

Neurofeedback e Eye Tracking como mecânicas de um Jogo Sérió de apoio ao tratamento de neuropatias

Alejandro Elias Lima Moreno^{1,2}, Victoria Medeiros da Frota Ribeiro^{1,2}, Joel Sotero da Cunha Neto^{1,2}, Yuri Nekan Soares Fontes¹, José Fernando Rodrigues Ferreira Neto¹, Tamires de Sousa Silva¹, Jonatas Silva Pereira¹, José Eurico de Vasconcelos Filho^{1,2}

¹Diretoria de Tecnologia – Universidade de Fortaleza (Unifor)

Ceará, Brasil

²Centro de Ciências Tecnológicas (CCT) - Universidade de Fortaleza (Unifor)

Ceará, Brasil

{alejandraelias, joelsotero, josefernando, tamires.silva, euricovasconcelos}@unifor.br, {victoriadafrota, spjonatas}@gmail.com, yurinekan@edu.unifor.br

Abstract: *This article presents "Don't Get Baked," a Serious Game developed integrating Eye Tracking and Neurofeedback technologies to support the treatment of neuropathies. The game was designed to not require manual movements from the patient, instead using visual focus to perform character actions in the game. The game is also integrated with a neurofeedback system, providing visual feedback based on the user's neural signals. This interaction model, combined with the playful and challenging elements inherent in games, supports the treatment of neuropathies such as ADHD.*

Keywords— *Serious Game, Neurofeedback, Eye Tracking*

Resumo. *Este artigo apresenta, Don't Get Baked, um Jogo Sérió desenvolvido integrado às tecnologias de Eye Tracking e Neurofeedback, para apoiar o tratamento de neuropatias. O jogo foi desenvolvido de modo a não exigir movimentos manuais do paciente, que em vez disso, utiliza o foco visual para executar as ações do personagem no jogo. O jogo também é integrado com um sistema de neurofeedback, trazendo feedbacks visuais a partir dos sinais neurais do usuário. Esse modelo de interação, associado aos elementos lúdicos e desafiadores inerentes aos jogos, apoia no tratamento de neuropatias, como o TDAH.*

Palavras-chave— *Jogo Sérió, Neurofeedback, Eye Tracking*

1. Introdução

A atuação do cérebro humano é resultado de diversas atividades paralelas que, em conjunto, resultam em diversos padrões de comportamento, de modo que, simplificada, as frequências em que ele emite ondas de informações podem ser interpretadas como estados específicos do ser humano [MARQUES 2019].

A desregulação dessas frequências, considerada uma deficiência neurológica (Neurodeficiência), pode ser causadora de diversos transtornos mentais, de modo a alterar a capacidade de foco e sensação de bem-estar e, porventura, prejudicar a

qualidade de vida do indivíduo e sua respectiva convivência social [WOLLMEISTER 2019].

Por sua vez, neurodeficiências causadoras da ansiedade, depressão, síndrome do pânico e Transtorno do Déficit de Atenção (TDAH), que acomete entre 5 e 8% da população mundial [MINISTERIO DA SAUDE 2023], estão diretamente ligadas às alterações neurológicas [WOLLMEISTER 2019], podendo ser tratadas com a correção procedural dos padrões de frequências cerebrais - neuroplasticidade - a partir dos métodos de Interação Cérebro-Computador (ICC), utilizando-se de Neurofeedback - uma vertente do Biofeedback vinculado às áreas neurológicas [VAN DOREN 2019].

Através do neurofeedback é possível mapear as frequências emitidas pelas diversas regiões cerebrais - por meio do processo de eletroencefalograma (EEG) - e, de forma responsiva, indicar quando um paciente está emitindo uma resposta esperada ou incomum, possibilitando induzir, influenciar e condicionar os padrões eletrofisiológicos a fim de tratar neuropatias de modo não invasivo. De forma a simular uma protocooperação, os sistemas de ICC e os Jogos Sérios viraram estratégias com grandes porcentagens de acurácia no combate às neuropatias [MONTEIRO 2021], possibilitando a criação de diversos métodos para o uso dessa estratégia que tentam prender a atenção do usuário sem que haja saturamento e cansaço geral durante as sessões - que podem chegar em torno de 30 a 60 minutos [DIAS 2012].

Para estimular o usuário, os jogos sérios tentam criar um cenário desafiador/motivador que conceda ao jogador recompensas ao conseguir manter as frequências na região esperada, e em caso contrário, indicar que o usuário não está na escala correta e, por sua vez, limitar a progressão no jogo [MONTEIRO 2021]. Ainda assim, é um desafio criar jogos sérios que não tornem-se monótonos e cansativos ao jogador, comprometendo a experiência e fazendo com que não consigam segurar o foco do usuário durante toda a sessão.

De tal modo, uma forma de prender o foco do jogador, baseia-se no uso de ferramentas capazes de utilizar não só a frequência medida no Neurofeedback, mas também associando a mensuração do foco do seu olhar em relação ao jogo, de modo a criar interações com a concentração física e não só neurológica.

Para tanto, utilizando-se da tecnologia de Eye Tracking, na qual baseia-se na captura dos movimentos oculares a fim de identificar onde os olhos do usuário estão focando na tela, para que se possa usar o olhar como método de interação nos sistemas, possibilitando a criação de Interfaces Baseadas em Oculometria (IBO) - Gaze-Based Interfaces [SALVUCCI 2018]. Por meio delas, o foco físico pode ser utilizado como mecânica para criação de aplicações que buscam acessibilidade e permitem ao usuário fazer comandos sem muito esforço físico.

Este trabalho apresenta, Don't Get Baked, um Jogo Sérico que possui integração com Neurofeedback e Eye Tracking que propõe um jogo estimulante que pode ser utilizado como ferramenta para auxiliar no tratamento de neuropatias sem exigir maiores movimentos por parte do paciente, minimizando interferências musculares no sinal captado pelo EEG e permitindo a utilização do sistema por pacientes com limitações motoras.

2. Trabalhos Relacionados

Investigando artigos nos bancos PubMed e Science Direct, utilizando como palavras-chave: Neurofeedback, Serious Games e Eye Tracking, e procurando no período entre 2012 a 2022. Foram, portanto, separados os estudos que mais se enquadram nas temáticas-chaves a fim de corroborar com a solução proposta.

Em estudos feitos na Espanha, por Alda [GARCÍA-BAOS 2019], foram realizados testes aplicando o uso de Oculometria em conjunto com jogos - desenvolvidos para o treinamento de foco visual - com um grupo de 28 crianças com TDAH e dividindo ambas em dois grupos. O primeiro grupo, sendo este chamado de “grupo experimental”, foi selecionado para jogar apenas utilizando ferramentas de rastreamento ocular, já o segundo, “grupo de controle baseado em idade”, jogou utilizando o mouse. Ao final do experimento, participantes do grupo experimental apresentaram melhoras nos quesitos de impulsividade, tempo de reação e olhar focado.

Na área de biofeedback, a pesquisa de Pasin [ISRASENA 2021] realizou um sistema de treinamento que se utilizava de 5 jogos com conexão ao neurofeedback - sendo integrado com EEG, cada um variando na forma como levava feedbacks ao jogador - em alguns hospitais na Tailândia. Dos participantes, 35 completaram o treinamento, e seus resultados se mostraram positivos com significativas melhoras nas áreas de: atenção, memória e reconhecimento visual, e atividade de frequências Alpha do cérebro (8-12 Hz) - frequência responsável pelo foco, leitura e com grandes relações à ansiedade [WOLLMEISTER 2019].

Outro estudo, feito por Fabiana [FABIANA 2022], no Espírito Santo, utilizou jogos sem o uso de controles - por conta da necessidade de manter o paciente sem maiores movimentos - sendo jogado apenas com as frequências captadas pelos sistemas de EEG para mover uma nave e progredir no cenário. Nesse projeto, ao identificar que o jogador estava focado, a nave ganhava aceleração e, de forma antagônica, perdia, de modo a gerar um feedback visual. Após realizar testes com cinco voluntários, a maioria dos participantes obtiveram melhoras de performance ao concentrar a atenção, sendo medida entre cada aplicação dos testes.

Nas pesquisas feitas pelo time de desenvolvimento, foram encontrados jogos que mesclavam Serious Games com Neurofeedback ou Eye Tracking, mas não foram contempladas soluções que utilizavam as 3 ferramentas em conjunto no território nacional ou exterior, demonstrando um possível pioneirismo de Don't Get Baked na área da saúde, visto que pode ser um projeto inovador ao implementar tais ferramentas adjuntas.

3. Desenvolvimento

Don't Get Baked é um Jogo Sério desenvolvido por três alunos do curso de Ciências da Computação, no período do segundo semestre, com o auxílio de um neuropsicólogo para melhor integração das ferramentas de Neurofeedback e Eye Tracking, criando uma experiência mista de ICC's e IBO's de modo a ser utilizado para o tratamento de neurodivergências, tendo como diferenciais a possibilidade de jogar apenas com movimentos oculares por parte do paciente, provendo maior acessibilidade e permitindo a captura de foco.

3.1. Game Design

O jogo foi concebido em 2D, sendo no estilo Aventura, para a plataforma PC, contando com 4 fases, uma de calibração - sendo essa mais curta e dividida em 2 partes - antes do jogo começar, e três desenvolvendo a história do jogo. Esta, por sua vez, visa recriar a clássica “jornada do herói”, mas com suas próprias peculiaridades. No mundo de “Don’t Get Baked”, o usuário joga como “uma menina de carne dentro de um mundo de doces” explorando esse universo diferente do seu. Durante a introdução, representada na Figura 1, a protagonista cai do céu e é recebida por gelatinas falantes, que a introduzem a uma antiga lenda sobre uma entidade conhecida como “A Iluminada”, destinada a descobrir o que está causando sofrimento ao povo e salvar o reino.



Figura 1. Introdução do jogo

Fonte: Autoria própria

A história do jogo segue a jornada da protagonista enquanto ela luta contra adversidades, busca unir o reino e trazer a verdade para os habitantes. À medida que o jogador explora o mundo peculiar dos doces, descobre informações cruciais e se envolve em intensas batalhas, tudo com o objetivo de restaurar a harmonia perdida e voltar para casa. Don’t Get Baked propõe ao usuário o desafio de desvendar os mistérios que se escondem nesse mundo de doces, contemplando três fases, cada uma com níveis de desafios, cenários e personagens diferentes.

As interações foram planejadas para evitar frustrações do usuário e ações indesejadas. Ao focar em objetos na cena, cada um deveria proporcionar um feedback imediato sobre a possibilidade e a natureza de uma ação. Para isso, implementamos *timers* - relógios - que, ao se completarem, acionam as ações nos objetos e notificam o jogador sobre as interações disponíveis. Quando o jogador olha para um objeto com interações, o timer correspondente aparecia e se preenchia enquanto o foco permanecia no objeto. Além disso, optamos por diferenciar interações simples - como conversar com personagens amigáveis ou interagir com o ambiente e a interface - das ações de combate. Para isso, utilizamos cores: verde para interações amigáveis, amarelo para interações com objetos do cenário e vermelho para ações de combate, integrando essas indicações visuais nos timers para comunicar ao jogador o tipo de interação que estava prestes a acontecer.

Todos os gráficos foram feitos pelos desenvolvedores do jogo, utilizando como tema alvo, desenhos com cores vibrantes, de modo que fosse possível identificar e discernir objetos diferentes de forma mais eficiente e com menor esforço visual. O design dos personagens foi planejado para ser caricato, imitando doces e comidas antropomorfizadas.

Ainda na parte gráfica, ao interagir com personagens amigáveis a *User Interface* (UI) - interface do usuário - era trocada por uma caixa de diálogo, semelhante a caixa de diálogo ilustrada na parte superior da Figura 1, com o botão para ir para a próxima fala, dando continuidade ao texto e direcionando o jogador na história, de modo a, quando acabar os textos, voltar a UI padrão - apresentando as direções do jogador, a quantidade de vida que ele tem e quantos doces pegou no caminho, sendo estes apenas coletáveis que funcionam como pontuação.

Na ocorrência de frequências não desejadas, captadas pelos dispositivos de neurofeedback, o jogo começa a perder suas cores vibrantes sendo trocadas por tons de cinza - exceto a caixa de diálogo e elementos que podem ser focados - de forma procedural enquanto as letras dos textos ficam codificadas, objetos interativos ficam com bordas brilhantes - para ajudar o jogador a focar em um objeto só - e o tempo desacelera, fazendo com que seja mais difícil realizar as ações ou andar, gerando feedbacks visuais intensos a fim de ajudar na neuroplasticidade, essas mudanças das cores podem ser vistas na Figura 2.



Figura 2. Contraste entre frequências dentro (A) e fora do padrão desejado (B)

Fonte: Autoria própria

Para controlar o jogo, foi programado para que, quando o jogador olhasse para a personagem principal, a mesma progredisse pelo mapa, possuindo também 2 setas na UI do jogo para escolher avançar ou retroceder. Os inimigos, por sua vez, atacam por meio de projéteis que se movimentam em direção ao personagem, os projéteis precisam ser focados por um intervalo de tempo para que sejam destruídos, representado na Figura 3. Caso o jogador não destrua o projétil a tempo e seja atingido pelo menos 3 vezes, a fase é reiniciada.

O jogo foi desenvolvido contemplando 3 fases, cada uma com cenários e personagens diferentes, tendo como objetivo principal chegar ao final da história de forma fluída, isto é, sem que o jogador seja atrasado por manter as frequências fora do padrão. As fases são caracterizadas por áreas planas, sem grandes relevos a fim de gerar linearidade e remover dinâmicas como pulos.

Na primeira - O Reino das Gelatinas, ilustrado na Figura 3 - as cores são predominantemente verdes, e o objetivo do jogador é chegar e encontrar o Rei Gelatina no final da fase. No caminho, o jogador pode escolher salvar e libertar algumas gelatinas aprisionadas que contam um pouco mais da história e direcionam o jogador. Os inimigos dessa fase são os *Candy Towers*, doces que formam uma torre onde o primeiro arremessa os que estão acima dele. Ao derrubar os doces que são arremessados, o inimigo é derrotado e libera passagem.



Figura 3. Ilustração do jogador enfrentando um Candy Tower na primeira fase

Fonte: Autoria própria

A segunda - Terra dos Brigadeiros e Chocolates, ilustrado na Figura 4 - possui cores predominantemente alaranjadas, essa fase busca aumentar a dificuldade a fim de aumentar um pouco o desafio para o jogador. O objetivo nessa fase é ir até o final com um cachorro que vai lhe guiar pela história. Os inimigos desta são Gatos de Algodão doce - Miaugodões - e são os únicos que é necessário alternar entre focar no inimigo para derrotá-lo e no projétil para não ser atingido.



Figura 4. Ilustração do jogador enfrentando um Miaugodão na segunda fase

Fonte: Autoria própria

A última - O Calabouço, ilustrado na Figura 5 - apresenta uma aparência de prisão, essa fase é onde o jogador busca encontrar e enfrentar o chefe do jogo, um Bolo enterrado no final da fase. Diferente das demais, essa fase não possui outros inimigos, focando apenas na batalha final. Para vencê-la, é necessário desviar dos disparos do inimigo, que não podem ser destruídos ao focar sobre, mas demarcam sobre o chão onde vão cair para possibilitar desvios, como ilustrado na Figura 5(A). Após um determinado tempo desviando dos ataques, o chefe cai temporariamente, gerando a

possibilidade do jogador apagar uma das velas de sua cabeça, como ilustrado na Figura 5(B), reiniciando o processo até que todas as velas tenham sido apagadas.

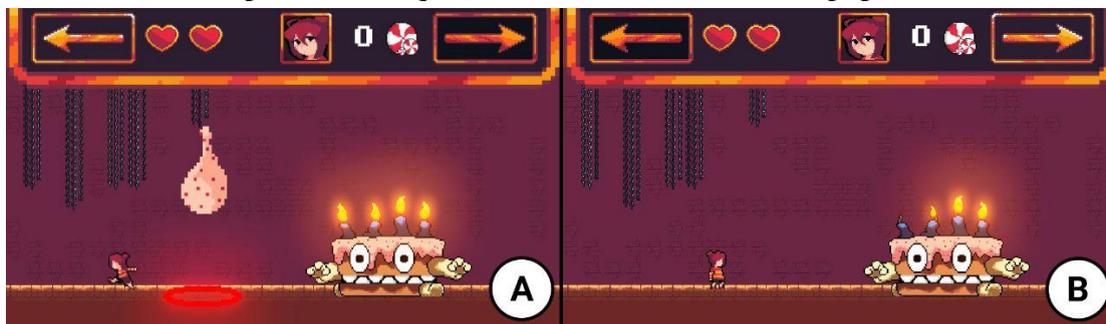


Figura 5. Jogador desviando dos disparos do inimigo (A) e apagando as velas enquanto ele está caído(B)

Fonte: Autoria própria

3.2. Prototipação

O desenvolvimento do mesmo foi feito com o motor da Godot [GODOT 2023] - uma Game Engine open source, que possibilita a criação de jogos 2D e 3D - utilizando a linguagem de programação GDScript para criação de mecânicas de jogo, e GLSL 3 na criação de shaders para a estética do jogo.

O dispositivo de rastreamento ocular utilizado para prototipação foi o Tobii 4c desenvolvido pela empresa Tobii Dynavox, sendo um aparelho de cunho portátil, plug-and-play e utilizado em diversas aplicações focadas em acessibilidade. O rastreador emite frequências infravermelhas que são posteriormente refletidas nos olhos do usuário para calcular a direção alvo da reflexão, projetando assim onde o olhar está focando. O Tobii foi escolhido, dentre outros motivos, por sua praticidade para calibrar e usar, assim como sua fácil integração com o jogo e alta precisão no rastreamento ocular.

A integração com os dispositivos de oculometria foi feita com o auxílio do software Precision Gaze Mouse [PRECISION GAZE MOUSE 2023], sendo este um aplicativo gratuito e open source com integração a diversos dispositivos de rastreamento ocular e facial cuja função é manipular o ponteiro do mouse com base no local interpretado pelos hardwares de Eye Tracking, podendo selecionar valores de precisão - o quão próximo o ponteiro ficará do local identificado -, raio de ativação - uma distância circular a partir do mouse para identificar “quando” movê-lo - e com modos para teleportar o mouse (*warp*) ou mover até o ponto focal. Foi utilizado o modo de *warp* para colocar o ponteiro em cima do olhar do usuário de forma instantânea, com baixos valores de raio de ativação para forçá-lo a mover constantemente adjunto a altos valores de precisão para maior acuracidade de onde o usuário estaria olhando.

Utilizando do dispositivo e software apresentados, foi programado para o jogo identificar a posição do mouse, que representa a posição do foco ocular do jogador. De tal forma, usando a proximidade do ponteiro a um certo objeto no cenário, é possível identificar que o usuário está olhando para ele, e com base nisso realizar uma ação.

Para a integração com o sistema de Neurofeedback, optou-se por utilizar o sistema da BioNeuro [BIONEURO 2023], pois o sistema também foi desenvolvido por

um dos autores, facilitando a criação de API's e, conseqüentemente, a integração com o jogo. Com o sistema, ilustrado na Figura 6, o profissional da saúde pode selecionar as frequências a serem treinadas, as amplitudes desejadas e qual a forma de feedback que deseja para o paciente, podendo escolher entre vídeos, áudios ou jogos.

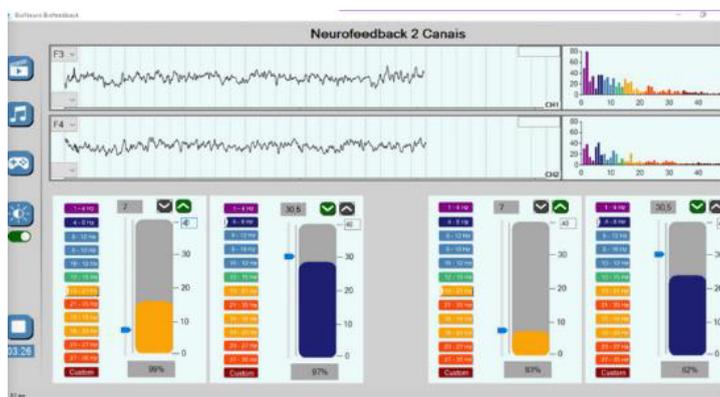


Figura 6. BioNeuro Biofeedback

Fonte: Autoria própria

O sistema funciona em conjunto com um eletroencefalograma, o iBlue 52 da empresa iCelera (vide Figura 7), devidamente certificado pelo INMETRO e registrado na ANVISA, que é o hardware responsável por capturar os sinais cerebrais e enviá-los para o computador.



Figura 7. iBlue 52 da iCelera

Fonte: (ICELERA, 2023)

Do mesmo modo, ao olhar, as mecânicas deveriam atender e ser responsivas às frequências captadas pelos dispositivos de EEG. Para tal, foi desenvolvida uma variável global que armazena o valor recebido do sistema da BioNeuro, e com base nesse valor são realizadas as ações já mencionadas que buscam dar feedbacks ao jogador.

4. Resultados

Como resultados, foi desenvolvido o protótipo do jogo, contemplando todas as mecânicas de neurofeedback integrado com as ferramentas. Para as mecânicas baseadas no uso de neurofeedback, foram desenvolvidas as mecânicas de embaralhamento do texto e alteração das cores do cenário que se alteram gradualmente de acordo com distância entre a frequência esperada e a frequência real. Quanto mais próximo a frequência esperada, mais colorido o jogo fica e mais legível o texto, como ilustrado na

Figura 8(1), e vai piorando proporcionalmente a quão longe do padrão esperado está a frequência, como seguem as Figuras 8(2), 8(3) e 8(4).



Figura 8. Efeitos do Neurofeedback com frequências dentro do padrão (1), perto do padrão (2), se afastando do padrão (3) e longe do padrão (4)

Fonte: Autoria própria

Como supracitado, além das fases, foi criada uma etapa de calibração em jogo, que serve para verificar se o olhar do jogador tem efeito em toda a área da tela de jogo durante a execução da aplicação. A calibração começa com um desafio de olhar para a ponta de uma corda para fazer o fogo avançar, como mostra a Figura 9 (A) e (B). A segunda parte, sendo essa a última do processo de calibração, envolve focar em alguns alvos até que os mesmos explodam, Figura 9 (C) e (D), e o próximo apareça, sendo seis no total, que ficam estrategicamente posicionados nas áreas que a corda não passa.

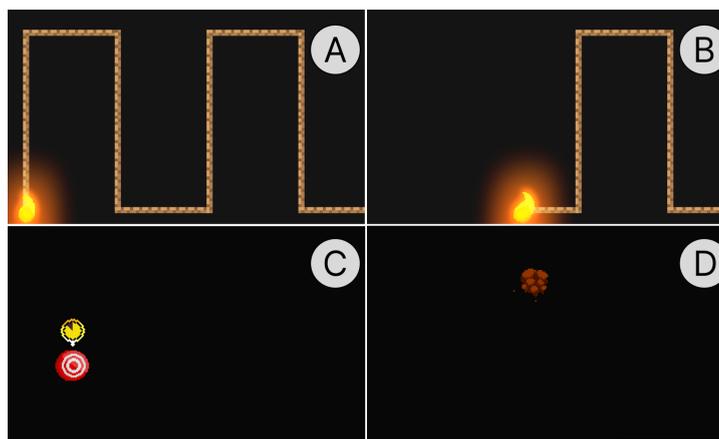


Figura 9. Começo da etapa de calibração (A), decorrer da primeira parte (B), Alvo sendo focado na segunda parte (C) e efeito de explosão de um alvo (D)

Fonte: Autoria própria

Essa primeira interação com o jogo permite certificar-se que o jogador consegue focar em qualquer ponto testado e faz com que o jogador possa, de forma inicial, se acostumar com o modo em que as interações funcionam. Da mesma forma às demais fases do jogo, essa também possui interações com os valores de neurofeedback, ao sair do padrão, a chama da primeira etapa da calibração lentamente vai se apagando

podendo se extinguir por completo proporcionalmente aos valores recebidos pelo sistema da BioNeuro, demonstrado na Figura 10. De forma semelhante ao jogo, na segunda fase da calibração os valores recebidos influenciam na velocidade com a qual a interação com os alvos é realizada, fazendo com que seja mais lento para estourar os alvos.

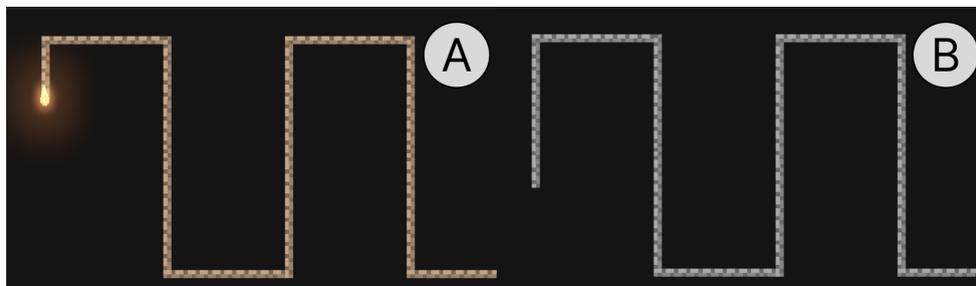


Figura 10. Corda quase apagando (A) e completamente apagada (B)

Fonte: Autoria própria

Foram realizados testes de laboratório, com a equipe de desenvolvimento, quanto ao pleno funcionamento das mecânicas e integrações e quanto à jogabilidade do protótipo. Os resultados preliminares se mostraram positivos, tendo o jogo, suas mecânicas propostas e suas interfaces funcionando a contento. O tempo médio para finalização do jogo foi de 22 minutos e 30 segundos, tempo considerado adequado para seu uso em uma sessão ou terapia, já que uma sessão de neurofeedback dura pelo menos 30 minutos, sendo possível o usuário ter a experiência completa do jogo em uma sessão. Não houve problemas quanto a ergonomia do uso da oculometria como método de controle ou sentimento de limitação.

Um ponto relevante no teste, foi a necessidade de calibrar a velocidade de alguns projéteis, para facilitar a jogabilidade. Tais ajustes já estão devidamente contemplados na versão atual do jogo.

Ainda serão realizados testes de usabilidade e utilidade junto aos potenciais usuários da ferramenta. Aguardamos para tal, a devida aprovação do comitê de ética em pesquisa da universidade, como preconizado pela Resolução CNS nº 466 de 2012 que regulamenta as pesquisas envolvendo seres humanos.

5. Conclusão

Em conclusão, o uso de tecnologias de Neurofeedback e Eye Tracking em jogos sérios apresenta uma expectativa promissora para o tratamento de neuropatias, como o TDAH. O jogo desenvolvido neste estudo tem o potencial de melhorar a impulsividade, tempo de reação e foco visual em crianças com TDAH. Além disso, o jogo é uma alternativa divertida e desafiadora para os tratamentos convencionais, o que pode aumentar a motivação e adesão dos pacientes. A tecnologia de Eye Tracking também torna o jogo mais acessível para pacientes com limitações motoras. No entanto, é importante ressaltar que ainda serão realizados testes com pacientes para avaliar a eficácia dessa abordagem. Esses testes futuros fornecerão informações mais concretas sobre os benefícios e a eficácia do jogo no tratamento dessas neuropatias.

6.Referências

- BIONEURO, BioNeuro Neuromodulação. Disponível em < <https://bioneurofeedback.com.br/> > acessado em: 28 de junho de 2023.
- DIAS, Álvaro Machado. "Tendências do neurofeedback em psicologia: revisão sistemática." *Psicologia em Estudo* 15 (2010): 811-820.
- FABIANA S.V. Machado, Anselmo Frizzera, Assessing the mental state of attention using a neurofeedback system and serious game tool, *Entertainment Computing*, Volume 43, 2022, 100492, ISSN 1875-9521, <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2022.100492>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875952122000167>).
- GARCÍA-BAOS A, D' Amelio T, Oliveira I, et al. Novel interactive eye-tracking game for training attention in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Prim Care Companion CNS Disord.* 2019;21(4):19m02428.
- GODOT, The game engine you've been waiting for. Disponível em < <https://godotengine.org/> > acessado em 28 de junho de 2023.
- ICELERA, iBlue 52 Eletroencefalógrafo Portátil. Disponível em < <https://www.icelera.com.br/iblue52> > acessado em: 28 de junho de 2023.
- ISRASENA P, Jirayucharoensak S, Hemrungronj S, Pan-Ngum S. Brain Exercising Games With Consumer-Grade Single-Channel Electroencephalogram Neurofeedback: Pre-Post Intervention Study. *JMIR Serious Games.* 2021 Jun 15;9(2):e26872. doi: 10.2196/26872. PMID: 34128816; PMCID: PMC8277357.
- MARQUES, Bianca Parulla. Mineração de dados e neurociência: um estudo de sinais cerebrais com base na modulação da amplitude. 2019. Dissertação (Mestrado em Modelagem Computacional)- Faculdade de Modelagem Computacional. Universidade Federal do Rio Grande, 2019.
- MINISTERIO DA SAÚDE, Entre 5% e 8% da população mundial apresenta Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade . Disponível em < <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2022/setembro/entre-5-e-8-da-populacao-mundial-apresenta-transtorno-de-deficit-de-atencao-com-hiperatividade> > acessado em: 28 de junho de 2023.
- MONTEIRO, Giulia Tondin; ADAMATTI, Diana Francisca. Desenvolvimento de um Jogo Sérioo controlado por Neurofeedback para auxílio no tratamento de pessoas com TDAH. In: TRILHA DE SAÚDE – ARTIGOS COMPLETOS - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL (SBGAMES), 20. , 2021, Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 867-876. DOI: https://doi.org/10.5753/sbgames_estendido.2021.19725.
- PRECISION GAZE MOUSE, Control your mouse by looking at your screen. Disponível em < <https://precisiongazemouse.org/> > acessado em: 28 de junho de 2023.

SALVUCCI, Dario D.; R. Anderson, John (2018). Intelligent Gaze-Added Interfaces. Carnegie Mellon University. Journal contribution. <https://doi.org/10.1184/R1/6615287.v1>

VAN DOREN, Jessica et al. Sustained effects of neurofeedback in ADHD: a systematic review and meta-analysis. *European child & adolescent psychiatry*, v. 28, n. 3, p. 293-305, 2019.

WOLLMEISTER, Elinara (2019). Controle de ansiedade com predomínio de onda cerebral alfa de pulso médio na neurometria funcional. *Revista Científica de Neurometria*. Disponível em <<https://www.neurometria.com.br/article/vol5a2.pdf>>.