

XIV CONCCEPAR

Congresso Científico e Cultural do Paraná

13 A 16 DE MAIO



Desenvolvimento de software para neurofeedback - modulação cerebral para manejo de déficits atencionais em adultos com tdah

Aline Sviatowski, Medicina, Centro Universitário Integrado, Brasil,
aline.sviatowski@grupointegrado.br

Raquel de Oliveira, Ciências da Computação, UTFPR, Brasil,
raquelo@alunos.utfpr.edu.br

João Gouveia Sperandio, Ciências da Computação, UTFPR, Brasil,
joaohenriquegouveia@gmail.com

Daniella C. Mendes Sehaber, Medicina, Centro Universitário Integrado, Brasil,
daniella.mendes@grupointegrado.br

Rodrigo Hübner, DACOM, UTFPR, Brasil, rodrigohubner@utfpr.edu.br

Amanda N. S. Hübner, Medicina, Centro Universitário Integrado, Brasil,
amanda.santiago@grupointegrado.br

INTRODUÇÃO

O Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) é uma condição neuropsiquiátrica que impõe diversos desafios ao tratamento e à gestão dos seus sintomas. Haja vista que, nos tratamentos convencionais para o TDAH há grande variação de respostas às abordagens escolhidas, esse protocolo de Neurofeedback (NB) fundamentou-se na elaboração de um software voltado à individualização do tratamento de acordo com os padrões neurofisiológicos individuais (Kreppel et al., 2020), objetivando o controle da atenção sustentada, comumente diminuída em razão do TDAH. Portanto, o protocolo LSL, que integra software e hardware, foi desenvolvido como uma abordagem interativa que se apoia na importância da atenção seletiva para o controle cognitivo (MISHRA et al., 2021), contribuindo para a melhoria dos prejuízos atencionais decorrentes do TDAH.

MÉTODO

Para obter recente panorama de pesquisas clínicas como contraponto ao desenvolvimento do software de NB, foi realizada a pesquisa na base de dados PubMed, com os descritores ("Attention Deficit Disorder with Hyperactivity"[Majr]) AND "Neurofeedback"[Mesh], selecionando os artigos dos últimos quatro anos e excluindo os que focaram apenas no público infantil.

Com relação à metodologia do desenvolvimento do fluxo e adequação da avaliação dos sinais de eletroencefalograma (EEG), foi escolhido o protocolo LSL (Lab Streaming Layer), operacionalizando a realização da transmissão de dados entre diferentes componentes do software. O processamento dos dados foi desenvolvido

XIV CONCCEPAR

Congresso Científico e Cultural do Paraná

13 A 16 DE MAIO



com a linguagem de programação Python; já o software de escolha para a aquisição do sinal, foi o OpenBCI GUI.

Além disso, o processo do sinal ocorre com porções de pontos flutuantes transmitidos pelo software OpenBCI GUI, utilizado para a conexão com a interface cérebro-computador, que capta as diferenças de potenciais das ondas neurais no couro cabeludo por meio de 8 eletrodos de EEG, dispostos de acordo com o sistema 10/20. Esses dados são processados em lotes de 3 segundos com uma taxa de atualização de 300 ms após o período de espera e acumulação de dados iniciais; garantindo, portanto, uma resolução superior.

Posteriormente, para normalização das frequências, são utilizadas as técnicas de filtragem temporal notch em 60 Hz, para remover interferências da rede elétrica, bem como uma bandpass que vai de 4 a 100 Hz. Não obstante, os dados são transformados no domínio da frequência utilizando o método Welch, o que possibilita a análise das bandas de frequência; e entre elas, o ritmo Beta, a mais importante no contexto do NB direcionado ao TDAH.

Assim, a predominância do ritmo Beta é comunicada à interface do jogo, para que sejam realizadas as tomadas de decisão pelo paciente.

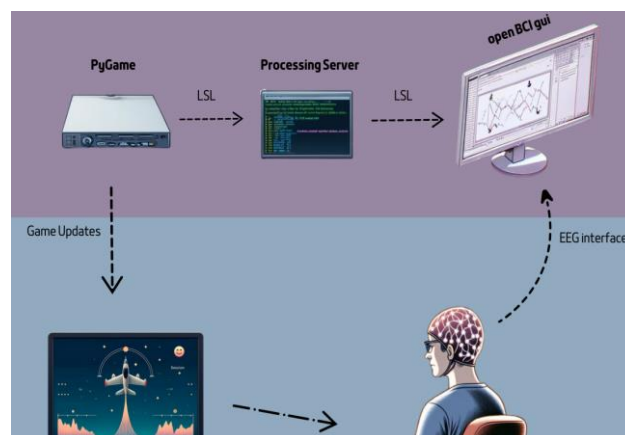


Figura 1 – Fluxo de comunicação do jogo

Para a escolha da interface do jogo e de seus elementos visuais, foi utilizado o Pygame. O Pygame é uma biblioteca de código aberto e multiplataforma, projetada em Python para facilitar o desenvolvimento de jogos, além de aplicações multimídia interativas. Construída sobre a biblioteca SDL (Simple DirectMedia Layer), o Pygame fornece uma variedade de funcionalidades para lidar com gráficos, sons, entrada de usuário e outras opções. No contexto da pesquisa, o Pygame foi escolhido por sua plataforma acessível e flexível para a implementação de simulações interativas e visualizações de dados, além da sua capacidade de lidar com entradas de dados em tempo real, como mostrar um feedback visual.

XIV CONCCEPAR

Congresso Científico e Cultural do Paraná

13 A 16 DE MAIO



Além disso, a escolha da Pylsl ocorreu por ser uma biblioteca que permite a integração de aplicativos Python com o Lab Streaming Layer (LSL). Em tempo, o LSL é um protocolo para transmitir dados em tempo real de forma assíncrona e multiplataforma entre aplicativos e dispositivos, o que se alinha com o objetivo do treinamento proposto pela pesquisa.

Para os elementos visuais do jogo, foram utilizados recursos gráficos disponíveis no OpenGameArt.org, uma plataforma online que oferece uma ampla variedade de sprites e texturas gratuitas. As cores desempenham um papel crucial no desenvolvimento do jogo, estimulando diferentes emoções e fornecendo feedback visual aos usuários. No jogo, o azul foi escolhido como a cor de fundo (rgb: 27, 61, 102) por sua correlação com emoções de calma e relaxamento, ideal para não distrair o usuário. Já o amarelo (rgb: 255, 255, 0), foi utilizado por seu caráter mais atrativo, indicando a direção na qual ele deve focar para controlar o foguete (aeronave).

Acerca do método de funcionamento do jogo, o controle da excitabilidade neuronal pelo paciente ocorre pelo fato de o programa possibilitar ao “jogador” influenciar e regular a atividade do seu próprio cérebro durante o jogo. Esse mecanismo é realizado por intermédio da interface computador-cérebro pautada no uso do programa de NB e na captação de ondas cerebrais pelos eletrodos do EEG. Concomitantemente, os potenciais de ação referentes ao ritmo Beta geram como resultado no jogo a flutuação da aeronave. Nesse sentido, as ondas neurais do ritmo Beta refletem, predominantemente, a aeronave flutuando acima do limiar tracejado e mostrado na tela do computador. O contrário ocorre quando as ondas do ritmo Beta não atingem o limiar necessário para que a aeronave flutue acima do limiar visível na tela.

Essas mudanças na atividade cerebral refletem-se no jogo, sendo monitoradas e registradas ao longo de cada sessão do jogo/treinamento. As sessões podem ser configuradas de 6 a 10 segundos, começando com uma fase basal de 2 segundos para adaptação do paciente, servindo como parâmetro basal para padronizar as ondas neurais de repouso do paciente.

O início de cada sessão é informado pela emissão de um sinal sonoro, denotando o momento em que o paciente deve focar em um triângulo no meio da tela. Durante o transcorrer do jogo, a posição da aeronave reflete como a atividade cerebral do paciente se compara a um estado basal.

Ao final do jogo, o paciente recebe um feedback sobre o seu desempenho, sendo representado com o desenho de um “emoticon” de sorriso, que representa um reforço positivo ao relacionar uma emoção positiva (sorriso) com o estado atencional durante o jogo (desempenho de aumento das ondas de padrão Beta). O feedback visa auxiliar, portanto, o paciente a entender como está sendo o seu desempenho durante o treinamento de NB, além de criar uma correlação neural de reforço positivo diante da padronização de ondas atencionais.

XIV CONCCEPAR

Congresso Científico e Cultural do Paraná

13 A 16 DE MAIO

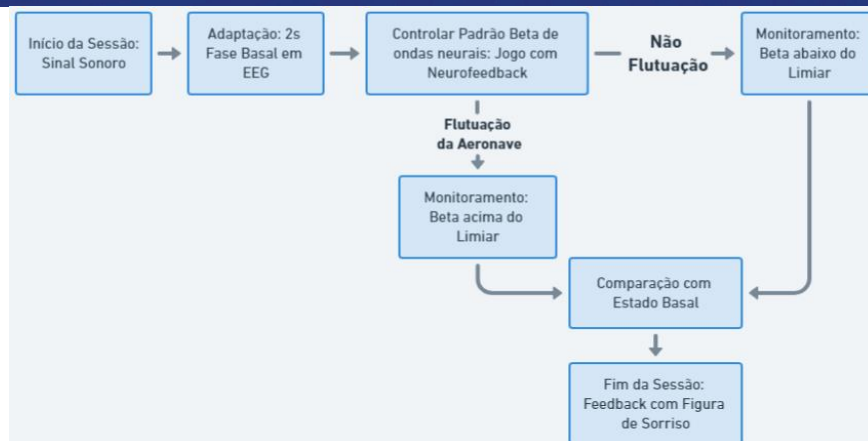


Figura 2 – Fluxo de execução do jogo

CONTEXTO DO PROJETO OU SITUAÇÃO-PROBLEMA

- Setor de serviços educacionais e de saúde com desenvolvimento e aplicação de Neurofeedback direcionado para pesquisa científica.
- Condicionamento de foco para pacientes com TDAH.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Programas de NB para TDAH são estudados, em sua maioria, na faixa etária infantil, extrapolando para a adolescência, quando muito. Porém, o transtorno costuma acompanhar os pacientes pela vida adulta. Nesse ínterim, diante da lacuna existente de estudos com NB voltados para adultos com TDAH, oportunamente evidenciada por Barth et al. (2021); somada aos prejuízos pessoais e profissionais que acompanham o paciente no transcorrer de anos e décadas, é notória a relevância em discutir e elaborar protocolos de NB voltados a essa faixa etária. Oportunamente, o desenvolvimento de novos programas que permitam a pesquisa e reprodução desses protocolos é visado em prol de replicar e reafirmar os benefícios e efeitos placebo, contribuindo para elucidar as atuais dúvidas e divergências encontradas na Literatura sobre o NB.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho visa relatar o desenvolvimento de um software de jogo com controle da atividade cerebral pelo mecanismo de integração computador-cérebro, entregando ao paciente um feedback acerca do padrão de ondas cerebrais que indicam atenção. Destarte, é peremptória a necessidade de novas pesquisas que possam replicar em um amplo campo observacional e avaliar os benefícios desse programa, validando os achados da literatura que correlacionam o NB com os benefícios observados em diminuir prejuízos atencionais persistentes em adultos com TDAH.

XIV CONCCEPAR

Congresso Científico e Cultural do Paraná

13 A 16 DE MAIO



PALAVRAS-CHAVE: Neurofeedback; Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade; Software; Eletroencefalograma

AGRADECIMENTOS: Agradecimentos à Fundação Araucária, pelo apoio financeiro prestado pela bolsa resultante do Programa Institucional De Iniciação Científica Edital 6932 - PIBIC, PIBITI e PIC - Iniciação Científica Para a Graduação - Centro Universitário Integrado/ FA/ CAWB 2023-2.

REFERÊNCIAS

BARTH, B.; MAYER-CARIUS, K.; STREHL, U.; WYCKOFF, S. N.; HAEUSSINGER, F. B.; FALLGATTER, A. J.; EHLIS, A. C. **A randomized-controlled neurofeedback trial in adult attention-deficit/hyperactivity disorder**. Scientific Reports 11, 16873, 19 ago. 2021. DOI: 10.1038/s41598-021-95928-1. Disponível em <https://www.nature.com/articles/s41598-021-95928-1>. Acesso em 17 abr. 2023.

Documentação Pygame. Disponível em: <https://www.pygame.org/docs/>. Acesso em: 20 abr. 2024.

KREPEL, N.; EGTBERTS, T.; SACK, A.T.; HEINRICH, H.; RYAN, M.; ARNS, M. **A multicenter effectiveness trial of QEEG-informed neurofeedback in ADHD: Replication and treatment prediction**. Psychiatry Research: Neuroimaging, v. 335, out. 2023. DOI: 10.1016/j.nicl.2020.102399. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925492723001336>. Acesso em 17 abr. 2023.

Lab Streaming Layer. Disponível em <https://labstreaminglayer.org/#/>. Acesso em 20 abr. 2023.

MISHRA, J.; LOWENSTEIN, M.; CAMPUSANO, R.; HU, Y.; DIAZ-DELGADO, J.; AYYOUB, J.; JAIN, R.; GAZZALEY, A. **Closed-Loop Neurofeedback of α Synchrony during Goal-Directed Attention**. Journal of Neuroscience, v. 41, 30 jun. 2021. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.3235-20.2021. Disponível em <https://www.jneurosci.org/content/41/26/5699>. Acesso em 17 abr. 2023.

STREHL, U. **Slow Cortical Potentials Neurofeedback**. Journal of Neurotherapy: Investigations in Neuromodulation, Neurofeedback and Applied Neuroscience, v. 13, n. 2, p. 117-126, mai. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1080/10874200902885936>. Acesso em 17 abr. 2023.