

# Wild Jumper: um Jogo para Análise do Estado Mental do Jogador e Tratamento do Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade

Allan M. Gonçalves, Breno G. Soares, Diana F. Adamatti, Emylly S. Guimarães

Centro de Ciências Computacionais – Universidade Federal do Rio Grande (FURG)  
Caixa Postal 474 – 96.201-900 – Rio Grande – RS – Brazil

{Allanmgoncalves00, breno.givas, dianaada,  
emylly.de.souza.guimaraes}@gmail.com

***Abstract.** Abstract. Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) is a neurobiological disorder characterized by inattention, restlessness, and impulsivity. The difficulty in concentration faced by individuals with this disorder can directly affect their adaptation and social functioning. Through a psychotherapeutic approach, aided by technological tools, strategies can be established to cope with these symptoms, acting as cognitive training to mitigate them. In this context, the present study aims to develop a Serious Game combined with Brain-Computer Interface (BCI) that can identify the player's mental state and apply it as a control mechanism for the game.*

***Resumo.** O transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) é um distúrbio neurobiológico que se caracteriza por desatenção, desassossego e impulsividade. A dificuldade de concentração enfrentada pela população com esse transtorno pode afetar diretamente sua adaptação e o seu funcionamento social. Através de uma abordagem psicoterapêutica, com o auxílio de ferramentas tecnológicas, podem ser estabelecidas estratégias para lidar com estes sintomas, atuando como treinamentos cognitivos para minoração dos mesmos. Nesse contexto, o presente trabalho visa desenvolver um Jogo Sérioso aliado a Interface Cérebro-Computador (ICC) que seja capaz de identificar o estado mental do jogador e aplicá-lo em forma de controle para o jogo.*

## 1. Introdução

O transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH) repercute na vida da criança e do adolescente por toda sua vida, levando a prejuízos em múltiplas áreas, como a adaptação ao ambiente acadêmico, relações interpessoais e desempenho escolar (Arnold e Jensen, 1995; Barkley, 1996). Diagnosticado como transtorno de neurodesenvolvimento que engloba em sua tríade sintomatológica fatores de desatenção, hiperatividade e/ou impulsividade.

No que tange a utilização da tecnologia e outras possibilidades no tratamento do TDAH, os jogos sérios (JS) se tornam referência no auxílio de crianças e adolescentes para auxiliar o aumento de atenção e foco, além de serem considerados como uma forma de tratamento alternativo (GOULART; SILVA, 2022). Os JS são jogos projetados com propósitos educacionais, de treinamento ou de simulação. Eles utilizam elementos do

design de jogos para engajar os jogadores em atividades que visam alcançar objetivos específicos, como aprendizado e aprimoramento de habilidades. Eles permitem transpassar dificuldades que atrapalham o aprendizado, tais como: disfunções de atenção, visuais, físicas, auditivas ou verbais (VELTJEN, 2010).

A proposta deste artigo está baseada no desenvolvimento de um Jogo Sériado aliado a Interface Cérebro-Computador (ICC), ao qual analisa-se os dados de cada jogador para saber a capacidade de controle sobre o jogo e sua percepção com as mudanças de cenário, também definido com um jogo com *neurofeedback*.

A partir da validação da eficácia do controle com base nos níveis de atenção, busca-se possibilitar o treinamento de habilidades de autorregulação e sustentação da atenção. O jogo foi baseado em um gênero chamado “corrida infinita” ou *endless run*, onde o nível de atenção e meditação do jogador tem total influência na velocidade do personagem controlado. Além disso, estes níveis agem diretamente na dificuldade do jogo, nos efeitos visuais do personagem, na música e interface de usuário, tornando tudo mais interativo e tentando manter o máximo de interesse do jogador. A partir dos testes, foram investigadas a adequação do equipamento de ICC na classificação do nível de atenção em diferentes pessoas usuárias e a capacidade do jogo em aumentar o nível de atenção da pessoa jogadora ao longo de sua utilização.

O artigo está organizado em 5 seções. Na seção 2 apresenta-se a ferramenta de coleta de sinais cerebrais. A seção 3 apresenta o jogo desenvolvido, bem como os cenários de teste. Já na seção 4 estão os resultados obtidos e na seção 5 as conclusões e trabalhos futuros.

## 2. Mindwave

O Mindwave (Figura 1) é um headset projetado pela empresa norte-americana NeuroSky, que desenvolve tecnologia de Interface cérebro-computador. Suas tecnologias são eficazes, permitindo a biometria de saúde e bem-estar de uma forma perspicaz e de fácil entendimento para soluções móveis, dispositivos vestíveis e provedores de serviços. O headset utilizado durante o jogo é do modelo Mindwave White Colored, ele permite aos usuários monitorar e interagir com seu próprio estado mental por meio da leitura das ondas cerebrais. O aparelho utiliza sensores não invasivos para detectar e medir as ondas cerebrais do usuário. Esses sensores são posicionados na testa e captam os sinais elétricos gerados pelo cérebro. Em seguida, esses sinais são processados e interpretados pelo dispositivo para fornecer informações sobre o estado mental do indivíduo naquele momento.

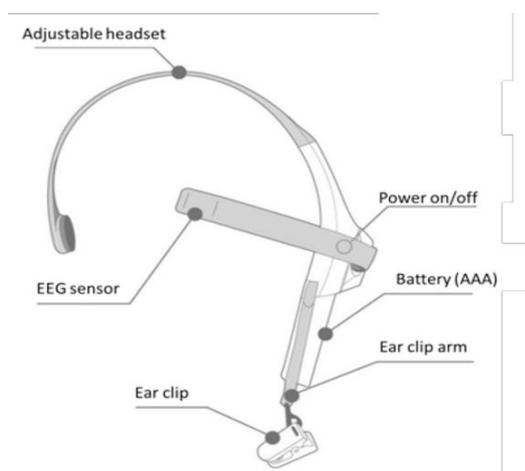


Figura 1. Diagrama científico do headset Mindwave

Algumas das suas especificações técnicas são a capacidade de medir e emitir com segurança os espectros de energia EEG, como as ondas alfa, ondas beta, entre outras. Além disso, ele ainda conta com medidores NeuroSky eSense, para atenção e meditação, e a detecção do piscar de olhos do usuário. O dispositivo consiste em um fone de ouvido, um clipe de ouvido e um braço sensor. Os eletrodos de referência e terra do fone de ouvido estão no clipe de ouvido e o eletrodo EEG está no braço do sensor, apoiado na testa acima do olho (posição FP1). Ele usa uma única bateria AAA com 8 horas de duração da bateria.

Utilizar este headset nos possibilita ter acesso aos níveis de atenção e relaxamento, permitindo que o Mindwave possa ser usado para interagir diretamente com o jogo. Por meio desse aparelho tecnológico, torna-se possível a interação do usuário com o jogo, permitindo que ele influencie as mecânicas do software por meio de seu estado mental.

### 3. Wild Jumper

No processo de desenvolvimento do Jogo Sériu, inicia-se pela etapa de criação da identidade visual (Figura 2). Nomeado de Wild Jumper, a aplicação está sendo desenvolvido inteiramente a partir da game engine Unity, referência na criação e implementação de jogos, simuladores, aplicativos interativos e outras aplicações. Essa game engine possui um conjunto de ferramentas que possibilita a criação do jogo de forma prática e eficiente. Por esta razão, a Unity ficou caracterizada por ser bastante acessível tanto para desenvolvedores iniciantes quanto para profissionais experientes. A plataforma oferece uma interface gráfica intuitiva para os usuários e suporta a linguagem de programação C# , permitindo criar interações e lógicas aos jogos de forma eficiente e adaptável.



Figura 2. Logo do Wild Jumper

O Wild Jumper é um jogo do gênero *endless run*, que ficou imensamente popular entre os usuários de dispositivos móveis, com alguns títulos famosos como: Temple Run (Imangi Studios, 2011), Jetpack Joyride (Halfbrick Studios, 2011), Subway Surfers (Kiloo, SYBO Games, 2012). Nesse tipo de jogo o personagem principal, controlado pelo usuário, corre continuamente por um ambiente infinito, que é gerado de forma procedural ou em sequências aleatórias, igual aos seus obstáculos, garantindo assim que cada partida seja única. Desta forma, o objetivo é percorrer a maior distância possível e coletar o máximo de moedas ou itens pelo caminho. Esse tipo de jogo, geralmente, possui uma perspectiva em terceira pessoa, com o jogador controlando os movimentos do personagem para evitar a colisão com os obstáculos, estes que possuem a função de diminuir a quantidade de “vidas” do jogador. Wild Jumper, assim como outros jogos do gênero, possui todas essas características e mecânicas, o personagem principal percorre

diversos ambientes enquanto enfrenta uma grande variedade de obstáculos, como latas de lixo, vasos de flores, cones, entre outros.

Em questão de jogabilidade, em Wild Jumper o jogador consegue mover o personagem principal livremente pelo eixo horizontal, dando assim mais flexibilidade para o usuário desviar dos obstáculos, diferentemente dos jogos desse gênero, onde só é possível se movimentar trocando de faixas pré-definidas. O usuário move-se automaticamente para frente sem precisar se preocupar com essa direção, porém, com auxílio do Mindwave e com base nos níveis de atenção e meditação, é possível incrementar ou decrementar a velocidade que o jogador se movimenta, tanto para os lados quanto para frente. Desta forma, o jogo torna-se mais desafiador, exigindo que usuário mantenha toda a sua concentração em seu personagem. Outras mecânicas estão sendo desenvolvidas para aumentar as possibilidades do jogador ao controlar seu personagem pelo ambiente, um exemplo seria um movimento de rolamento, permitindo passar por baixo dos obstáculos, sem a necessidade de pular ou desviar. Em conjunto a essa ideia, seriam adicionados obstáculos onde a única possibilidade de superá-los seria passando por baixo, obrigando assim que todas as mecânicas do jogo sejam utilizadas.

Na interface de usuário é mostrado o progresso do jogador, no canto superior esquerdo da tela, é exibida a quantidade de moedas coletadas durante o percurso e a distância percorrida, enquanto no canto superior direito, é apresentada a quantidade de pontos de “vidas” que o personagem ainda possui, sendo possível ganhar mais pontos ao coletar um número específico de moedas. Ainda nesta região, existem duas caixa de textos, uma delas é responsável por exibir o nível de atenção e a outra pelo nível de meditação do indivíduo, essas informações foram usadas apenas como ferramentas de debug para analisar como o Mindwave se comporta durante os testes iniciais, esse tipo de informação não seria passado para o jogador em uma versão final, visto que é um possível desvio de foco e, conseqüentemente, uma diminuição da concentração (Figura 3).



Figura 3. Uma captura do jogo Wild Jump no ambiente floresta

Estes níveis de concentração também são responsáveis por definir a dificuldade do jogo. A cada intervalo de dez segundos, uma função é ativada no script para realizar a coleta dos dados de atenção e meditação no momento, esses dados são utilizados no cálculo para determinar a dificuldade durante esse intervalo. Após mais dez segundos, esta função é ativada novamente. Existem três níveis de dificuldade: fácil, normal e difícil, os quais são responsáveis por determinar o espaçamento entre os obstáculos, o número de obstáculos que será instanciado em uma mesma linha, e qual obstáculo será escolhido dentro de uma lista. Essa lista de obstáculos é incrementada com outras variações dependendo do ambiente que o usuário se encontra. No momento existem dois ambientes criados, sem nenhuma função específica dentro do jogo, servindo apenas como um cenário para tornar a experiência do jogador menos maçante e monótona, é planejado adicionar no mínimo mais três cenários diferentes até o fim do desenvolvimento do projeto.

O jogo encerra-se quando o personagem controlado pelo usuário perde todos seus pontos de vida ou alcança a linha de chegada, essa linha de chegada, assim como os textos de atenção e meditação, é outra ferramenta de debug que não estará incluída na versão final. Durante todo o tempo jogado, um script é encarregado de coletar alguns dados do usuário, como o nível de atenção e relaxamento, distância percorrida, quantidade de moedas coletadas, pontos de vida, tempo de jogo, e quantas vezes o jogador piscou. Essa função de coleta de dados é usada uma vez por segundo, e é encerrada quando acontece a troca de cena para fim de jogo. Com a ativação da função, é realizada a coleta de dados do usuário e em seguida gera-se um arquivo em formato de texto, quando finalizado o jogo, é criada uma planilha no excel para analisar como foi o comportamento do usuário durante todo seu tempo de jogo (Figura 4).



Figura 4. Uma captura do jogo Wild Jump no ambiente cidade executando a animação de fim de jogo

#### 4. Resultados

Após meses de desenvolvimento inicial do Wild Jumper, uma versão de teste foi preparada com o intuito de que um grupo de indivíduos jogassem para gerar uma primeira coleta de dados. Foi uma etapa crucial para avaliar o desempenho do jogo e também para testar o funcionamento do Mindwave. Dentro deste conjunto de testes, foram utilizados seis indivíduos, todos do sexo masculino, com idades entre 19 e 26 anos de idade. Todos participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e este projeto é aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), conforme CAAE: 45606915.8.0000.5324.

A Tabela 1 apresenta os valores obtidos a partir do Mindwave de cada participante, e posteriormente, gráficos (Figuras 5 e 6) foram elaboradas para obter uma análise detalhada de todas as informações coletadas durante esse conjunto inicial de testes.

Pelos valores da Tabela 1, pode-se analisar informações como tempo de jogo, a distância percorrida, os níveis de atenção e relaxamento, entre outros parâmetros relevantes para cada participante. Essa análise quantitativa permitiu uma compreensão mais detalhada do desempenho individual e das variações nos estados cognitivos dos jogadores durante os jogos.

Parâmetros	Sujeito 1	Sujeito 2	Sujeito 3	Sujeito 4	Sujeito 5	Sujeito 6
Média do nível de atenção	63,5	34	57	44	56	50
Média do nível de relaxamento	58,5	51	48	54	69	61
Distância percorrida	752m	1639m	10004m	10001	2232	2969
Velocidade média	8,5	6,5	7,5	7	7,5	7
Tempo de jogo	4:33	4:34	22:36	24:30	5:38	7:12
Dificuldade com maior tempo de ocorrência	normal	normal	normal	normal	normal	normal

Tabela 1. Dados coletados de cada indivíduo

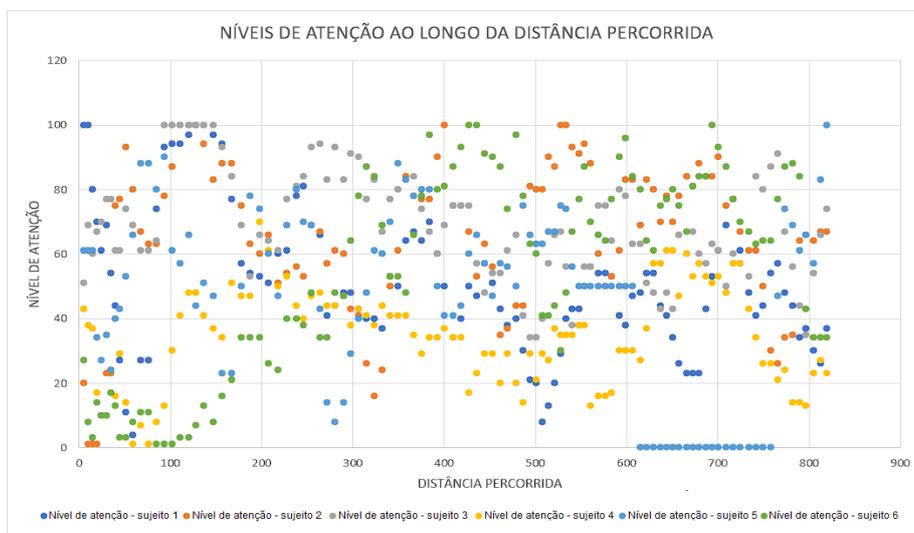


Figura 5. Gráfico do nível de atenção ao decorrer da distância

A Figura 5 apresenta o gráfico do nível de atenção ao longo da distância percorrida pelos seis indivíduos. Observa-se variações nos níveis de atenção durante o jogo, refletindo os diferentes estímulos do ambiente virtual.

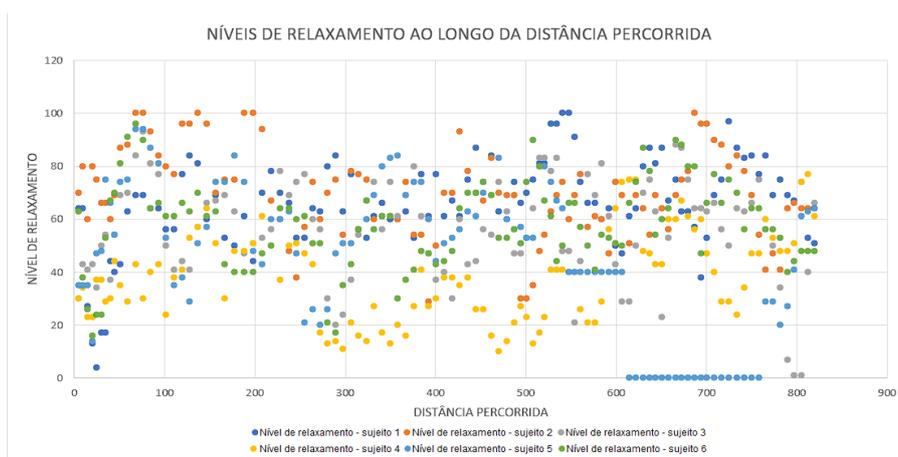


Figura 6. Gráfico do nível de relaxamento ao decorrer da distância

Por sua vez, a Figura 6 ilustra o gráfico do nível de relaxamento ao decorrer da distância percorrida, revelando padrões de relaxamento associados a momentos de menor demanda cognitiva ou maior conforto durante o jogo.

Para completar a avaliação, um questionário foi aplicado após a conclusão dos jogos, visando coletar o feedback dos participantes sobre o nível de satisfação com o jogo, bem como suas percepções sobre a integração do Mindwave e a experiência de controle de jogo com base em seus estados mentais.

Questões	Tipo
Email, Nome, Matrícula, Curso	Dados pessoais - perfil
O quão interessante você considera que foi jogar o Wild Jumper?	Escala Likert 1- 5

	Nada interessante - Extremamente interessante
O quão difícil foi jogar o Wild Jumper?	Escala Likert 1- 5 Muito fácil Extremamente difícil
Você sentiu algum mal estar/efeito colateral ao usar o equipamento de testagem?	Sim/Não
Se sua resposta foi sim, na pergunta anterior, nos conte o que sentiu?	Aberta
Gostaria de deixar algum comentário/sugestão sobre o jogo?	Aberta

Tabela 2. Perguntas do questionário pós teste

As figuras 8, 9 e 10 apresentam as porcentagens das respostas dos participantes na escala Likert, revelando o nível de interesse na primeira versão do jogo, a dificuldade enfrentada ao jogar o Wild Jumper e qualquer desconforto ou mal-estar experimentado durante o teste do equipamento.

O quão interessante você considera que foi jogar o Wild Jumper?  
6 respostas

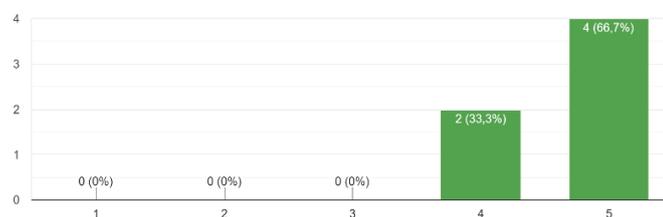


Figura 8. Gráfico onde mostra o nível de interesse demonstrado pelos indivíduos

O quão difícil foi jogar o Wild Jumper?  
6 respostas

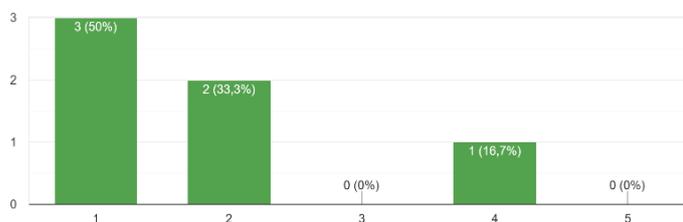


Figura 9. Gráfico sobre o quão difícil foi jogar Wild Jumper

Você sentiu algum mal estar/efeito colateral ao usar o equipamento de testagem?  
6 respostas

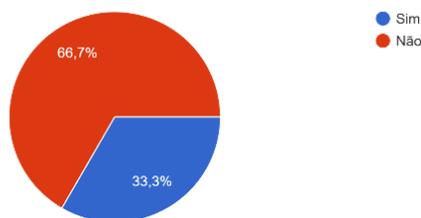


Figura 10. Gráfico onde mostra a porcentagem de pessoas que sentiram algum desconforto ao usar o equipamento

Esses resultados iniciais fornecem uma visão preliminar do desempenho do Wild Jumper em relação à captura de dados neurofisiológicos e a experiência do jogador. O uso do Mindwave e a análise dos níveis de atenção e relaxamento oferecem uma percepção valiosa sobre a interação entre usuário e jogo. O feedback obtido por meio do questionário complementa a compreensão da experiência dos participantes, fornecendo uma visão mais abrangente sobre diversos aspectos do jogo. Essas informações serão fundamentais para aprimorar o desenvolvimento do Wild Jumper e explorar seu potencial como ferramenta de treinamento cognitivo e entretenimento imersivo.

## 5. Conclusões e Trabalhos Futuros

Este trabalho propôs o desenvolvimento de um Jogo Sérioso integrado a uma interface Cérebro-Computador, capaz de identificar o estado mental de atenção jogadora e aplicá-lo no controle do jogo. Os maiores déficits enfrentados por pessoas com transtornos de atenção, hiperatividade e/ou impulsividade manifestam-se nas funções cognitivas responsáveis pela manutenção e autorregulação da atenção. Os tratamentos realizados para a atenuação da intensidade e frequência desses sintomas podem ser realizados através de uma abordagem farmacológica ou psicoterapêutica. Essa última abordagem pode aplicar como estratégia treinamentos cognitivos, com o auxílio de tecnologias, e atuar como uma reabilitação neuropsicológica.

Em geral, os usuários não demonstram um grande desconforto ao usar o headset ou ao passar um tempo prolongado nos testes. No entanto, devido à natureza repetitiva do gênero do jogo em si, surgiram sugestões sobre torná-lo mais atraente a partir da modificação da jogabilidade.

Neste estudo, buscou-se compreender os efeitos do ambiente desenvolvido sobre as habilidades de autorregulação e sustentação da atenção, além de verificar sua capacidade de atuação como uma ferramenta de treinamento cognitivo. O controle do jogo realizado a partir de mecânicas baseadas em neurofeedback, permite a prática das habilidades de autorregulação do foco e sustentação da atenção a partir da estimulação cognitiva e visualização dinâmica do desempenho na realização dessas funções. Com base nos resultados obtidos através das sessões de teste, foi possível validar a eficácia do jogo aliado ao dispositivo de eletroencefalograma em identificar e aplicar o estado mental

no controle, além de confirmar o seu potencial para o aprimoramento das habilidades de atenção ao longo de sua utilização.

Esses achados contribuem para o avanço da pesquisa no campo do treinamento cognitivo e reabilitação neuropsicológica, fornecendo um tipo de percepção sobre o uso de jogos sérios combinados com interfaces Cérebro-Computador como uma abordagem promissora para melhorar as habilidades de atenção em indivíduos com transtornos relacionados.

Vislumbra-se como trabalhos futuros considera-se um aumento quantitativo dos testes, englobando uma maior diversidade de participantes, bem como a introdução de uma classificação dos resultados com base em suas características. Além disso, estão previstas modificações na jogabilidade do jogo, com o propósito de manter a atenção do usuário por um período prolongado visando ampliar o tempo de obtenção dos resultados.

## 6. References

- Arnold, L.E. and Jensen, P.S. (1995) “Attention-deficit disorders”, In: Kaplan HI Sadock BJ (eds.) *Comprehensive Textbook of Psychiatry*, vol. II, 6th edition. Williams e Wilkins, Baltimore, pp. 2295-310.
- Game Hall. (2023). ”História dos games de plataforma: correr e pular surgiu no início de 1980.” Gamehall Website. Available at: <https://gamehall.com.br/historia-dos-games-de-plataforma-correr-e-pular-surgiu-no-inicio-de-1980/>. Accessed on: Sept 11, 2023
- Goulart, H.B.; Silva, G.B.A. (2022). “Non-functional requirements in development of serious games for people with ADHD.”. Bachelor’s monograph, University of Brasilia, Graduate Program in Software Engineering, Brasilia, Brazil.
- Halfbrick Studios. (2001). “Jetpack Joyride.” Halfbrick Studios Website. Available at: <https://www.halfbrick.com/>. Accessed on: July 1, 2023.
- Imangi Studios. (2008). “Temple Run.” Imangi Studios Website. Available at: <https://www.imangistudios.com/>. Accessed on: July 1, 2023.
- Microsoft. (2023). ”Um tour pela linguagem C#.” Microsoft Website. Available at: <https://learn.microsoft.com/pt-br/dotnet/csharp/tour-of-csharp/>. Accessed on: Sept 11, 2023
- Monteiro, G.T. (2022). “Brain-Computer Interface integrated into a serious game for attention training.” Master’s Thesis, Federal University of Rio Grande, Graduate Program in Computing, Rio Grande, Brazil.
- NeuroSky. (2004). “MindWave EGG Headset.” NeuroSky Website. Available at: <https://www.neurosky.com/mindwave>. Accessed on: June 30, 2023.
- SYBO Games. (2010). “Subway Surfers.” SYBO Games Website. Available at: <https://sybogames.com/>. Accessed on: July 1, 2023
- Unity Technologies. (2005). “Unity Game Engine.” Unity Website. Available at: <https://unity.com/unity>. Accessed on: June 30, 2023.
- Veltjen, A. (2010) “Using games to support students with special needs”, In: *Academic Conferences International Limited. European Conference on Games Based Learning*. [S.l.],. pp. 512.