**Avaliação da Experiência do Usuário no Uso de Controles Adaptativo e Tradicional em Jogos Digitais**

Adriel Araujo, Bruno Olímpio, Érica Mourão, Guilherme Alves, Jose Santos

{adriel.santosaraujo, bruno.olimpiocosta, ericamourao, gsag.dh, josesantoslopes22}@gmail.com

**Resumo.** Durante um jogo, o usuário deseja uma interação fácil e intuitiva com os controles utilizados. De um lado, os controles tradicionais oferecem uma sensação tátil e física maior, enquanto que de outro, os controles adaptativos virtuais tentam trazer inovação para a interação. Este estudo compara dois tipos diferentes de controle, um tradicional e outro adaptativo com o objetivo de avaliar a experiência do usuário e a usabilidade durante um jogo digital, através do uso destes dois tipos de controles. A metodologia aplicada utiliza o questionário AttrakDiff, o questionário SUS, dados obtidos do eletroencefalograma (EEG) do Emotiv Epoc e dados de desempenho do jogo. Os resultados obtidos e analisados apresentam importantes considerações sobre a percepção dos participantes do experimento e a correlação entre as emoções e a experiência do usuário.

**Palavras-chave:** Experiência do usuário, UX, controle adaptativo, controle tradicional, dados fisiológicos, jogos digitais.

# 1. Introdução

Quando se está jogando, duas das principais características que irão definir a percepção do usuário sobre a sua experiência são a qualidade e a fluência do controle do jogo [7], responsável por realizar as ações durante o jogo. Por causa disso, a concepção dos controles ou do projeto destes é um fator muito importante para a projeção de uma experiência de jogo envolvente.

Desde o surgimento do primeiro console de videogame, na década de 70, a indústria dos jogos digitais vem crescendo e evoluindo constantemente e se aproveitando dos avanços tecnológicos, no intuito de entregar cada vez mais qualidade ao jogador. Gigantes como Nintendo, Sony e Microsoft movimentam bilhões de dólares todo ano e fomentam milhões de usuários ao redor do mundo com ciclos de inovação cada vez mais curtos e avanços impressionantes. Hotho e McGregor [2] apresentam dados de crescimento de dois dígitos da indústria de jogos em 2015, e um crescimento previsto de 36 por cento em 2016, somente no segmento online. Taxas e projeções como estas apontam a relevância econômica deste setor regionalmente e no mundo.

A indústria de jogos digitais é relativamente nova, caracterizada pela alta velocidade das mudanças e que, como afirma Bernhaupt [1], constitui uma variedade imensa de aplicações. Por consequência, introduz um leque muito amplo de experiências para o jogador.

Os consumidores dos jogos, chamados jogadores, constituem hoje um nicho específico de mercado, demandando ferramentas, equipamentos de interação, conteúdo de mídia, métodos de avaliação e ampliação da experiência de jogo, como por exemplo as comunidades online de jogos específicos, e estabelecendo uma forma de cultura, de acordo com as características do jogo. Ryu [4] aponta que a imersão nesta cultura dos jogos pode tornar-se ainda uma forma de aprender, por meio do contato social com outros jogadores.

Por outro lado, os meios de desenvolvimento dos jogos também evoluíram, de modo que há no mercado, desde séries de melhores jogos de consoles, com produções que custam anos de trabalho, equipes altamente qualificadas e muitos milhões em investimento, até os jogos criados em plataformas como a GameMaker [3], que requerem pouquíssima habilidade do projetista e, por isto mesmo, inundam o mercado de opções.

Estes são apenas alguns dos muitos aspectos que tornam os jogos digitais diversos nas experiências que podem proporcionar. As análises são complexas e ainda bastante inexploradas no entendimento dos componentes que influenciam em uma experiência satisfatória para o usuário. A expectativa e a percepção, desde o simples divertimento, até a forma de interagir e aprender, têm sido identificada e aprimorada nos jogos.

Nos últimos anos tem-se visto que grandes desenvolvedoras de jogos estão investindo na produção de tecnologias para seguir as tendências, as quais se encontram em um momento de rápida expansão e de profunda mudança tecnológica [9]. Exemplos como a Nintendo, com o seu Wiimote[[1]](#footnote-0) e a Microsoft com o Kinect[[2]](#footnote-1), deixam claro como a exploração de novos meios de interação por meio de dispositivos que capturam gestos, movimentos e até mesmo smartphones podem ser bem recebidos pelo público alvo desejado [5]. Estas novas alternativas ao controle convencional vieram à tona para ultrapassar os limites da criatividade, e dão aos projetistas de jogos a liberdade de trazer novas propostas de jogos e experiências dentro dos jogos digitais [6].

Para este estudo, observamos alguns trabalhos na literatura [5, 6, 8] que avaliam e mostram a eficácia na utilização de smartphones como controles para jogos. Torok et al [4, 7] propõem um controle virtual adaptativo composto por ambos componentes de hardware (smartphone) e software, que irão observar o comportamento do usuário e adaptar gradativamente a interface. O controle com interface adaptável, nomeado SmartController[[3]](#footnote-2), é uma aplicação mobile (disponível para Android e iOS) com o intuito de otimizar e adaptar os componentes no jogo, tal como botões, e fazer o uso dos sensores e componentes de hardware para realizar a comunicação com outro software em um computador. Este irá interpretar, aprender e converter as ações do controle para o jogo.

Em um trabalho anterior, Torok et al [8] comentam sobre como a inflexibilidade dos controles convencionais tornam a dinâmica da interação mais limitada, tomando este fato como motivação para o desenvolvimento do protótipo do controle adaptativo. Entretanto, neste trabalho, ainda não havia nenhum tipo de adaptação inteligente para a melhoria da interface projetada, sendo comparada com um produto comercial já existente, a GestureWorks Gameplay [10].

Algumas comparações foram realizadas entre controles de jogos durante um jogo [31]. As vantagens, desvantagens e limitações foram descritas, porém, poucos esforços foram feitos com o objetivo de comparar um controle convencional e um adaptativo virtual. Na literatura, esse estudo é inédito.

Neste trabalho temos como objetivo avaliar a experiência do usuário e a usabilidade em jogos digitais utilizando dois tipos de controles, um convencional, também chamado de tradicional, e um adaptativo virtual. A metodologia apresentada obtém dados subjetivos, através de questionários AttrakDiff [15, 31], e questionários *System Usability Scale* (SUS) [32], e dados objetivos, através do dados fisiológicos e desempenho. A atratividade, a qualidade hedônica e pragmática, a satisfação, as emoções e o desempenho são analisados, assim como a correlação entre as emoções e experiência do usuário são verificadas.

Esse trabalho foi organizado da seguinte maneira: a seguir é apresentada a fundamentação teórica deste estudo, através de uma revisão da literatura sobre a experiência do usuário (UX) em jogos e como avaliá-la neste contexto. Depois, na seção 3, encontra-se a metodologia da pesquisa, contendo o objetivo e questões da pesquisa, hipóteses e métricas utilizadas no experimento. Na seção 4, apresentamos o experimento, descrevendo a seleção dos participantes, o procedimento e os equipamentos utilizados. Na seção 5, são expostos os resultados e a análise da experiência do usuário, da satisfação, das emoções e a correlação entre as emoções e os dados fisiológicos obtidos. Na seção 6, são apresentadas as conclusões e as limitações encontradas nesta pesquisa. E por fim, discute-se os trabalhos futuros, tomando como base as experiências adquiridas neste.

# 2. Fundamentação Teórica

## 2.1 Experiência do Usuário (UX) em jogos

A experiência do usuário (UX) é descrita como dinâmica por Bernhaupt e Pirker [33] e é um tema de pesquisa cativante, bem como complicado, dadas suas amplas aplicações em uma diversidade de sistemas interativos e sua raiz profunda em várias estruturas conceituais, por exemplo, as teorias psicológicas da emoção. Sendo um tópico de pesquisa dentro da comunidade de Interação Humano Computador que têm ganhado bastante atenção ultimamente, a UX têm estado presente em diversas frentes e temas diferentes, inclusive em jogos, onde a relação bem sucedida entre usuário e produto é considerada com bastante seriedade.

Jogos digitais constituem conjunto de aplicações extremamente variado, com uma gama rica em experiências que podem ser oferecidas aos jogadores, o que torna difícil a elaboração de uma abordagem única para a sua conceituação e medição. Termos como diversão, fluxo e jogabilidade são bastante utilizados para explicar a experiência do usuário no design do jogo. No entanto, há uma discussão aberta para incluir outros fatores que podem ter relevância para os jogos. A emoção é frequentemente citada como um elemento-chave da experiência do usuário [29].

## 2.2 Como avaliar a Experiência do Usuário (UX) em Jogos

Existem muitos trabalhos na literatura que realizam avaliações da experiência do usuário em jogos, além disso existem diversas maneiras de se realizar experimentos para conseguir tal realização. As avaliações podem ser feitas por meio da aplicação de testes com usuários, com coletas de dados subjetivos e/ou objetivos, tal como no trabalho de Nacke *et al.* [18], cujo o objetivo era gerar evidências de que a aplicação de testes com usuários durante o desenvolvimento de um jogo podem contribuir positivamente com o fator qualidade, onde se levou em consideração ambos os tipos de coleta para o estudo. Já no trabalho de Bernhaupt et al. [29], onde o principal objetivo era avaliar a experiência em jogos por meio de expressões faciais e cenários de interação, foi utilizado questionários para a coleta de dados mais objetivos, com o intuito de analisar as características de atratividade e interesse. Em outro experimento, Nacke *et al.* [16] e Regan *et al.* [17] investigam e analisam, respectivamente, o efeito do som na experiência do usuário em jogos e a eficácia do uso de medidas fisiológicas para a avaliação da experiência do usuário em sistemas de entretenimento, ambos utilizando as duas formas de coleta, caracterizadas pelo uso de questionários e métricas de dados fisiológicos.

Percebe-se que a utilização de dados objetivos, como as medidas fisiológicas, são bastante utilizadas na literatura para avaliar a experiência e o engajamento de usuários no quesito jogos digitais [19]. Além disso, a partir destas medidas, obtêm-se informações sobre o estado emocional e mental do usuário. Esses sinais e medidas, gravadas com eletrodos sob a pele do usuário, tem sido recentemente utilizados na área de pesquisa em Interação Humano Computador.

# 3. Metodologia

Esta seção apresenta o objetivo e as questões de pesquisa, assim como as hipóteses e as métricas, de experiência de usuário em jogos, selecionadas para este estudo.

## 

## 3.1. Objetivo e Questões de Pesquisa

O objetivo da pesquisa é avaliar e comparar a experiência do usuário e a usabilidade no uso de um controle adaptativo virtual e de um controle tradicional em um jogo digital. Para isto, foram formuladas três questões de pesquisa:

**RQ1)** Como a experiência do usuário e a usabilidade (considerando o desempenho e satisfação) são percebidas no uso do controle adaptativo e do tradicional durante um jogo digital?

**RQ2)** Como as medidas fisiológicas avaliam a experiência do usuário no uso dos controles adaptativo e tradicional?

**RQ3)** Como os dados subjetivos (questionários) correlacionam-se com os dados fisiológicos?

## 3.2 Hipóteses

Com base nas questões de pesquisa foram formuladas seis hipóteses, como segue:

**H1)** A Experiência do Usuário no controle adaptativo é maior do que o controle tradicional utilizando o AttrakDiff.

**H2)** No geral, a satisfação é maior no uso do controle adaptativo virtual.

**H3)** No geral, o desempenho é similar entre o controle adaptativo e o tradicional.

**H4)** As emoções durante o uso do controle adaptativo e o tradicional são similares.

**H5)** As emoções no controle adaptativo não impactam no desempenho.

**H6)** Quanto maior a qualidade hedônica em ambos controles, maior será a emoção (interesse).

## 3.3 Métricas

A avaliação da experiência de usuário utilizada em jogos, pode ser tanto subjetiva, quanto objetiva. Métricas subjetivas podem ser obtidas a partir de questionários, como o Attrakdiff, que avalia atratividade, qualidade hedônica e pragmática, e o questionário SUS, que avalia a satisfação geral do sistema. Desempenho é outra métrica utilizada na avaliação da experiência do usuário. Fazem parte desta métrica: duração do jogo em segundos, quantidade de vidas ao final de cada fase, quantidade de mortes do personagem no jogo e quantidade de vezes que o participante solicitou ajuda externa no uso dos controles. Métricas objetivas podem ser obtidas a partir de dados fisiológicos, como Eletroencefalograma (EEG), medindo as emoções através de sinais nos sensores.

### 

### 3.3.1 AttrakDiff

O questionário AttrakDiff avalia quatro dimensões relacionadas à experiência do usuário: (1) Qualidade Pragmática, que indica se o usuário alcançou o objetivo utilizando a aplicação; (2) Qualidade Hedônica - Estímulo, que indica até que ponto a aplicação apoia em termos de originalidade, interesse e estímulo; (3) Qualidade Hedônica - Identidade, que indica o quanto a aplicação permite ao usuário se identificar com ela; e por último (4) Atratividade que indica o valor global da aplicação baseado na percepção da qualidade atratividade [15, 27].

Esse questionário contém vinte e oito itens de pares de palavras em escala de diferencial semântico [27]. Cada par de palavra representa uma questão do questionário. Ele é baseado na escala de diferencial semântico de sete pontos, podendo ser a numeração da escala de -3 a 3. Para a dimensão Qualidade Pragmática, sete itens avaliam a experiência do usuário, para a Qualidade Hedônica, quatorze itens, sendo sete do Estímulo e sete da Identidade, para a Qualidade Atratividade, mais sete itens.

No nosso estudo, foi realizada uma adaptação de idioma dos itens do AttrakDiff original para o idioma português. Além disso, foram gerados dois tipos de questionários, cada um com uma alternância de itens: um para ser aplicado após o uso do controle tradicional e outro para ser aplicado após o uso do controle adaptativo. Isto foi feito para evitar efeitos causados pela repetição da mensuração, de modo a tornar os itens do questionário attrakdiff mais aleatórios. Cada participante recebeu as duas versões do questionário, uma para cada uso de controle.

### 3.3.2 SUS

O Questionário SUS avalia a satisfação geral do usuário em relação a um sistema [28]. Os critérios de satisfação estão presentes em 10 questões. Cada questão possui uma pontuação. A escala utilizada é a Likert e vai de 1 a 5, onde significam (1) Discordo Completamente, (2) Discordo, (3) Neutro, (4) Concordo e (5) Concordo Completamente. A partir dessa pontuação é realizado um cálculo para obter a média geral do SUS. Em geral, a média do SUS é de 68 pontos. Uma pontuação abaixo desse valor indica problemas de usabilidade. O ideal é aplicar o Questionário do SUS após o teste de usabilidade [28].

O SUS será aplicado em nosso experimento após o teste do uso do controle tradicional e do adaptativo. A aplicação será alternada com o questionário AttrakDiff para cada participante. As dez questões foram identificadas na escala de 5 pontos.

### 3.3.3 Eletroencefalograma

A partir de sinais fisiológicos, obtêm-se informações sobre o estado emocional e mental do usuário. Esses sinais, gravados com eletrodos sob a pele do usuário, tem sido recentemente utilizado na área de pesquisa em Interação Homem Computador. Essas medidas têm sido obtidas a partir de avaliação das emoções de usuários envolvidos em jogos digitais [16,17,18]. Pesquisas anteriores demonstraram que medidas fisiológicas são adequadas para avaliar o engajamento do usuário na experiência de um jogo [19].

O eletroencefalograma (EEG) do Emotiv Epoc, utiliza um software conhecido como Xavier, que é uma plataforma para gerenciar os dados fornecidos pelo dispositivo e gerar relatórios. Ele contém 14 eletrodos de coleta de dados e dois eletrodos de referência em formato de capacete para ser acoplado no cérebro. Os sinais de Eletroencefalograma (EEG) são transmitidos sem fio ou via cabo usb para um computador [20]. Os relatórios nos fornecem valores médios de cada emoção disponível na plataforma. Um conjunto de emoções são consideradas durante a realização de uma tarefa com o Emotiv acoplado na cabeça. São elas: engajamento, excitação, interesse, relaxamento, estresse, foco. Essas emoções são computadas e o percentual médio é exibido em um relatório [20, 25].

Duas emoções possuem características mistas: engajamento e excitação. A excitação é experimentada como uma consciência ou sentimento de excitação fisiológica. As emoções relacionadas são: animação, nervosismo, agitação. O engajamento é experimentado como alerta e direção consciente da atenção para estímulos relevantes para a tarefa. A emoção é caracterizada pelo aumento da excitação fisiológica e de ondas Beta do EEG, juntamente com a atenuação das ondas Alpha do EEG. As emoções relacionadas são: alerta, vigilância, concentração, estimulação, interesse [26].

Utilizaremos o dispositivo Emotiv Epoc durante o experimento do uso do controle tradicional e do adaptativo. Os sensores acoplados no capacete do Emotive coletaram as emoções e os resultados serão analisados.

### 3.3.4 Desempenho

Para M. Brown *et al.* [30], a performance está altamente ligada a como os dispositivos de entrada são desenvolvidos. Assim, com a intenção de verificar como seriam os desempenhos entre ambos controles, foram utilizadas quatro métricas: duração de cada fase em segundos, a quantidade de vidas em que o personagem do jogo terminou cada fase e a quantidade de vezes que o personagem morreu em cada fase (a morte no jogo é dada quando o personagem perde todas as suas vidas, retornando ao último *ponto de partida*). Além disso, foi considerada a quantidade de pedidos de ajuda realizados durante o uso de cada controle.

# 4. Experimento

Esta seção apresenta informações sobre o perfil dos participantes voluntários, o procedimento do teste e os equipamentos utilizados.

## 4.1. Participantes

Os participantes foram pessoas voluntárias com pouca experiência em jogos digitais, em computador ou celular, e no controle adaptativo e controle tradicional de jogos. Foram selecionadas 13 pessoas, no campus da Universidade Federal Fluminense em Niterói - Rio de Janeiro, para participarem do teste, contudo, problemas técnicos nas gravações inviabilizaram os dados de três participantes. Por meio disto, realizamos nosso experimento com 10 participantes, sendo 6 homens e 4 mulheres. Com base nas respostas do questionário de mapeamento de perfil, a idade dos participantes variou entre 18 e 30 anos, 70% deles informaram utilizar o computador mais de 7 vezes por semana, outros 20% informaram que utilizavam o computador entre 5 e 6 vezes por semana e por fim os 10% restantes informaram que utilizavam o computador até 2 vezes por semana. Sobre o tempo de utilização de smartphones, 90% dos participantes informaram ter experiência de mais de 2 anos, enquanto que os outros 10% informaram entre 1 e anos de experiência. Na questão da utilização do smartphone como dispositivo para jogar, 40% dos participantes informaram que jogam menos de 2 vezes na semana, outros 30% informaram que não jogam pelo smartphone, 20% deles informaram que jogam entre 2 a 4 vezes por semana e os 10% restantes disseram que jogam 7 ou mais vezes por semana. Em relação à jogar em consoles de mesa, 40% informaram que jogam menos de 2 vezes por semana, 40% informaram que não jogam por meio de console, 10% entre 2 a 4 vezes por semana e 10% entre 4 a 6 vezes por semana. Em relação à utilização do computador para jogar, 50% informaram que jogam menos de 2 vezes por semana, 40% informaram que não utilizam deste meio para jogar, 10% de 2 a 4 vezes por semana. Os gêneros de jogos preferidos, em maior destaque, foram declarados na seguinte ordem: Aventura (70%), Estratégia (50%), Casuais (40%), Simulação (40%), Luta (30%). Os outros gêneros tiveram a sua cotação entre 10-20%. Antes desta etapa houveram três testes piloto com o intuito de realizar os ajustes que fossem necessários para a execução dos testes. Cabe ressaltar que nenhum dos participantes conhece o jogo utilizado.

## 4.2. Procedimento

### 4.2.1. Roteiro do Teste

Para o experimento, primeiramente aplicou-se o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Esse termo solicita a autorização do participante para o uso dos dados obtidos durante o experimento, para transcrição do áudio e imagem do vídeo e para as respostas nos formulários, com o objetivo de produzir artigos técnicos e científicos sempre garantindo o anonimato.

Logo em seguida, o questionário de perfil do participante foi aplicado. Esse questionário tem como finalidade obter dados referentes ao perfil do participante. Com a permissão do participante, fixou-se o capacete do Emotiv Epoc, com o objetivo de capturar os dados fisiológicos durante a sessão de teste. Após a fixação foi dado um bombom de chocolate ao voluntário e iniciada uma sessão de relaxamento com música, que durou por volta de 2 minutos. Adiante, iniciou-se a leitura do cenário geral, contextualizando o participante, instruindo-o sobre o jogo. Após isso, iniciou-se o período de treinamento e adaptação ao controle, por um período de 2 minutos. Em seguida foi realizado o experimento, onde o participante teve seus dados fisiológicos capturados enquanto jogava durante 10 minutos ou até concluir as duas fases do jogo, conforme Figura 1. Ao final, aplicou-se os questionários SUS e AttrakDiff com o objetivo de avaliar a satisfação e a atratividade, respectivamente. Os questionário SUS e AttrakDiff foram alternados após o uso de cada um dos dois controles e por usuário. Logo em seguida os mesmos passos foram repetidos para o segundo controle. A ordem de uso dos controles também foi alternada com o objetivo de evitar a aprendizagem dos participantes no uso do jogo.



**Figura 1**. Usuário jogando com o controle adaptativo.

### 4.2.2. O Jogo

Este experimento utiliza o jogo “Guardian of Eternity” como elemento interativo para a realização dos testes em ambos os controles.

O jogo possui duas fases. Na primeira fase, o jogador pode escolher entre dois personagens, um robô ou uma nave. A interface do controle se adapta de acordo com a escolha, que pode ser realizada a qualquer momento do jogo. Na opção de robô, o controle apresenta dois botões para movimentação, um botão para pulo e um para transformação (troca de personagem de robô para nave). Na opção de nave, o controle apresenta dois botões, um de super tiro e outro de transformação, no qual a faz retornar à forma de robô [34].

O jogador começa com uma quantidade inicial de três vidas. A morte do personagem, pode ocorrer de duas maneiras: pela queda para fora da plataforma ou quando a quantidade de vidas chega à zero, fazendo com que o jogador recomece do último ponto verificado, com três vidas novamente. Na metade do caminho, o jogador é obrigado a se transformar em robô para atravessar obstáculos durante um curto trajeto. O objetivo do jogo é chegar no final, independente da forma escolhida.

No final da primeira fase, uma breve história é apresentada e um quebra-cabeça estabelece a ligação entre a primeira e segunda fase. Na segunda fase, o jogador apenas controla a nave com os botões direcionais, desviando de obstáculos. Ao alcançar o final da segunda fase o jogo é encerrado.

## 4.3. Equipamentos

O ambiente para realizar o teste foi a sala de estudos do Instituto de Computação da Universidade Federal Fluminense (IC–UFF). Os equipamentos existentes foram: duas mesas de computador, duas cadeiras, dois computadores notebook, um para o jogo e outro para o sistema do Emotive Epoc, um celular smartphone com Sistema Android para o uso como controle adaptativo, um controle xbox, uma caneta, uma folha de papel em branco. Uma câmera foi posicionada ao lado do participante e um cronômetro foi utilizado para marcação do tempo.

A gravação do jogo foi feita por um aplicativo de gravação de tela de computador (Open Broadcast Software[[4]](#footnote-3)). Os dados do Emotiv Epoc foram gravados pelo mesmo aplicativo. O computador estava instalado com um Sistema Operacional Windows e o navegador Google Chrome. Segue abaixo uma especificação das configurações dos dispositivos utilizados no experimentos.

Para o experimento utilizaram-se dois notebooks, um para executar o jogo (ASUS N550L, com 8GB de memória RAM, processador Intel i7 3ª geração e placa de vídeo Nvidia GeForce 745M com 1GB dedicado) e outro para a gravação dos dados fisiológicos (Dell Inspirion 14 Série 5000, com 16Gb de memória RAM, processador Intel i7 6ª geração e placa de vídeo Nvidia GeForce 930M com 4Gb dedicados ), ambos os computadores tinham capacidade de 1Tb de armazenamento em disco. O celular utilizado para rodar o controle adaptativo foi um Nexus 5. Os equipamentos para captura de dados fisiológicos continham as versões Epoc Emotiv (Epoc+ Model 1.1).

# 5. Análise dos Resultados

Após a realização do experimento, do uso do controle adaptativo e do tradicional, com cada participante, os resultados obtidos foram identificados, analisados e comparados. Apresentamos os resultados e análise de acordo com as nossas hipóteses.

## 5.1. Análise da Experiência do Usuário segundo o AttrakDiff

A hipótese: “***(H1)*** *A Experiência do Usuário no controle adaptativo é maior do que o controle tradicional utilizando o AttrakDiff.*”, temos os resultados obtidos, conforme apresentado na Figura 2 a seguir.

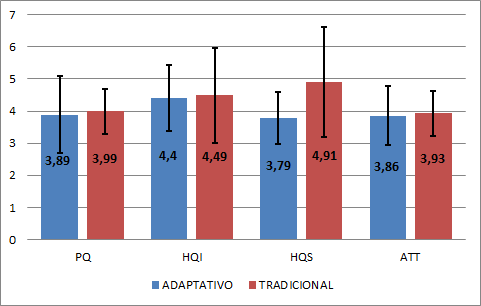
No intuito de facilitar o entendimento, analisaremos cada uma das dimensões do AttrakDiff em separado. Em todas estas análises foram consideradas as médias e os desvios padrões. Utilizou-se ainda o teste não paramétrico de Wilcoxon para avaliar a significância dos resultados obtidos.

A dimensão “Qualidade Pragmática” (PQ) em média foi avaliada como levemente maior no uso do controle tradicional (Média 3,99; Desvio Padrão 1,21) do que no adaptativo(Média 3,89; Desvio Padrão 0,72). Assim, o resultado do teste de Wilcoxon para a hipótese de a qualidade pragmática ser maior no adaptativo do que no tradicional não pode ser considerado estatisticamente significante, pois p-valor= 0,661, naturalmente.

A Qualidade Hedônica - identidade (HQI) também mostrou-se sutilmente maior no tradicional (Média 4.49; Desvio Padrão 1,47) do que no adaptativo (Média 4,40; Desvio Padrão 1,03). Mais uma vez, este resultado não possui significância para a hipótese, pois possui um p-valor=0,556.

A Qualidade Hedônica - Estímulo (HQS) obteve resultados no controle adaptativo (Média 3,79; Desvio Padrão 0,81) menores do que no controle tradicional (Média 4,.91; Desvio Padrão 1,72) e, novamente, o p-valor = 0,989

A dimensão Atratividade, assim como as demais é percebida um pouco menor no uso do controle adaptativo (Média 3,86; Desvio Padrão 0,91) do que no uso do controle tradicional (Média 3,93, Desvio Padrão 0,71). Assim como nas demais dimensões, não há significância do resultado para a hipótese, pois p-valor=0,743.



**Figura 2:** AttrakDiff - Valores médios e desvios padrão das dimensões de UX

Como se pode observar, em todas as dimensões do AttrakDiff houve uma pontuação discretamente maior, porém sem significância estatística. Apenas para corroborar estes resultados, resolveu-se então aplicar novamente o teste não paramétrico de Wilcoxon considerando duas novas hipóteses para cada dimensão: 1) O resultado é melhor no controle tradicional do que no adaptativo, e; 2) Os resultados são simplesmente diferentes, sem que se possa afirmar que algum dos controles é melhor do que o outro.

Assim, para cada uma das dimensões da UX consideradas no AttrakDiff, temos 3 p-valores. A tabela 1 abaixo resume estas informações destacando os casos em que p-valor < 0,05.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Dimensão** | **Adaptativo maior que tradicional** | **Adaptativo menor que tradicional** | **Diferentes** |
| PQ | 0,661 | 0,383 | 0,766 |
| HQI | 0,556 | 0,5 | 1 |
| HQS | 0,989 | 0,014 | 0,028 |
| ATT | 0,743 | 0,297 | 0,594 |

**Tabela 1**: P-valores das dimensões da UX no AttrakDiff.

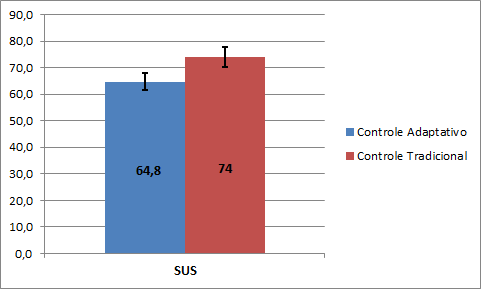
Da análise dos p-valores expressos na Tabela 1 podemos perceber que a dimensão Qualidade Hedônica - Estímulo (HQS) é superior no controle tradicional. Seria necessário investigar com mais rigor as causas, mas uma bastante provável é o chamado “*feedback* tátil” deste tipo de controle. Ao apertar um botão em um controle tradicional sente-se a pressão sobre o botão e o movimento que ele faz. Isto não ocorre no controle adaptativo, dado que a interação se dá por meio de uma tela sensível ao toque de um *smartphone*. Talvez isto tenha causado este resultado.

Com relação a todas as outras dimensões, (PQ, HQI e ATT) os p-valores apresentaram-se bastante superiores a 0,05 para todos os testes estatísticos realizados, inclusive resultando em 1 (o maior valor possível) no teste da hipótese de “Diferentes” para a dimensão HQI. Com base nestes resultados é possível afirmar que a hipótese H1 foi rejeitada. Além disso, também podemos afirmar com segurança que em três das quatro dimensões avaliadas a UX é semelhante no uso dos controles tradicional e adaptativo.

## 5.2. Análise da Satisfação

Para a nossa hipótese:”**(H2)** *No geral, a satisfação é maior no uso do controle adaptativo virtual*.”

A avaliação da experiência do usuário no uso dos controles, durante o jogo, mostra que, no geral, a Satisfação do Usuário é percebida um pouco menor no uso do controle adaptativo do que no uso do controle tradicional. Comparando a média da pontuação do SUS para o controle adaptativo, temos o valor igual a 64.8 com um intervalo de confiança de 95%. A média da pontuação do SUS para o controle tradicional foi de 74.0 com um um intervalo de confiança (CI) de 95%. A média do SUS, em geral, é de 68 pontos. Com isso, concluímos que a pontuação do Controle Adaptativo está abaixo da média e a pontuação do Controle Tradicional está acima da média. Ao aplicarmos o Teste não paramétrico de Wilcoxon para variáveis dependentes - amostra pareada, observamos para a pontuação do SUS um p-valor = 0,853, e, portanto, a hipótese H2 foi rejeitada.



**Figura 3:** Resultados do SUS, com CI de 95%

Procedemos então da mesma forma como na análise da UX, executando novamente o teste não paramétrico de Wilcoxon para as hipóteses subjacentes 1) O SUS é menor no controle adaptativo do que no tradicional e; 2) Os resultados são simplesmente diferentes, sem que se possa afirmar que algum dos controles é melhor do que o outro.

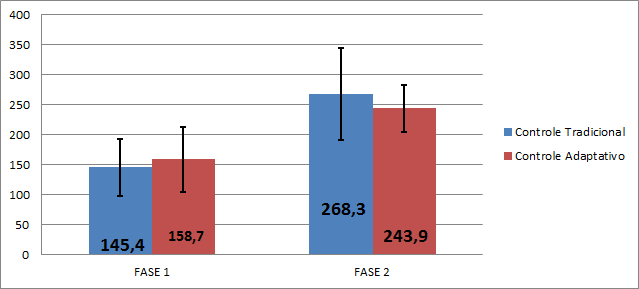
A Tabela 2 abaixo expressa estes p-valores comparando o controle adaptativo com o tradicional, nesta ordem:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Maior que** | **Menor que** | **Diferentes** |
| 0,854 | 0,181 | 0,361 |

**Tabela 2**: P-valores para os testes do SUS Score

## 5.3. Análise do Desempenho

Para a nossa hipótese: “**(H3)** *No geral, o desempenho é similar entre o controle adaptativo e o tradicional.*”, temos os resultados obtidos conforme as seguintes métricas de desempenho.  
 Para a métrica duração em segundos das fases 1 e 2 do jogo, respectivamente, obtivemos um P-valor de 0,375 e 0,444, respectivamente, mostrando que não há uma diferença significante entre os resultados para esta análise. A Figura 4 a seguir apresenta as médias de duração de cada fase do jogo em segundos, e seus respectivos desvios padrões.



**Figura 4:** Durações médias (em segundos) de cada fase.

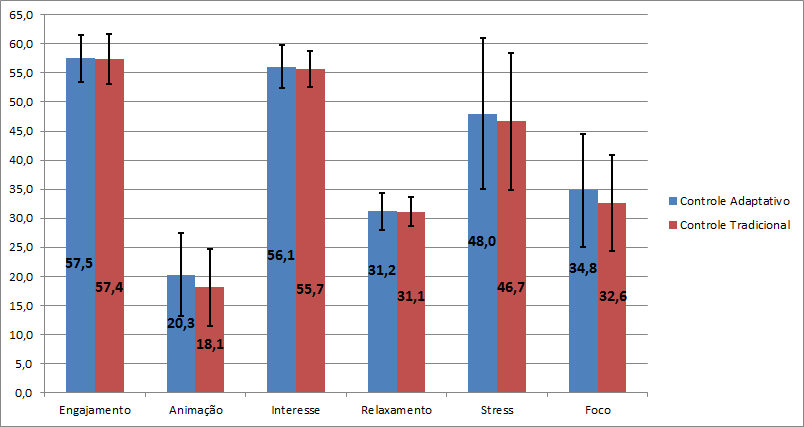
Quanto à métrica de quantidade de vidas restantes ao final de cada fase, encontramos uma diferença significativa somente para a fase 1, obtendo um P-valor de 0,020, enquanto que na fase 2 tivemos um P-valor não significativo de 0,821. Para a métrica da quantidade de vezes que o jogador morreu também não encontramos nenhuma diferença significativa nas duas fases, possuindo P-valores de 0,188 e 0,930.

Neste cenário, o único resultado estatisticamente significante aponta uma melhora de desempenho na fase 1 do jogo com o controle adaptativo

## 5.4. Análise das Emoções

Para a nossa hipótese:”**(H4)** *As emoções durante o uso do controle adaptativo e o tradicional são similares.*”

A avaliação da experiência do usuário no uso dos controles, durante o jogo, mostra que em média as emoções obtidas pelo EEG com o auxílio do Emotiv Epoc são um pouco maiores no uso do controle adaptativo do que no uso do controle tradicional, conforme mostra a Figura 5 a seguir.



**Figura 5:** Médias e desvios padrões das emoções com o Emotiv Epoc.

Para cada uma das emoções identificadas durante o experimento, foram calculados o P-valor, através do Teste não paramétrico de Wilcoxon para variáveis dependentes - amostra pareada. Neste teste estatístico, avaliamos a condição “Diferente”, ou seja, se duas amostras são estatisticamente diferentes ou não. Desta forma, um p-valor < 0,05 indica a diferença. Do contrário as amostras são consideradas semelhantes.

Observamos, conforme Tabela 3, que as emoções Animação e Foco são as que obtiveram p-valor p < 0.05, o que indica que há diferença significativa. Para as outras emoções, Engajamento, Interesse, Relaxamento e Estresse, não há diferença significativa e, portanto, podem ser consideradas semelhantes.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Engajamento** | **Animação** | **Interesse** | **Relaxamento** | **Stress** | **Foco** |
| **P-valor** | 0,8539 | 0,0141 | 0,5245 | 0,8539 | 0,3997 | 0,0245 |

**Tabela 3:**  P-valores para cada emoção identificada

Assim, executamos novamente o teste não paramétrico de Wilcoxon para as emoções Animação e Foco, mas agora avaliando a hipótese subjacente “As emoções Animação e Foco são maiores no controle adaptativo do que no tradicional.” e obtivemos os seguintes p-valores: Animação: p-valor = 0,007; Foco: p-valor = 0,012. Como pode-se observar, ambos os p-valores são menores do que 0,05.

Desta forma, em relação às emoções podemos afirmar que em quatro das seis emoções avaliadas (Engajamento, Interesse, Relaxamento e Stress) a hipótese H4 foi confirmada e nas duas restantes (Animação e Foco) o controle adaptativo provê maior emoções em maior nível.

## 

## 5.5. Correlação entre Emoções e Desempenho

## 

Para a nossa hipótese:”**(H5)** *As emoções no controle adaptativo não impactam no desempenho.”.*

Após a análise dos resultados, testamos a correlação entre as variáveis de desempenho e de emoção. A correlação de Pearson mede o grau de associação linear entre duas variáveis de escala métrica (ou intervalar). Quando o p-valor é menor ou igual ao nível de significância, significa que há correlação significativa entre as variáveis. Com isso, analisamos os valores de correlação de Pearson quando o p-valor <0,05.

Foi verificada a existência de associação entre as variáveis de emoção capturadas através do Emotiv Epoc: Engajamento, Animação, Interesse, Relaxamento, Stress, Foco, e as variáveis de desempenho: duração do jogo em segundos, quantidade de vidas no término da fase do jogo, quantidades de vezes que o personagem morreu em cada fase, quantidade de solicitação de ajuda externa. Todas as variáveis tanto para o controle adaptativo quanto para o tradicional foram analisadas.

Para a fase 1 do jogo, conforme Tabela 4, podemos verificar que, para as emoções “Animação” e “Interesse”, foram identificadas diferença significativas em relação a métrica “quantidade de mortes” no uso do controle tradicional. Com isso, o coeficiente de Pearson analisado, como mostra na Tabela 5, foi identificado com valor moderado positivo, o que indica uma correlação moderada.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **P-valor < 0,05**  **Emoção versus Quantidade de Mortes no uso do Controle Tradicional** | | | |
| **Animação** | | **Interesse** | |
| **Controle Tradicional** | **Controle Adaptativo** | **Controle Tradicional** | **Controle Adaptativo** |
| 0,0065 | 0,0161 | 0,0242 | 0,0670 |

**Tabela 4**. Valores de P-valor com diferença significativa entre emoção e desempenho

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Coeficiente de Correlação de Pearson 0,5 < = r < 0,8**  **Emoção versus Quantidade de Mortes no uso do Controle Tradicional** | | | |
| **Animação** | | **Interesse** | |
| **Controle Tradicional** | **Controle Adaptativo** | **Controle Tradicional** | **Controle Adaptativo** |
| 0,73 | 0,78 | 0,69 | 0,59 |

**Tabela 5**. Valores de Correlação de Pearson moderada positiva

Para a fase 2 do jogo, conforme Tabela 6, podemos verificar que para as emoções “Animação” e “Interesse” foram identificadas diferença significativas em relação a métrica “duração do jogo” no uso do controle tradicional. Com isso, o coeficiente de Pearson analisado, como mostra na Tabela 7, foi identificado com valor moderado positivo para “Interesse” e forte positivo para “Animação”, o que indica a correlação para cada emoção.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **P-valor < 0,05**  **Emoção versus Duração do Jogo no uso do Controle Tradicional** | | | |
| **Animação** | | **Interesse** | |
| **Controle Tradicional** | **Controle Adaptativo** | **Controle Tradicional** | **Controle Adaptativo** |
| 0,0016 | 0,0044 | 0,0466 | 0,0322 |

**Tabela 6**. Valores de P-valor com diferença significativa entre emoção e desempenho

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Coeficiente de Correlação de Pearson**  **0,5 < = r < 0,8 moderada positiva**  **0,8 < = r < 1 forte positiva**  **Emoção versus Duração no Jogo no uso do Controle Tradicional** | | | |
| **Animação** | | **Interesse** | |
| **Controle Tradicional** | **Controle Adaptativo** | **Controle Tradicional** | **Controle Adaptativo** |
| 0,8548 | 0,8106 | 0,6391 | 0,6750 |

**Tabela 7**. Valores de Correlação de Pearson

## 

## 

## 5.6. Correlação entre Emoções e Experiência do Usuário

Para a nossa hipótese:”**(H6)** *Quanto maior a qualidade hedônica em ambos controles, maior será a emoção (interesse).”*

Após analisarmos os resultados obtidos, testamos a correlação entre as variáveis. A correlação de Pearson mede o grau de associação entre duas variáveis de escala métrica (ou intervalar). Quando o p-valor é menor ou igual ao nível de significância, significa que há correlação significativa entre as variáveis. Com isso, analisamos os valores de correlação de Pearson quando o p-valor <0,05.

Foi verificada a existência de associação entre as variáveis de emoção capturadas através do Emotiv Epoc: Engajamento, Animação, Interesse, Relaxamento, Stress, Foco. E as variáveis das Dimensões do Questionário AttrakDiff: Qualidade Pragmática, Qualidade Hedônica - Estímulo, Qualidade Hedônica - Identidade, Qualidade Atratividade. Todas as variáveis para o controle adaptativo e para o tradicional. A correlação entre a dimensão Qualidade Pragmática e a emoção Interesse foi alta, P-valor = 0,0066. As demais não houve diferença significativa que indicasse correlação. Com isso, podemos concluir que não há correlação entre quanto maior a qualidade hedônica, maior a emoção interesse.

# 6. Conclusão

Avaliar a experiência do usuário não é uma tarefa simples, justamente por ela ser tão dinâmica. Através dos estudos comparativos neste trabalho, investigamos como a experiência do usuário é percebida no uso do controle adaptativo e tradicional durante um jogo digital.

Acredita-se que este trabalho seja a primeira avaliação comparativa entre o controle tradicional, modelo xbox, e o controle adaptativo virtual. Nossa pesquisa se baseou em um experimento com 10 participantes, convidados voluntariamente no campus da Universidade Federal Fluminense - Niterói - Rio de Janeiro - Brasil, para participar da avaliação da experiência do uso do controle adaptativo e o tradicional em jogos digitais. O jogo utilizado foi “Guardian of Eternity”, no qual tem duas fases. Foram aplicados dois questionários após o jogo, Questionário SUS, para avaliar a satisfação geral com o uso dos controles e o Questionário AttrakDiff, para avaliar a qualidade hedônica, qualidade pragmática e a atratividade. Além disso, dados psicofisiológicos foram capturados e analisados. Outra dimensão do nosso trabalho foi investigar como as medidas fisiológicas avaliam a experiência do usuário. Os resultados obtidos foram analisados por partes e correlacionados.

## 

## 6.1. Limitações encontradas

## 

Durante a nossa pesquisa, encontramos algumas limitações em relação a quantidade de dados de desempenho disponíveis, acreditamos que se houvesse algum tipo de pontuação no jogo, isso traria uma riqueza maior na análise deste contexto. Outra limitação que tivemos foi sobre o número de participantes, pois algumas análises estatísticas retornam maior precisão com um tamanho de amostra maior. Acreditamos que o nosso trabalho foi um experimento inicial, como ponto de partida para demais investigações.

# 7. Trabalhos Futuros

Como trabalho futuro, esperamos contribuir com a pesquisa com eletromiografia (EMG), por meio do dispositivo Myo. Assim como, realizar o experimento com mais de 10 participantes. Acreditamos que a análise de imagens do Emotiv Epoc Brain Map possa ajudar a identificar alguma correlação entre as emoções e os dados capturados.

# 8. Referências

1. Bernhaupt, R. "User experience evaluation in entertainment." *Evaluating User Experience in Games*. Springer London, 2010. 3-7.
2. Hotho, S., McGregor, N., eds. “*Changing the Rules of the Game: Economic, Management and Emerging Issues in the Computer Games Industry”*. Springer, 2013.
3. “GameMaker.” *Yoyo Games*. Accessado em 23 de November de 2016.
4. Torok, L., Pelegrino, M., Lessa, J., Trevisan, D.G., Vasconcelos, C.N., Clua, E. & Montenegro, A. 2015, *Evaluating and customizing user interaction in an adaptive game controller*.
5. Malfatti, S.M., Dos Santos, F.F. & Dos Santos, S.R. 2011, "Using mobile phones to control desktop multiplayer games", *Proceedings - 2010 Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment, SBGames 2010*, pp. 230.
6. Vajk, T., Coulton, P., Bamford, W., Edwards, R., 2007. "Using a Mobile Phone as a “Wii-like” Controller for Playing Games on a Large Public Display", International Journal of Computer Games Technology 2008*,* e539078.
7. Torok, L., Pelegrino, M., Trevisan, D.G., Clua, E. & Montenegro, A. 2015, *A mobile game controller adapted to the gameplay and user’s behavior using machine learning*.
8. Pelegrino, M., Torok, L., Trevisan, D. & Clua, E. 2014, "Creating and Designing Customized and Dynamic Game Interfaces Using Smartphones and Touchscreen", *Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment, SBGAMES*, pp. 133.
9. CICTEC, Centro de Inteligência Competitiva para Parques Tecnológicos. Tendências de Inovações para a Indústria de Jogos Digitais. 2013. Disponível em: <http://pt.slideshare.net/cictec/inovaes-tecnolgicas-para-a-industria-de-jogos-digitais>. Acessado em 29 de Novembro de 2016.
10. Steam Community, GestureWorks Gameplay. Disponível em: <https://steamcommunity.com/app/296610> Acessado em 29 de Novermbro de 2016.
11. M. Bhuiyan and R. Picking, "A Gesture Controlled User Interface for Inclusive Design and Evaluative Study of Its Usability," *Journal of Software Engineering and Applications*, Vol. 4 No. 9, 2011, pp. 513-521.
12. Sathiyanarayanan, M. & Mulling, T. 2015, "Map Navigation Using Hand Gesture Recognition: A Case Study Using MYO Connector on Apple Maps", *Procedia Computer Science*, pp. 50.
13. Phelan, I., Arden, M., Garcia, C. & Roast, C. 2015, "Exploring virtual reality and prosthetic training", *2015 IEEE Virtual Reality Conference, VR 2015 - Proceedings*, pp. 353.
14. Sathiyanarayanan, M. & Rajan, S. 2016, "MYO Armband for physiotherapy healthcare: A case study using gesture recognition application", *2016 8th International Conference on Communication Systems and Networks, COMSNETS 2016*.
15. Hassenzahl, M. 2005, "Hedonic, emotional, and experiential perspectives on product quality" in Encyclopedia of Human Computer Interaction, pp. 266-272.
16. Lennart E. Nacke , Mark N. Grimshaw, Craig A. Lindley , 2010, "More than a feeling: Measurement of sonic user experience and psychophysiology in a first-person shooter game".
17. Regan L. Mandryk, Kori M. Inkpen and Thomas W. Calvert, 2005 "Using psychophysiological techniques to measure user experience with entertainment technologies".
18. Pejman Mirza-Babaei; Lennart E. Nacke; John Gregory; Nick Collins; Geraldine Fitzpatrick; 2013; "How Does It Play Better? Exploring User Testing and Biometric Storyboards in Games User Research"; CHI 2013
19. Nacke, L.E. and Lindley, C. Affective Ludology, (2009) “Flow and Immersion in a First- Person Shooter: Measurement of Player Experience.”.
20. Rafael Ramirez and Zacharias Vamvakousis, (2012), "Detecting Emotion from EEG Signals Using the Emotive Epoc Device"
21. Daniel Cernea; Andreas Kerren, and Achim Ebert, (2011), “Detecting Insight and Emotion in Visualization Applications with a Commercial EEG Headset", SIGRAD 2011.
22. Nicholas A. Badcock, Petroula MousikoU, Yatin Mahajan, Peter de Lissa, Johnson Thie and Genevieve McArthur; (2013), "Validation of the Emotiv EPOC EEG gaming system for measuring research quality auditory ERPs"
23. Emotiv Epoc Brain Activity Map, (2016), Disponível em <https://www.emotiv.com/product/epoc-brain-activity-map/> Acessado em 18 de Novembro de 2016.
24. Choppin, A. (2000) “Eeg-based human interface for disabled individuals: Emotion expression with neural networks”. Masters thesis, Tokyo Institute of Technology, Yokohama, Japan
25. Emotiv (2016) Disponível em <https://www.emotiv.com/> Acessado em 18 de Novembro de 2016.
26. User Manual For Emotiv Xavier Control Panel Epoc (2016) Disponível em <https://www.emotiv.com/> Acessado em 18 de Novembro de 2016.
27. Martin Schrepp \*, Theo Held, Bettina Laugwitz (2006) "The influence of hedonic quality on the attractiveness of user interfaces of business management software"
28. Jeff Sauro and Joseph S. Dumas (2009) “Comparison of Three One-Question, Post-Task Usability Questionnaires”.
29. Lankes, M., Bernhaupt, R., Tscheligi, M. Evaluating User Experience Factors Using Experiments: Expressive Artificial Faces Embedded in Contexts. Evaluating User Experience in Games. Springer London. p.165-183. 2010. DOI=978-1-84882-963-3.
30. Michael Anthony Brown, Aidan Kehoe, Jurek Kirakowski,Ian Pitt (2015) Beyond the Gamepad: HCI and Game Controller Design and Evaluation.
31. AttrakDiff. Disponível em: <http://attrakdiff.de/index-en.html>. Acessado em 8 de Dezembro de 2016.
32. Brooke, John et al. “SUS-A quick and dirty usability scale”. Usability evaluation in industry, v. 189, n. 194, p. 4-7, 1996.
33. Regina Bernhaupt and Michael Pirker, 2013, “Evaluating User Experience for Interactive Television: Towards the Development of a Domain-Specific User Experience Questionnaire” Interact 2013.
34. Mateus Pelegrino Peixoto, “Um Controle Virtual Dinâmico para Jogos Adaptado ao Gameplay e ao usuário” - Dissertação de Mestrado - IC - UFF 2016.

1. Wiimote: http://wii.com/ [↑](#footnote-ref-0)
2. Kinect: https://developer.microsoft.com/en-us/windows/kinect [↑](#footnote-ref-1)
3. SmartController: http://smartcontrollerapp.com/ [↑](#footnote-ref-2)
4. Open Broadcast Software: <https://obsproject.com/>. Acessado em 05 de Dezembro de 2016. [↑](#footnote-ref-3)