

Análise de Elementos de Interface de Jogos Digitais para Pessoas Surdas Baseada em Sinais Fisiológicos

Rodrigo Arruda de Assis*

Rosilane Mota

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Departamento de Ciência Computação, Brasil



Figura 1: Fase 1 (a), Fase 2 (b) e Fase Final do jogo desenvolvido

RESUMO

A acessibilidade em jogos eletrônicos encontra-se ainda em estágios iniciais, em relação aos quais empresas ainda investem para que os mesmos consigam expandir o público-alvo. Muitas vezes a falta de elementos acessíveis compromete a experiência e a imersão de um jogador. A exemplo disso estão os jogos do gênero de tiro em primeira pessoa, também conhecidos como *First Person Shooter* (FPS), que prezam pela experiência do jogador através do som. Desta forma, tendo o enfoque sonoro, esse estilo acaba comprometendo jogadores surdos, uma vez que o som é elemento necessário para a diversão e imersão, e que elementos inclusivos encontram-se ausentes na maior parte desse gênero de jogo. Tendo em vista esse problema, foi desenvolvido um jogo de FPS utilizando o motor gráfico *Unreal Engine 4*, aplicando padrões de acessibilidade, usabilidade e interface, a fim de melhorar a interação dos surdos. Análises qualitativas através de questionários, entrevistas, filmagens e variações da atividade eletrodérmica (EDA) foram feitas para se mensurar os aspectos fisiológicos de usabilidade e de acessibilidade. Com base nos resultados foi possível ratificar o uso de sinais fisiológicos para avaliar a apreciação do jogador, assim como a importância dos elementos de acessibilidade e usabilidade nos jogos FPS.

Palavras-Chave: Acessibilidade, EDA, *First Person Shooter*, Imersão, Surdos, *Head-Up Display*.

1 INTRODUÇÃO

Os jogos digitais estão cada vez mais inseridos na vida das pessoas, sendo consumidos por indivíduos de diversas idades como plataformas de lazer. Mas além de serem uma fonte de entretenimento, os jogos também são utilizados em outras áreas como a educação, saúde, profissional ou científica [8]. Essa última área apresenta grande crescimento, devido aos estudos voltados para a melhoria do processo de aprendizagem, na aplicação de técnicas dos jogos (estratégias, mecânicas, estética) na vida cotidiana, para reabilitação de pessoas, em estudo cognitivos e na área da Computação Afetiva.

*e-mail: drigo.assis.93@gmail.com

O estudo da Computação Afetiva tenta representar as interfaces e as interações computacionais em emoções humanas, que são compreendidas, modeladas e captadas para os computadores [13]. Dessa forma, pode-se afirmar que o estudo de emoções utilizando jogos é uma área importante. De acordo com [10, p. 276], “emoções são essenciais para manter o foco do jogador, realizar decisões, aprender e divertir no processo de jogar”. Ou seja, se um jogador se sentir frustrado, alegre ou tenso, tem-se um indicativo de que os desenvolvedores e *designers* incluíram elementos nos jogos que serviram de estímulo dessas emoções. Além disso, [9, p. 5] afirma que “as emoções dos jogadores podem ser desencadeadas pelo *gameplay*, pelo comportamento dos personagens, ou pelo resultado da interação com o jogo”.

Melhorias na interação, assim como nas interfaces homem-máquina e na usabilidade “contribuem para o jogador se divertir, além de motivar e dar suporte às funções cognitivas e comportamentais” [10, p. 276], sendo grandes ferramentas para se criar um ambiente imersivo para o usuário, e consequentemente, estimular emoções. Relacionado às emoções e jogos, em especial à imersão, [12, 11] realizaram um estudo utilizando um aparelho de captura de atividade eletrodérmica (EDA) chamado *Q Sensor*¹, para avaliar o processo imersivo e a variação da EDA causados pela ativação/desativação da textura do cenário, personagens e do som através de um jogo FPS elaborado na Unity 3D², como estímulo para variação emocional. Um dos principais resultados apresentados foi que alterações da EDA dos participantes foram mais visíveis pelas variações do som em comparação à textura, além de uma percepção clara do relaxamento dos jogadores que gostam ou são hábeis em jogos do gênero.

O fato da ausência de som impactar na imersão levanta uma questão referente à interação de pessoas com deficiência auditiva com os jogos, pois, para esses jogadores, os elementos de acessibilidade para a interface são considerados como relevantes, tais como *closed captions*, customização de fontes e cores, identificadores visuais chamados de *head-up display* (HUD) [16]. Todavia, tais variáveis não são consideradas na concepção dos jogos, visto que elas promovem um custo mais elevado de desenvolvimento e pouco retorno financeiro, além da falta de regulamentação [15].

Dessa forma, poucos são os jogos comerciais acessíveis às pes-

¹<http://qsensor-support.affective.com/>

²<https://unity3d.com/pt>

soas surdas, principalmente os do gênero FPS. De acordo com o estudo de [5, 4], jogos em primeira pessoa juntamente com jogos de luta são os menos aprovados por pessoas com restrições auditivas, porque são mais difíceis de jogar e não são muito acessíveis devido à falta de elementos alternativos à ausência do som, o que gera confusão e frustração nesse tipo de jogador.

Com base nisso, o objetivo geral desse trabalho foi desenvolver um jogo de FPS acrescentando variáveis de acessibilidade e usabilidade, a fim de auxiliar e facilitar a interação de jogadores. Ao realizar o desenvolvimento, pretendia-se entender o quanto a textura e os elementos visuais podiam impactar na imersão, ou em outras emoções, para pessoas com surdez. Para este fim, foi utilizado o *Q Sensor*, a fim de mensurar qualitativamente as alterações da EDA de um grupo controle, assim como foram avaliadas a HUD e a acessibilidade presentes no jogo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A utilização de jogos FPS em pesquisas é recorrente, principalmente devido à popularidade desse gênero. Em [12, 11] foi desenvolvido um FPS com o qual procuraram avaliar o comportamento de jogadores e suas respostas psicofisiológicas a partir de alterações de elementos de som e textura durante o *gameplay*. Tais alterações foram realizadas com o objetivo de criar mudanças no estado imersivo do jogador, visando avaliar as variações da EDA obtidas através do sensor fisiológico *Q Sensor*. Os autores descobriram alterações significativas da EDA para situações de ataque e desativação do som, sendo que a intervenção sonora gerava maior ativação e desativação do Sistema Nervoso Simpático (SNS) em relação às alterações de textura.

No âmbito do estudo sonoro, [5] conseguiu reconstruir estratégias do jogo *Half-Life 2*³ para melhor adaptar à avaliação de acessibilidade de FPS para pessoas surdas. As estratégias foram permitir a localização sonora, caracterizar os elementos do jogo, comunicação em casos de ameaça, *feedback* de interação, o discurso e ativação de emoções e sentimentos.

Um estudo similar foi feito por [16], do qual os autores tiveram por objetivo normalizar as recomendações de acessibilidade de jogos para pessoas surdas. Os autores realizaram estudos dos jogos *Resident Evil 6*⁴ e *Battlefield 4*⁵, identificando as diretrizes que foram utilizadas, como a presença de legendas, informações textuais sobre ruídos, comunicação por textos entre usuários e modos tutoriais. Porém, importantes opções estavam ausentes nos jogos, como o *closed caption*, para auxiliar na identificação textual dos sons no ambiente e assinalar o diálogo dos personagens. Outras diretrizes relacionadas com a acessibilidade também não estavam presentes, como a customização de fontes, cores e tamanhos de textos; e falta de identificadores visuais que são mais simples de identificar por áudio, o que dificultou a interação das consultoras com os jogos.

Para entender a relação entre imersão e HUDs nos jogos, [2] realizou um estudo profundo sobre os processos de imersão, as diferentes HUDs existentes em alguns jogos e posteriormente, os seus efeitos no processo imersivo dos jogadores. Para isso, o autor utilizou jogos de diferentes gêneros, como aventura, RPG e FPS, com os quais a partir de testes com usuários, foi possível definir *guidelines* para o desenvolvimento de HUDs para melhor imersão nos jogos, que de acordo com Rafael Araújo são as seguintes: “Controlar a onisciência do jogador, priorizar elementos do universo do jogo, reduzir interferências externas, dispor somente a informação relevante, integrar elementos gráficos, manter a consciência dos grupos de dados e verificar a obstrução visual” [2, p. 73].

³<http://orange.half-life2.com/>

⁴<http://www.capcom.com.jp/bioDL/6/us/index.html>

⁵<https://www.battlefield.com/pt-br/games/battlefield-4-timeline>

3 METODOLOGIA

Este trabalho apresenta uma pesquisa de cunho qualitativo visando avaliar a interação e a interface de um jogo FPS através da EDA, de questionários e de opiniões de usuários surdos a partir de experimentos. A captação da EDA dos jogadores foi feita pelo sensor fisiológico *Q Sensor* e o processo de realização da pesquisa está dividido nas seguintes etapas: desenvolvimento do jogo, adaptação dos questionários e documentos a serem aplicados na nova população, realização do teste, entrevistas com os participantes e análise dos resultados.

As fontes utilizadas como referências foram as apresentadas por [12, 11] e dois questionários feitos pelos autores, com alterações específicas elaboradas para os novos participantes surdos. Cada jogador recebeu os seguintes itens: o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento), orientações do teste, instruções de como jogar, questionário inicial e final.

O TCLE é um documento que contém explicações sobre como transcorreria a participação dos jogadores, os instrumentos utilizados durante o teste e a autorização ou não do registro dos dados e imagens. Juntamente do TCLE, o documento de orientação relatou o processo de aplicação do teste, o tempo de duração de cada atividade e o tipo de jogo.

As instruções do jogo foram dadas posteriormente à aprovação do TCLE e da leitura da orientação. Sua função era de explicar o seu objetivo, os elementos do cenário, os controles utilizados e a estrutura de cada fase disponível.

Os questionários inicial e final tiveram como base o *Game Experience Questionnaire* (GEQ) [3] e o questionário elaborado por [4], sendo o primeiro referente à surdez, preferências de jogos, gêneros e *consoles* favoritos dos jogadores, além dos seus hábitos ao jogar; o segundo foi utilizado para a obtenção das opiniões e sugestões referentes ao jogo. Ambos os questionários foram formulados com o auxílio do Núcleo de Atendimento à Inclusão (NAI) da PUC Minas para simplificar a leitura e compreensão do surdo e foram disponibilizados para os participantes e respondidos através do *Google Forms*.

3.1 O Jogo

O jogo de tiro utilizado foi desenvolvido com base no trabalho de [12, 11], nas sugestões de um voluntário surdo, nas diretrizes de [16], nos trabalhos de [5, 4] e no jogo de referência *Call of Duty*⁶.

O jogo foi desenvolvido com o uso do motor gráfico *Unreal Engine 4*⁷, e atendeu às seguintes características para realização dos testes: apresentação da mecânica do jogo a partir de ícones objetivos; iluminação mais precária para aumentar o foco do jogador; presença de corredores estreitos com o objetivo de estimular a ansiedade; possibilidade de ativar/desativar a partir de teclas de atalho a textura dos personagens para formas geométricas, a textura do cenário e a HUD do jogo; desativação constantes do som (jogadores surdos).

Composto de quatro fases que se conectam através de corredores, o jogo tende a elevar a sua dificuldade, sendo que cada nível possui um objetivo para o jogador realizar:

- Fase 1 ou Treinamento (Figura 1a): introdução às mecânicas do jogo, assim como adaptação ao ambiente a ser jogado; possui poucos inimigos e mais objetos destrutíveis;
- Fase 2 ou Nível Moderado (Figura 1b): presença de inimigos de dificuldade intermediária;
- Fase 3 ou Nível Avançado: os inimigos são mais difíceis e causam mais dano no avatar do jogador;

⁶<https://www.callofduty.com/br/pt/>

⁷<https://www.unrealengine.com/what-is-unreal-engine-4>

- Fase Final (Figura 1c): apenas um inimigo está presente; esse promove muito dano, além de possuir muita energia.

Foram atendidas pelo jogo duas diretrizes sugeridas por [16]: a) utilização de um vocabulário acessível, ou seja, os textos presentes no tutorial, avisos e missões foram elaborados para serem simples e objetivos; b) inclusão de um tutorial no início do FPS. Além disso, a partir da sugestão de um participante surdo que testou o jogo original de [12, 11], foram inseridos avisos referentes aos possíveis perigos que poderiam surgir entre as fases.

Para o desenvolvimento das informações presentes na HUD, a popular franquia *Call of Duty* foi utilizada como referência, pois ela atende à organização de informação e *status* em uma HUD, como sugerido por [14]. Além disso, outra natureza comum desse gênero de jogo (FPS) é possuir os elementos da interface de forma não-diegética, ou seja, esses elementos não fazem parte da história, do universo e do contexto interno do jogo. Sendo assim, eles não interagem com o cenário/ambiente e o personagem não tem ciência da existência dessas informações visuais [6].

A Figura 2 mostra através dos retângulos vermelhos alguns dos elementos da interface do primeiro *Call of Duty* (Figura 2a) e do mais recente; *Call of Duty: Black Ops 3*⁸ (Figura 2b), que foram inseridos no jogo desenvolvido nesse artigo. O item A apresenta a informação da quantidade de munição disponível e o item A1 apresenta os tipos de arma que podem ser utilizados. O item B representa a barra de vida do jogador. Por último, o item C representa o mapa referente à localização do jogador. Por ser uma HUD mais simples e de pouca informação, o primeiro *Call of Duty* foi utilizado como base para a desativação da HUD do jogo.



Figura 2: HUDs dos jogos da franquia *Call of Duty*

⁸<https://www.callofduty.com/br/pt/blackops3>

3.2 Teste

A estrutura do teste foi dividida em três etapas, sendo elas *Documentação*, *Interação* e *Questionário*. Para auxiliar os participantes na comunicação com o pesquisador, solicitou-se um intérprete de LIBRAS (Língua Brasileira de Sinais) do NAI da PUC Minas para cada experimento realizado.

A *Documentação* elaborada teve o propósito de introduzir o contexto no qual a pesquisa se inseria, os seus objetivos e quais seriam as funções dos participantes. Além disso, foi dada a opção ao voluntário da leitura do TCLE através da tradução simultânea, a qual o pesquisador lia em voz alta o documento e o intérprete transcrevia para LIBRAS. Posteriormente à leitura do TCLE, foram entregues a instrução do jogo e o questionário inicial, sendo esse dividido em duas categorias: um para surdos com experiência em jogos e outro para os sem experiência. Para avaliar a interação dos usuários com o jogo, além do questionário inicial, fez-se gravações de suas expressões faciais e posturas corporais enquanto interagiam com o FPS.

A segunda etapa teve como foco a interação dos jogadores com o FPS. Para isso os participantes utilizaram um *notebook/desktop* devidamente configurado para o teste e outro *notebook* foi utilizado para a gravação dos dados obtidos pelo *Q Sensor*. Durante o jogo, as alterações das texturas dos personagens, cenário e alteração da HUD fez-se a partir de um teclado conectado ao *notebook/desktop*, do qual o pesquisador conseguia interagir sem que isso prejudicasse a imersão dos participantes no jogo. Cada *gameplay* teve em média de 10 a 15 minutos de duração.

Na última etapa, os jogadores responderam ao questionário final e foram submetidos a uma entrevista, na qual foram convidados a expressar sua opinião e sugerir melhorias que pudessem ser aplicadas ao jogo.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Participaram do teste oito voluntários surdos, sendo que seis possuíam alguma afinidade com jogos, enquanto os outros dois não apresentavam aptidão alguma.

A partir da população participante foi possível obter dados qualitativos dos seguintes instrumentos utilizados no teste: questionários, observações visuais e filmagens, entrevistas com os jogadores e dados da EDA obtidos durante a interação com o jogo.

4.1 Questionários

Para a aplicação dos questionários, os voluntários primeiramente informaram ao pesquisador se possuíam alguma afinidade com jogos. Caso a resposta fosse afirmativa, os participantes acessavam um *link* do *Google Forms* contendo perguntas de perfil social, referentes à surdez e sobre as preferências vinculadas aos jogos. Quando não possuíam afinidade, era fornecido outro *link*, no qual apenas foram inseridas perguntas vinculadas ao perfil social e à surdez.

Uma das informações coletadas foi referente ao grau de perda auditiva dos jogadores, do qual se apresentava entre severo (12,5%) e profundo (87,5%), sendo que de acordo com o site da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) os graus existentes são: normal, leve, moderada, severa e profunda [7].

Outra informação de interesse presente no questionário era o nível de preferência dos participantes em relação aos jogos do gênero FPS. A Figura 3 mostra que existe uma polarização na inclinação da preferência, uma vez que a quantidade de participantes que gostam muito é a mesma dos voluntários que gostam muito pouco, tendo 16,7% cada grupo. Da mesma forma, a quantidade de voluntários que gostam pouco é a mesma dos que apenas gostam, 33,3% cada grupo. Isso mostra que os participantes possuem um determinado interesse por jogos de tiro em primeira pessoa, já que nenhum deles manifestou desinteresse total (não gostam) para o gênero.

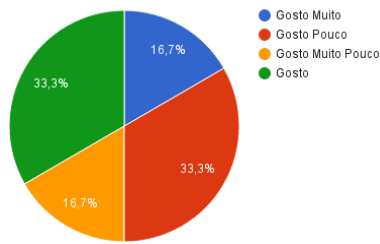


Figura 3: Preferência dos participantes por jogos FPS

Uma das questões de maior relevância para o *Questionário Inicial* foi referente à atenção dada à HUD pelos jogadores durante a interação com jogos (Figura 4). Para isso, foram fornecidos quatro exemplos de elementos presentes em uma HUD, sendo elas: marcadores de pontuação e de vida, itens coletados, legendas e indicadores de dano. Além disso, os participantes escolhiam entre 0 (zero) e 4 (quatro), a quais desses elementos eles mais prestavam mais atenção. Dessa forma, segundo seus relatos, as opções em que os jogadores mais prestavam atenção foram os itens coletados, as legendas e os indicadores de dano; já os marcadores de pontuação e vida, os voluntários apenas as percebiam esporadicamente.

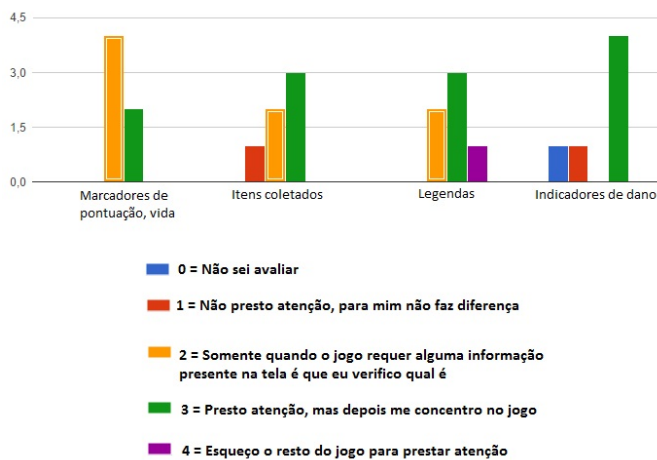


Figura 4: Maior atenção da interface dada pelo jogador enquanto joga

Posteriormente ao fim do jogo, foi disponibilizado aos participantes o *link* para o *Questionário Final*, com o intuito de coletar as opiniões sobre a interação com jogo, os pontos negativos e positivos, as facilidades e dificuldades, e sugestões para a melhoria do FPS.

Para descobrir quais elementos da HUD presentes no jogo mais facilitaram a interação dos usuários, foram fornecidos os seguintes itens: mini mapa, barra de vida do jogador, barra de vida dos inimigos, avisos de perigo, munição das armas e indicadores de dano recebido. Como pode ser observado na Figura 5, todos os participantes concordaram que o mini mapa, a barra de vida do jogador e a munição foram os elementos que mais facilitaram a interação deles com o FPS, seguidos pela barra de vida dos inimigos e os avisos de perigo. Já o indicador de dano foi o que menos auxiliou os participantes no jogo.

Em relação à avaliação do que menos gostaram no jogo, os participantes deram respostas livres, dentre as quais se destacaram a presença de armas fracas, pouca segurança do ambiente e variedade

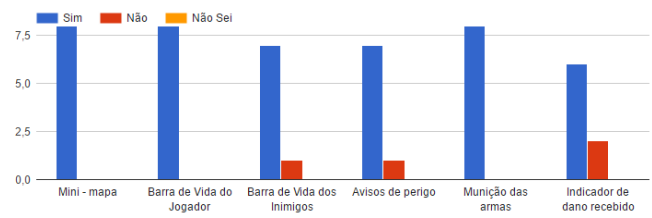


Figura 5: Elementos visuais que facilitariam o jogo

de inimigos, a falta de um sensor externo que consiga notificar o jogador (ex: vibração) e o fato do jogo ser em primeira pessoa. Já os pontos positivos apresentados foram: possibilidade de coletar itens, movimentação dos inimigos, as missões dadas, o visual, a diversão proporcionada pelo jogo e a perspectiva ser em primeira pessoa.

Referente aos maiores empecilhos surgidos durante o *gameplay*, os jogadores apresentaram os seguintes obstáculos: dificuldade na fase final, problemas em mirar nos barris, o dano causado pelas armas ser muito fraco, as dificuldades em atirar nos objetos, o cenário do jogo ser muito escuro e a problemas de percepção da quantidade de munição restante das armas.

Por último, foram sugeridos pelos voluntários algumas melhorias para o FPS, sendo elas: melhoria gráfica e usabilidade dos controles, cenário mais claro, presença de sensores externos que vibrem a alguma ação do jogador, troca de perspectiva para a terceira pessoa e maior quantidade de informações ao jogador.

4.2 Filmagens e Observações

A fim de analisar as possíveis reações corporais e entender o que elas poderiam sugerir, foram realizadas filmagens das expressões faciais e posturas comportamentais dos jogadores durante a interação com o jogo.

Os jogadores com mais afinidade com FPS demonstraram reações mais difíceis de serem percebidas, a Figura 6 indica a partir da observação do pesquisador, uma inicial seriedade e foco no jogo que mais tarde se torna uma satisfação, possivelmente pelo fato do participante ter conseguido realizar seu objetivo da maneira que pretendia.



Figura 6: Reações de um jogador que gosta de FPS

Os participantes com menor apreço por jogos FPS apresentaram reações mais simples de serem percebidas, das quais a mais frequente foi a dos jogadores olharem para a câmera ou para o pesquisador várias vezes, possivelmente demonstrando uma sensação de desnorteamento, timidez ou confusão. A Figura 7 indica uma inicial timidez do jogador diante da filmadora, não o deixando focado no jogo, alterando na medida em que o nível de atenção ao jogo aumentava, o que pode ser comprovado pela mudança de expressão facial.

Da mesma maneira que foi reportado por [11], os participantes demonstraram reações de tensão e nervosismo durante o *gameplay*, sendo elas: morder os lábios, coçar a face, deglutição lenta, olhar para a câmera e para o pesquisador, inclinar o corpo próximo à tela



Figura 7: Participante se demonstrou inicialmente tímido, posteriormente conseguindo ficar mais focado

ou afastar-se, verificar o documento de instrução mais de uma vez, franzir a testa, sorrir de maneira nervosa, dentre outros.

Muitas reações de movimento dos braços foram reportadas pelo *Q Sensor*, podendo ser justificadas pelas dúvidas que os surdos apresentavam durante o jogo, assim questionando o pesquisador através dos intérpretes e da produção dos sinais em LIBRAS. Além disso, foram apresentados movimentos referentes à verificação dos comandos a partir do documento de instrução.

4.3 Entrevista

Tendo duração máxima de 5 minutos, a entrevista teve como objetivo captar os pontos de vista dos jogadores em relação ao FPS o qual jogaram. Para isso, foram questionadas pelo pesquisador as opiniões gerais sobre o jogo, quais elementos da HUD os voluntários perceberam, exemplos de jogos de FPS os quais eles conheciam e que eram mais acessíveis aos surdos e sugestões de possíveis melhorias ao jogo desenvolvido.

Os jogadores com maior experiência com FPS apontaram que o jogo estava simples de se entender, os elementos da interface (avisos, barra de vida) estavam claros, conseguiram se direcionar com facilidade pelo mapa e estava com uma linguagem intuitiva. Entretanto, apontaram problemas referentes às movimentações dos inimigos, falta de um estímulo externo (ex: vibração) ao receber ou causar um dano para facilitar a percepção do ambiente do jogo. Foram sugeridos por esses voluntários mais melhorias gráficas, de movimentação, mudança de perspectiva para terceira pessoa, possibilidade de atirar de forma contínua ou por vários cliques e inserção de um aparelho para *feedback* externo para os jogadores.

Os voluntários com menor interesse por FPS afirmaram que gostaram do jogo testado, alguns conseguiram perceber os elementos de HUD, a simplicidade da linguagem e objetividade das missões. Já os outros elementos de interface não os instigaram a elaborar uma opinião sobre. Dessa forma, foram apontados mais problemas por esses participantes do que os indicados pelos jogadores experientes, sendo eles: movimentação ter causado enjoo, jogo estar muito escuro criando dificuldades, teclas muito complicadas, ausência de legendas e os inimigos estarem muito difíceis. Esse último problema ocorreu pelo fato dos inimigos não desaparecerem depois do jogador perder, o que aumentou ainda mais a dificuldade do jogo.

Por fim, os participantes que não tinham afinidade com nenhum tipo de jogo localizaram os avisos e avaliaram a linguagem presente no FPS como simples. Entretanto, em relação aos elementos visuais, não conseguiram percebê-los com a mesma facilidade em relação àquela percebida pelos demais participantes. A exemplo disso está o indicador de dano, em relação ao qual os jogadores não entenderam o contexto do elemento. Isso pode ser justificado pela falta de afinidade desse grupo de jogadores com características presentes nos jogos FPS. Os apontamentos negativos referentes à interação foram: dificuldade em perceber um todo, ou seja, não

perceberam todos os elementos presentes no jogo, a falta de aviso externo quando um inimigo se aproximava e ausência de alguma ajuda em possíveis perigos. Já as melhorias sugeridas foram: mais avisos de alerta e a presença de sensores externos.

4.4 Análise do Sensor Fisiológico

Para entender quais estímulos causaram mais impacto nos jogadores, utilizou-se o *Q Sensor* visando medir a resposta da EDA dos participantes, os dados obtidos foram gravados em um arquivo do tipo *.eda* e em seguida, interpretados através de um *software* da empresa *Affectiva* [1] chamado *Q Live*.

Levando em conta a análise dos dados de cada participante, definiu-se os seguintes padrões a serem seguidos: variação da EDA máxima e mínima no gráfico ser constante para cada usuário, temperatura estar em *Celsius* e uma análise dos 8 segundos que antecedem e dos 8 segundos que procedem o estímulo (intervalo de tempo definido pela média do tempo de resposta fisiológico dos jogadores), para que possa averiguar se ocorreu algum aumento ou diminuição da EDA. Para essa análise utilizou-se dois estímulos para cada variável (HUD, Textura e Personagens), o primeiro da variável ativada para a desativada e o segundo, o inverso.

Para uma análise mais detalhada escolheram três participantes do teste que se destacaram pelas variações no sinal fisiológico. A Figura 8 representa toda variação da EDA ocorrida durante a interação do Participante 1 com o jogo. Dessa forma, foi possível observar que houve um relaxamento durante o teste, ou seja, o gráfico começou a decrescer, corroborando os resultados apresentados por [11, 12], ratificando o fato do jogador realmente gostar de FPS.

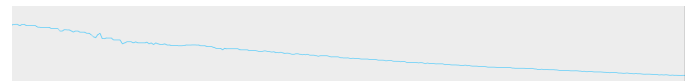


Figura 8: Variação da EDA durante todo o *Gameplay* com um surdo jogador de FPS

Já nas Figuras 9, 10 e 11 são apresentados os estímulos realizados no Participante 1, sendo ele um jogador que aprecia muito FPS. As retas verticais presentes na imagem representam o tempo exato no qual ocorreu o estímulo, todavia existe um estímulo o qual não foi possível captar devido o participante ter finalizado o jogo antes de reativar a textura.

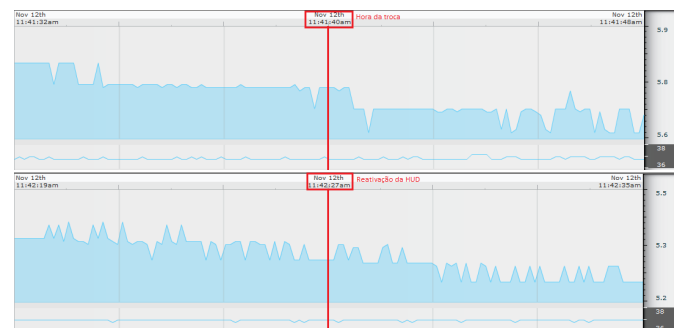


Figura 9: Variações da EDA do Participante 1 durante a desativação (Superior) e ativação (Inferior) da HUD

Para a situação de desativação da HUD (Figura 9a), o voluntário mostrou-se nervoso, supostamente pela adaptação com a nova interface ou pela presença dos inimigos. Já na reativação da HUD (Figura 9b), houve aumento no nervosismo em relação ao primeiro estímulo, o que não torna possível afirmar se foi a presença dos inimigos ou a readaptação da HUD que causou essa reação. Na

desativação dos personagens (Figura 10a) e substituição por cilindros, o jogador ficou um pouco nervoso e ao reativar os personagens (Figura 10b), houve aumento de oscilações na EDA indicando aumento de ansiedade [11]. Finalmente, para a desativação da textura (Figura 11), a variação da atividade eletrodérmica aumentou, ocorrendo certos picos de temperatura. Possivelmente, isso se deve ao fato do jogador estar enfrentando o chefe final.



Figura 10: Variações da EDA do Participante 1 durante a desativação (Superior) e ativação (Inferior) dos Personagens

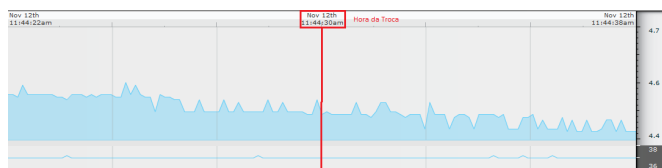


Figura 11: Variações da EDA do Participante 1 durante a desativação (Superior) da Textura

Assim para o Participante 1, as trocas de HUD, personagem e desativação da textura causaram algum impacto na ansiedade. Todavia, não é possível generalizar os resultados, pois é necessário estudo quantitativo a partir das variações da sua EDA para melhor caracterização de seus resultados.

Tendo experiência similar com FPS ao Participante 1, o Participante 2 possuía a curva de variação da EDA indicada na Figura 12. Em comparação à Figura 8, ambos os gráficos apresentam uma curva descendente, ou seja, os jogadores possuem afinidade com FPS. Contudo, no trecho final do gráfico do Participante 2, surgiu uma elevação nos patamares do sinal da EDA do mesmo. Isso deve-se ao comportamento inesperado de inimigos presentes na segunda fase do jogo, o qual resultou em nervosismo maior para esse voluntário que não conseguia mais alcançar o seu objetivo e aparentemente demonstrava frustração.

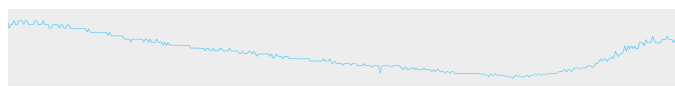


Figura 12: Variação da EDA durante todo o Gameplay com um surdo que gosta de FPS mas que apresentou problemas

Já o Participante 3, que não possuía experiência com jogos, teve o seu gráfico (Figura 13) da EDA com valores mais estáveis, manifestando comportamentos característicos de pessoas sem afinidade com FPS [11, 12].

Após a análise de todos os voluntários, foram realizadas análises comparativas por agrupamentos distintos. Primeiramente analisaram as variações da EDA mediante os estímulos para agrupamentos



Figura 13: Variação da EDA durante todo o Gameplay com um surdo não jogador de FPS

pelos níveis de preferência dos participantes por jogos FPS, sendo os níveis identificados através de uma pergunta presente no questionário inicial. Já a segunda análise foi realizada sobre a curva de variação da EDA durante toda a interação dos voluntários com o jogo.

Sendo padrão para ambas análises, cada estímulo realizado poderia ter aumento ou redução da EDA, podendo ocorrer casos em que posteriormente ao estímulo, o gráfico se tornaria constante ou apresentaria variações, ocorrendo assim um surgimento ou desaparecimento de picos de EDA durante os 16 segundos analisados (8 segundos anterior ao estímulo e 8 segundos posterior). Um dos resultados das análises foi a média das reações da EDA de cada grupo em relação a cada estímulo (Figura 14).

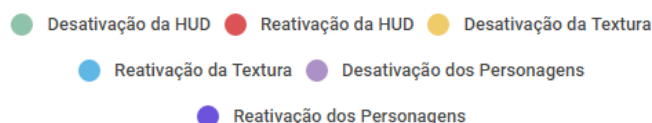


Figura 14: Estímulos feitos durante a interação de cada jogador

Na primeira análise, os jogadores foram divididos em dois grupos de estudo: um grupo representado por um conjunto de surdos que gostam de FPS e os que gostam muito de FPS. Como resultado, os jogadores apresentaram reações similares ao receberem os diferentes estímulos, ao desativar a HUD, o nível da EDA e do nervosismo aumentou para ambos. Já para a reativação da HUD, o nível de EDA se mostrou constante em relação a antes da realização do estímulo. Para as trocas de texturas, ambas resultaram na redução da EDA dos jogadores. Já as trocas dos personagens apresentaram um aumento na EDA, o que refletia o aumento da ansiedade do jogador.

Dentro dessa mesma análise, o segundo grupo de estudo foi representado por jogadores que gostam pouco, muito pouco e dos que não jogam FPS. Assim, as médias obtidas mostram certas variações, pois houve estímulos que apresentaram dois resultados para as médias, sendo eles: reativação da HUD (redução e continuidade na EDA), desativação da textura (aumento e redução na EDA) e a desativação dos personagens (aumento e continuidade na EDA). Todavia, a desativação da HUD teve como resultado um valor constante da EDA, assim como a reativação dos personagens. Já a reativação da textura teve como resposta aumento na EDA dos surdos desse grupo.

Tabela 1: Média da EDA para cada estímulo dos dois grupos de estudo da primeira análise

Experimento 1	HUD		Textura		Personagens	
	Desativada	Reativada	Desativada	Reativada	Desativada	Reativada
Grupo 1	↑	–	↓	↓	↑	↑
Grupo 2	–	↓e–	↑e↓	↑	↑e–	–

Legenda: ”↑”Aumentou, ”↓”Reduziu, ”–”Constante

Dessa forma, foi possível comparar as médias da primeira análise (Tabela 1) e observar diferenças entre os resultados dos dois grupos; o grupo dos jogadores que gostam de FPS diferem

nas respostas de 3 (três) estímulos de um total de 6 (seis), sendo eles: desativação da HUD, reativação da textura e reativação dos personagens. Em todo caso, os outros três estímulos são semelhantes pelo fato dos resultados do grupo 2 apresentarem duas médias para um mesmo estímulo.

Na segunda análise, o primeiro grupo de estudo foi representado por um conjunto de pessoas que possuem um gráfico de variação de EDA similar à Figura 8, ou seja, jogadores que possuem habilidades em jogos FPS. A médias obtidas pelos estímulos para essa população foram: aumento da EDA para desativação de HUD, desativação e ativação de personagens, redução de valores nas trocas de textura e valores constantes para a reativação da HUD.

O segundo grupo foi representado pela similaridade da variação de EDA dos seus jogadores com a Figura 13, caracterizada pelas pessoas que não possuem afinidade com os FPS. As médias obtidas para esse grupo foram: valores constantes da EDA para a desativação da HUD, redução da EDA para reativação da HUD e aumento para a reativação da textura. Entretanto, para os outros três foram encontrados valores divergentes, sendo eles: redução e aumento para a desativação da textura, e, aumento e continuidade dos valores para as trocas de personagens.

Tabela 2: Média da EDA para cada estímulo dos dois grupos de estudo da segunda análise

Experimento 2	HUD		Textura		Personagens	
	Desativada	Reativada	Desativada	Reativada	Desativada	Reativada
Grupo 1	↑	-	↓	↓	↑	↑
Grupo 2	-	↓	↑ e ↓	↑	↑ e -	↑ e -

Legenda: "↑"Aumentou, "↓"Reduziu, "-"Constante

Como resultados da segunda análise (Tabela 2), houve similaridades entre três estímulos: desativação de textura, desativação e reativação de personagens. Já as diferenças estão entre os estímulos de troca (ativação/ desativação) de HUD e reativação de *Textura*.

Com base nesses estudos foi possível observar que os grupos de cada análise possuem diferenças de média da EDA entre si, mas que se aproximam para participantes pertencentes ao mesmo grupo, o que pode ser um possível critério para análise da percepção de um usuário surdo em um jogo de FPS através de sua EDA.

4.5 Considerações Parciais

Com base nas entrevistas, questionários, filmagens, e na interação dos participantes, observa-se o impacto dos elementos de interface utilizados no jogo. O item que se mostrou menos eficaz foi o indicador de dano. Essa funcionalidade foi criada com base nos jogos tradicionais de FPS, com o intuito de direcionar o jogador em relação aos seus inimigos. Entretanto, de acordo com as respostas do questionário final e na observação da interação dos participantes, principalmente aqueles que gostam de jogos do gênero, tal elemento não facilitou a percepção dos adversários. Um dos voluntários sugeriu notificar o jogador sobre a aproximação dos inimigos através de avisos ou ícones indicativos, assim como a direção na qual ele se encontra.

Outro elemento de relevância é a barra de vida do personagem (Figura 15). De acordo com todos os participantes, esse foi o elemento visual que mais facilitou as suas interações com jogo. A barra de vida possui o comportamento de alterar sua cor a cada vez que um dano é recebido e ao reduzir a um valor muito baixo, a barra começa a piscar, de modo a alertar ao jogador sobre a situação crítica que requer sua atenção. Entretanto, mesmos os voluntários tendo o conhecimento da presença de tal item e afirmarem que o mesmo os auxiliou, foi perceptível através da análise das filmagens do experimento que os participantes não prestaram a devida atenção a esse elemento da interface, sendo surpreendidos ao ser derrotados

pelos inimigos. Uma possível solução para esse problema é acrescentar avisos mais explícitos para notificar aos jogadores.

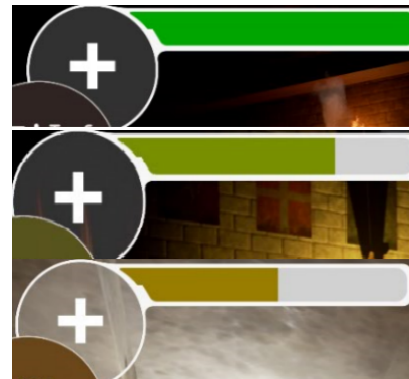


Figura 15: Barra de vida do jogador

Em contrapartida a esses dois elementos, o mini mapa (Figura 16) se mostrou eficaz para a interação dos voluntários, sendo apontado como facilitador durante as entrevistas e também no questionário final. Ele possui indicadores de localização do personagem, inimigos e itens, auxiliando os jogadores no seu deslocamento entre as missões. Assim como o mapa, outros itens conseguiram facilitar o uso dos jogadores, tais como a munição e a linguagem mais simplificada utilizada nas missões e nos avisos.



Figura 16: Mini mapa do jogo

Dessa forma, é possível constatar que elementos de interface como a barra de vida do jogador e o indicador de dano precisam ser melhor elaborados para que possam ser mais intuitivos e simples aos surdos. Uma linguagem simplificada e indicadores mais explícitos e claros auxiliam na interação desse tipo de jogador. Além disso, a inclusão de outros elementos como as legendas, a troca de cores e fontes, e a localização sonora abordados por [5, 16] fazem-se necessárias para melhor avaliá-las no FPS desenvolvido.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou a importância da inclusão de análise de pessoas com surdez nos elementos constituintes de jogos, principalmente os do gênero FPS, que são os mais criticados pela sua carência no que se refere à acessibilidade. Assim, faz-se necessário realizar estudos voltados para essa área, principalmente no entendimento da alteração da EDA de um usuário ao jogar um FPS, o que pode beneficiar e facilitar a inclusão de variáveis acessíveis nas interfaces para esses jogos.

Nesta pesquisa o foco foi entender se os elementos incluídos na nova versão do jogo FPS influenciariam a acessibilidade e a facilidade de uso para esse público, além de tentar compreender quais as variáveis referentes à mudança de textura de cenário, personagem ou HUD que mais impactaram nas alterações da EDA do jogador e quais elementos de interface mais atraíram os surdos. Para isso tiveram a participação de oito voluntários surdos, os quais apontaram problemas encontrados no jogo e também as possíveis soluções a serem inseridas em uma versão posterior.

De acordo com as entrevistas, questionários, filmagens e interação dos participantes com o jogo, foi percebido que alguns elementos de interface como a barra de vida do jogador e indicador de dano devem ser melhor elaborados para esse tipo de público, que ainda possui dificuldade de utilizar. Em contrapartida, mini mapa, quantidade de munição e linguagem mais clara conseguiram facilitar a interação dos voluntários, sendo assim essenciais para melhorar a acessibilidade dos jogos FPS.

Além disso, para servir de estudo comparativo e para entender as respostas obtidas pelo sensor fisiológico através de médias, foram criadas duas análises comparativas, as quais possuíam dois grupos cada uma delas: um referente ao gosto por jogos e o outro pelo aspecto da sua curva total de EDA. Das médias e comparações feitas, foram observados padrões referentes aos estímulos de cada grupo, que podem ser melhor explorados em testes específicos. Entretanto, por essa comparação ser uma análise qualitativa e existirem outras variáveis a serem aplicadas em diferentes contextos, como a troca de HUD, Textura e Personagens em momentos de mesma frequência para todos os participantes, os dados podem ainda apresentar resultados influenciados por mais de um aspecto simultâneo.

Desta forma, como trabalhos futuros pretende-se aumentar a população de estudo para realizar testes mais específicos, a fim de obter mais indicativos do que melhorar no jogo para aumentar a acessibilidade. Visa-se acrescentar outras diretrizes sugeridas por [5, 16] que se apresentaram ausentes no FPS desenvolvido e aprimorar os elementos que se mostraram insatisfatórios. Os estímulos de personagem e textura serão aplicados de forma padronizada para evitar possíveis erros. Já para a troca de HUD sugere-se a aplicação de estímulos dos elementos específicos da interface como forma de monitorar a EDA para melhor avaliação de impacto na interação do jogador. Além disso, serão realizadas análises quantitativas dos dados obtidos pelo *Q Sensor*, visando confirmar através de análises estatísticas quais variáveis mais alteraram a EDA dos jogadores surdos.

REFERÊNCIAS

- [1] Affective Inc. Affective, 2017. Disponível em: <http://www.affdex.com/company/about/>. Acesso em: 30 de Junho. 2017.
- [2] R. P. d. Araujo. Imersão e heads-up displays (huds) em videogames. Master's thesis, Universidade Federal de Brasília, 2015.
- [3] J. H. Brockmyer, C. M. Fox, K. A. Curtiss, E. McBroom, K. M. Burkhart, and J. N. Pidruzny. The development of the game engagement questionnaire: A measure of engagement in video game-playing. *Journal of Experimental Social Psychology*, 45(4):624 – 634, 2009.
- [4] F. Coutinho. Revisitando a acessibilidade de jogos para jogadores surdos ou com deficiência auditiva. Master's thesis, Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.
- [5] F. Coutinho, R. O. Prates, and L. Chaimowicz. An analysis of information conveyed through audio in an fps game and its impact on deaf players experience. In *Games and Digital Entertainment (SBGAMES), 2011 Brazilian Symposium on*, pages 53–62, Nov 2011.
- [6] E. Fagerholt and M. Lorentzon. Beyond the hud user interfaces for increased player immersion in fps games. Master's thesis, Chalmers University of Technology, 2009.
- [7] F. O. C. (Fiocruz). Deficiência auditiva, 2017. Disponível em <http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/infantil/deficiencia-auditiva.htm>. Acesso em: 29 Junho. 2017.
- [8] GEDIGames. Mapeamento da indústria brasileira e global de jogos digitais. Technical report, BNDES, 2014.
- [9] E. Hudlicka. Affective computing for game design. In *Proceedings of the 4th International North American Conference on Intelligent Games and Simulation (GAMEON-NA)*, page 5, 2008.
- [10] J. A. Jacko. *Human Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies and Emerging Applications*. CRC Press, third edition, 2012.
- [11] R. R. d. Mota. *Jogo Digital: Aspectos Psicofisiológicos no Processo de Imersão*. PhD thesis, Universidade Federal de Minas Gerais, 2015.
- [12] R. R. d. Mota and F. C. d. C. Marinho. Jogo digital: aspectos psicofisiológicos no processo de imersão. *SBC – Proceedings of SBGames 2014*, nov 2014.
- [13] M. A. S. N. Nunes. Computação afetiva personalizando interfaces, interações e recomendações de produtos, serviços e pessoas em ambientes computacionais. In *Projetos e Pesquisas em Ciência da Computação no DCOMP/PROCC/UFS*, 2012.
- [14] A. Rollings and E. Adams. *Andrew Rollings and Ernest Adams On Game Design*. New Riders Games, 2003.
- [15] J. Torrente, Ángel del Blanco, P. Moreno-Ger, I. Martínez-Ortiz, and B. Fernández-Manjón. *Fun for All: Translation and Accessibility Practices in Video Games*, chapter Accessible Games and Education: Accessibility Experiences with eAdventure. Peter Lang AG, Internationaler Verlag der Wissenschaften, first edition, 2014. pp. 67-90.
- [16] A. L. K. Waki, G. dos Santos Fujiyoshi, and L. D. A. Almeida. Consolidação de recomendações sobre jogos acessíveis aos surdos. In *Proceedings of the 13th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, pages 361–364, 2014.