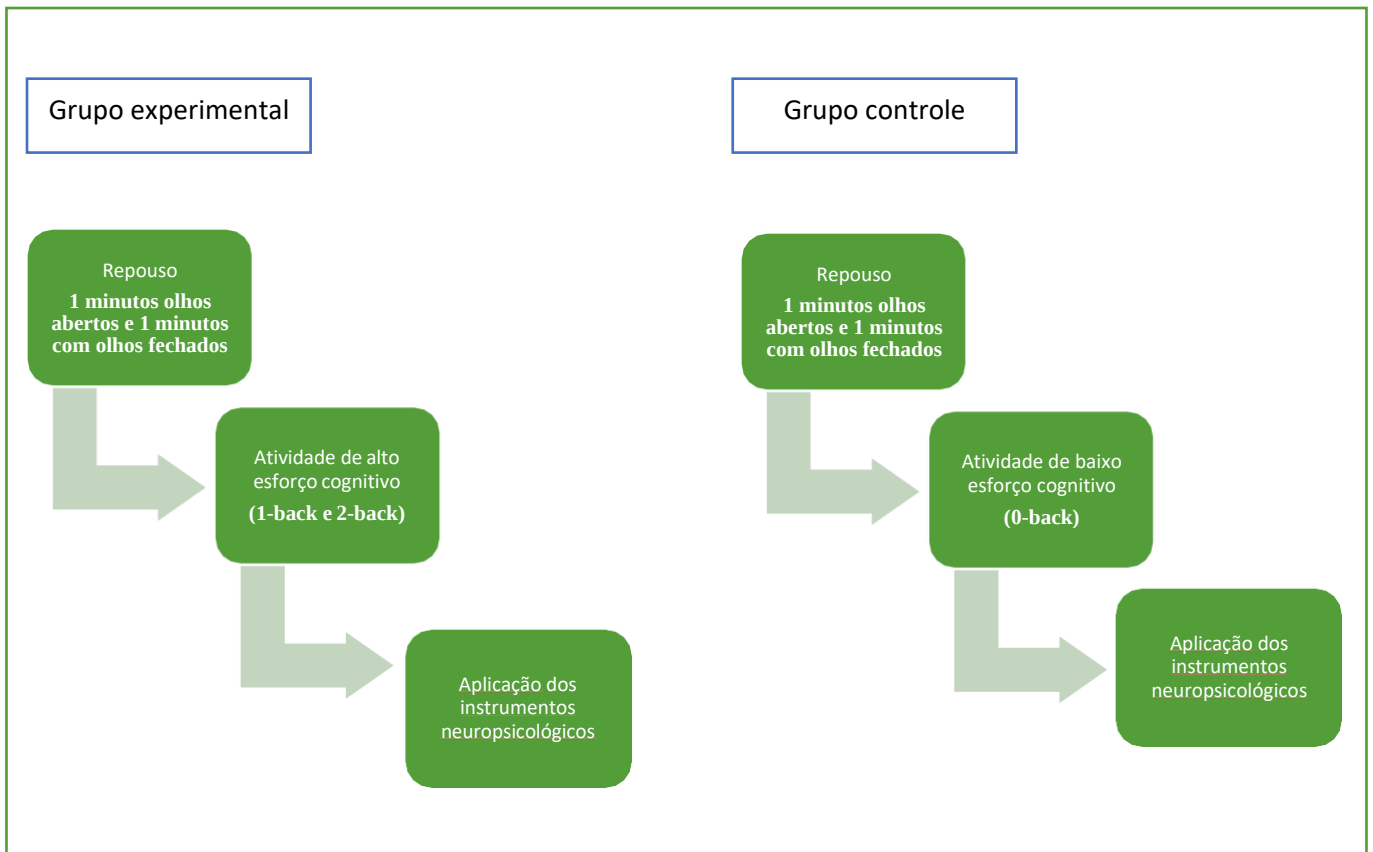
O equipamento era colocado antes de iniciar as fases do experimento, sendo testado e iniciado quando o sinal estava 100%. Na fase um, os participantes dos grupos ficaram em repouso por dois minutos (dois minutos de olhos fechados e dois minutos de olhos abertos), antes de iniciar a atividade.

A segunda fase do experimento, consistiu na realização da atividade de carga cognitiva (n-back) com o participante. O equipamento permaneceu ligado durante toda a atividade, sendo coletadas as métricas de performance durante a atividade. O grupo experimental realizou a atividade com maior carga cognitiva (1-back e 2-back), com tempo total em torno de 10 minutos. O grupo controle teve uma média de cinco minutos para a realização da atividade de menor carga cognitiva (0-back).

Posteriormente, os participantes responderam ao questionário sociodemográfico aos testes e escalas: SRQ, atenção concentrada (AC-BPA), inventário de estresse (ISSL), escala de envolvimento acadêmico (EEA).

Figura 6

Desenho do experimento dos grupos experimental e controle.



Nota. Ao iniciar, ambos os grupos passaram pela fase de repouso, onde foi solicitado que os participantes ficassem um minuto de olhos abertos e um minuto de olhos fechados. Na segunda fase, foi aplicada a 1-back e 2-back no grupo experimental, e 0-back no grupo controle. A terceira fase do experimento, consistiu na aplicação dos instrumentos neuropsicológicos em ambos os grupos.

5.4 Método para análise estatística

Para a tabulação e análise de dados, foi utilizado o programa estatístico IBM SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), versão 23® para *Microsoft Windows*®. O programa *EXCEL* 2013 também foi utilizado para armazenamento dos dados e elaboração dos gráficos e análise de médias.

Foram empregadas estatísticas descritivas, verificando-se os valores absolutos e percentuais, além das medidas como média, desvio padrão e erro padrão. Essas medidas também foram aplicadas para avaliar os resultados das escalas e testes neuropsicológicos, além dos resultados das métricas do EEG, sendo acrescentado a avaliação do erro padrão, valor de p e tamanho do efeito (d de Cohen).

O teste não paramétrico U de Mann-Whitney também foi aplicado para comparação de duas amostras independentes relacionados aos testes neuropsicológicos (tabela 4) e métricas de desempenho do EEG (tabela 6). O teste não paramétrico de Spearman (r) foi empregado na correlação entre os testes neuropsicológicos (tabela 5), entre as métricas de desempenho do EEG (tabela 7), entre métricas do EEG e testes neuropsicológicos (tabela 8), e entre as métricas do EEG e atividade comportamental n-back (tabela 9).

6. RESULTADOS

6.1 Dados Sociodemográficos

No total, participaram da pesquisa 60 estudantes universitários, sendo 26 estudantes do sexo masculino (43,33%) e 34 do sexo feminino (56,66%), com faixa etária entre 18 e 34 anos ($M=21,6$, $ED=3,4$). Em sua maioria (76,6%), os estudantes cursavam Psicologia e o restante dos participantes (23,4%) eram alunos dos cursos de Letras Espanhol, Letras Inglês, Letras Português, História, Relações Internacionais, Mídia Digitais, Cinema e Fisioterapia.

Do total, 27 participantes (45%) praticam atividade física e 33 participantes (55%) não praticam. Em relação a busca por cuidado com a saúde mental, 19 participantes (31,7%) relataram realizar acompanhamento com psicólogo e/ou psiquiatra, enquanto 68,3% não realizam. Demais informações sociodemográficas são apresentadas na tabela 3.

6.2 Escalas e Testes

No questionário SRQ, observou-se que 33 dos participantes (55%) apresentaram pontuação entre zero e sete, enquanto 27 participantes (45%) pontuaram oito ou acima de oito. O grupo experimental apresentou $M=5,67$, $DP=4,18$, $EP=0,76$, e o grupo controle apresentou $M=9,10$, $DP=4,07$, $EP=0,86$. Por meio do teste U Mann-Whitney de amostras independentes, foi observado diferença significativa entre os grupos ($U=638,500$, $p=0,005$).

No teste de Atenção concentrada, 25 participantes (41,7%) de toda a amostra (60) apresentaram nível inferior de atenção, 16 participantes (26,7%) apresentaram classificação média inferior, a quantidade de sete participantes (11,7%) apresentou classificação média, oito (13,3%) estiveram na classificação média superior e quatro participantes (6,7%) apresentaram nível de classificação superior.

Verificou-se a média geral de atenção concentrada de todos os participantes ($M=85,97$, $DP=17,53$). Foi possível identificar diferença na média em atenção concentrada entre o grupo experimental ($M=90,10$, $DP=15,49$, $EP=2,43$) e grupo controle ($M=81,15$, $DP=18,70$, $EP=3,41$). Todavia, não foi observada uma diferença considerada significativa ($U=334,500$, $p=0,087$).

No teste de Envolvimento Acadêmico, o grupo experimental demonstrou maiores escores de envolvimento acadêmico ($M_{exp}=3,60$, $DP_{exp}=0,51$, $EP_{exp}=0,09$) em

comparação ao controle ($M_{\text{contr}}=3,11$, $DP_{\text{contr}}=0,60$, $EP_{\text{contr}}=0,10$), havendo uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($U=256,000$, $p=0,004$).

No teste de estresse, observou-se que a quantidade de 17 participantes (28,3%) estava em fase de exaustão, 24 participantes (40%) em fase de resistência e um participante na fase de quase-exaustão. Do total, 18 participantes (30%) não pontuaram o suficiente para se enquadrar em uma das fases, de acordo com a escala ISSL. O grupo experimental obteve $M=1,36$, $DP=1,27$, e o grupo controle $M=2,03$, $DP=1,03$, obteve-se ($U=593,000$, $p=0,025$).

Tabela 3

Médias, valor de p, tamanho de efeito (d de Cohen) e teste de comparação Mann-Whitney dos testes neuropsicológicos usados entre o grupo controle e experimental.

	Grupo experimental	Grupo controle	p	Tamanho do efeito (d de Cohen)	Teste de comparação Mann-Whitney
SRQ	$M=5,67$ ($DP=4,18$)	$M=9,10$ ($DP=4,07$)	0,005	-0,83	$U=638,500$
AC	$M=90,10$ ($DP=15,49$)	$M=81,15$ ($DP=18,70$)	0,087	-0,52	$U=334,500$
ISSL	$M=1,36$ ($DP=1,27$)	$M=2,03$ ($DP=1,03$)	0,025	-0,58	$U=593,000$
EEA	$M=3,60$ ($DP=0,51$)	$M=3,11$ ($DP=0,60$)	0,004	0,88	$U=256,000$

Nota. Obteve-se p-valor significativo nos testes SRQ, ISSL e EEA (em vermelho). Foi possível identificar tamanho do efeito (d de Cohen) grande no questionário SRQ e escala EEA, e médio nos testes AC e ISSL.

De modo geral, foi possível observar correlação negativa entre o questionário SRQ com teste de atenção concentrada (AC) ($\rho=-0,27$, $p=0,003$), envolvimento acadêmico ($\rho=-0,37$, $p=0,003$), e correlação positiva com o teste de estresse ($\rho=0,65$, $p=0,001$). Também se obteve correlação negativa entre o inventário de estresse e teste de atenção concentrada ($\rho=-0,32$, $p=0,01$). Entre o grupo experimental, obteve-se correlação entre o teste de atenção concentrada e o inventário de estresse ($\rho=0,37$, $p=0,03$), e no grupo controle obteve-se correlação negativa entre o questionário SRQ e o teste de atenção concentrada ($\rho=-0,47$, $p=0,008$), e teste de atenção concentrada com inventário de estresse ($\rho=-0,47$, $p=0,008$).

Tabela 4:

Correlação entre os testes neuropsicológicos aplicados.

	Experimental	Controle	Geral
SRQ X AC	$\rho = -0,15$ $p = 0,41$	$\rho = -0,27$ $p = 0,14$	$\rho = -0,27$ $p = \mathbf{0,03}$
SRQ X Envolvimento Acadêmico	$\rho = -0,04$ $p = 0,83$	$\rho = -0,47$ $p = \mathbf{0,008}$	$\rho = -0,37$ $p = \mathbf{0,003}$
SRQ X ISSL (estresse)	$\rho = 0,16$ $p = 0,39$	$\rho = 0,04$ $p = 0,80$	$\rho = 0,65$ $p = \mathbf{0,001}$
AC X Envolvimento Acadêmico	$\rho = -0,17$ $p = 0,35$	$\rho = 0,19$ $p = 0,30$	$\rho = 0,11$ $p = 0,39$
AC X ISSL (estresse)	$\rho = 0,37$ $p = \mathbf{0,03}$	$\rho = -0,47$ $p = \mathbf{0,008}$	$\rho = -0,32$ $p = \mathbf{0,01}$
Envolvimento Acadêmico X ISSL (estresse)	$\rho = 0,41$ $p = 0,82$	$\rho = -0,27$ $p = 0,15$	$\rho = -0,17$ $p = 0,19$

Nota. No grupo geral, obteve-se correlação negativa entre o questionário SRQ e teste AC, SRQ e teste de envolvimento acadêmico, teste AC e inventário de estresse (ISSL). Também foi possível obter correlação positiva significativa entre o questionário SRQ e teste de estresse (ISSL) no grupo geral. No grupo experimental, obteve-se correlação positiva entre o teste AC e inventário de estresse (ISSL). No grupo controle, observou-se correlação negativa entre os testes SRQ e escala de envolvimento acadêmico, teste AC e inventário de estresse (ISSL).

6.2 Comparação de médias do EEG portátil entre os grupos

Na métrica “engajamento”, o grupo experimental apresentou $M = 64,360$, $DP = 8,29$, $EP = 1,51$, durante a atividade N-back; $M = 74,37$, $DP = 10,33$, $EP = 1,88$ para olhos abertos, e $M = 48,4$, $DP = 15,23$, $EP = 2,78$ para olho fechados. O grupo controle apresentou $M = 65,19$, $DP = 9,20$, $EP = 1,68$, durante a atividade N-back; $M = 72,55$, $DP = 11,48$, $EP = 2,09$ para olhos abertos, e $M = 54,23$, $DP = 16,17$, $EP = 2,95$ para olho fechados.

Em excitabilidade, as médias N-back para o grupo experimental foram: $M = 28,94$, $DP = 16,18$, $EP = 2,95$; para olhos abertos apresentou $M = 28,20$, $DP = 17,86$, $EP = 3,26$ e $M = 26,14$, $DP = 14,82$ e $EP = 2,70$ para olhos fechados. No grupo controle, as médias N-back foram: $M = 35,46$, $DP = 17,21$, $EP = 3,14$; para olhos abertos apresentou $M = 33,69$, $DP = 14,63$, $EP = 2,69$ e $M = 38,66$, $DP = 18,13$ e $EP = 3,31$ para olhos fechados.

Na métrica de Foco, as médias durante a atividade N-back para o grupo experimental foram: $M = 44,28$, $DP = 10,66$, $EP = 1,94$; para olhos abertos, o grupo experimental apresentou $M = 42,72$, $DP = 12,78$, $EP = 2,27$ e para olhos fechados, o mesmo grupo apresentou $M = 36,18$,

DP=13,42 e EP=2,45. Por sua vez, o grupo controle, apresentou as seguintes médias da atividade N-back: M=47,29, DP=12,46, EP=2,27; para olhos abertos apresentou M=45,88, DP=11,37, EP=2,07 e M=43,75, DP=13,71 e EP=2,50 para olhos fechados.

A média N-back em Interesse para o grupo experimental foi: M=48,30, DP=4,83, EP=0,88; para olhos abertos apresentou M=46,25, DP=5,36, EP=0,97 e para olhos fechados, o grupo experimental apresentou M=52,62, DP=9,62 e EP=1,75. O grupo controle apresentou as seguintes médias da atividade N-back: M=46,55, DP=3,36, EP=0,61; para olhos abertos apresentou M=45, DP=4,60, EP=0,84 e M=51,35, DP=5,60 e EP=1,02 para olhos fechados.

Já a média N-back na métrica de Relaxamento para o grupo experimental foi: M=28,13, DP=7,75, EP=1,41; apresentou M=29,99, DP=6,53, EP=1,19 para olhos abertos e apresentou M=43,79, DP=15,70 e EP=2,86 para olhos fechados. Para o grupo controle, as médias da atividade N-back em relaxamento foram de M=28,24, DP=5,14, EP=0,93; para olhos abertos apresentou M=29,73, DP=5,46, EP=0,99 e M=42,13, DP=12,61 e EP=2,30 para olhos fechados.

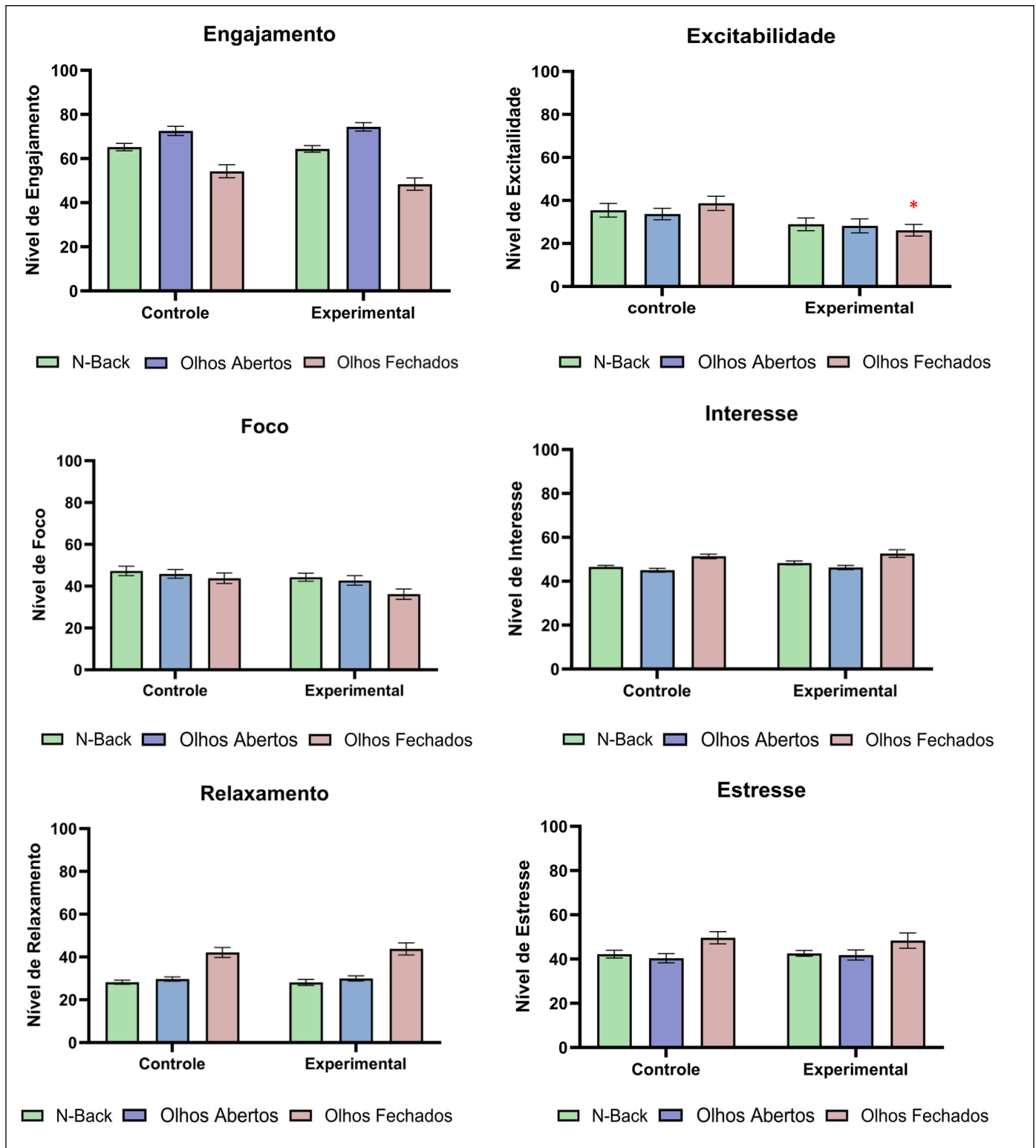
Na métrica estresse, a média N-back em para o grupo experimental foi: M=42,57, DP=7,01, EP=1,28; para olhos abertos apresentou M=41,80, DP=12,57, EP=2,29 e para olhos fechados, o grupo experimental apresentou M=48,33, DP=19 e EP=3,46. O grupo controle apresentou as seguintes médias da atividade N-back: M=42,20, DP=9,65, EP=1,76; para olhos abertos apresentou M=40,35, DP=11,48, EP=2,09 e M=49,61, DP=15,04 e EP=2,74 para olhos fechados.

Tabela 5

Médias, valor de p, tamanho de efeito e teste de comparação Mann-Whitney das métricas do EEG.

	Experimental	Controle	p - Valor	Tamanho do efeito	Teste de comparação Mann-Whitney
Engajamento	M= 64,36 (DP=8,29)	M= 65,19 (DP=9,20)	0,93	0,01 (nulo)	U=444,500
Excitabilidade	M=28,94 (DP=16,18)	M=35,46 (DP=17,21)	0,030	0,28 (pequeno)	U=596,500
Foco	M=44,28 (DP=10,66)	M=47,29 (DP=12,46)	0,41	0,11 (pequeno)	U=505,000
Interesse	M=48,30 (DP=4,83)	M=46,55 (DP=3,36)	0,13	0,19 (pequeno)	U=348,500
Relaxamento	M=28,13 (DP=7,75)	M=28,24 (DP=5,14)	0,70	0,05 (nulo)	U=475,500
Estresse	M=42,57 (DP=7,01)	M=42,20 (DP=9,65)	0,55	0,08 (nulo)	U=410,000

Nota. Obteve-se valor p significativo referente a diferença entre os grupos em excitabilidade (em vermelho), não sendo observada diferença significativa entre os grupos nas demais métricas. Foi observado tamanho de efeito nulo nas métricas Engajamento, Relaxamento e Estresse, e tamanho de efeito pequeno nas métricas Excitabilidade, Foco e Interesse.

Figura 7*Gráficos de comparação das métricas entre os grupos*

Nota. Comparação das médias das métricas Engajamento, Excitabilidade, Foco, Interesse, Relaxamento e Estresse entre os grupos controle e experimental, durante a atividade N-back e linha de base com olhos abertos e fechados. Foi identificada diferença entre as médias da métrica excitabilidade na condição olhos fechados ($p < 0,05$), não sendo observado diferença entre os grupos controle e experimental nas outras métricas e demais condições ($p > 0,05$).

Tabela 6*Correlação não paramétrica entre as métricas (Spearman).*

	Experimental	Controle	Geral
Engajamento X Excitabilidade	$\rho = 0,29$ $p = 0,11$	$\rho = 0,34$ $p = \mathbf{0,05}$	$\rho = -0,27$ $p = \mathbf{0,01}$
Engajamento X Foco	$\rho = 0,34$ $p = 0,06$	$\rho = 0,24$ $p = 0,19$	$\rho = -0,37$ $p = \mathbf{0,01}$
Engajamento X interesse	$\rho = 0,29$ $p = 0,11$	$\rho = 0,17$ $p = 0,36$	$\rho = 0,65$ $p = \mathbf{0,001}$
Engajamento X Relaxamento	$\rho = -0,15$ $p = 0,42$	$\rho = -0,11$ $p = 0,53$	$\rho = 0,11$ $p = \mathbf{0,001}$
Engajamento X estresse	$\rho = 0,18$ $p = 0,33$	$\rho = 0,15$ $p = 0,41$	$\rho = -0,32$ $p = \mathbf{0,01}$
Excitabilidade X Foco	$\rho = 0,81$ $p = \mathbf{0,001}$	$\rho = 0,90$ $p = \mathbf{0,001}$	$\rho = -0,17$ $p = 0,19$
Excitabilidade X Interesse	$\rho = -0,14$ $p = 0,44$	$\rho = 0,18$ $p = 0,34$	$\rho = -0,37$ $p = \mathbf{0,001}$
Excitabilidade X Relaxamento	$\rho = -0,05$ $p = 0,78$	$\rho = 0,34$ $p = \mathbf{0,05}$	$\rho = 0,16$ $p = 0,20$
Excitabilidade X Estresse	$\rho = 0,20$ $p = 0,27$	$\rho = 0,53$ $p = \mathbf{0,002}$	$\rho = 0,33$ $p = \mathbf{0,01}$
Foco X Interesse	$\rho = -0,18$ $p = 0,32$	$\rho = 0,21$ $p = 0,25$	$\rho = 0,001$ $p = 0,99$
Foco X Relaxamento	$\rho = -0,31$ $p = 0,09$	$\rho = 0,15$ $p = 0,42$	$\rho = -0,06$ $p = 0,63$
Foco X Estresse	$\rho = 0,24$ $p = 0,28$	$\rho = 0,70$ $p = \mathbf{0,001}$	$\rho = 0,47$ $p = \mathbf{0,001}$
Interesse X Relaxamento	$\rho = 0,46$ $p = \mathbf{0,009}$	$\rho = 0,44$ $p = \mathbf{0,01}$	$\rho = 0,44$ $p = \mathbf{0,001}$
Interesse X Estresse	$\rho = 0,59$ $p = \mathbf{0,001}$	$\rho = 0,54$ $p = \mathbf{0,002}$	$\rho = 0,56$ $p = \mathbf{0,001}$
Relaxamento X Estresse	$\rho = 0,62$ $p = \mathbf{0,001}$	$\rho = 0,28$ $p = 0,15$	$\rho = 0,44$ $p = \mathbf{0,001}$

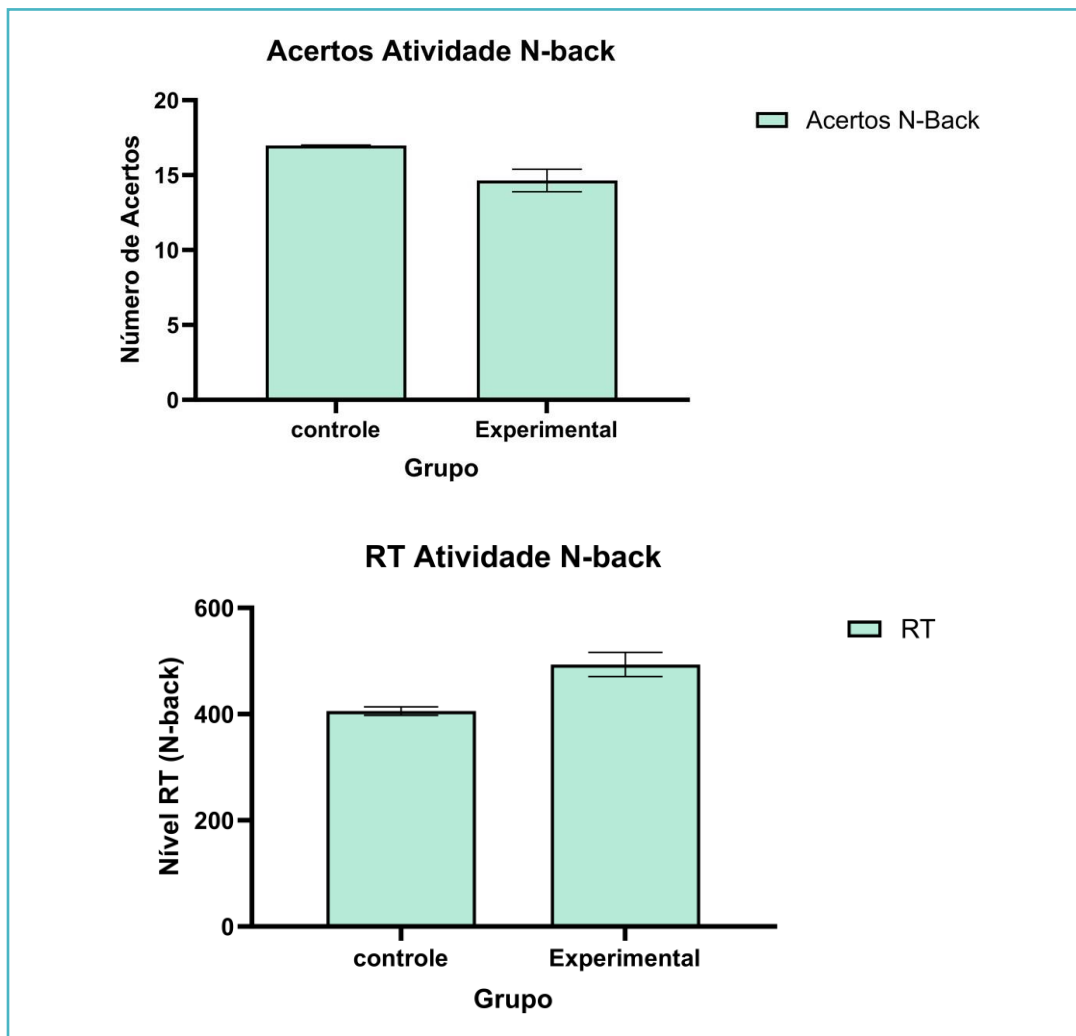
Nota. Identificou-se correlação negativa entre engajamento e excitabilidade, engajamento e estresse, excitabilidade e interesse. Obteve-se correlação positiva entre engajamento e foco, engajamento e interesse, engajamento e relaxamento, excitabilidade e estresse, foco e estresse, interesse e relaxamento, interesse e estresse, relaxamento e estresse. Entre o grupo controle, obteve-se correlação positiva significativa em engajamento e excitabilidade, excitabilidade e foco, excitabilidade e relaxamento, excitabilidade e estresse, foco e estresse, interesse e relaxamento, interesse e estresse. No grupo experimental, foi possível identificar correlação significativa apenas em excitabilidade e foco, interesse e relaxamento, interesse e estresse, relaxamento e estresse.

6.3 Atividade N-back

Para o grupo experimental, a média de acertos e reação de tempo da atividade foi: $M=14,64$, $DP=0,746$, $ED=2,7$, $M(RT)=493,30$. No grupo controle, foram encontrados os seguintes dados: $M=16,97$, $DP=0,03$, $ED=0,18$, $M(RT)=405,61$. Utilizando-se o teste U Mann-Whitney de amostras independentes, foi observada diferença significativa na média de acertos entre os grupos ($U=0,001$, $p<0,05$) e para o tempo de resposta ($U=0,001$, $p<0,05$).

Figura 8

Média de acertos e tempo de resposta da atividade N-back entre os grupos controle e experimental.



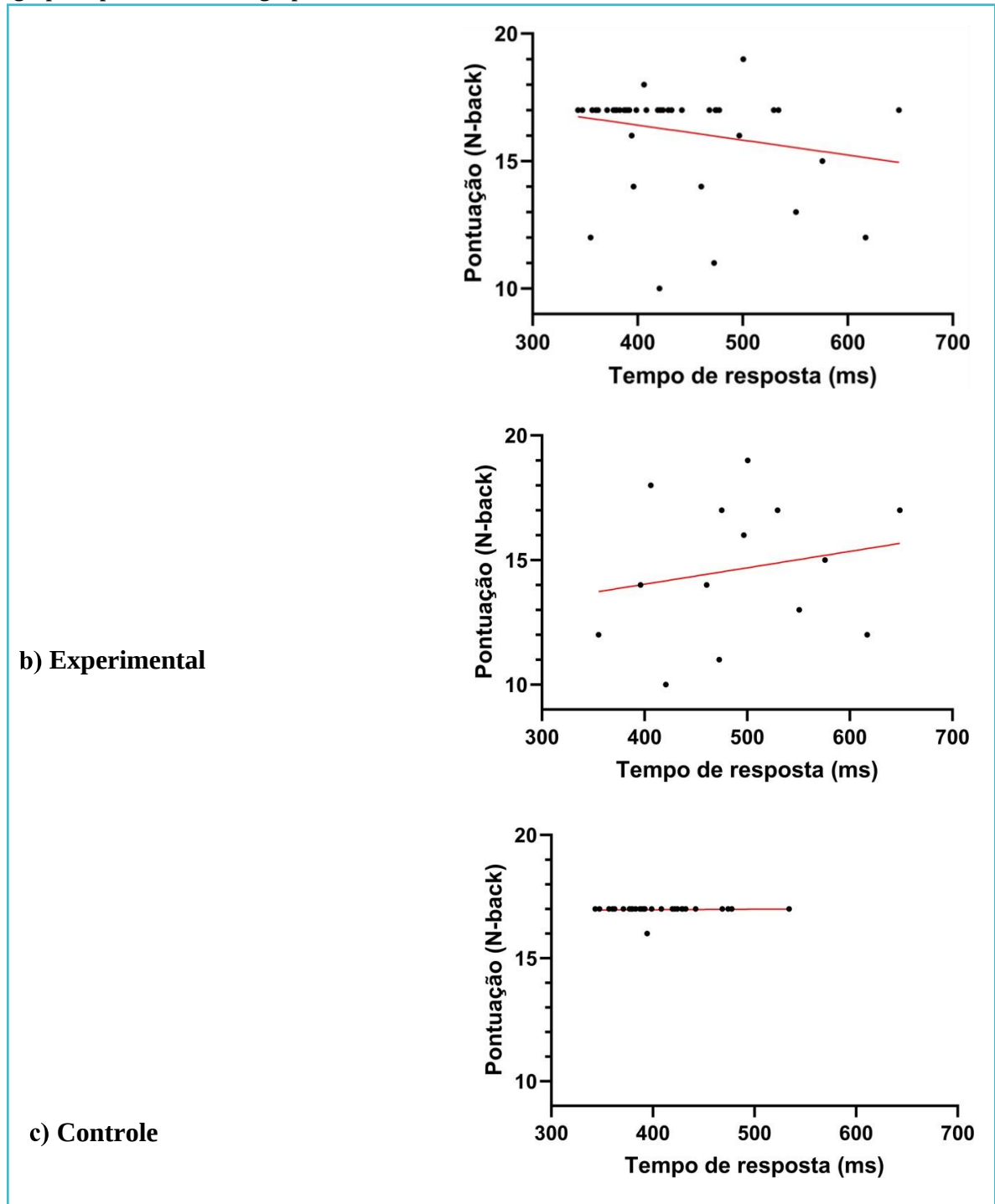
Nota. O grupo controle realizou a atividade 0-back e obteve $M=16,97$. É possível observar diferença da média de acertos, comparando a atividade 2-back realizada pelo o grupo experimental, cuja Média foi de 14,64. Também foi possível identificar diferença nas médias do tempo de resposta, observando que o grupo experimental ($MRT=493,30$) levou mais tempo para o experimento, comparado ao grupo controle. ($MRT=405,61$).

Na correlação ρ de Spearman, não foi observada correlação entre o número de acertos e o tempo de resposta ($\rho = -0,19$, $p = 0,215$, $p > 0,05$) no grupo geral. Para correlação dos grupos

experimental e controle entre as variáveis, também foi identificado p não significativo, sendo, respectivamente, ($\rho = 0,23$, $p = 0,42$, $p > 0,05$) e ($\rho = -0,23$, $p = 0,90$, $p > 0,05$).

Figura 9

Gráfico de dispersão entre quantidade de acertos e o tempo de resposta dos participantes de modo geral, do grupo experimental e do grupo controle.



Nota. No grupo geral, obteve-se correlação não significativa entre a pontuação e o tempo de resposta ($\rho = -0,19$, $p = 0,215$, $p > 0,05$) a partir da correlação ρ de Spearman. No grupo experimental é possível observar maior dispersão das variáveis no gráfico, indicando que não houve correlação significativa, ($\rho = 0,23$, $p = 0,42$, $p > 0,05$). No grupo controle foi observado no gráfico pontuação semelhante dos

participantes, independentemente do tempo de resposta, não obtendo-se correlação significativa ($\rho = -0,23$, $p = 0,90$, $p > 0,05$).

6.4 Correlações entre testes neuropsicológicos, comportamentais e métricas do EEG portátil

A correlação de Spearman foi utilizada para analisar os dados referentes à pontuação geral dos testes psicológicos com a pontuação geral das métricas no EEG portátil, além dos testes comportamentais (N-back) com as métricas do EEG.

Na correlação entre os testes psicológicos e as métricas do EEG. De modo geral, correlação negativa com p valor entre a métrica engajamento e o questionário SRQ ($\rho = -0,37$, $p = 0,003$, $p < 0,05$), correlação negativa com p valor significativo entre a métrica excitabilidade e envolvimento acadêmico ($\rho = -0,27$, $p = 0,03$, $p < 0,05$), correlação negativa com p valor significativo entre a métrica foco e envolvimento acadêmico ($\rho = -0,28$, $p = 0,02$, $p < 0,05$).

No grupo experimental, foi possível identificar correlação positiva com p valor entre excitabilidade e atenção concentrada ($\rho = 0,47$, $p = 0,008$, $p < 0,05$), correlação negativa com p valor entre excitabilidade e envolvimento acadêmico ($\rho = -0,57$, $p = 0,001$, $p < 0,05$), correlação negativa com p valor significativo entre foco e envolvimento acadêmico ($\rho = -0,61$, $p = 0,001$, $p < 0,05$) e correlação negativa com p valor entre estresse e questionário SRQ ($\rho = -0,38$, $p = 0,036$, $p < 0,05$). No grupo controle, obteve-se correlação positiva com p valor significativo entre a métrica estresse e o inventário de estresse ($\rho = 0,35$, $p = 0,05$, $p < 0,05$).

Tabela 7Correlação de Spearman (r) e valor de p das métricas do EEG e testes neuropsicológicos.

		Engajamento		Excitabilidade		Foco		Interesse		Relaxamento		Estresse	
Exp	SRQ	$\rho = -.02$	$p = 0,89$	$\rho = -0,02$	$p = 0,89$	$\rho = -0,09$	$p = 0,62$	$\rho = -0,28$	$p = 0,13$	$\rho = -0,02$	$p = 0,89$	$\rho = -0,38$	$p = 0,036$
	AC	$\rho = 0,70$	$p = 0,71$	$\rho = 0,47$	$p = 0,008$	$\rho = 0,33$	$p = 0,70$	$\rho = 0,12$	$p = 0,54$	$\rho = ,007$	$p = 0,96$	$\rho = 0,32$	$p = 0,77$
	EEA	$\rho = 0,10$	$p = 0,95$	$\rho = -0,57$	$p = 0,001$	$\rho = -0,61$	$p = 0,001$	$\rho = 0,11$	$p = 0,52$	$\rho = -0,009$	$p = 0,97$	$\rho = -0,23$	$p = 0,21$
	ISSL	$\rho = -,03$	$p = 0,86$	$\rho = 0,31$	$p = 0,87$	$\rho = 0,13$	$p = 0,49$	$\rho = 0,19$	$p = 0,29$	$\rho = 0,06$	$p = 0,72$	$\rho = 0,24$	$p = 0,19$
Cont	SRQ	$\rho = 0,11$	$p = 0,53$	$\rho = 0,001$	$p = 0,99$	$\rho = 0,03$	$p = 0,87$	$\rho = 0,01$	$p = 0,94$	$\rho = 0,14$	$p = 0,45$	$\rho = -0,01$	$p = 0,95$
	AC	$\rho = -,08$	$p = 0,66$	$\rho = -0,17$	$p = 0,34$	$\rho = -0,22$	$p = 0,24$	$\rho = -0,06$	$p = 0,73$	$\rho = -0,02$	$p = 0,88$	$\rho = -0,33$	$p = 0,71$
	EEA	$\rho = 0,22$	$p = 0,23$	$\rho = 0,22$	$p = 0,22$	$\rho = 0,06$	$p = 0,73$	$\rho = 0,19$	$p = 0,30$	$\rho = 0,40$	$p = 0,27$	$\rho = 0,17$	$p = 0,36$
	ISSL	$\rho = -,10$	$p = 0,59$	$\rho = 0,32$	$p = 0,80$	$\rho = 0,32$	$p = 0,07$	$\rho = -0,08$	$p = 0,66$	$\rho = 0,17$	$p = 0,36$	$\rho = 0,35$	$p = 0,05$
Geral	SRQ	$\rho = -,37$	$p = 0,003$	$\rho = 0,14$	$p = 0,28$	$\rho = 0,02$	$p = 0,87$	$\rho = -0,21$	$p = ,10$	$\rho = -0,09$	$p = 0,49$	$\rho = -0,20$	$p = 0,12$
	AC	$\rho = ,002$	$p = 0,98$	$\rho = 0,05$	$p = 0,67$	$\rho = 0,02$	$p = 0,87$	$\rho = 0,05$	$p = 0,67$	$\rho = ,003$	$p = 0,48$	$\rho = 0,01$	$p = 0,89$
	EEA	$\rho = 0,10$	$p = 0,44$	$\rho = -0,27$	$p = 0,03$	$\rho = -0,28$	$p = 0,02$	$\rho = 0,19$	$p = 0,18$	$\rho = 0,14$	$p = 0,27$	$\rho = -,003$	$p = 0,98$
	ISSL	$\rho = 0,024$	$p = 0,85$	$\rho = 0,17$	$p = 0,17$	$\rho = 0,10$	$p = 0,44$	$\rho = -0,18$	$p = 0,16$	$\rho = -0,01$	$p = 0,88$	$\rho = -0,11$	$p = 0,38$

Nota. Correlação de Spearman (r) e valor de p das métricas do EEG (engajamento, excitabilidade, foco, interesse, relaxamento e estresse) e testes neuropsicológicos (SRQ, Atenção Concentrada, Escala de Envolvimento Acadêmico e inventário de estresse (ISSL)). Foi observado valor de p significativo para as correlações excitabilidade e envolvimento acadêmico, foco e envolvimento acadêmico, estresse e SRQ no grupo experimental. No grupo controle, obteve-se valor de p significativo na correlação entre a métrica estresse no EEG e o inventário de estresse ISSL. Na correlação geral, obteve-se correlação significativa entre as variáveis engajamento e SRQ, excitabilidade e envolvimento acadêmico, foco e envolvimento acadêmico.

Também foi realizada correlação de Spearman para correlacionar as métricas do EEG com os testes comportamentais (N-back), mais especificamente com a média de acertos dos grupos, bem como a média do tempo de resposta. De modo geral, não foi possível obter correlação significativa entre as métricas e o teste comportamental. Todavia, observou-se correlação positiva com valor de p significativo entre a métrica relaxamento e o tempo de resposta do grupo experimental.

Tabela 8

Correlação entre as métricas de desempenho e atividade n-back

	Grupo experimental		Grupo Controle		Geral	
	Acertos	RT	Acertos	RT	Acertos	RT
Engajamento	$\rho = 0,50$ $p = 0,86$	$\rho = -0,35$ $p = 0,20$	$\rho = 0,15$ $p = 0,41$	$\rho = 0,005$ $p = 0,98$	$\rho = 0,09$ $p = 0,56$	$\rho = -0,08$ $p = 0,56$
Excitabilidade	$\rho = 0,44$ $p = 0,10$	$\rho = 0,39$ $p = 0,16$	$\rho = -0,03$ $p = 0,86$	$\rho = 0,018$ $p = 0,32$	$\rho = 0,19$ $p = 0,21$	$\rho = 0,18$ $p = 0,22$
Foco	$\rho = 0,25$ $p = 0,38$	$\rho = 0,24$ $p = 0,39$	$\rho = -0,06$ $p = 0,72$	$\rho = 0,13$ $p = 0,47$	$\rho = 0,09$ $p = 0,56$	$\rho = 0,14$ $p = 0,36$
Interesse	$\rho = 0,05$ $p = 0,85$	$\rho = -0,02$ $p = 0,92$	$\rho = -0,13$ $p = 0,48$	$\rho = 0,004$ $p = 0,98$	$\rho = 0,01$ $p = 0,92$	$\rho = 0,01$ $p = 0,91$
Relaxamento	$\rho = 0,42$ $p = 0,13$	$\rho = 0,63$ $p = 0,01$	$\rho = 0,18$ $p = 0,34$	$\rho = 0,06$ $p = 0,74$	$\rho = 0,21$ $p = 0,16$	$\rho = 0,16$ $p = 0,30$
Estresse	$\rho = 0,11$ $p = 0,70$	$\rho = 0,28$ $p = 0,31$	$\rho = 0,04$ $p = 0,81$	$\rho = 0,08$ $p = 0,66$	$\rho = 0,06$ $p = 0,70$	$\rho = 0,12$ $p = 0,40$

Nota. Correlação de Spearman (ρ) e valor de p das métricas do EEG (engajamento, excitabilidade, foco, interesse, relaxamento e estresse) com acertos e tempo de respostas dos testes comportamentais 0-back (grupo controle) e 2-back (grupo experimental). Foi possível observar valor de p significativo apenas entre a métrica Relaxamento do EEG e tempo de resposta do grupo experimental.

7. DISCUSSÃO

7.1 Testes Psicológicos

De modo geral, foram observados resultados que podem ser considerados relevantes nas estatísticas descritivas no que diz respeito à algumas funções neuropsicológicas dos estudantes. No questionário SRQ-20, mais da metade da população geral de estudantes do estudo apresentou pontuação oito ou acima de oito (45%). Apesar de boa parte dos estudantes (81,7%) relatarem não apresentar diagnóstico de transtorno mental, a variação de pontuação para casos suspeitos é de oito a 20 pontos para transtornos de humor, de ansiedade e de somatização.

É possível encontrar escores significativos em estudos brasileiros com acadêmicos que envolveu a aplicação do questionário SRQ-20, apontando para provável índice de transtornos mentais comum (TMC). Um estudo que utilizou o SRQ-20 como instrumento de pesquisa (Gomes et al., 2020), realizado em uma instituição do interior paulista com 378 alunos universitários entrevistados, obteve índice considerável de estudantes (39,9%) com escore de classificação para caso suspeito de transtornos de humor, de ansiedade e de somatização. Outro estudo (Oliveira, 2022) que contou com participação de 509 graduandos, identificou que 78,6% da amostra apresentou suspeição de TMC, a partir da aplicação da escala. Também foi observado maior índice entre estudantes do gênero feminino, cor/raça não-branca, estado civil solteira e que relataram não considerar a Universidade um ambiente acolhedor.

Na escala de Envolvimento Acadêmico (EEA) foi analisado a média percentil geral ($M=3,35$). Araujo et al. (2021) realizaram um estudo utilizando a mesma escala com 50 alunos de primeiro ano de um curso de bacharelado interdisciplinar de uma universidade pública. O estudo objetivou comparar a média de envolvimento acadêmico entre sexo. De modo geral, não foi encontrada diferença significativa, sendo possível obter $M=3,04$, $DP=0,64$ entre os homens, e $M=3,04$, $DP=0,49$ entre as mulheres. Um outro estudo, realizado por Porto e Gonçalves (2017), que utilizou a mesma escala envolvimento acadêmico, objetivou avaliar a relação desse constructo com motivação. A amostra foi composta por 406 estudantes universitários de instituições de pública de ensino superior. Como resultado, foram observadas correlações negativas e significativas entre o envolvimento (atividades obrigatórias e atividades não obrigatórias) e a desmotivação, podendo significar que quanto maior o envolvimento acadêmico, menor a desmotivação. Além disso, houve correlação positiva e significativa entre motivação por regulação integrada e motivação intrínseca com os tipos de envolvimento acadêmico: obrigatório e não obrigatório.

No teste de Atenção Concentrada (AC) também foi observado 41,7% apresentou percentil nível inferior. A atenção concentrada é entendida como a capacidade de identificar o estímulo mais relevante, descartando aqueles que não são importantes para a execução da tarefa. Deste modo, envolve a capacidade de escolher, focalizar e sustentar o foco (DSM V, 2014).

Este resultado é semelhante ao que (Rodrigues et al., 2016) observaram em um estudo realizado com 84 estudantes da Universidade Federal da Paraíba. Os autores utilizaram a Bateria Psicológica para Avaliação de Atenção (BPA) e, se tratando da atenção concentrada, observaram uma taxa de 41,6% dos resultados classificatórios de nível Inferior e Médio Inferior. Outro estudo (A. N. Silva, 2020) realizado com amostra de 195 alunos de medicina, objetivou avaliar a associação da atenção concentrada com a qualidade do sono e sonolência excessiva diurna. Apesar de não ter observado correlação da atenção concentrada com as outras variáveis nesse estudo, observou-se que 70 participantes (35,9%) obtiveram atenção concentrada classificada como abaixo da média, 86,7% apresentaram distúrbio da qualidade do sono, e 46,7% apresentaram sonolência excessiva diurna.

Foi possível identificar, a partir do inventário de estresse (ISSL) que 28,3% do total de estudantes estava em fase de exaustão, sendo 24 participantes (40%) em fase de resistência e um participante na fase de quase-exaustão. Um estudo com 74 universitários ingressantes (Lúcio et al., 2019) utilizou o mesmo inventário e identificou uma porcentagem ainda maior, sendo que 65,0% dos universitários na fase de alerta e 57,9% na fase de exaustão. Os universitários concluintes apresentaram uma faixa de 50% em resistência e 42,1% exaustão. Outro estudo realizado com 420 estudantes de graduação em medicina (Kam et al., 2019) apontou a ocorrência de estresse em 65% dos estudantes a partir da mesma escala ISSL, sendo que 9,04% se encontravam em fase de “quase exaustão” e 0,95% na fase de “exaustão”.

Também foram observadas, no presente estudo, diferenças significativas entre os grupos no teste SRQ ($U=638,500$, $p=0,005$, $p<0,05$), EEA ($U=256,000$, $p=0,004$, $p<0,05$) e ISSL ($U=593,000$, $p=0,025$, $p<0,05$). O grupo controle obteve maiores pontuações no questionário SRQ e inventário de estresse, e grupo experimental obteve maior índice na EEA.

Essa diferença pode ser explicada pelo momento de final de semestre e avaliações em que a coleta do grupo controle foi realizada. Esse fato pode ter contribuído para maior pontuação no questionário SRQ e inventário de estresse por parte desse grupo, comparado ao grupo experimental. De acordo Gomes et.al. (2020), a vida cotidiana acadêmica em seguimentos de diversas atividades, tais como provas, seminários, trabalhos e estágios pode ocasionar maior

índice de ansiedade, além de maior desmotivação ou mau desempenho nas atividades acadêmicas.

7.2 EEG Portátil

Embora o equipamento realize a coleta de dados de forma generalizada e rápida, não foram encontrados padrões de diferença significativos nesse estudo em relação as métricas do EEG, bem como na comparação entre os grupos. A partir do presente resultado que retrata sobre a subjetividade de cada participante, mesmo sendo utilizada técnicas e métodos padronizados entre os grupos para baixa e alta carga cognitiva.

Obteve-se diferença significativa entre os grupos em excitabilidade com tamanho de efeito considerado pequeno. Na comparação das médias é possível observar essa diferença, contudo esta é melhor encontrada na fase “olhos fechados”, sugerindo que o grupo controle apresentou maiores índices de excitabilidade nessa fase do que o grupo experimental.

Essa variação de resultados e dificuldade de encontrar um padrão significativo entre as métricas ou entre as ondas cerebrais foi observado em alguns estudos. Asif et al. (2023) utilizou o equipamento Emotiv Insight em um teste gamificado (teste de criação de trilha) e não gamificado (scrabble), avaliando as métricas estresse, excitação, foco, envolvimento, interesse e relaxamento em cada tarefa. De modo geral, os resultados não mostraram diferenças significativa nas porcentagens de estresse, foco, excitação, envolvimento e relaxamento entre os alunos, apenas uma diferença significativa nas porcentagens de interesse entre os alunos que completaram tarefas gamificadas (Scrabble) e não gamificadas (TMT).

Holman & Adebessin, (2019) utilizaram o equipamento Emotiv EPOC+ para avaliar a métricas de desempenho (engajamento, entusiasmo, interesse, foco, relaxamento e estresse) dos participantes enquanto interagiam com artigos de notícias eletrônicas que poderiam provocar diferentes emoções, enquanto o equipamento obtinha sua métricas de desempenho. Apesar de terem detectado a emoção da raiva entre os participantes do estudo, os pesquisadores destacaram sobre a subjetividade das métricas.

Nos estudos a respeito das emoções, realizados por Harrison (2013) com o equipamento EEG EPOC, foram avaliadas as performances: engajamento, excitação, frustração, meditação, tédio. Em todos os três estudos, o autor relatou não haver descobertas significativas, apresentando resultados inconclusivos. Se observou que foram grandes as variações das leituras para diversas categorias, mostrando que as respostas emocionais dos

indivíduos podem variar muito e que um único modelo emocional não pode ser desenvolvido para um grupo de pessoas. A partir do resultado desses três estudos, discutiu-se sobre a limitação do equipamento para investigação das emoções.

Corredor Camargo et.al. (2019) também observaram, em seus resultados, uma variabilidade dos resultados do EEG em relação à execução da tarefa e ausência de padrões dos sinais EEG ao avaliar as cinco métricas de desempenho (interesse, excitação, compromisso, foco e estresse) do dispositivo Emotiv Insight em uma tarefa de rastreamento de trajetória virtual de um robô móvel controlado por um dispositivo tátil. A diferença nesse estudo foi a observação de uma tendência de maior comprometimento e menos relaxamento, na condição de feedback visual e tátil. Quando o feedback era apresentado apenas visualmente, o engajamento diminuiu, e o relaxamento aumentou.

Uma outra pesquisa realizada com o mesmo equipamento Emotiv Insight (Becker et al., 2022), utilizou a análise das ondas cerebrais, a partir do equipamento portátil, também não identificou um padrão entre os resultados armazenados após uma atividade que envolvia um consumo de mídia padrão para todos os participantes. Os autores também realizaram uma entrevista após o experimento e conseguiram justificar essa discrepância de resultados por meio da diferença no foco de cada participante durante o consumo de mídia, além de diferentes perspectivas sobre um mesmo assunto. De acordo com relatos, alguns participantes se atentaram para aspectos específicos das peças de mídia mostrada, enquanto outros tentaram correlacionar o conteúdo mostrado com experiências pessoais passadas.

Outro estudo envolvendo a carga de memória na tarefa de Sternberg, teve como objetivo investigar a relação entre a capacidade de memória de trabalho e a resposta teta frontal, utilizando o EEG (Zakrzewska & Brzezicka, 2014). O estudo foi realizado com oitenta e um jovens adultos saudáveis. A tarefa de Sternberg consistia em um conjunto de 2 a 5 dígitos brancos apresentados em sequência (1200 ms cada). Um dígito amarelo apareceu após o último dígito (2500 ms) e os sujeitos tiveram que indicar se esteve presente na sequência exibida anteriormente ou não pressionando um botão adequado. Os autores concluíram que a atividade oscilatória pode diferenciar entre as pessoas caracterizadas por alta e baixa carga de memória de trabalho. Observou-se padrões distintos da resposta teta do indivíduo com alto e baixo carga de memória de trabalho. Além disso, identificaram um aumento linear da potência teta da linha média frontal com carga, porém, apenas no grupo de alta carga, refletindo não apenas sobre o armazenamento de informações, mas também sobre o esforço envolvido na atividade.

7.2.1 Análises das métricas do EEG

Mesmo não sendo possível encontrar um padrão entre as métricas, identificou-se, correlação negativa entre engajamento e excitabilidade, engajamento e estresse, excitabilidade e interesse no grupo geral. Também foi possível observar correlação positiva entre engajamento e foco, engajamento e interesse, engajamento e relaxamento, excitabilidade e estresse, foco e estresse, interesse e relaxamento, interesse e estresse, relaxamento e estresse.

Já o grupo controle, obteve correlação positiva em engajamento e excitabilidade, excitabilidade e foco, excitabilidade e relaxamento, excitabilidade e estresse, foco e estresse, interesse e relaxamento, interesse e estresse. No grupo experimental, foi possível identificar correlação apenas em excitabilidade e foco, interesse e relaxamento, interesse e estresse, relaxamento e estresse. Outrossim, as únicas correlações comuns entre os grupos (geral, controle e experimental) foram entre as métricas interesse e relaxamento, e interesse e estresse.

7.3 Avaliação da carga cognitiva

A partir das análises referentes à tarefa N-back, foram observadas diferenças significativas nas médias de acertos e tempo de resposta entre os grupos controle e experimental, além de correlação negativa entre o número de acertos e o tempo de resposta. Este resultado mostrou que o grupo experimental, com maior carga cognitiva (2-back) teve média de acertos menor e demorou mais tempo do que o grupo controle, cuja atividade era de menor carga cognitiva (0-back).

Na literatura, é possível identificar resultados semelhantes com o encontrado no presente estudo, retratando que quanto maior o nível de dificuldade da tarefa, menor a média de acertos e maior o tempo de resposta. É o exemplo de um estudo que teve como objetivo avaliar baixa e alta carga cognitiva (Boring et al., 2020). O estudo foi realizado com 33 participantes que foram submetidos à três tarefas: n-back, aritmética mental e rastreamento de múltiplos objetos.

Após a fase inicial de descanso, começavam as atividades de carga cognitiva. A primeira atividade n-back consistia em completarem 10 blocos de tarefas, sendo cinco vezes 0-back (baixa carga cognitiva) e cinco vezes 2-back (alta carga). Para tentativas de 0-back (baixa carga cognitiva), o participante seguiu a instrução de pressionar a tecla para a direita se um 'x' foi apresentado na tela e, caso aparecesse outra letra, teclaria seta para a esquerda. Já no modelo 2-back (alta carga cognitiva), os participantes foram solicitados a pressionar a tecla para a direita

quando uma carta combinasse com a apresentada à duas casas anteriores e a tecla de seta para a esquerda, caso não. Como resultado, foi observada diferença na acurácia de aproximadamente 7,6 pontos e efeito da manipulação de carga nos tempos de resposta foram uma desaceleração de aproximadamente 460 ms da atividade de baixa carga cognitiva para alta carga cognitiva. A pesquisa também utilizou EEG e foi observado que frequência alfa e beta alcançaram desempenho confiável nos blocos de tarefas, sugerindo que a atividade nessas bandas de frequência captura as frequências gerais da tarefa de carga cognitiva.

Um outro estudo envolvendo a mesma atividade também identificou decréscimos no desempenho da tarefa quando a carga é aumentada (Yang & Huang, 2018). O objetivo deste estudo foi estabelecer um sistema de tarefas n-back para avaliar objetivamente a capacidade de memória de trabalho com base na potência teta, na potência gama e no grau de sincronização teta – gama. O estudo recrutou 23 voluntários saudáveis destros (13 homens e 10 mulheres), com idade entre 21 a 25 anos.

Os experimentos foram divididos em quatro cargas de memória (1-back a 4-back) em modos de estimulação digital e matricial e durante o uso do EEG para registrar a atividade das ondas cerebrais. Na tarefa N-back, o sujeito era apresentado a uma sequência contínua de números que eram exibidos na tela. O sujeito precisava pressionar um dos dois botões (seta para a esquerda para “sim” e seta para a direita para “não”) indicando se o número atual corresponde ao número anterior. O estímulo foi apresentado por 500 ms sequencialmente (tanto para os modos digital e matricial) e a fase de manutenção teve início após o estímulo desaparecer, durando 2500 ms, onde o sujeito deveria responder à pergunta. Como resultado da atividade comportamental, foi observado que um aumento na carga de memória (de 1 back para 4 back) foi correlacionado com uma diminuição nas médias e das taxas corretas.

O estudo focou nos sinais de EEG durante a fase de manutenção em cada tentativa e a banda gama foi dividida em três componentes (γ_1 : 30-50 Hz, γ_2 : 50-70 Hz e γ_3 : 70-90 Hz). Os resultados obtidos por esse estudo indicam que as taxas de acerto podem ser inadequadas para avaliar a memória de trabalho. Observou-se que a potência teta está relacionada ao reconhecimento da memória de trabalho e a potência gama aumentou com a carga de memória. Os autores destacaram que um nível de carga mais alto deve ser mais apropriado para avaliar a capacidade de memória de trabalho. Por fim, também foi observado o número de acoplamentos teta-gama foi maior entre a área frontal e Pz e O2.

7.4 Correlações

7.4.1 Métricas do EEG portátil e testes neuropsicológicos

Tanto no grupo geral quanto no grupo experimental, foram observadas correlações negativas significativas entre a escala de envolvimento acadêmico e as métricas do EEG “excitabilidade”, e “foco”. Apesar de resultados semelhantes não terem sido encontrados na literatura, uma vez que o estado de excitação e atenção, geralmente, é correlacionado positivamente com o envolvimento acadêmico, é importante ressaltar que são diversos os fatores que influenciam nesse desempenho, como aspectos relacionados à motivação, bom relacionamento interpessoal acadêmico, satisfação com a organização do curso e sua infraestrutura, boa percepção sobre as perspectivas futuras de carreira (Silva & Ribeiro, 2020).

Um estudo realizado com amostra de 1.476 acadêmicos do sexo masculino (Sabbaghi et. al., 2020), teve como objetivo prever o engajamento acadêmico com base no otimismo acadêmico, na competência de percepção e nas emoções de realização dos alunos. Os alunos responderam à escala de engajamento acadêmico (AES) de Reeve (2006), escala de competência de percepção de Harter (1982), escala de otimismo acadêmico (AOS) de Tschannen-Moran, et.al. (2013) e questionário de emoções de realização (AEQ) de Pekrun, et.al. (2005). De modo geral, houve correlação positiva entre engajamento acadêmico com otimismo acadêmico, competência de percepção e emoções positivas de realização.

Outro estudo realizado por Ribeiro et al. (2022) com duas amostras de estudantes de licenciatura e mestrado integrado do ensino superior português, sendo a amostra A constituída por 1344 estudantes e a amostra B constituída por 1343 estudante, teve como objetivo geral investigar relação entre motivação acadêmica, satisfação com a formação superior e autoeficácia na formação superior e a sua repercussão no desempenho acadêmico do estudante. Os estudantes responderam à Escala de Motivação Académica (Sobral, 2003), A Escala de Desempenho Académico (Monteiro & Gonçalves, 2011) e Escala Autoeficácia na Formação Superior (Guerreiro-Casanova & Polydoro 2011). Os resultados obtidos permitiram identificar que a motivação acadêmica e a satisfação com a formação exercem a função de mediadores entre a autoeficácia na formação e o seu desempenho acadêmico. Verificou-se que a autoeficácia na formação influencia positivamente o desempenho acadêmico, motivação acadêmica e satisfação com a formação. Dessa forma, concluiu-se que a motivação e satisfação do estudante influenciam positivamente o seu desempenho acadêmico.

A motivação é um processo psicológico básico e pode ser entendida como a força que compele um comportamento a ocorrer (Bear et al., 2017). De acordo com Reeve (2006) a motivação direciona a atenção, selecionando comportamentos e ações. Dessa forma, esse processo está diretamente ligado à maior mobilização de funções cognitivas, como a atenção, facilitando o processo de aprendizagem. Essa relação entre os processos pode explicar os achados referente à correlação positiva entre o teste psicológico referente à atenção concentrada e a métrica “excitabilidade”, ainda entre o grupo experimental.

No presente estudo, também foi obtido, no grupo geral, correlação negativa significativa a variáveis engajamento e o questionário SRQ-20, o que pode indicar que maiores indícios de Transtornos Mentais Comuns (TMC) pode se associar a menor engajamento. Além disso, obteve-se correlação negativa significativa entre a métrica “estresse” do EEG e o questionário SRQ-20 no grupo experimental.

Uma pesquisa realizada com amostra de 184 universitários dos cursos de biomedicina, enfermagem, nutrição, educação física, farmácia, fisioterapia e psicologia, teve como objetivos verificar a presença de Transtornos Mentais Comuns (TMC) e a relação dos TMC com a percepção de estresse e autoestima nesta população (Preto et al., 2020). Além do questionário Self Reporting Questionnaire (SRQ-20), foi usada a Escala de Estresse Percebido (Perceived Stress Scale PSS-14) e a Escala de Autoestima de Rosenberg (EAR). Como resultado os TMC estiveram presentes em 116 (63,0%) estudantes, havendo correlação estatisticamente significativa entre o TMC e o estresse e entre o TMC e a autoestima ($p < 0,001$). Deste modo, a maior prevalência de TMC pode estar associada aos maiores níveis de estresse e baixa autoestima identificados por este estudo.

Outro estudo entre acadêmicos que envolveu as mesmas variáveis (Barros, 2021), utilizou o SRQ-20 e a Escala de Depressão, Ansiedade e Estresse (DASS-21) para a coleta de dados com uma amostra de 7.177 estudantes de graduação da Universidade Federal da Bahia. Como resultado, foi possível identificar alta prevalência de TMC (71,5%), sintomas moderados a extremamente severos de depressão (49,1%), de ansiedade (54,5%) e de estresse (54,8%), sendo os estudantes cotistas com maiores prevalências de sintomas. Também se observou correlações negativas significativas entre a satisfação com o desempenho e TMC, depressão, ansiedade e estresse.

Um interessante achado no presente estudo, entre os participantes do grupo controle, envolveu correlação positiva significativa entre a métrica “estresse” no EEG e o inventário de estresse ISSL. Este resultado era esperado de acordo com as hipóteses do presente estudo,

apesar de ter sido observada correlação de um teste com medida eletroencefalográfica apenas no grupo controle.

Um estudo com amostra foi composta por 52 universitários, teve como objetivo investigar se o estresse induzido experimentalmente pode alterar a atividade da onda Beta registrada por EEG pré-frontal em alunos de graduação (S. E. D. S. Silva, 2021). Os participantes responderam a um questionário de avaliação de ansiedade (STAI) e relataram o seu nível basal de estresse através de uma escala visual analógica (EVE). Foi realizado o registro do pré-frontal no EEG em ambos os hemisférios antes e depois da indução de estresse por meio do Teste de Estresse Social de Trier (TSST), um protocolo estressor de laboratório que envolve atividades aritméticas e discurso público. Como resultado, obteve-se que mais da metade dos participantes autorrelataram estresse moderado (55,76%) e apresentaram ansiedade moderada (57,7%). Foi observada diferença significativa na amplitude da onda Beta no hemisfério esquerdo antes e depois da indução do estresse, além de correlação positiva entre a onda Beta no hemisfério direito após a indução do estresse e o nível de ansiedade indicado pelo questionário STAI. Desse modo, o estudo conclui que os estudantes apresentaram na resposta ao estresse caracterizada pelo aumento da atividade no córtex pré-frontal esquerdo, além de ansiedade diretamente proporcional à magnitude dessa resposta.

7.4.2 Métricas do EEG portátil e teste comportamental (N-back)

Na correlação entre a o teste comportamental e as métricas do dispositivo, foi possível observar um valor de p significativo apenas entre a métrica Relaxamento do EEG e tempo de resposta do grupo experimental. Esse dado sugere que o grupo com maior carga cognitiva e que precisou de um maior tempo de resposta para a atividade, poderia estar em estado de maior relaxamento.

Alguns estudos que avaliaram as ondas cerebrais enquanto participantes realizam a atividade N-back conseguem observar diferenças eletrofisiológicas entre 0-back e 2-back. (Maimon et al., 2020) observaram maior poder de alpha, beta, theta e gamma conforme a carga cognitiva aumenta. Carver et al. (2019) também identificaram diferença significativa entre as potências alfa, beta e gamma alta nos testes de 0-back, 2-back e estado de repouso, sendo a potência na gamma alta maior na atividade 2-back.

Um aumento de poder dessas ondas pode sugerir um maior estado de atenção (alpha), pensamento profundo, alto nível de concentração e estado de ansiedade (beta), pensamento criativo e estresse (theta), funcionamento motor com trabalho simultâneo (gamma) (Munian

et.al., 2014). Diante disso, não há dados suficiente para concluir sobre a veracidade dessa correlação.

8 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Foi possível identificar algumas limitações na presente pesquisa. A primeira diz respeito à perda de participantes do grupo experimental na atividade n-back, obtendo-se amostra de 14 participantes. Mesmo com essa amostra, não houveram prejuízos nos resultados, havendo diferenças significativas nas médias de acertos e tempo de resposta entre os grupos controle e experimental. Este resultado é esperado nesse tipo de atividade, sendo observado na literatura resultados semelhantes.

A segunda limitação identificada envolve a qualidade do sinal do equipamento. Mesmo buscando começar o experimento com a qualidade de sinal de cem por cento, observou-se que era possível cair a qualidade deste durante o processo. Limitações sobre a qualidade do sinal do equipamento também foram apontadas por outras pesquisas que envolvem estes equipamentos portáteis (Harrison, 2013; Kotowski, et. al, 2018; Asif, I et. al., 2023.)

A terceira limitação envolve o momento da coleta do grupo controle que foi realizado em um período de avaliações na Universidade. Esse fato pode ter contribuído para maior pontuação no questionário SRQ e inventário de estresse por parte desse grupo, comparado ao grupo experimental.

9 CONCLUSÃO

Em relação aos testes neuropsicológicos, obteve-se resultados esperados entre os testes: correlação negativa entre o questionário SRQ e teste AC, SRQ e teste de envolvimento acadêmico, teste AC e inventário de estresse (ISSL). Esses resultados podem indicar que o índice maior de transtornos mentais comuns pode estar associado à menor índice de atenção e engajamento, além de menor índice de atenção estar relacionado a um maior índice de estresse.

No teste comportamental referente à tarefa N-back, foram observadas diferenças significativas nas médias de acertos e tempo de resposta entre os grupos controle e experimental, além de correlação negativa entre o número de acertos e o tempo de resposta. Mesmo com uma amostra reduzida nesse grupo e com um número maior de participantes no grupo controle, esse resultado mostrou que a atividade proposta alcançou seu objetivo, pois foi observado que o grupo com maior carga cognitiva (2-back) teve média de acertos menor e demorou mais tempo do que o grupo controle, cuja atividade era de menor carga cognitiva (0-back).

Também se obteve alguns achados interessantes em relação à correlação de testes e métricas de desempenho do EEG. Obteve-se correlação negativa significativa no grupo geral entre a métrica de desempenho “engajamento” e o questionário SRQ-20, o que pode indicar a possibilidade de maiores indícios de Transtornos Mentais Comuns (TMC) associados a menor engajamento. Um outro interessante achado no presente estudo, entre os participantes do grupo controle, envolveu correlação positiva significativa entre a métrica “estresse” no EEG e o inventário de estresse ISSL. Apesar de ter sido observada correlação apenas no grupo controle, este resultado era esperado de acordo com as hipóteses do presente estudo.

Em relação as métricas de desempenho (engajamento, excitabilidade, foco, interesse, relaxamento e estresse) do equipamento EMOTIV EPOC X, não foram encontradas diferenças significativas entre os dois grupos. Embora utilizadas atividades padronizadas entre os grupos para baixa e alta carga cognitiva, o resultado das métricas variou de maneira não consistente para cada participante.

Diante disso, conclui-se que a subjetividade das métricas de desempenho do equipamento pode ter colaborado com estes resultados inesperados, sendo, portanto, considerados inconclusivos. Por fim, destaca-se sobre a necessidade de maiores estudos sobre a precisão e validade das métricas de desempenho, tendo em vista que estes equipamentos portáteis tem sido cada vez mais utilizados e estudados em todo o mundo.

- **Sugestões de futuras pesquisas**

1. Maiores estudos sobre a precisão e validade das métricas de desempenho.
2. Avaliação das métricas de desempenho com outros grupos e amostras.
3. Avaliação das métricas com outros tipos de atividade cognitiva ou funcional.
4. Avaliação em relação a outros equipamentos de EEG.

REFERÊNCIAS

- American Psychiatric Association (Org.). (2014). *Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: DSM-5*. Artmed.
- Araujo, F. R. D., Oliveira, M. R. S. D., & Oliveira-Monteiro, N. R. D. (2021). *Envolvimento acadêmico, funcionamento adaptativo, problemas internalizantes e problemas externalizantes em universitários*. 222–245.
- Arpaia, P., Moccaldi, N., Prevete, R., Sannino, I., & Tedesco, A. (2020). A Wearable EEG Instrument for Real-Time Frontal Asymmetry Monitoring in Worker Stress Analysis. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 69(10), 8335–8343.
<https://doi.org/10.1109/TIM.2020.2988744>
- Asif, I., Javed, M., Noor, A., Tauseef, S., Abbasi, A. H., Hassan, M. F., & Azim, M. E. (2023). *Real-Time Neurocognitive Monitoring of Executive Functioning Tasks with and without Gamification Using Emotiv Insight*. 1(2), 1–5.
- Badcock, N. A., Mousikou, P., Mahajan, Y., de Lissa, P., Thie, J., & McArthur, G. (2013). Validation of the Emotiv EPOC[®] EEG gaming system for measuring research quality auditory ERPs. *PeerJ*, 1, e38. <https://doi.org/10.7717/peerj.38>
- Badcock, N. A., Preece, K. A., De Wit, B., Glenn, K., Fieder, N., Thie, J., & McArthur, G. (2015). Validation of the Emotiv EPOC EEG system for research quality auditory event-related potentials in children. *PeerJ*, 3, e907. <https://doi.org/10.7717/peerj.907>
- Barros, R. N. D. (2021). *Saúde Mental de Estudantes Universitários: O que está acontecendo nas universidades?* [Dissertação De Mestrado, Universidade Federal da Bahia].
[https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/33236/4/Rebeca_Barros_disserta%
a3o_.pdf](https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/33236/4/Rebeca_Barros_disserta%c3%a7%c3%a3o_.pdf)

- Barwick, F., Arnett, P., & Slobounov, S. (2012). EEG correlates of fatigue during administration of a neuropsychological test battery. *Clinical Neurophysiology*, 123(2), 278–284. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2011.06.027>
- Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2017). *Neurociências: Desvendando o sistema nervoso* (4º ed). Artmed.
- Becker, V., Cavalcanti, M., Silva, T., Vasconcelos, E., Pinon, A., & Melo, F. (2022). A System for Graphical Visualization of Brainwaves to Analyse Media Content Consumption. Em M. Kurosu (Org.), *Human-Computer Interaction. Technological Innovation* (Vol. 13303, p. 318–328). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-05409-9_24
- Boring, M. J., Ridgeway, K., Shvartsman, M., & Jonker, T. R. (2020). Continuous decoding of cognitive load from electroencephalography reveals task-general and task-specific correlates. *Journal of Neural Engineering*, 17(5), 056016. <https://doi.org/10.1088/1741-2552/abb9bc>
- Carver, F. W., Rubinstein, D. Y., Gerlich, A. H., Fradkin, S. I., Holroyd, T., & Coppola, R. (2019). Prefrontal high gamma during a magnetoencephalographic working memory task. *Human Brain Mapping*, 40(6), 1774–1785. <https://doi.org/10.1002/hbm.24489>
- Chaves, P. M. L. N. S. (2012). *Contributos da Electroencefalografia Na Interface Entre As Neurociências e a Inteligência Artificial* [Dissertação de Mestrado, Universidade Do Porto]. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/67776/2/30085.pdf>
- Corredor Camargo, J. A., Peña Cortés, C. A., & Pardo García, A. (2019). Evaluación de las emociones de usuarios en tareas con realimentación háptica utilizado el dispositivo Emotiv Insight. *INGE CUC*, 15(1), 9–16. <https://doi.org/10.17981/ingecuc.15.1.2019.01>

- Da Silva, F. L. (2009). EEG: Origin and Measurement. Em C. Mulert & L. Lemieux (Orgs.), *EEG - fMRI* (p. 19–38). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-87919-0_2
- Dadebayev, D., Goh, W. W., & Tan, E. X. (2022). EEG-based emotion recognition: Review of commercial EEG devices and machine learning techniques. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 34(7), 4385–4401. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2021.03.009>
- De Lissa, P., Sörensen, S., Badcock, N., Thie, J., & McArthur, G. (2015). Measuring the face- sensitive N170 with a gaming EEG system: A validation study. *Journal of neuroscience methods*, 253, 47-54. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2015.05.025>
- EMOTIV. (2019). *User Manual*. <https://emotiv.gitbook.io/epoc-user-manual/>
- Garg, N., Garg, R., Anand, A., & Baths, V. (2022). Decoding the neural signatures of valence and arousal from portable EEG headset. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16, 1051463. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.1051463>
- Garrido, L. M. . M. (2019). *Mapeamento da atividade cortical relacionada à modulação da memória emocional e funções executivas em crianças com transtorno de déficit de atenção/hiperatividade* [Tese de doutorado, Universidade de Brasília]. <https://repositorio.unb.br/handle/10482/35423>
- Gomes, C. F. M., Pereira Junior, R. J., Cardoso, J. V., & Silva, D. A. D. (2020). Transtornos mentais comuns em estudantes universitários. *SMAD Revista Eletrônica Saúde Mental Álcool e Drogas (Edição em Português)*, 16(1), 1–8. <https://doi.org/10.11606/issn.1806-6976.smad.2020.157317>
- Guerreiro-Casanova, D. C., & Polydoro, S. A. J. (2011). Autoeficácia na formação superior: percepções durante o primeiro ano de graduação. *Psicologia: Ciência e profissão*, 31, 50-65. <https://doi.org/10.1590/S1414-98932011000100006>

- Harrison, T. (2013). *The Emotiv mind: Investigating the accuracy of the Emotiv EPOC in identifying emotions and its use in an Intelligent Tutoring System*.
<https://doi.org/10.26021/3223>
- Hart, S. G. (2006). NASA-Task Load Index (NASA-TLX): 20 Years Later. *Proceedings of the Hu-man Factors and Ergonomics Society 50th Annual Meeting*, 904-908.
- Harter, S. (1982). The perceived competence scale for children. *Child Development*, 53, 87-97.
- He, Y., Guo, Z., Wang, X., Sun, K., Lin, X., Wang, X., Li, F., Guo, Y., Feng, T., Zhang, J., Li, C., Tian, W., Liu, X., & Wu, S. (2022). Effects of Audiovisual Interactions on Working Memory Task Performance—Interference or Facilitation. *Brain Sciences*, 12(7), 886. <https://doi.org/10.3390/brainsci12070886>
- Hertzum, M., & Holmegaard, K. D. (2013). Perceived Time as a Measure of Mental Workload: Effects of Time Constraints and Task Success. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 29(1), 26–39.
<https://doi.org/10.1080/10447318.2012.676538>
- Holman, M., & Adebisin, F. (2019). Taking the Subjectivity out of UX Evaluation with Emotiv EPOC+. In *Proceedings of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists 2019*, 1-10. <https://doi.org/10.1145/3351108.3351139>
- Kakkos, I., Dimitrakopoulos, G. N., Sun, Y., Yuan, J., Matsopoulos, G. K., Bezerianos, A., & Sun, Y. (2021). EEG Fingerprints of Task-Independent Mental Workload Discrimination. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 25(10), 3824–3833. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2021.3085131>
- Kam, S. X. L., Toledo, A. L. S. D., Pacheco, C. C., Souza, G. F. B. D., Santana, V. L. M., Bonfá-Araujo, B., & Custódio, C. R. D. S. N. (2019). Estresse em Estudantes ao longo da Graduação Médica. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 43(1 suppl 1), 246–253. <https://doi.org/10.1590/1981-5271v43suplemento1-20180192>

- Kirschner, P. A. (2002) Cognitive load theory: implications of cognitive load theory on the design of learning. *Learning and Instruction* , 12(1), 1-10.
[https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(01\)00014-7](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00014-7).
- Klabes, J., Babilon, S., Zandi, B., & Khanh, T. Q. (2021). The Sternberg Paradigm: Correcting Encoding Latencies in Visual and Auditory Test Designs. *Vision*, 5(2), 21.
<https://doi.org/10.3390/vision5020021>
- Krigolson, O. E., Hammerstrom, M. R., Abimbola, W., Trska, R., Wright, B. W., Hecker, K. G., & Binsted, G. (2021). Using Muse: Rapid Mobile Assessment of Brain Performance. *Frontiers in Neuroscience*, 15, 634147.
<https://doi.org/10.3389/fnins.2021.634147>
- Kotowski, K., Stapor, K., Leski, J., & Kotas, M. (2018). Validation of Emotiv EPOC+ for extracting ERP correlates of emotional face processing. *Biocybernetics and Biomedical Engineering*, 38(4), 773-781. <https://doi.org/10.1016/j.bbe.2018.06.006>
- LaRocco, J., Le, M. D., & Paeng, D.-G. (2020). A Systemic Review of Available Low-Cost EEG Headsets Used for Drowsiness Detection. *Frontiers in Neuroinformatics*, 14, 553352. <https://doi.org/10.3389/fninf.2020.553352>
- Lau-Zhu, A., Lau, M. P. H., & McLoughlin, G. (2019). Mobile EEG in research on neurodevelopmental disorders: Opportunities and challenges. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 36, 100635. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2019.100635>
- Lúcio, S. S. R., Medeiros, L. G. S., Barros, D. R., Ferreira, O. D. L., & Rivera, G. A. (2019). *Níveis de ansiedade e estresse em estudantes universitários*. 19, 260–274.
- Maimon, N. B., Molcho, L., Intrator, N., & Lamy, D. (2020). *Single-channel EEG features during n-back task correlate with working memory load*.
<https://doi.org/10.48550/ARXIV.2008.04987>

- Malloy-Diniz, L. F., Fuentes, D., Mattos, P., & Abreu, N. (2018). *Avaliação neuropsicológica* (2º ed). Artmed.
- Mayer, R. (2002). Multimedia Learning. *The Psychology of Learning and Motivation*, 41, 85-139. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(02\)80005-6](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(02)80005-6).
- Mehta, R. K., & Parasuraman, R. (2013). Neuroergonomics: A review of applications to physical and cognitive work. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00889>
- Millett, D. (2001). Hans Berger: From Psychic Energy to the EEG. *Perspectives in Biology and Medicine*, 44(4), 522–542. <https://doi.org/10.1353/pbm.2001.0070>
- Monteiro, A. M., & Gonçalves, C. (2011). Desenvolvimento vocacional no ensino superior: satisfação com a formação e desempenho acadêmico. *Revista Brasileira de Orientação Profissional*. 12(1): 15-27
- Montenegro, M. A. S., Guerreiro, Marilisa Mantovani, Guerreiro, Carlos A.M., & Cendes, Fernando (2012). *EEG na Prática Clínica* (2º ed.) Revinter.
- Munian, S., Sivalingam, S., Jayaraman, V., & Nordebo, S. (2014). Analysis of real time eeg signals. *Linnaeus University, Chhicago*, 1-53.
- Oliveira, R. A. (2022). Saúde mental de estudantes universitários: fatores associados aos transtornos mentais comuns durante a vivência acadêmica. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia]. <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/35676>
- Owen, A. M., McMillan, K. M., Laird, A. R., & Bullmore, E. (2005). N-back working memory paradigm: A meta-analysis of normative functional neuroimaging studies. *Human Brain Mapping*, 25(1), 46–59. <https://doi.org/10.1002/hbm.20131>

- Paas, F., Tuovinen, J. E., Tabbers, H., & Van Gerven, P. W. M. (2003). Cognitive Load Measurement as a Means to Advance Cognitive Load Theory. *Educational Psychologist*, 38(1), 63–71. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_8
- Park, J. L., Fairweather, M. M., & Donaldson, D. I. (2015). Making the case for mobile cognition: EEG and sports performance. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 52, 117–130. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2015.02.014>
- Pekrun, R., Goetz, T., & Perry, R. P. (2005). Achievement emotions questionnaire (AEQ). *User's manual. Munich, Germany: Department of Psychology, University of Munich.*
- Pelegriana, S., Lechuga, M. T., García-Madruga, J. A., Elosúa, M. R., Macizo, P., Carreiras, M. & Bajo, M. T. (2015). Normative data on the n-back task for children and young adolescents. *Frontiers in psychology*, 6, 1544. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01544>
- Pergher, V., Shalchy, M. A., Pahor, A., Van Hulle, M. M., Jaeggi, S. M., & Seitz, A. R. (2020). Divergent research methods limit understanding of working memory training. *Journal of Cognitive Enhancement*, 4, 100-120.
- Phyo Wai, A. A., Dou, M., & Guan, C. (2020). Generalizability of EEG-based Mental Attention Modeling with Multiple Cognitive Tasks. *2020 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC)*, 2959–2962. <https://doi.org/10.1109/EMBC44109.2020.9176346>
- Porto, R. C., & Gonçalves, M. P. (2017). Motivação e envolvimento acadêmico: Um estudo com estudantes universitários. *Psicologia Escolar e Educacional*, 21(3), 515–522. <https://doi.org/10.1590/2175-35392017021311192>
- Preto, V. A., Fernandes, J. M., Silva, L. P. D., Reis, J. O. L. D., Sousa, B. D. O. P., Pereira, S. D. S., Sailer, G. C., & Cardoso, L. (2020). Transtornos Mentais Comuns, Estresse e

- Autoestima em universitários da área da saúde do último ano. *Research, Society and Development*, 9(8), e844986362. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.6362>
- Ramadan, R. A., & Vasilakos, A. V. (2017). Brain computer interface: Control signals review. *Neurocomputing*, 223, 26–44. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2016.10.024>
- Reeve, J. (2006). *Motivação E Emoção*. Ltc.
- REID, G. B.; NYGREN, T. E. (1988). The subjective workload assessment technique: A scaling procedure for measuring mental workload. *Advances in psychology*. NorthHolland, 185-218.
- Ribeiro, M. F., Ribeiro, C., & Pereira, P. (2022). Fatores preditores do desempenho académico: Motivação, satisfação e autoeficácia. *Gestão e Desenvolvimento*, 41-89 Páginas. <https://doi.org/10.34632/GESTAOEDESENVOLVIMENTO.2022.11319>
- Rios-Arismendy, S., Ochoa-Gómez, J. F., & Serna-Rojas, C. (2021). Revisión de electroencefalografía portable y su aplicabilidad en neurociencias. *Revista Politécnica*, 17(34), 131–152. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v17n34a9>
- Rodrigues, L. M. D., Almeida, P. D. A., Silva, S. C. R., & Barbosa, A. A. G. (2016). Reflexões acerca das implicações do déficit de atenção como fator predisponente de prejuízos acadêmicos. *Anais III CONEDU*, 1–10. <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/22134>
- Sabbaghi, F., Karimi, K., Akbari, M., & Yarahmadi, Y. (2020). Predicting academic engagement based on academic optimism, competency perception and academic excitement in students. *Iranian journal of educational sociology*, 3(3), 50-61.
- Samimisabet, P., Krieger, L., Nethar, T., & Pipa, G. (2023). Introducing a New Mobile Electroencephalography System and Evaluating Its Quality in Comparison to Clinical Electroencephalography. *Sensors*, 23(17), 7440. <https://doi.org/10.3390/s23177440>

- Sánchez-Reolid, R., García, A., Vicente-Querol, M., Fernández-Aguilar, L., López, M., & González, A. (2018). Artificial Neural Networks to Assess Emotional States from Brain-Computer Interface. *Electronics*, 7(12), 384.
<https://doi.org/10.3390/electronics7120384>
- Schapkin, S. A., Raggatz, J., Hillmert, M., & Böckelmann, I. (2020). EEG correlates of cognitive load in a multiple choice reaction task. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 80(1), 76–89.
- Serna-Rojas, C., Arismendy, S. R., & Gómez, J. F. O. (2021). Revisión de electroencefalografía portable y su aplicabilidad en neurociencias. *Revista Politécnica*, 17(34), 131-152.
<https://doi.org/10.33571/rpolitec.v17n34a9>
- Sengupta, A., Tiwari, A., & Routray, A. (2017). Analysis of cognitive fatigue using EEG parameters. *2017 39th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, 2554–2557.
<https://doi.org/10.1109/EMBC.2017.8037378>
- Sghirripa, S., Graetz, L., Merkin, A., Rogasch, N. C., Semmler, J. G., & Goldsworthy, M. R. (2021). Load-dependent modulation of alpha oscillations during working memory encoding and retention in young and older adults. *Psychophysiology*, 58(2), e13719.
<https://doi.org/10.1111/psyp.13719>
- Silva, A. de S. S., & Ribeiro, M. L. (2020). *Engajamento estudantil na educação superior*. 12(26), 50–63.
- Silva, A. N. (2020). *Associação entre qualidade do sono, sonolência excessiva diurna e atenção concentrada em estudantes de medicina* [Dissertação de Mestrado, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública].
<https://repositorio.bahiana.edu.br:8443/jspui/handle/bahiana/6139>

- Silva, S. E. D. S. (2021). *Análise da banda beta de atividade cortical de universitários dos cursos de saúde da Faculdade de Ceilândia da Universidade de Brasília após estresse induzido* [Dissertação De Mestrado, Universidade de Brasília].
<https://repositorio.unb.br/handle/10482/42990>
- Sobral, D. T. (2003). Motivação do aprendiz de medicina: uso da escala de motivação acadêmica. *Psicologia: teoria e pesquisa*, 19, 25-31. <https://doi.org/10.1590/S0102-37722003000100005>
- Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251–296.
<https://doi.org/10.1023/A:1022193728205>
- Sweller, J., & Sweller, S. (2006). Natural Information Processing Systems. *Evolutionary Psychology*, 4(1). <https://doi.org/10.1177/147470490600400135>
- Tschannen-Moran, M., Bankole, R. A., Mitchell, R. M., & Moore, D. M. (2013). Student academic optimism: A confirmatory factor analysis. *Journal of Educational Administration*, 51(2), 150-175. <https://doi.org/10.1108/09578231311304689>
- Turcotte, J., & Oddson, B. (2022). Managing Increased Cognitive Load in a Guided Search. *Perceptual and Motor Skills*, 129(3), 378-398.
<https://doi.org/10.1177/00315125221076440>
- Vaid, S., Singh, P., & Kaur, C. (2015). EEG Signal Analysis for BCI Interface: A Review. *2015 Fifth International Conference on Advanced Computing & Communication Technologies*, 143–147. <https://doi.org/10.1109/ACCT.2015.72>
- Wajman, J. R. (2021). Neuropsicologia Clínica: Notas Históricas, Fundamentos Teórico-Metodológicos e Diretrizes para Formação Profissional. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 37, e37215. <https://doi.org/10.1590/0102.3772e37215>

- Wierwille, W. W. & Casali, J. G. (1983). A validated rating scale for global mental workload measurement applications. *Proceedings of the 27th Annual Meeting of the Human Factors Society*.
- Williams, N. S., McArthur, G. M., De Wit, B., Ibrahim, G., & Badcock, N. A. (2020). A validation of Emotiv EPOC Flex saline for EEG and ERP research. *PeerJ*, 8, e9713. <https://doi.org/10.7717/peerj.9713>
- Yang, C.-Y., & Huang, C.-K. (2018). Working-memory evaluation based on EEG signals during n-back tasks. *Journal of Integrative Neuroscience*, 17(3–4), 695–707. <https://doi.org/10.3233/JIN-180096>
- Zakrzewska, M. Z., & Brzezicka, A. (2014). Working memory capacity as a moderator of load-related frontal midline theta variability in Sternberg task. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00399>

ANEXOS

Apêndice A- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Via do Participante)

Você(a) está sendo convidado(a) a participar da pesquisa “ANÁLISE ENTRE MEDIDAS DE RELAXAMENTO, ENTUSIASMO, INTERESSE, ENGAJAMENTO, ATENÇÃO E ESTRESSE REGISTRADAS PELO POR EEG PORTÁTIL E POR INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO NEUROPSICOLÓGICA”.

Esta pesquisa tem como objetivo comparar os escores obtidos pelo equipamento EEG Emotiv Epoc X com medidas neuropsicológicas de relaxamento, entusiasmo, interesse, engajamento, foco (atenção) e estresse.

Caso autorize, você utilizará um aparelho portátil de EEG (eletroencefalograma) durante a pesquisa que consiste em um dispositivo que será utilizado para identificar e analisar ondas cerebrais captadas pelos eletrodos, pequenas placas de metal fixadas no couro cabeludo. O aparelho não é invasivo e ficará fixado na cabeça durante toda a avaliação. Você também irá responder os seguintes testes e escalas: Teste de atenção concentrada (BPA), Inventário de Sintomas de Stress para Adultos – ISSL- (LIPP, 2014), Escala de Envolvimento Acadêmico. Estima-se que o tempo gasto na sua participação será de 30 à 40 minutos.

A sua participação não é obrigatória e, podendo desistir a qualquer momento. A recusa não trará prejuízos em sua relação com o pesquisador ou com a instituição onde estuda. Caso sinta desconforto emocional, cansaço, receio, dificuldade ou desinteresse em responder, poderá interromper a participação. Ao aceitar o convite, a sua participação será voluntária, uma vez que não receberá remuneração pela participação. Contudo, você estará contribuindo com suas respostas para um estudo da área de Neurociências sobre associações de medidas de um equipamento portátil de EEG com testagem neuropsicológica.

Ressalta-se que suas respostas e sua identificação não serão divulgadas. Além disso, você está recebendo uma cópia deste termo em que consta o email do pesquisador principal, podendo tirar dúvidas agora ou a qualquer momento.



Steffany Rocha da Silva
Neuropsicóloga – CRP 11/13455
Universidade Federal da Paraíba
Email:
steffanyrocha.psicologia@gmail.com



Prof. Dr. Nelson
Profº do Programa de Pós Graduação
De Neurociências cognitiva e
comportamento- PPGNEC
Email: nelsontorro@gmail.com

Pesquisador responsável: Steffany Rocha da Silva Email: steffanyrocha.psicologia@gmail.com Instituição: Universidade Federal da Paraíba– Programa de Pós Graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento Endereço: Cidade Universitária Campo I, Bairro Castelo Branco - Paraíba, JP – Brasil; Telefone: (83) 32098756
--

Apêndice B- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, _____, RG _____, declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios da participação na pesquisa “ANÁLISE ENTRE MEDIDAS DE RELAXAMENTO, ENTUSIASMO, INTERESSE, ENGAJAMENTO, ATENÇÃO E ESTRESSE REGISTRADAS PELO POR EEG PORTÁTIL E POR INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO NEUROPSICOLÓGICA”.

Esta pesquisa tem como objetivo comparar os escores obtidos pelo equipamento EEG Emotiv Epoc X com medidas neuropsicológicas de relaxamento, entusiasmo, interesse, engajamento, foco (atenção) e estresse.

Caso autorize, você utilizará um aparelho portátil de EEG (eletroencefalograma) durante a pesquisa que consiste em um dispositivo que será utilizado para identificar e analisar ondas cerebrais captadas pelos eletrodos. O aparelho não é invasivo e ficará fixado na cabeça durante a avaliação. Você também irá responder os seguintes testes e escalas: Teste de Atenção Concentrada (BPA), Inventário de Sintomas de Stress para Adultos – ISSL- (LIPP, 2014), Escala de Envolvimento Acadêmico. Estima-se que o tempo gasto na sua participação será entre 30 à 40 minutos.

A sua participação não é obrigatória e, podendo desistir a qualquer momento. A recusa não trará prejuízos em sua relação com o pesquisador ou com a instituição onde estuda. Caso sinta desconforto emocional, cansaço, receio, dificuldade ou desinteresse em responder, poderá interromper a participação. Ao aceitar o convite, a sua participação será voluntária, uma vez que não receberá remuneração pela participação. Contudo, você estará contribuindo com suas respostas para um estudo da área de Neurociências sobre associações de medidas de um equipamento portátil de EEG com testagem neuropsicológica. Ressalta-se que suas respostas e sua identificação não serão divulgadas. Além disso, você está recebendo uma cópia deste termo em que consta o email do pesquisador principal, podendo tirar dúvidas agora ou a qualquer momento.

sendo que:

() aceito que participar da pesquisa () não aceito participar da pesquisa

João Pessoa, ____ de _____ de 20 ____.

Assinatura do participante

Pesquisador responsável: Steffany Rocha da Silva

Email: steffanyrocha.psicologia@gmail.com

Instituição: Universidade Federal da Paraíba– Programa de Pós Graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento

Endereço: Cidade Universitária Campo I, Bairro Castelo Branco - Paraíba, JP – Brasil; **CEP:** 58059-900; **Telefone:** (83) 32098756