

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS COMPUTACIONAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO  
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

Dissertação de Mestrado

## **USABILIDADE E EMOÇÕES: UM EXPERIMENTO COM JOGOS DIGITAIS**

Miguel Julio Zinelli da Costa Junior

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Computação da Universidade Federal do Rio Grande, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Computação

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Diana Francisca Adamatti  
Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Raquel de Miranda Barbosa

Rio Grande, 2018

Ficha Catalográfica

C837u Costa Junior, Miguel Julio Zinelli da.  
Usabilidade e emoções: Um experimento com jogos digitais/  
Miguel Julio Zinelli da Costa Junior – 2018.  
60 p.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande –  
FURG, Programa de Pós-graduação em Computação, Rio Grande/RS,  
2018.

Orientadora: Dr<sup>a</sup> Diana Francisca Adamatti.

Coorientadora: Dr<sup>a</sup> Raquel de Miranda Barbosa.

1. Usabilidade. 2. Emoções. 3. Jogos. I. Adamatti, Diana  
Francisca II. Barbosa, Raquel de Miranda III. Título.

CDU 004.738.5

Catálogo na Fonte: Bibliotecário Me. João Paulo Borges da Silveira CRB 10/2130

**Banca examinadora:**

---

Prof. Dr. Cleo Zanella Billa

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jerusa Marchi

---

Prof. Dr. Rodrigo Rocha Gomes e Souza

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos meus pais, Miguel J. Zinelli e Janaina Medeiros pelo amor, carinho, apoio incondicional, pelo suporte e por não medir esforços para me ajudar durante toda a minha vida. Agradeço também à minha avó Sione Medeiros, por sempre me apoiar e incentivar minhas escolhas. Vocês são meu tudo!

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Diana F. Adamatti pela oportunidade de trabalhar com a vossa pessoa, pela proposta de um trabalho com este tema, pela disponibilidade para responder dúvidas em qualquer momento, pela paciência, bom humor, ensinamentos compartilhados, orientações e bolos de mais diversos sabores.

Agradeço também à minha coorientadora, Prof<sup>a</sup> Raquel de Miranda Barbosa pelas ideias, sugestões e revisões que agregaram positivamente e que foram importantes para finalizar este trabalho.

Aos amigos desde a graduação, Alex Becker, Douglas Montanha e Gean Trindade que, assim como eu, optaram por seguir a pós-graduação e compartilham experiências, momentos engraçados e incentivadores durante esta jornada.

Aos amigos de CIEP FC: Cassio Zacarias, Fabricio Manganeli, Thiago Bairros e João Pedro por vários momentos marcantes em Over ou em campeonatos *online*.

Aos novos colegas e amigos frequentes ao Laboratório de Modelagem e Simulação Social e Ambiental (LAMSA): Vinícius, Caroline, Angélica, Bianca, Vágner, Douglas, Carlos, Rafael e Brendon, vocês tornaram esta jornada mais divertida e agradável.

Ao colega de mestrado Bruno Rodrigues, que com muito trabalho e persistência resultaram em publicações com temas divertidos e interessantes.

À Prof<sup>o</sup> Cristina Meinhardt pela condução da disciplina de arquitetura de computadores e publicação de um artigo, resultado desta disciplina em uma nova área de estudos.

À todos os voluntários que participaram das sessões de jogos desta pesquisa.

À todos os professores e colegas que estiveram presentes nesta jornada.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

*You're waiting for someone to perform with  
And don't you know that is just you?  
Hey, Jude, you'll do!  
The movement you need is on your shoulder*  
— THE BEATLES

## RESUMO

COSTA JUNIOR, Miguel Julio Zinelli da. **USABILIDADE E EMOÇÕES: UM EXPERIMENTO COM JOGOS DIGITAIS**. 2018. 60 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Computação. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.

O número de entusiastas por jogos digitais cresce de maneira significativa nos últimos anos, seja para fins de lazer, divertimento ou aprendizado de conteúdos. Assim como o aumento no número de jogadores, o investimento por parte da indústria neste mercado também ganha notoriedade, investido em centros de desenvolvimento e em equipes com profissionais a fim de obter sucesso nos seus produtos. Todavia, este sucesso está atrelado a questões importantes dentro de um jogo digital: a narrativa, a temática, o nível de dificuldade, questões gráficas e sonoras, além da usabilidade do jogo. A problemática que se apresenta é resumida em uma pergunta: Existe relação entre a usabilidade de jogos e as emoções dos jogadores? Esta dissertação tem como objetivo principal investigar esta problemática apresentando um estudo sobre a influência da usabilidade nas emoções dos jogadores. Para tal, são propostas e desenvolvidas duas versões de um jogo digital. De forma a validar essa proposta, são coletados dados fisiológicos e opinião e avaliação dos jogadores sobre a interface dos jogos. Para isto, são utilizados sensores ligados ao Arduino, o protocolo Javino, a linguagem Java e heurísticas de usabilidade definidas por Nielsen. Após uma análise das informações obtidas, relacionando dados fisiológicos com a avaliação de usabilidade e experiência do jogo, é possível responder a questão de pesquisa: existe relação entre a usabilidade dos jogos e as emoções, sejam positivas ou negativas, sentidas pelos jogadores ao interagir com um determinado jogo. Espera-se que esta dissertação contribua para o desenvolvimento de jogos digitais, focando na importância da usabilidade.

**Palavras-chave:** Usabilidade, Emoções, Jogos.

## **ABSTRACT**

COSTA JUNIOR, Miguel Julio Zinelli da. **USABILITY AND EMOTIONS: AN EXPERIMENT WITH DIGITAL GAMES**. 2018. 60 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Computação. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.

The enthusiasts of digital games have grown significantly in last years, whether for leisure, entertainment or content learning. As well as the increase in the number of players, industry investment in this market is also gaining notoriety, invested in development centers and teams with professionals in order to succeed in their products. However, this success is linked to important issues within a digital game: narrative, thematic, level of difficulty, graphic and sound issues, and the usability of the game. The problem that is presented is summarized in a question: Is there a relationship between the usability of games and the emotions of the players? This dissertation aims to investigate this problem by presenting a study on the influence of usability on the players' emotions. For that, two versions of a digital game are proposed and developed. In order to validate this proposal, we collect physiological data and opinion and evaluation of the players on the interface of the games. For this, we use sensors connected to the Arduino, Javino protocol, Java language and usability heuristics defined by Nielsen. After analyzing the information obtained, relating physiological data to the usability and game experience evaluation, it is possible to answer the research question: is there a relationship between the usability of the games and the emotions, whether positive or negative, felt by the players when interacting with a certain game? We hope that this dissertation will contribute to the development of digital games, focusing on the importance of usability.

**Keywords:** Usability, Emotions, Games.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Relação entre metas de usabilidade e experiência do usuário ROGERS; SHARP; PREECE (2011). . . . .	16
Figura 2	Características e sub-características de qualidade de produto (ISO, 2011). . . . .	17
Figura 3	Estrutura do Modelo OCC ORTONY; CLORE; COLLINS (1988). . .	20
Figura 4	Exemplos do gêneros de jogos citados por Rabin (2012). . . . .	22
Figura 5	Metodologia executada no experimento. . . . .	28
Figura 6	Sensores do Arduino, . . . . .	29
Figura 7	Ilustração das conexões do Arduino com a <i>protoboard</i> . . . . .	30
Figura 8	Dados brutos obtidos do Arduino, . . . . .	31
Figura 9	Trecho de código dos sensores no Arduino. . . . .	32
Figura 10	Estrutura da comunicação entre o Arduino e o java. . . . .	32
Figura 11	Trecho de código da linguagem Java para envio de mensagem. . . . .	33
Figura 12	<i>Interface</i> gráfica do jogo com alta usabilidade. . . . .	34
Figura 13	<i>Interface</i> gráfica do jogo com baixa usabilidade. . . . .	35
Figura 14	<i>Feedback</i> para o jogo com alta usabilidade. . . . .	36
Figura 15	Comparação entre o ícone de som dos dois jogos. . . . .	36
Figura 16	Ajuda do jogo com AU. . . . .	36
Figura 17	Ajuda do jogo com BU. . . . .	37
Figura 18	Comparação entre a ajuda e os controles dos jogos. . . . .	39
Figura 19	Comparação entre os botões iniciais dos jogos. . . . .	40
Figura 20	Confirmação de saída do jogo com AU. . . . .	40
Figura 21	Comparação entre os menus dos jogos. . . . .	41
Figura 22	Configuração dos grupos para a aplicação do experimento. . . . .	44
Figura 23	Valores do sensor do BPM dos jogadores. . . . .	46
Figura 24	Valores do sensor de suor dos jogadores. . . . .	47
Figura 25	Valores do sensor da temperatura dos jogadores. . . . .	48



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Resumo dos trabalhos relacionados. . . . .	27
Tabela 2	Lista de portas utilizadas pelos sensores. . . . .	30
Tabela 3	Resumo das heurísticas e como são aplicadas nos jogos. . . . .	38
Tabela 4	Informações do perfil de cada jogador. . . . .	45
Tabela 5	Tempo de jogo (minutos/segundos) para cada jogador. . . . .	45
Tabela 6	Avaliação das questões de usabilidade - Grupo 1 . . . . .	50
Tabela 7	Avaliação de questões de usabilidade - Grupo 2 . . . . .	52
Tabela 8	Emoções dos jogadores ao final de cada jogo. . . . .	53

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AU Alta Usabilidade

BU Baixa Usabilidade

BPM Batimentos por Minuto

IHC Interação Humano-Computador

ISO *International Organization for Standardization*

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	12
1.1	Objetivos	13
1.2	Estrutura do Texto	14
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	15
2.1	Usabilidade	15
2.1.1	Heurísticas e Princípios de Usabilidade	17
2.2	Emoções	18
2.2.1	Modelo OCC	19
2.3	Jogos	20
2.3.1	Jogos Digitais	21
2.3.2	Usabilidade em Jogos	22
2.4	Trabalhos Relacionados	23
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	28
3.1	Coleta	28
3.1.1	Arduino	28
3.1.2	Java	31
3.1.3	Jogos Desenvolvidos	33
3.2	Informações Coletadas	39
3.2.1	Questionário	39
3.2.2	Banco de Dados de Sinais Fisiológicos	43
3.3	Análise	43
<b>4</b>	<b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	44
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS</b>	55
	<b>REFERÊNCIAS</b>	57
	<b>APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO</b>	60

# 1 INTRODUÇÃO

“O ato de jogar faz parte do cotidiano do ser humano” (TAROUCO et al., 2004). Através da imersão em um cenário lúdico, a mente alcança um estado de transe ou relaxamento (SANTOS PETRY, 2011). MORAIS (2014) relata que a humanidade joga mais de 3 bilhões de horas por semana. Alguns aspectos no desenvolvimento de jogos vêm crescendo nos últimos anos, como o número cada vez maior de desenvolvedores e empresas que investem neste mercado, e na criação de esportes digitais, em que os jogadores seguem uma carreira nesse paradigma.

Segundo ABREU CYBIS; BETIOL; FAUST (2007), usabilidade é qualidade de uso de um sistema interativo. Essa definição remete ao pensamento de que a usabilidade tem um elevado impacto em produtos de software, podendo também influenciar no sucesso ou insucesso de jogos digitais. De acordo com FEDEROFF (2002) a usabilidade de um jogo é definida como o grau em que um jogador pode aprender a jogar e entender o sistema. Neste caso, a usabilidade é relacionada com a capacidade do usuário conseguir jogar, compreender e utilizar todos os recursos disponíveis.

Jogos digitais devem oferecer um ambiente de imersão para o jogador, proporcionar experiências positivas e agradáveis no ato de jogar, sejam pela inovação ou por melhorias técnicas como narrativas mais elaboradas ou melhoria dos efeitos gráficos e sonoros de um jogo. Essas inovações estão associadas para oferecer a melhor experiência possível no ato de jogar, para que o jogador jogue tanto quanto deseja.

Saber como interagir com a *interface* de um jogo, essencialmente deve ser uma tarefa fácil, pois se a usabilidade de um jogo (que é diretamente relacionada com a *interface*) é prejudicada, pode resultar em uma série de fatores emocionais, pessoais e fisiológicos que são consequência dessa dificuldade e contribuem para o insucesso de um jogo.

Emoções são consequências de reações fisiológicas naturais dos indivíduos, com um forte caráter subjetivo e grande impacto na tomada de ações e decisões (GRATCH; MARSELLA, 2001). Há oportunidade em provocá-las em ambientes computacionais, utilizando jogos, a fim de verificar como emoções estão ligadas com fatores computacionais.

## 1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é investigar se a usabilidade em jogos digitais influencia as emoções dos jogadores, apresentada como questão da pesquisa. Para atingir este objetivo, são desenvolvidas duas versões de um jogo: uma versão com alta e outra versão com baixa usabilidade. A finalidade do desenvolvimento de duas versões de um jogo é verificar as hipóteses da pesquisa.

Desta forma, tem-se:

- **Questão de pesquisa:**

- A usabilidade em jogos digitais influencia nas emoções dos jogadores?

- **Hipóteses:**

- Ao jogar um jogo com duas versões, na ordem de alta e baixa usabilidade, o jogador sentirá **emoções negativas** e considerará o jogo com baixa usabilidade pior.
- Ao jogar um jogo com duas versões, na ordem de baixa e alta usabilidade, o jogador sentirá **emoções mais positivas** e considerará o jogo com alta usabilidade melhor.

Para a investigação das hipóteses, são coletados sinais fisiológicos: batimentos por minuto (BPM), temperatura corporal e suor (OHM), além da opinião dos jogadores sobre as *interfaces* dos jogos apresentados. As ferramentas utilizadas nesta pesquisa e que apoiam a investigação são: sensores do Arduino, linguagem Java para desenvolvimento dos jogos e Javino - um protocolo de comunicação entre o Arduino e o Java. Estes categorizam os componentes computacionais deste trabalho. Além disso, é feita uma análise quantitativa com os dados obtidos dos sensores do Arduino e uma análise qualitativa com as respostas dos questionários propostos aos jogadores.

De forma a atingir o objetivo principal deste trabalho, os demais objetivos específicos precisam ser alcançados:

- Compreender conceitos de usabilidade.
- Integrar os componentes: Arduino, Java, Javino e os Jogos.
- Realizar testes com dois grupos de jogadores, com duas versões de um jogo.
- Analisar os resultados obtidos.

## **1.2 Estrutura do Texto**

O presente trabalho está organizado em cinco capítulos. No capítulo 2 é apresentado o referencial teórico que relata os conceitos importantes para entendimento do tema e os trabalhos relacionados. O capítulo 3 consiste em apresentar a metodologia executada na investigação das hipóteses deste trabalho. No capítulo 4 são apresentados e analisados os resultados obtidos no experimento e, finalmente o capítulo 5 expõe as conclusões e trabalhos futuros.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico de um trabalho consiste em explicar, apresentar, esclarecer conceitos básicos para o entendimento do tema. Neste capítulo, portanto, é apresentado o referencial sobre as três grandes áreas envolvidas no desenvolvimento deste trabalho: Usabilidade, Emoções e Jogos.

### 2.1 Usabilidade

AMSTEL (2005) define a usabilidade como um sinônimo para facilidade no uso. Se um produto é fácil de usar, o usuário tem maior produtividade, conseqüentemente aprende mais rápido, memoriza as operações e comete menos erros.

Segundo NIELSEN (2012), a usabilidade é um atributo de qualidade no contexto computacional que avalia a facilidade do uso de uma determinada *interface*, sendo um conceito importante na área da Interação Humano-Computador (IHC). Nielsen (NIELSEN, 1994) relaciona a usabilidade com cinco componentes de qualidade:

- Facilidade de aprendizado: refere-se à facilidade para os usuários realizarem tarefas básicas na primeira vez que utilizarem o sistema.
- Eficiência no uso: uma vez que os usuários aprendem a utilizar o sistema, refere-se à rapidez com que podem realizar as tarefas.
- Facilidade de memorização: quão facilmente os usuários podem restabelecer as atividades após certo período sem utilizar o sistema.
- Prevenção de erros: refere-se a quantidade de erros que podem ocorrer enquanto usuários utilizam o sistema, qual a gravidade e como se pode recuperar de maneira fácil desses erros.
- Satisfação do usuário: o usuário deve se sentir satisfeito utilizando o sistema.

ROGERS; SHARP; PREECE (2011) definem usabilidade como um fator fundamental para assegurar que sistemas interativos atendam seus objetivos principais, isto é, que sejam tão fáceis de usar, eficientes no uso e agradáveis da perspectiva do usuário.

Todavia, existem algumas preocupações relacionadas à usabilidade de um sistema interativo. ROGERS; SHARP; PREECE (2011) as denominam como metas de usabilidade e metas decorrentes da experiência do usuário. Tais metas se diferenciam no modo que são operacionalizadas, ou seja, como e por qual meio são atingidas. Metas decorrentes das experiências dos usuários diferem das metas de usabilidade - que são mais objetivas.

Metas de usabilidade estão relacionadas a critérios específicos na usabilidade um sistema, como a eficiência. Por conseguinte, as metas decorrentes das experiências do usuário preocupam-se com a qualidade de tais experiências, se a *interface* do sistema é esteticamente agradável, por exemplo.

A seguir, são apresentados aspectos relacionados à experiência dos usuários de acordo com as interfaces do sistemas: ser satisfatório (*satisfying*), ser agradável (*enjoyable*), ser divertido (*fun*), ser interessante (*entertaining*), ser útil (*helpful*), ser motivador (*motivating*), ser esteticamente apreciável (*esthetically pleasing*), ser incentivador de criatividade (*supportive of creativity*), ser compensador (*rewarding*) e ser emocionalmente adequado (*emotionally fulfilling*).

A Figura 1 ilustra a relação apresentada por ROGERS; SHARP; PREECE (2011) que associa metas de usabilidade (*usability goals*) cercadas por metas de experiências dos usuários (*User Experience Goals*).

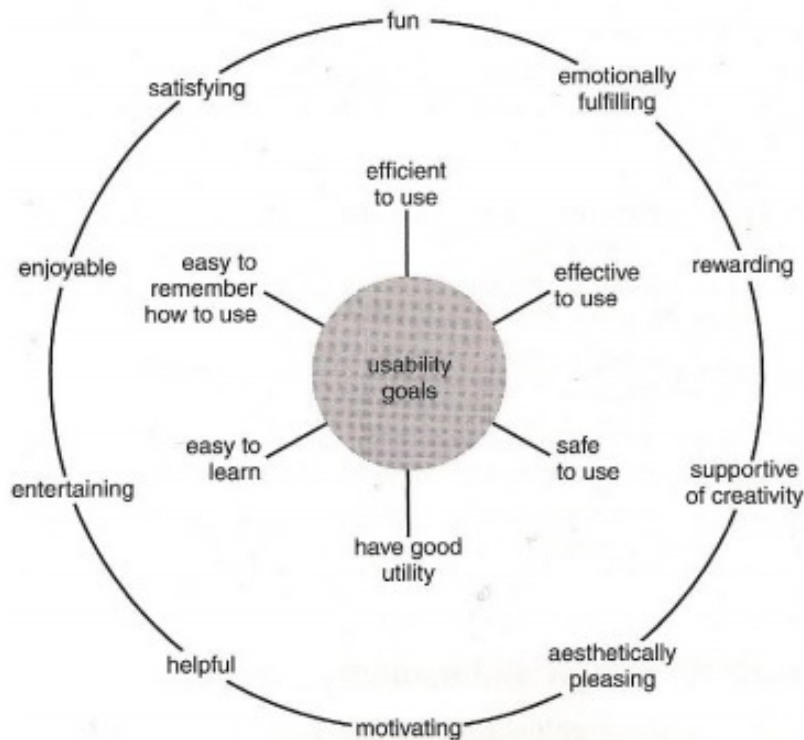


Figura 1: Relação entre metas de usabilidade e experiência do usuário ROGERS; SHARP; PREECE (2011).

A usabilidade é uma importante característica relacionada à qualidade do software.



A *International Organization for Standardization* (ISO) 9241-11 define características e sub-características utilizadas para avaliar a qualidade de um software, ilustrada na Figura 2.

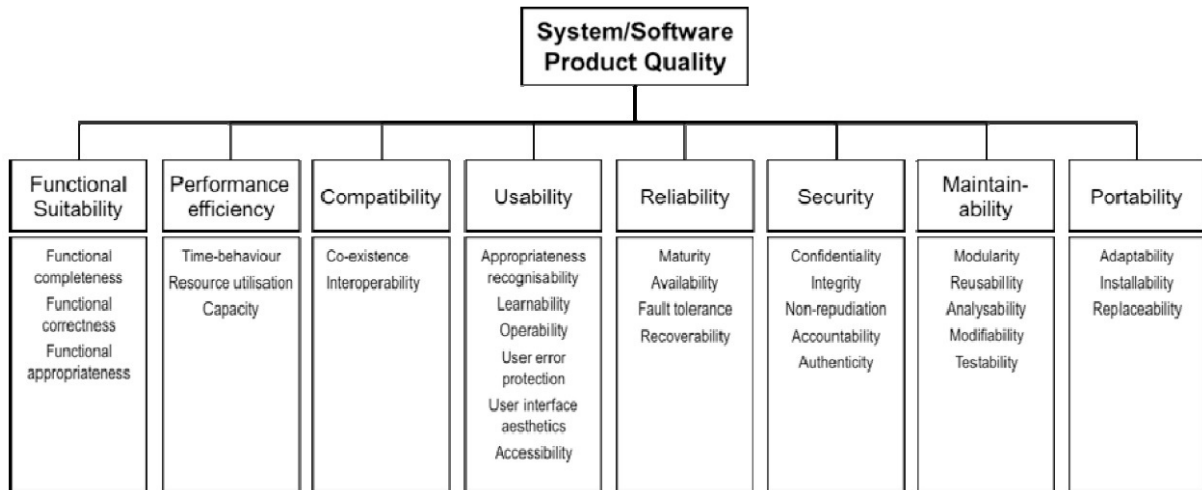


Figura 2: Características e sub-características de qualidade de produto (ISO, 2011).

“O modelo de qualidade do produto categoriza sistema/software e propriedades de qualidade do produto em oito características: adequação funcional, eficiência de desempenho, compatibilidade, usabilidade, confiabilidade, segurança, facilidade de manutenção e portabilidade. Cada característica é composta por um conjunto de sub-características relacionadas.” (ISO, 2011)

Por conseguinte, observa-se que a usabilidade tem uma forte relação com a *interface*, podendo contribuir de maneira positiva ou negativa no uso do sistema computacional.

“Uma interface difícil de ser utilizada, na melhor das hipóteses, resultará em alto nível de erro por parte dos usuários. Se as informações forem apresentadas de maneira confusa ou enganosa, os usuários poderão confundir-se com os significados das informações. Iniciando uma sequência de ações que venham a corromper os dados ou mesmo a causar falhas catastróficas no sistema.” (SOMMERVILLE et al., 2003)

### 2.1.1 Heurísticas e Princípios de Usabilidade

Jacob Nielsen é considerado o maior pesquisador da área de IHC, desenvolvendo inúmeras contribuições para a área, criador do movimento engenharia de usabilidade com desconto, destinado a melhorias rápidas e baratas nas interfaces com o usuário e criador de vários métodos para avaliar a usabilidade, entre eles a avaliação heurística.

NIELSEN (1994) propôs dez princípios gerais para *design* de interação mais conhecidos como heurísticas, pois são regras amplas e não diretrizes específicas. A seguir, as heurísticas são definidas e detalhadas:

1. **Visibilidade do *status* do sistema:** O sistema deve fornecer *feedback* e manter o usuário sempre informado sobre o que está acontecendo.
2. **Compatibilidade do sistema com o mundo real:** O sistema deve apresentar uma linguagem ou termos que sejam orientados à familiaridade do usuário.
3. **Controle do usuário e liberdade:** O sistema deve fornecer maneiras que os usuários possam sair facilmente de lugares inesperados, por meio de saídas de emergência.
4. **Consistência e Padrões:** O sistema deve manter a consistência e padrão visual para texto, cor, desenho de elementos, sons, entre outros.
5. **Prevenção de erros:** O sistema deve, onde possível, impedir a ocorrência de erros.
6. **Reconhecimento em vez de memorização:** O sistema deve tornar caminhos, objetos, ações e opções disponíveis para o usuário.
7. **Flexibilidade e eficiência no uso:** O sistema deve ser eficiente para atender ambos os usuários, inexperientes e experientes a executar uma tarefa.
8. **Estética e *design* minimalista:** O sistema deve evitar o uso de informações desnecessárias que possam atrapalhar o usuário.
9. **Ajuda aos usuários para reconhecer, diagnosticar e recuperar-se de erros:** O sistema deve utilizar uma linguagem simples para descrever um problema e resolvê-lo.
10. **Ajuda e documentação:** O sistema deve fornecer informações de ajuda que possam ser facilmente encontradas pelo usuário.

Assim sendo, percebe-se a importância da usabilidade e sua contribuição para o desenvolvimento de *interfaces* mais próximas aos usuários e por meio disso permitir que as barreiras entre *softwares* e usuários diminuam gradativamente até não mais existir.

Vale ressaltar que existem inúmeras ferramentas que podem ser utilizadas para garantir ou promover a usabilidade e ergonomia em sistemas, como os critérios ergonômicos de SCAPIN; BASTIEN (1997). Todavia, a escolha por utilizar as heurísticas propostas por NIELSEN (1994) explica-se pela praticidade e facilidade de aplicação, além da ampla difusão e conhecimento geral.

## 2.2 Emoções

As emoções têm um grande impacto na tomada de decisões, ações, memória e atenção dos indivíduos. Emoções são experiências subjetivas e fortemente associadas a temperamento, personalidade e motivação dos indivíduos (GRATCH; MARSELLA, 2001).

JAMES (1884) propôs uma teoria em que um indivíduo, ao receber um estímulo que o afeta, sofre alterações fisiológicas perturbadoras, como palpitações, falta de ar ou angústia. Portanto, definiu uma emoção como a consequência e não a causa das reações fisiológicas associadas a elas. Portanto, um indivíduo sofre um estímulo vindo do ambiente, que ocasiona uma reação fisiológica e acaba gerando uma emoção.

A emoção é uma experiência subjetiva que envolve a pessoa toda, a mente e o corpo. É uma reação complexa desencadeada por um estímulo ou pensamento e envolve reações orgânicas e sensações pessoais. É uma resposta que envolve diferentes componentes, nomeadamente uma reação observável, uma excitação fisiológica, uma interpretação cognitiva e uma experiência subjetiva (PINTO, 2001).

Para GRATCH; MARSELLA (2001), emoções são as regras centrais na vida dos seres humanos. O estado emocional tem grande impacto na tomada de decisões, ação, memória, atenção, entre outros.

Existe um grande interesse em simulá-las em ambientes computacionais, para que cenários do cotidiano possam ser estudados em ambientes controlados. Porém, emoções envolvem uma série de complexos fatores sociais e fisiológicos que devem ser observados no estudo desse tema.

### 2.2.1 Modelo OCC

Um dos modelos mais utilizados para trabalhar com emoções computacionalmente é o Modelo OCC. ORTONY; CLORE; COLLINS (1988) propuseram um modelo capaz de identificar emoções a partir de estímulos gerados em um ambiente arbitrário, dentro de um conjunto definido de emoções.

Esse modelo é baseado no princípio da diferenciação entre reações de valências positivas e negativas. Existem três aspectos que estimulam as emoções: eventos, agentes e objetos. Os eventos são importantes em suas consequências, pois geram emoções; os agentes por que são analisadas as ações; os objetos em que são analisados seus aspectos e propriedades.

Vale ressaltar que toda emoção gerada no modelo é uma reação a um ou mais aspectos do ambiente. Em indivíduos distintos, um estímulo pode ativar diferentes emoções. Essa divergência ocorre a partir da atribuição de um valor, seja ele positivo ou negativo, como reação do indivíduo para uma determinada instância. A estrutura do Modelo OCC é ilustrada na Figura 3.

Na parte inferior deste modelo, dentro de retângulos, são apresentadas as 22 emoções com a nomenclatura em inglês: *Happy-for, Resentment, Gloating, Pity, Hope, Fear, Joy, Distress, Satisfaction, Disappointment, Fears-confirmed, Relief, Pride, Shame, Admiration, Reproach, Love, Hate Gratification, Remorse, Gratitude e Anger*.

A estrutura do modelo é apresentada em três grupos importantes, onde cada grupo

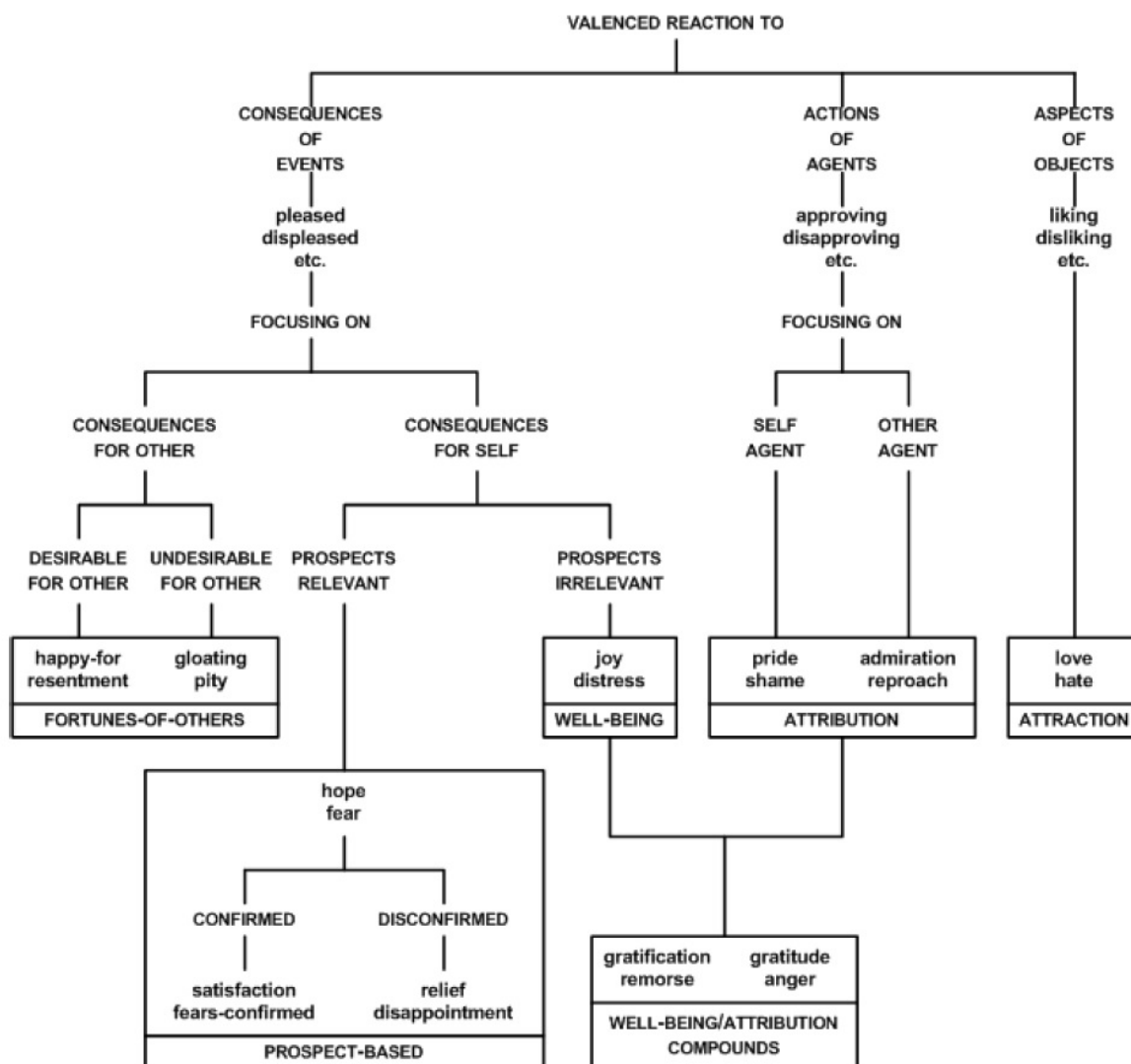


Figura 3: Estrutura do Modelo OCC ORTONY; CLORE; COLLINS (1988).

corresponde a um tipo de estímulo gerado pelo ambiente. A ramificação localizada mais à esquerda na figura refere-se ao desenvolvimento de emoções geradas em consequências de **eventos**; enquanto a ramificação central é representada pelas emoções geradas por **ações**; já a ramificação mais à direita refere-se às emoções produzidas a partir de **objetos**. A estrutura do modelo proporciona uma descrição lógica para geração de emoções e dispensa uma sequência temporal.

## 2.3 Jogos

"O ato de jogar faz parte do cotidiano do ser humano"(TAROUCO et al., 2004). O termo jogo é um derivado do latim e tem seu significado definido como gracejo, brincadeira e divertimento. Segundo SCHELL (2010), jogo é algo que você joga. No entanto, jogos são mais complexos que brinquedos e envolvem um tipo diferente de brincadeira

(SCHELL, 2010), tanto que brinquedo é algo que se brinca e jogo é algo que se joga.

"Jogos são um exercício de sistema de controle voluntário, em que há uma competição entre forças, limitadas por regras para produzir um desequilíbrio"(AVEDON; SUTTON-SMITH, 1971). Com esta afirmação, os autores contribuem com quatro características importantes em jogos:

1. **Controle voluntário:** o controle voluntário, semelhante ao ato de brincar, também com envolvimento voluntário.
2. **Competição:** uma competição entre forças, onde dois ou mais jogadores se enfrentam.
3. **Regras:** jogos são limitados por regras que são aspectos definidores de jogos, algo inexistente em brinquedos.
4. **Desequilíbrio:** jogos produzem um desequilíbrio. Em decorrência de uma competição, em que em algum momento do jogo as coisas eram equilibradas e então alguém venceu.

Portanto, jogos podem ser atividades simples ou complexas, mas organizadas com características que os tornam específicos, como competição entre forças, elaboração e respeito a regras e vitória ou derrota dos jogadores. Geralmente criados a fim de atender uma alguma necessidade ou apenas reforçar o lazer e divertimento dos jogadores.

### 2.3.1 Jogos Digitais

O número de pessoas que fazem uso de jogos digitais, seja para fins de lazer, divertimento ou até mesmo fuga da realidade cresceu de maneira significativa nos últimos anos. Segundo MORAIS (2014), a humanidade joga mais de 3 bilhões de horas por semana, reforçando a informação de que a interação com jogos digitais é cada vez maior nos últimos anos.

*Tennis for Two* surgiu em 1958 (HIGINBOTHAM, 1958) e é considerado o primeiro videogame, desenvolvido por William Higinbortham e apesar de não alcançar o o público a quem foi destinado, é considerado o pioneiro de jogos digitais. Somente em 1962 surgiu o *SpaceWar* (RUSSELL; GRAETZ; WITAENEM, 1962), e este desencadeou a tecnologia e o desenvolvimento de jogos no cenário mundial.

RABIN (2012) em seu livro, apresenta alguns gêneros de jogos mais conhecidos e relevantes: jogos de aventura, ação, plataforma, luta, esportes, corrida, estratégia, tiro, entre outros. Na Figura 4, são apresentados alguns jogos de acordo com os principais gêneros citados por RABIN (2012): Call of Duty<sup>1</sup>, New Super Mário Bros<sup>2</sup>, Mortal Kombat 10<sup>3</sup>,

<sup>1</sup><https://www.callofduty.com/pt/>

<sup>2</sup><https://www.nintendo.pt/Jogos/Wii/New-Super-Mario-Bros-Wii-282376.html>

<sup>3</sup><http://www.mortalkombat.com/>

FIFA<sup>4</sup>, Need for Speed<sup>5</sup> e Civilization<sup>6</sup>.

Todavia, existem novos gêneros de jogos que funcionam como subdivisões dos mais conhecidos, por exemplo *Run and Gun*, que consiste em jogos de plataforma cuja ênfase está em correr e atirar, influência de jogos *shoot 'em up*. Um jogo *shoot 'em up* é um subgênero de jogo no estilo atirador, em que o jogador controla um personagem e tem como objetivo atirar nos elementos gráficos que vão surgindo dentro do jogo. Este gênero é muito popular e foi originado na década de 80, principalmente em *arcades* e um exemplo famoso desse gênero é o *Space Invaders*<sup>7</sup>.



Figura 4: Exemplos do gêneros de jogos citados por Rabin (2012).

### 2.3.2 Usabilidade em Jogos

Jogos digitais precisam associar fatores como uma alta imersão, despertar o interesse e prazer em jogar, além de apresentar obstáculos e desafios para o jogador. De acordo com KIERAS (2006), um jogo não será divertido a menos que possua algum tipo de desafio envolvido, algo difícil de aprender e solucionar. Ao contrário da experiência esperada em um software de trabalho, o jogador não busca que o jogo seja fácil: o jogador busca a

<sup>4</sup><http://www.ea.com/>

<sup>5</sup><http://www.needforspeed.com/>

<sup>6</sup><https://www.civilization.com/>

<sup>7</sup>Link para site do Space Invaders: <http://www.space-invaders.com/home/>

emoção de completar seus objetivos.

Entretanto, TAROUCO et al. (2004) retratam sua visão sobre usabilidade em jogos, além de apresentar algumas características fundamentais para uma boa imersão do jogador:

“O conceito de usabilidade em jogos define que as metas de interação sejam facilmente cumpridas. O jogo precisa ser desafiador, instigante e criativo para que a experiência de jogar seja satisfatória. O objetivo agora é de oferecer entretenimento e a medida certa de desafios em um ambiente de imersão. Muitas vezes são os desafios propostos no ritmo certo que fazem com que valha a pena jogar.” (TAROUCO et al., 2004)

CYBIS; BETIOL; FAUST (2010) relatam que em jogos, por outro lado, não há diversão sem ao menos alguma dificuldade. Aquilo que o usuário está tentando atingir deve envolver algum aspecto difícil de aprender, de descobrir ou de executar. Os usuários estão buscando a emoção de alcançar uma meta.

Levando em consideração essas afirmativas, busca-se fazer um equilíbrio na relação entre a usabilidade e o nível de dificuldade de um determinado jogo. Metas e desafios devem ser cumpridos pelo usuário, desde que sejam desafiadoras e instigantes. Porém, não devem apresentar um nível de dificuldade fácil em que o jogador sinta-se subestimado em suas habilidades, ou um nível de dificuldade demasiado difícil em que o jogador não sinta a imersão necessária na experiência de jogar.

Além disso, um aspecto fundamental dentro de um contexto jogável é o estudo da usabilidade em um jogo, para que sua interface seja de fácil utilização e intuitiva para o usuário.

“Jogos modernos são programas extensos e complexos, com infindáveis quantidades de menus, informações e formas do usuário interagir com eles. Estudos de usabilidade são importantes para tornar fácil e intuitiva esta relação de jogar tanto quanto possível, para que a interface seja intuitiva e não “atrapalhe” a experiência de jogo” (LAITINEN, 2006).

A fim de tornar os jogos digitais mais intuitivos e aprimorar a experiência de jogar, identifica-se a oportunidade de realizar estudos sobre diversos tipos de *interfaces* em jogos, analisando aspectos de usabilidade como a eficiência, eficácia, facilidade no uso e a opinião do jogador sobre um determinado jogo.

## 2.4 Trabalhos Relacionados

Nesta Seção são apresentados trabalhos relacionados às áreas de pesquisa citadas no referencial deste trabalho. Nos próximos parágrafos são detalhados os objetivos das pesquisas, assim como as técnicas utilizadas pelos autores.

CHOWANDA et al. (2016) apresentam um novo modelo computacional de emoções, personalidades e relações sociais testado e implementado na franquia *The Elder Scrolls: Skyrim*<sup>8</sup>. Os autores argumentam que NPCs (*Non-Player Character*) com capacidades emocionais propõem uma nova experiência no ato de jogar.

Para isso, aplicou-se o *framework* ERSA no kit de criação de personagens de *Skyrim*. Foi criada uma missão simples e dois NPCs únicos para interação. Quando o *framework* é utilizado, os jogadores apresentam mudanças significativas com os dois NPCs em comparação à pesquisa original.

Resultados deste trabalho indicaram que o modelo fornece uma nova experiência ao jogar. Em particular, os jogadores relataram um maior envolvimento emocional dos NPCs que pareciam estabelecer relacionamentos. O modelo implementado resulta em mudanças no desenvolvimento e na imersão do jogo.

MARTINEZ; ZEELENBERG; RIJSMAN (2011) relatam em seu trabalho que pesquisas anteriores sobre o papel das emoções negativas em jogos de barganha social têm se concentrado principalmente em emoções sociais, como raiva e culpa. Neste artigo, os autores fornecem uma maneira para testar as diferenças comportamentais entre dois protótipos de decisões relacionadas com emoções negativas, lamentação, arrependimento e decepção em jogos de dilemas sociais.

Três experimentos foram realizados com dois procedimentos diferentes para indução de emoções (recordação autobiográfica e cenários imaginados) em dois jogos diferentes, aplicado em um grupo de jogadores motivados. Os resultados desse trabalho revelaram que a emoção de arrependimento aumentou o comportamento pró-social dos indivíduos, enquanto o desapontamento diminuiu este comportamento. Em suma, os autores explicam que os resultados obtidos estendem as conclusões anteriores sobre diferenças entre arrependimento e desapontamento para situações sociais interdependentes.

MILER; LANDOWSKA (2016), abordam jogos educativos eficazes com o objetivo de investigar como aspectos cognitivos, comportamentais e emocionais dos jogos influenciam na sua eficácia educativa. Para isso, foi realizada uma experiência baseada na observação dos usuários juntamente com uma análise de afetos, realizada para um jogo de gerenciamento de projetos - GraPM. Analisou-se a compreensão dos jogadores sobre o jogo, questões de mecânica e lógica, o engajamento e o estado emocional dos jogadores.

Nesse contexto, foram observados os efeitos educacionais alcançados. Neste estudo, os autores levantaram que os principais fatores de eficácia identificados foram: compreensão da mecânica do jogo, engajamento e sensação de controle. Ocasionalmente outras emoções desejadas, mas não eram necessárias para uma efetiva educação, também não estavam relacionados com o conhecimento inicial do jogador.

O estudo fornece evidências preliminares de que a usabilidade e a experiência do usuário afetam a eficácia educacional de um jogo digital. Os resultados obtidos revelaram

---

<sup>8</sup><https://elderscrolls.bethesda.net/skyrim/>



as falhas no *design* do GraPM nos níveis cognitivo e comportamental. Juntamente com a análise do impacto emocional pode ser usado para melhorar o jogo e aumentar a sua eficácia.

COUTO; MARCHI; GELAIN (2017) apresentam um modelo de integração do simulador de emoções WASABI com o *framework* JASON + BDI para instanciar agentes emotivos. O modelo WASABI trabalha com a definição de espaço tridimensional que é chamado de *Pleasure-Arousal-Dominance Space* - Espaço PAD (BECKER-ASANO, 2014). Isto consiste em cada eixo (x, y e z) independentes e bipolares, representando prazer (*pleasure*), ativação (*arousal*) e dominância (*dominance*), respectivamente.

O cenário dos mineiros, disponível no Jason foi utilizado para as simulações. Porém, adicionando um novo comportamento ao agente coletor. Este comportamento baseia-se no recebimento de um estímulo positivo após confirmar a coleta de uma pepita de ouro. Após o agente coletar e receber uma certa quantidade de estímulos positivos, este deve estar em um estado afetivo referente à felicidade. Entretanto, ao atingir esse estado, o agente adquire também o comportamento de ganância. Por conseguinte, no lugar de informar para os demais agentes a localização de uma pepita, o agente mente, de maneira que acaba informando uma localização aleatória para os outros agentes.

Em consequência disso, a pepita de ouro avistada pelo agente tende a ficar reservada apenas para si. No entanto, o agente mentiroso é penalizado quando oferece uma informação falsa e é descoberta pelos outros agentes no ambiente, que deixam de o informar sobre novas pepitas.

Nos resultados, os autores citam que o desempenho dos agentes é resultado de sua personalidade emocional agregada as condições do ambiente para interação dos agentes. Todas as nuances que constituem a personalidade emocional dos agentes estão diretamente associadas ao seu desempenho no ambiente (COUTO; MARCHI; GELAIN, 2017).

SALES; CHAIMOWICZ (2016), apresentam um estudo sobre a aplicabilidade do modelo OCC para representar emoções dentro de jogos digitais. O jogo escolhido para este estudo é o FIFA 16, que consiste em um jogo de futebol disponível para as plataformas atuais, realizando um estudo em como as emoções são interpretadas, se elas são percebidas com características semelhantes para pessoas diferentes.

Para isto, foram utilizadas técnicas qualitativas e quantitativas a fim de obter respostas dos usuários e suas percepções emocionais sobre o que era apresentado. O material apresentado consistiu em várias cenas do jogo FIFA 16 caracterizando questões quantitativas, e estas cenas apresentavam acontecimentos dentro do jogo. A principal tarefa era identificar quais emoções aconteciam e as relacionar com as emoções do modelo OCC. Após essa etapa, era feita uma entrevista e discussão com os usuários, juntamente com um questionário para ser respondido.

Neste questionário, os usuários tinham a tarefa de explicar de forma escrita os fatores da cena que os fizeram escolher cada emoção citada, além de classificar quão forte cada

emoção pareceu no momento em que a cena foi apresentada, utilizando uma escala de *none, weak, regular, strong, very strong*. Os autores concluem que as evidências citadas pelos usuários são associadas à emoções, e percebidas de maneira correta. Também ajudam a justificar o uso das emoções dos jogos, e no contexto do jogo FIFA 16, este processo é feito corretamente.

Esta Seção apresentou trabalhos relacionados ao tema da pesquisa: usabilidade, emoções e jogos. No entanto, não foi encontrado nenhum trabalho que agregasse esses três temas em conjunto da maneira proposta nesta dissertação: coleta de dados fisiológicos dos jogadores, sessão de jogo, avaliação da usabilidade dos jogos e análise destas informações. Percebe-se a ampla oportunidade de pesquisa, investimento e perspectiva de resultados relevantes com essas áreas.

Entretanto, trabalhos relacionados que apresentam conceitos com jogos, e emoções são apresentados. A Tabela 1 apresenta um resumo sobre os trabalhos relacionados selecionados.

Tabela 1: Resumo dos trabalhos relacionados.

Autores	Objetivo	Técnicas
Chohanda et al. (2016)	Demonstrar novo modelo computacional para emoções	Framework ERSA; Criação de NPC's em Skyrim.
Martinez et al. (2011)	Testar diferenças comportamentais com protótipos e decisões de emoções negativas em jogos de dilemas sociais	Indução de emoções; 2 jogos; Jogadores motivados;
Miler; Landowska (2016)	Investigar aspectos cognitivos, comportamentais e emocionais de jogos na eficácia educativa	Observação de usuários;
Marchi et al (2017)	Apresentar um modelo de integração do simulador de emoções WASABI com a plataforma JASON.	WASABI (Espaço Tridimensional de Emoções)  JASON (Arquitetura BDI)  Simulações (Cenário de mineiros e emoções nos agentes)
Saler; Chaimowicz (2016)	Avaliar a aplicabilidade do Modelo OCC para representar emoções em jogos digitais.	Apresentação de cenas do jogo FIFA 16.  Modelo OCC  Questionários
Esta dissertação	Investigar se a usabilidade em jogos digitais influencia nas emoções dos jogadores.	Coleta de sinais fisiológicos (Arduino)  Versões diferentes de jogos (Heurísticas de Usabilidade)  Questionários

### 3 METODOLOGIA

Neste Capítulo é apresentada a metodologia executada para o experimento proposto, além da integração entre os componentes, conforme ilustrado na Figura 5. Sobre uma visão geral, a metodologia é constituída pela parte de coleta, que engloba a parte computacional com o Arduino e sensores, a linguagem Java e os jogos desenvolvidos.

As informações coletadas para análise são abstraídas através de duas origens: uma base de dados dos finais fisiológicos obtidos dos sensores do Arduino e um questionário com respostas de avaliação de usabilidade e experiência de jogo respondido pelos jogadores. Por fim, a análise é feita analisando as informações coletadas. A seguir, cada componente é apresentado e detalhado, bem como suas respectivas atividades dentro do processo.

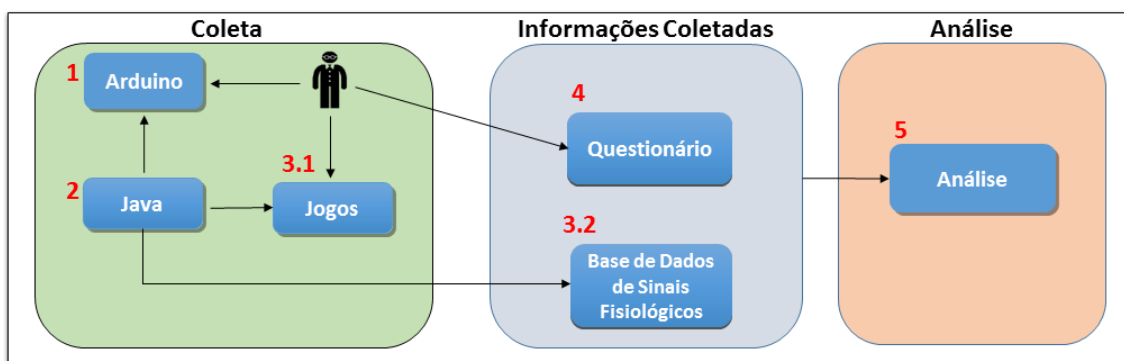


Figura 5: Metodologia executada no experimento.

#### 3.1 Coleta

##### 3.1.1 Arduino

O Arduino<sup>1</sup>, representado com o número 1 na Figura 5 consiste em um microcontrolador sob a plataforma eletrônica de código aberto, baseada na facilidade do uso de *hardware* e *software*. Essa plataforma é capaz de ler entradas de diversas formas - luz

<sup>1</sup><https://www.arduino.cc/>

em um sensor e transformar em uma saída - acendendo um LED ou publicando um conteúdo *online*. Além disso, é possível informar ao dispositivo o que fazer, enviando um conjunto de instruções para o microcontrolador. Para fazer isso, usa-se a linguagem de programação Arduino (baseada em *Wiring*<sup>2</sup>) e o *software* Arduino (IDE) - com base no processamento.

Com o foco no experimento desta dissertação, são acoplados ao Arduino três sensores: um sensor de batimentos cardíacos KY039, um sensor de temperatura MLX90614 e um sensor de suor Grove GSR, ilustrados na Figura 6 como A, B e C respectivamente.

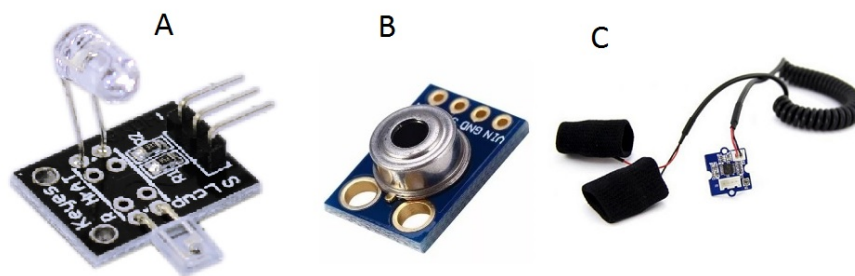


Figura 6: Sensores do Arduino,

O modelo de Arduino utilizado possui uma função que faz com que este seja reiniciando quando é estabelecida uma conexão serial. Este comportamento impede que o Arduino se conecte corretamente com o Java. Para impedir que este comportamento aconteça, é utilizado um capacitor que liga a porta RESET a uma porta terra GND no Arduino. Assim, o capacitor absorve o sinal elétrico do RESET e o Java consegue detectar o Arduino da forma desejada para a troca de mensagens.

Os sensores essencialmente são conectados e ligam-se em mais de uma portas da placa. Na Tabela 2 são apresentadas as ligações na placa do Arduino. Como visto, alguns sensores utilizam as mesmas portas para o funcionamento. Para solucionar este problema, é utilizada uma *protoboard*<sup>3</sup>. A Figura 7 apresenta a estrutura das conexões dos sensores na placa do arduino com o auxílio da *protoboard*.

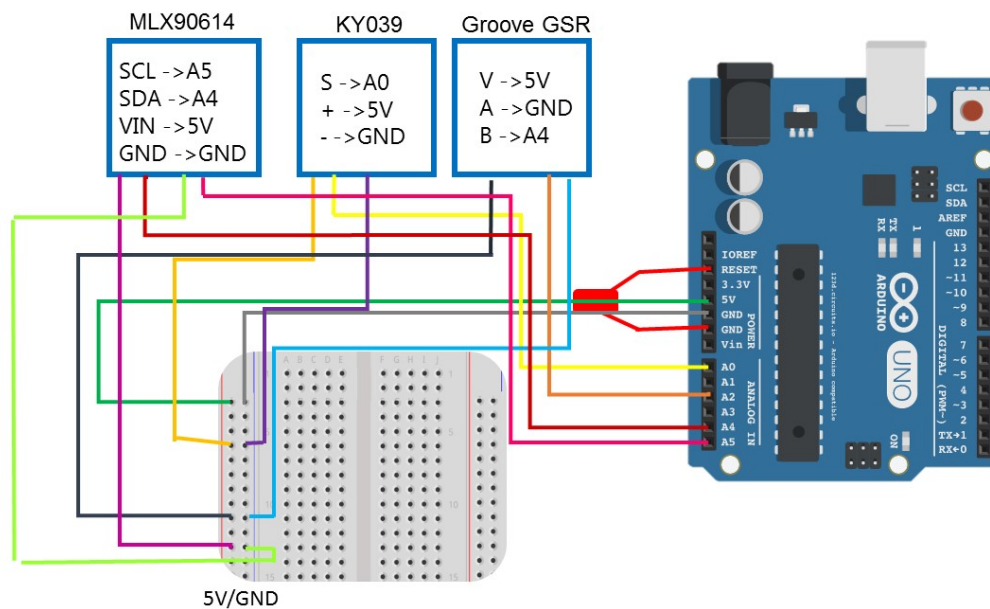
O sensor de batimentos cardíacos KY039 trabalha emitindo uma luz na pele do usuário e medindo as variações do fluxo de sangue na corrente sanguínea. O sensor de temperatura MLX90614, por sua vez, mede a radiação infravermelha emitida pelo indivíduo e a converte para a temperatura correspondente, seja *Celsius* ou *Fahrenheit*. O sensor MLX90614 tem a capacidade de pedir a temperatura do objeto e do ambiente. Por fim, o sensor galvânico de suor GSR mede a condutividade elétrica da pele geradas pela salinidade do suor emitido. Estes dispositivos trabalham coletando estes sinais fisiológicos e os salvando em uma base de dados.

<sup>2</sup>Wiring: é um *framework* de programação de código aberto para microcontroladores.

<sup>3</sup>Uma *protoboard* é numa placa composta de uma matriz de contatos que permite a construção de circuitos experimentais sem a necessidade de efetuar a solda dos componentes, liberando várias portas para uso, possibilitando a adição de novos sensores de maneira facilitada.

Tabela 2: Lista de portas utilizadas pelos sensores.

Sensores	Portas utilizadas na placa
MLX90614	SCL ->A5 SDA ->A4 VIN ->5V GND ->GND
KY039	S ->A0 + ->5V - ->GND
Groove GSR	V ->5V A ->GND B ->A4

Figura 7: Ilustração das conexões do Arduino com a *protoboard*.

A Figura 8 demonstra os valores dos dados brutos inicialmente obtidos dos sensores do Arduino. Na coluna mais à esquerda estão os batimentos cardíacos, e estes valores devem ser divididos por 10 para refletir a realidade dos batimentos dos indivíduos.

BPM: 781.51	Temperature: 33.87	Groove: 466
BPM: 781.51	Temperature: 33.87	Groove: 464
BPM: 787.77	Temperature: 33.93	Groove: 464
BPM: 787.46	Temperature: 33.91	Groove: 464
BPM: 789.55	Temperature: 33.91	Groove: 458
BPM: 791.73	Temperature: 33.91	Groove: 459
BPM: 794.08	Temperature: 33.91	Groove: 449
BPM: 794.08	Temperature: 33.93	Groove: 452
BPM: 792.05	Temperature: 33.93	Groove: 441
BPM: 792.05	Temperature: 33.93	Groove: 441
BPM: 791.35	Temperature: 33.93	Groove: 441
BPM: 775.22	Temperature: 33.93	Groove: 431
BPM: 796.36	Temperature: 33.93	Groove: 436

Figura 8: Dados brutos obtidos do Arduino,

Na Figura 9, é apresentado um trecho de código responsável por responder a mensagem de solicitação do Java com a devida informação requisitada, neste caso: valor bpm do sensor, valor da temperatura do objeto selecionado ou o valor do suor obtido pelo sensor.

### 3.1.2 Java

A linguagem Java representada na Figura 5 pelo número 2, tem a finalidade de enviar estes dados coletados para manipulação e gravação, além de permitir a comunicação entre *hardware* e *software* e servir como linguagem para o desenvolvimento dos jogos.

Para comunicação entre o Arduino e o Java é utilizada uma biblioteca chamada Javino<sup>4</sup>. O Javino é um protocolo que facilita a comunicação entre o dispositivo Arduino e a Linguagem Java, atuando como uma ponte entre estes e facilitando a troca de mensagens.

Desta maneira, sempre que há necessidade de troca de mensagens entre o Arduino e o Java, este processo é feito através de uma porta serial. A linguagem Java envia uma mensagem à placa solicitando a porta de comunicação e a *string* desejada, e o Arduino responde enviando as informações requisitadas que estão sendo capturadas pelos sensores no momento pedido. O Javino ainda proporciona uma detecção de erros *out-of-the-box*, garantindo uma comunicação segura entre a linguagem Java e o Arduino. A Figura 10 ilustra o processo de troca de mensagens entre os componentes.

Os códigos dos sensores do Arduino fazem a conversão automática dos dados enviados: BPM (batimentos por minuto), temperatura em Celsius, e ohm (condutividade elé-

<sup>4</sup><https://sourceforge.net/projects/javino/>

```

void answer(String ask) {

    if (ask == "bpm") {j.sendmsg(getBpm());}
    if(ask == "temp") {j.sendmsg(getTemp());}
    if(ask == "suor") {j.sendmsg(getGroove());}
    else{j.sendmsg("Sorry, I can't understand you.");}

}

String getBpm() {
    return String(value);
}

String getTemp() {
    return String(mlx.readObjectTempC());
}

String getGroove() {
    return String (sensorValue);
}

```

Figura 9: Trecho de código dos sensores no Arduino.

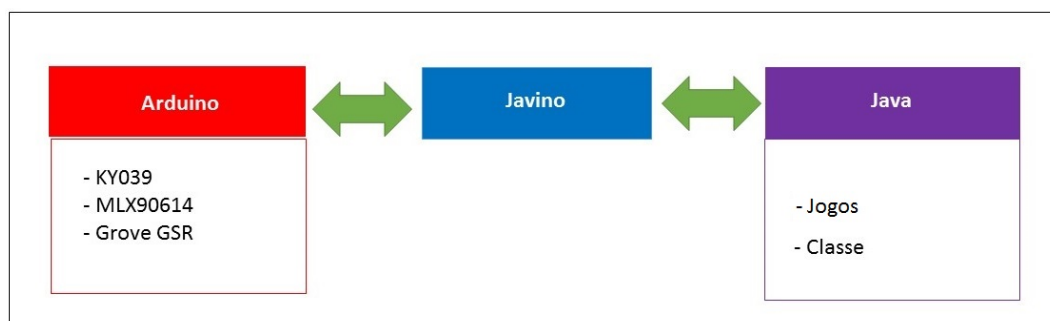


Figura 10: Estrutura da comunicação entre o Arduino e o java.



trica da pele). Pela parte do Java, o programa recebe estes dados e os manipula, salvando em uma planilha, por exemplo.

Assim sendo, tanto a placa Arduino e os sensores quanto o programa em Java trabalham em *loop* infinito. Quando o usuário inicia o jogo, é iniciado o processo de troca de mensagens entre os componentes. A cada *loop*, o Java envia uma mensagem ao Arduino, com o código da informação desejada. A Figura 11 ilustra este processo, com uma instância do Javino, o número da porta por onde o Arduino é ligado e um valor vazio para a primeira *string*. Então, enquanto a *string* pedida foi diferente de *never*, vão ocorrendo solicitações de mensagem, alternando a *string* pedida: bpm, temp ou suor;

```
Javino javino = new Javino();

String port = "COM4";

String ask = "";

while (ask != "never") {

    exl.plan();

    ask = "bpm";

    if (javino.requestData(port, ask)) {
        bpm = javino.getData();
    }
}
```

Figura 11: Trecho de código da linguagem Java para envio de mensagem.

### 3.1.3 Jogos Desenvolvidos

Os jogos desenvolvidos são representados pelo número 3.1 na Figura 5 e são o objeto do experimento desta dissertação. A concepção dos jogos iniciou-se pela mecânica, que é idêntica em ambos. O funcionamento e gênero do jogo foram idealizados para não afetar diretamente os dados dos sinais fisiológicos coletados durante a sessão de jogo. Para tal, definiu-se a contextualização, gênero e mecânica do jogo:

"O universo é gigante com vários planetas e galáxias. Eis que um ataque de naves espaciais junto com uma chuva de meteoros ameaça a civilização terrestre. Sua missão é destruir com os inimigos e meteoros para garantir que o planeta Terra seja salvo desse perigo!"

O gênero do jogo é baseado em um *shoot 'em up*. A mecânica do jogo foi idealizada na construção de protótipos de baixa fidelidade, simulando movimento e ações do jogador. Definiu-se a movimentação do personagem em sentido direita-esquerda e a ação de atirar nos objetos. Os inimigos estão organizados no cenário, possuem movimentação para

agrupamento e também a ação de atirar.

O principal componente que diferencia os jogos é a *interface*. Uma versão, regida pelas Heurísticas de Usabilidade de NIELSEN (1994) apresenta uma perspectiva com alta usabilidade. Na outra versão são inseridos ruídos nas heurísticas ocasionando problemas na *interface*, e conseqüentemente, proporcionando uma baixa usabilidade ao jogo.

Vale ressaltar que a linguagem em que o jogo foi desenvolvido é o Java, proporcionando entre outros aspectos, a facilidade de comunicação entre *hardware* e *software*, Arduino e jogos. Na Figura 12, é apresentada uma captura de tela do jogo com alta usabilidade e suas características.



Figura 12: *Interface* gráfica do jogo com alta usabilidade.

Percebe-se, ilustrado na Figura 12 com os números 1 e 2, uma barra de *status* na parte superior da *interface* com a quantidade de vidas e a pontuação do jogador. Esta barra de *status* garante um *feedback* e mantém o jogador atualizado sobre informações do personagem dentro do jogo, compreendendo a heurística número 1 - visibilidade e status do sistema.

Ilustrado na Figura 12 com o número 3, uma opção representando o som do jogo, que a qualquer momento pode ser ligado ou desligado. Este requisito faz também referência ao status do sistema. Estudos relatam que os efeitos sonoros do jogo contribuem para uma maior imersão do jogador (CUPERSCHMID; HILDEBRAND, 2013).

Representado na Figura 12 pelo número 4, estão as opções de acesso ao menu do jogo e ajuda. A funcionalidade da tecla *esc* instancia um menu, onde o jogador pode continuar,

acessar a ajuda ou sair do jogo. Uma vez acessada a opção de ajuda, é mostrada uma janela com informações de controles para o jogo. Este requisito pertence à heurística número 10, que trata sobre disponibilizar uma ajuda para o usuário.

Já para o jogo com baixa usabilidade, todas as características citadas não se aplicam. Na Figura 13 é ilustrada a interface gráfica do jogo com baixa usabilidade, em que não há pontuação para jogador, nenhuma informação sobre as vidas, não há qualquer dica visível e o ícone de som está diferente.



Figura 13: *Interface* gráfica do jogo com baixa usabilidade.

Outro aspecto importante é o jogo fornecer *feedback* para o jogador sobre suas ações, principalmente no caso de vitória ou derrota. Na versão do jogo com alta usabilidade, há um *feedback* para o jogador em ambos os casos - vitória ou derrota. A Figura 14 ilustra o *feedback* para o jogador quando é alcançada a vitória no jogo.

Já para a outra versão, não há qualquer atualização sobre vitória ou derrota do jogo, em ambos os casos apenas a tela principal do jogo se fecha e o jogo é encerrado.

Para atender as Heurísticas de visibilidade/status e consistência e padrões, na versão do jogo com alta usabilidade o ícone de som é padrão, dando um *feedback* quando está ligado ou desligado, já para a outra versão o ícone escolhido é aleatório, conforme ilustra a Figura 15.

A fim de atender a Heurística de ajuda e documentação, na versão do jogo com alta usabilidade é desenvolvida uma nova janela ilustrando os comandos disponíveis para o jogador durante o jogo, conforme ilustra a Figura 16.

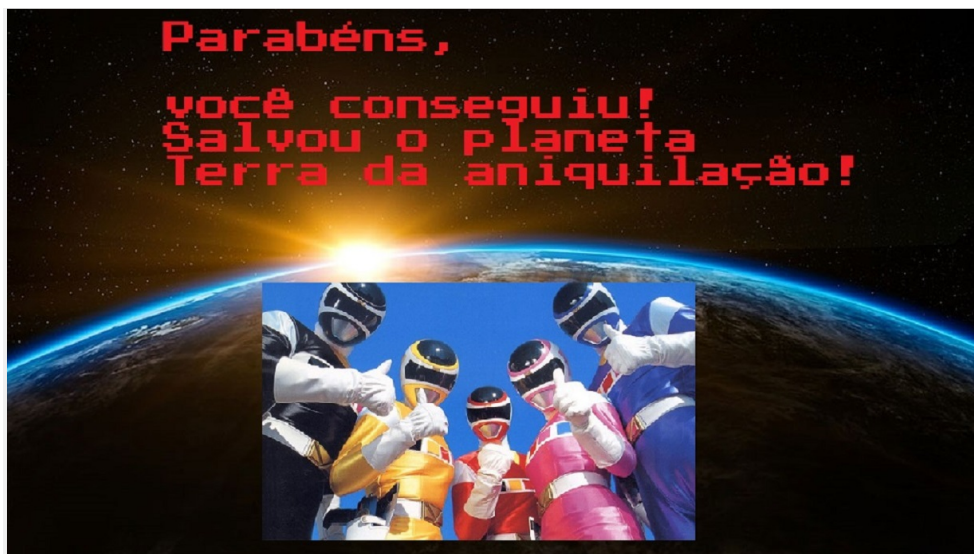


Figura 14: *Feedback* para o jogo com alta usabilidade.

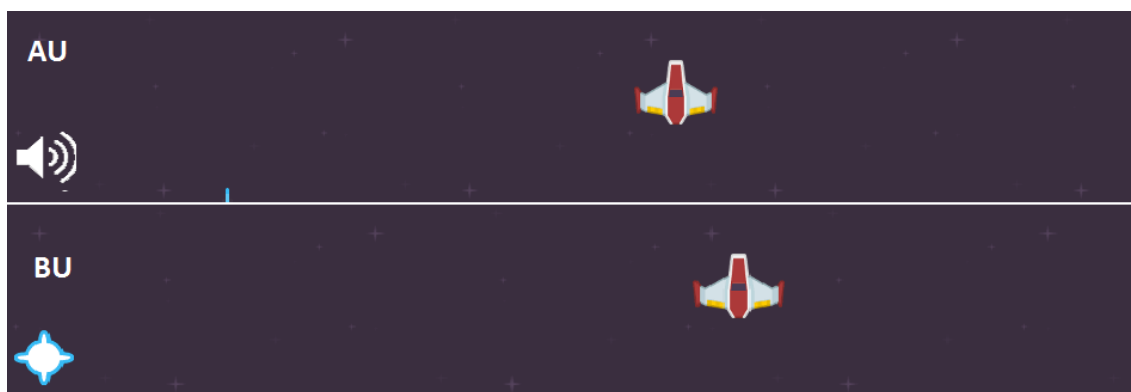


Figura 15: Comparação entre o ícone de som dos dois jogos.



Figura 16: Ajuda do jogo com AU.

Entretanto, no caso do jogo com baixa usabilidade ajuda é de difícil acesso com uma pequena mensagem, conforme apresentado na Figura 17.

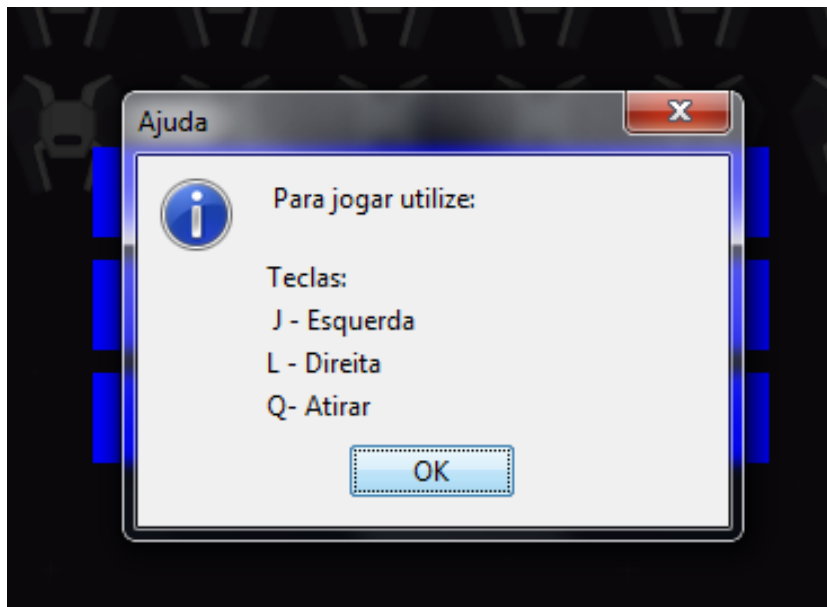


Figura 17: Ajuda do jogo com BU.

Outro fator importante dentro de jogos digitais são os controles e suas ações. A heurística de consistência e padrões nesse caso, aplica-se aos controles dentro do jogo. Na versão do jogo com alta usabilidade, setas direcionais para movimentação e a barra de espaço para ações são definidos. No jogo com baixa usabilidade, os botões J e L fazem os movimentos e o botão Q faz a ação. Os controles definidos por padrão no jogo, não podem ser modificados e são ilustrados na Figura 18.

Na tela inicial do jogo, referente a heurística de consistência e padrões, a versão do jogo com alta usabilidade dispõe de grandes botões, legíveis e de fácil interação, conforme ilustrado na parte superior da figura 19. O jogo com baixa usabilidade, ao contrário apresenta botões com a fonte diferente e confusa, conforme ilustrado na parte inferior da Figura 19.

Mensagens de confirmação para o usuário que deseja sair do jogo se fazem necessárias a fim de prevenir e evitar erros. Por exemplo, quando o usuário desejar sair do jogo é instanciada uma janela perguntando se realmente o jogador confirma sua ação, conforme ilustra a Figura 20, apenas aplicável ao jogo com alta usabilidade.

Para encontrar a ajuda disponível ao jogador, deve-se acessar o menu do jogo através da tecla *ESC*, e somente através do teclado e acessar a ajuda. O menu do jogo com alta usabilidade é ilustrado na Figura 21 na parte superior, sendo claro, com a fonte grande e de fácil interação pelo teclado. Já o menu do jogo com baixa usabilidade é ilustrado na parte inferior da Figura 21, todo em azul e com a fonte pequena.

A Tabela 3 apresenta um resumo sobre as heurísticas de usabilidade e como são aplicadas e desconsideradas nas versões dos jogos.

Tabela 3: Resumo das heurísticas e como são aplicadas nos jogos.

	Definição	Capturas de Tela	Aplicação - jogo AU	Ruido - jogo BU
Heurísticas de Usabilidade	1 - Visibilidade e status do sistema.	- Figuras 12 e 14.  - Figura 13.	- Barra de status do jogador.  - Feedback no jogo. (vitória ou derrota)	-  -
	1 - Visibilidade e status do sistema. + 4 - Consistência e padrões.	Figura 15.	Ícone de som padrão dando feedback.	Ícone aleatório.
	10 - Ajuda e documentação	Figuras 16 e 17.	Ajuda fácil disponível a qualquer momento.	Ajuda de difícil acesso.
	4 - Consistência e Padrões.	Figura 18.	Controles do jogo:  setas e barra de espaço.	Controles fora do padrão:  J, L e Q.
	9 - Ajuda para tratar erros.	Figura 19.	Mensagens de confirmação de saída.	-
	8 - Estética e design minimalista	Figura 20.	Menu de fácil interação.	Menu de difícil visualização e interação.
	4 - Consistência e Padrões.	Figura 21.	Botões iniciais com padrão.	Botões fora do padrão.

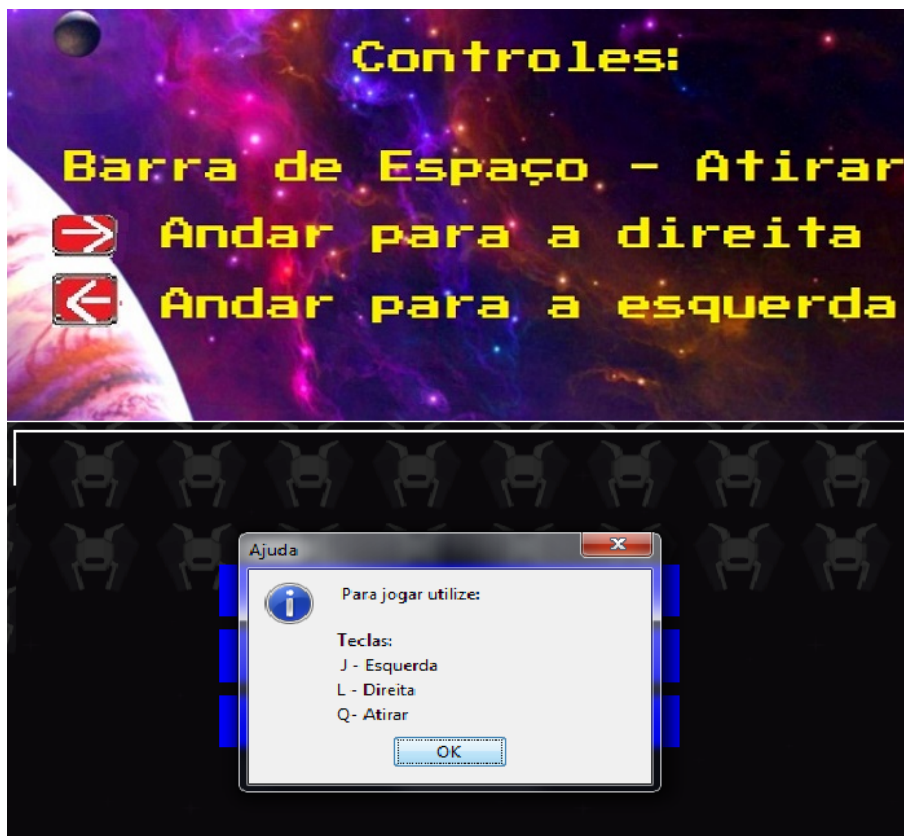


Figura 18: Comparação entre a ajuda e os controles dos jogos.

## 3.2 Informações Coletadas

### 3.2.1 Questionário

O questionário representado pelo numero 4 na Figura 5 é uma ferramenta para avaliar a usabilidade do jogo de maneira quantitativa, além da análise qualitativa através de perguntas abertas feitas para os jogadores após a sessão de jogo. Por conseguinte, cada versão do jogo tem seu questionário, lembrando que os questionários são idênticos e constituídos por: três questões a fim de levantar o perfil do jogador, 3 questões sobre a experiência ao jogar o jogo e 20 questões sobre a usabilidade do jogo.

1. Nome:
2. Idade:
3. Com que frequência joga jogos digitais?

Posteriormente, são apresentadas as questões para avaliação de usabilidade dos jogos, com base nas heurísticas de usabilidade de (NIELSEN, 1994). Cada heurística de usabilidade apresenta duas questões relacionadas. Por exemplo, as questões 1 e 2 correspondem à heurística de visibilidade e status do sistema. As opções de respostas estão em escala *Likert* com valores de 1 a 5 (onde 1 = discordo totalmente, 2 = discordo, 3 = não concordo



Figura 19: Comparação entre os botões iniciais dos jogos.

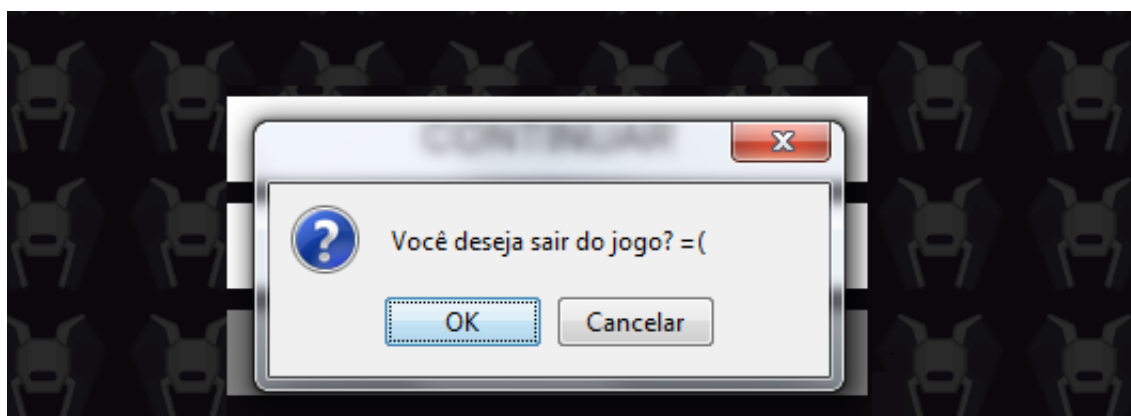


Figura 20: Confirmação de saída do jogo com AU.



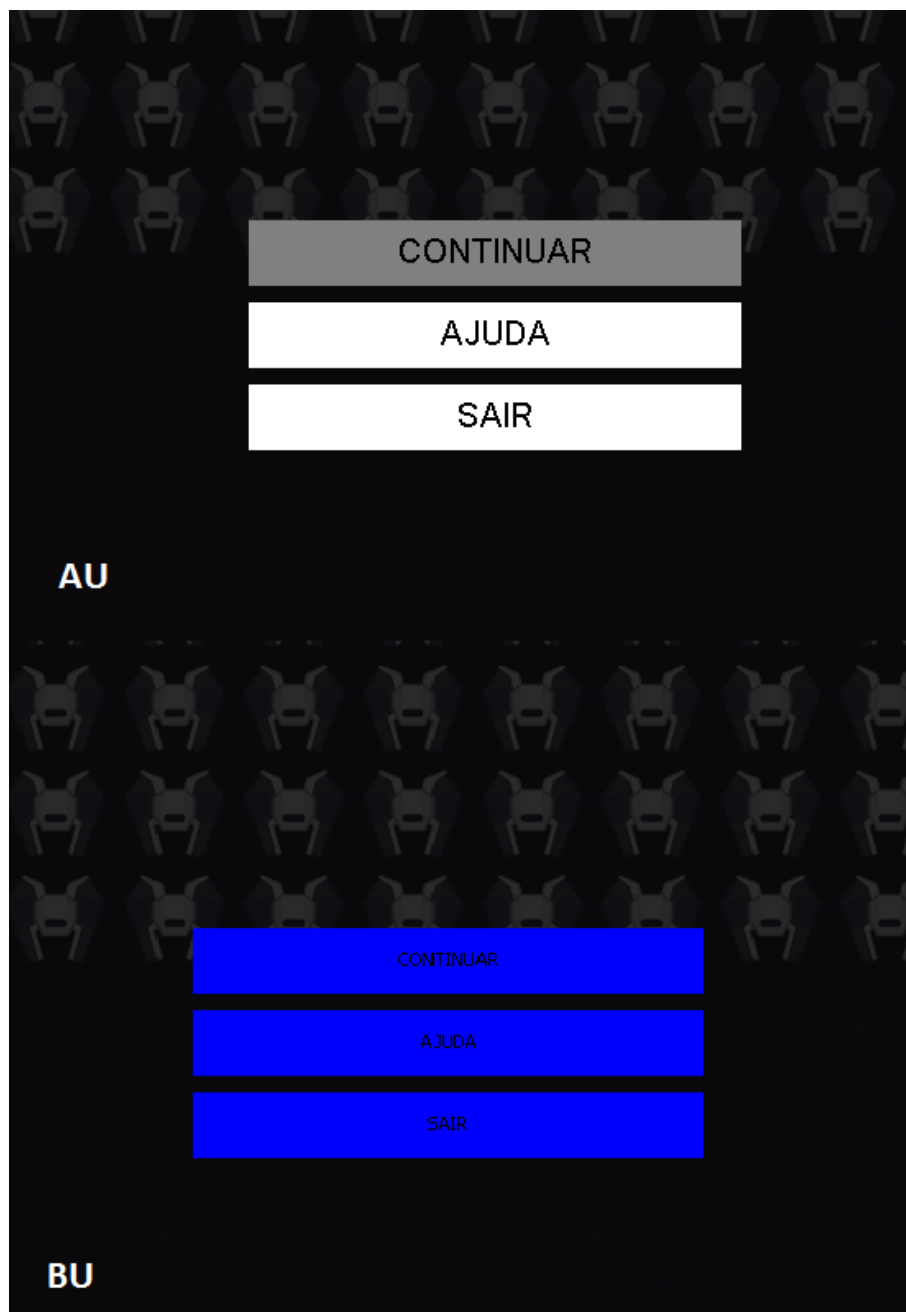


Figura 21: Comparação entre os menus dos jogos.

nem discordo, 4 = de acordo, 5 = concordo totalmente). As vinte questões de usabilidade são apresentadas a seguir:

1. O jogo fornece respostas para todas as ações feitas pelo jogador.
2. O jogo mantém o jogador informado sobre tudo que está acontecendo no cenário.
3. As palavras utilizadas pelo jogo são de fácil entendimento.
4. Imagens apresentadas no jogo têm sentido para o jogador.
5. O jogador tem a opção de desfazer ou cancelar uma atividade já iniciada.
6. O jogador pode interromper e recuperar alguma fala ou instrução perdida no jogo.
7. A organização de elementos (figuras, setas, etc) se mantém no mesmo lugar desde a primeira vez que são apresentados na tela.
8. O jogo apresenta botões, imagens, ícones, textos e sons com a mesma cor, tamanho e significado desde a primeira vez em que são apresentados.
9. O jogo apresenta teclas de funções perigosas próximas das teclas mais usadas no jogo.
10. O jogo emite sons quando ocorre problema com algum comando do teclado.
11. O jogo oferece maneiras fáceis e rápidas para realizar uma tarefa.
12. Todos objetos, ações e opções estão sempre visíveis para o jogador utilizar durante o jogo.
13. O jogador têm a possibilidade de editar ou retirar informações da tela principal do jogo.
14. É permitido ao jogador alterar e personalizar comandos definidos por padrão no jogo.
15. O jogo utiliza texto quando mostra ícones iguais ao jogador.
16. Os ícones apresentados têm um tamanho normal que não atrapalha o ato de jogar.
17. Mensagens de erro são de fácil entendimento para o jogador.
18. A informação principal de uma mensagem de erro encontra-se logo no início da mensagem.
19. O jogo dispõe de uma ajuda que mostra todas as opções de como jogar.

20. A ajuda pode ser acessada em qualquer momento do jogo.

Por fim, **questões abertas** sobre a **experiência de jogar**.

1. Como foi sua experiência ao jogar?
2. Como você sentiu durante o jogo?
3. Você tem sugestões de melhorias para o jogo?

### **3.2.2 Banco de Dados de Sinais Fisiológicos**

O banco de dados de sinais fisiológicos, representado pelo número 3.2 na Figura 5 consiste em três tipos de dados dos sinais fisiológicos são coletados durante as sessões de jogo. Esses três tipos de dados são originados de sensores do Arduino - batimentos cardíacos, temperatura corporal e suor. Após a coleta em tempo real, estes são salvos em uma base de dados, no formato apresentado pela Figura 8, para posteriormente haver uma análise quantitativa dos dados obtidos. Vale lembrar, que os batimentos cardíacos devem ter seu valor dividido por 10 para refletir a escala real dos indivíduos.

## **3.3 Análise**

A análise de dados é o processo onde ocorre ordem, estrutura e significado aos dados obtidos durante a pesquisa. Consiste na transformação dos dados coletados em conclusões e/ou lições, úteis e credíveis (EVALUATION, 2008).

Análises qualitativas procuram obter informações dos entrevistados além de sua opinião sobre um determinado tema, objeto ou conceito. Os dados pertencentes à análise qualitativa desta pesquisa obtêm-se através do questionário em forma de questão aberta aplicado aos jogadores, conforme apresentado com número 5 na Figura 5.

Análises quantitativas fornecem dados para provar hipóteses, produzindo informações quantificáveis sobre um determinado contexto, geralmente aplicando técnicas estatísticas para manipular valores de uma determinada base de dados (EVALUATION, 2008). Os dados referentes à análise quantitativa dessa pesquisa são obtidos através dos sensores de Arduino e salvos em uma base de dados além de questões da escala *likert* para a avaliação de usabilidade.

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados, analisados e discutidos os resultados obtidos na aplicação da metodologia deste trabalho. Inicialmente, foram convidados 10 jogadores voluntários para participarem da pesquisa, que aceitaram e preencheram um termo de consentimento, apresentado no Apêndice A. Estes 10 participantes foram divididos em dois grupos: G1 e G2.

O primeiro grupo - G1 abrange voluntários chamados de P1, P2, P3, P4 e P5. Consequentemente, o segundo grupo - G2 abrange os voluntários P6, P7, P8, P9 e P10. O que diferencia estes grupos, é a ordem em que os jogos são ofertados, ou seja, para o G1 primeiramente foi ofertado o jogo com alta usabilidade (AU) e depois o jogo com baixa usabilidade (BU). Ressaltando que, imediatamente após a sessão de uma versão do jogo, o participante respondeu o questionário avaliando a usabilidade do jogo. Por conseguinte, para o G2 a ordem inversa foi ofertada, primeiro o jogo com baixa usabilidade (BU) e depois o jogo com alta usabilidade (AU).

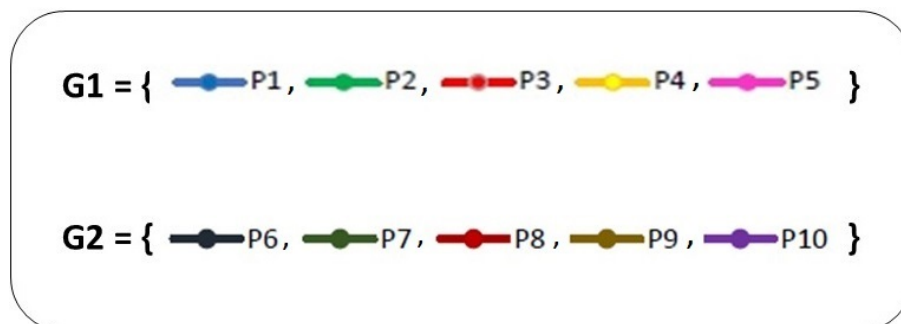


Figura 22: Configuração dos grupos para a aplicação do experimento.

Inicialmente, a Tabela 4 apresenta informações sobre o perfil de cada jogador, como a idade e o número de vezes que o jogador utiliza jogos digitais por semana. Os participantes compreendem uma faixa etária entre 18 e 28 anos, apresentando uma média geral de 22,6 anos. Dentre os 10 participantes, 4 deles jogam jogos digitais pelo menos 1x por semana, 3 participantes jogam 3x por semana, 2 participantes jogam mais de 3x por semana e 1 participante faz uso de jogos todos os dias.

Na Tabela 5 é apresentado o tempo total de jogo em segundos, para cada jogador e

Tabela 4: Informações do perfil de cada jogador.

Perfil do Jogador		
	Idade	Quantas vezes por semana joga jogos digitais?
P1	21	3x por semana
P2	24	Mais de 3x por semana
P3	22	3x por semana
P4	23	Todos os dias
P5	26	3x por semana
P6	28	1x por semana
P7	18	1x por semana
P8	20	1x por semana
P9	22	1x por semana
P10	22	Mais de 3x por semana

Tabela 5: Tempo de jogo (minutos/segundos) para cada jogador.

		Jogos	
		Alta Usabilidade	Baixa Usabilidade
G1	P1	03:36s	06:42s
	P2	02:48s	06:42s
	P3	01:33s	06:03s
	P4	04:48s	04:51s
	P5	02:27s	01:36s
		Baixa Usabilidade	Alta Usabilidade
G2	P6	06:03s	02:00s
	P7	07:48s	04:33s
	P8	04:51s	02:27s
	P9	11:54s	07:39s
	P10	10:45s	10:12s

cada versão do jogo. Pode-se observar no G1, que 4 dos 5 jogadores - P1, P2, P3 e P4, demoraram um tempo maior para finalizar o jogo de BU em comparação com o jogo de AU. Observando o G2, todos os jogadores levaram um tempo maior para finalizar o jogo com baixa usabilidade. O fato dos jogadores levarem mais tempo para finalizar o jogo com BU, deve-se às características do jogo com BU: controles desconfigurados, dificuldade de acesso ao menu e ajuda, falta de *feedback* para as ações do jogador.

Na Figura 23, são apresentados os valores obtidos através do sensor de batimentos cardíacos. O primeiro quadro à esquerda, representa o jogo com AU jogado pelo G1 e o quadro à direita representa o jogo com BU jogado pelo G1. Abaixo destes, os quadros são invertidos, sendo o primeiro à esquerda o jogo com BU do G2 e à direita o jogo com AU do G2.

É possível analisar no G1 jogando o jogo com AU, que os dados de bpm dos jogadores se manteve na faixa entre 70-90 sem grandes alterações. No entanto, com mesmo grupo jogando o jogo com BU, percebe-se variações com P2 e P5. Essa variação neste caso,

significa que os jogadores morreram dentro do jogo e iniciaram o processo novamente, pois sua missão era ganhar o jogo.

Para analisar o G2, o primeiro jogo oferecido foi o jogo com BU. O comportamento dos batimentos cardíacos, assim como no G1, permanece sem grandes variações, exceto para P7 e P9, que apresentam pequenas variações nos dados de bpm, visto que, também acabaram morrendo dentro do jogo e iniciando novamente a aventura. No jogo com AU do G2, os valores também se mantêm estáveis, sem grandes variações. Um fato curioso é que o P10 joga mais de três vezes por semana e levou um tempo maior para concluir as duas versões dos jogos quando comparado aos outros voluntários.

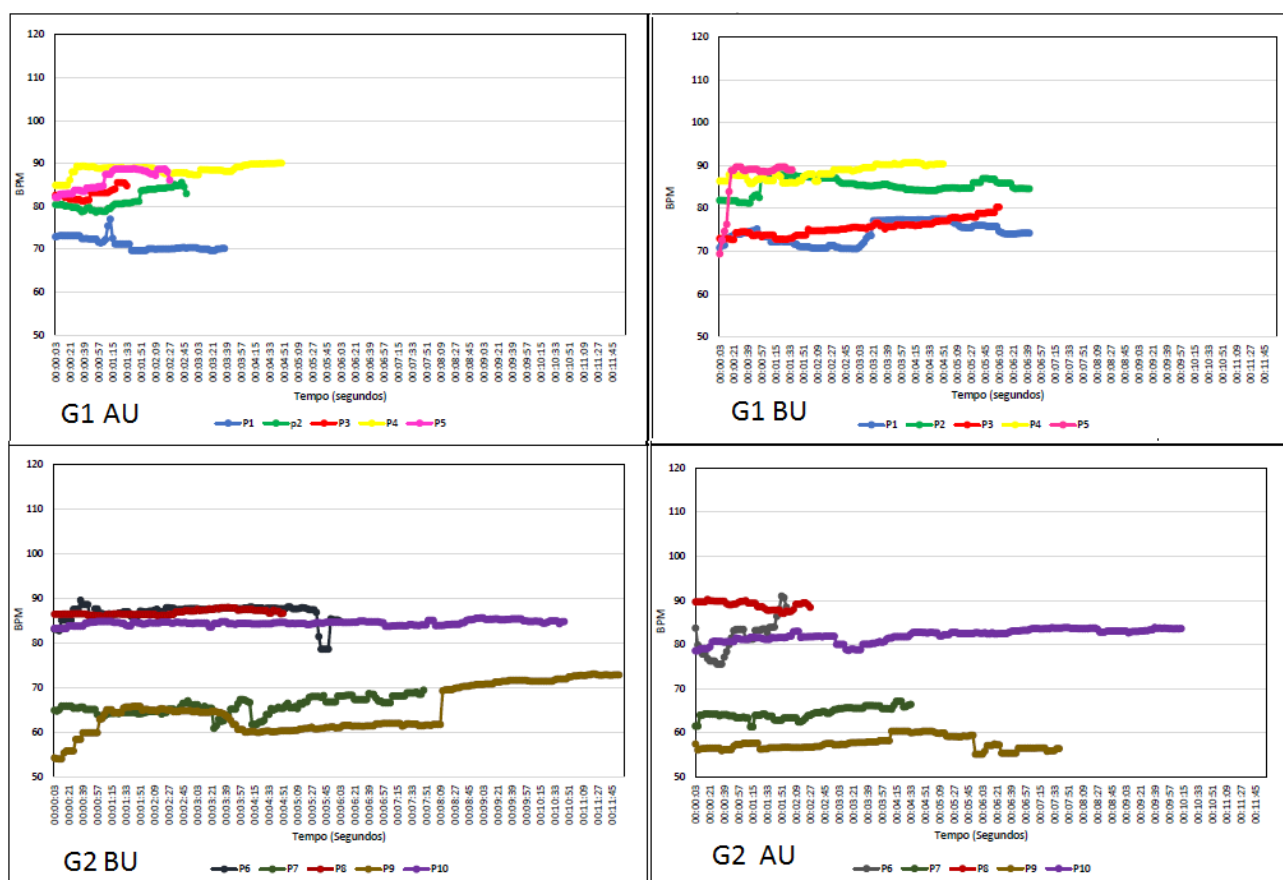


Figura 23: Valores do sensor do BPM dos jogadores.

Na Figura 24 são apresentados os valores obtidos através do sensor Grove GSR. Na versão do jogo com AU para o G1 é possível analisar que em todos os casos o nível de condutividade elétrica da pele inicia dentro de uma faixa entre 480 e 625. Todavia os valores vão diminuindo, ou seja, no início do jogo o suor era maior, devido à adaptação dos jogadores ao cenário do jogo e foi diminuindo gradativamente até os jogadores finalizarem a sessão. Já no jogo com BU oferecido ao G1, nota-se que o nível do suor dos jogadores iniciou na faixa de 450 e 600, e em alguns casos o nível aumentou, exemplo de P2 e P5 que tiveram seu nível de suor aumentando próximo ao final do jogo.

Para o G2 que inicia jogando o jogo com BU, a faixa de suor inicia entre 340 e 700. É

possível observar que o suor dos jogadores, em sua maioria se mantém estável, exceto para P9 que em um determinado momento teve um aumento no suor, e para P6 que apresentou uma queda logo no início do jogo, elevou-se e se manteve estável até quase no final do jogo quando houve uma pequena queda de valores. Para o jogo com AU, é possível notar que nos casos do P6, P8 e P10 houve uma diminuição de valores conforme iam chegando ao final do jogo.

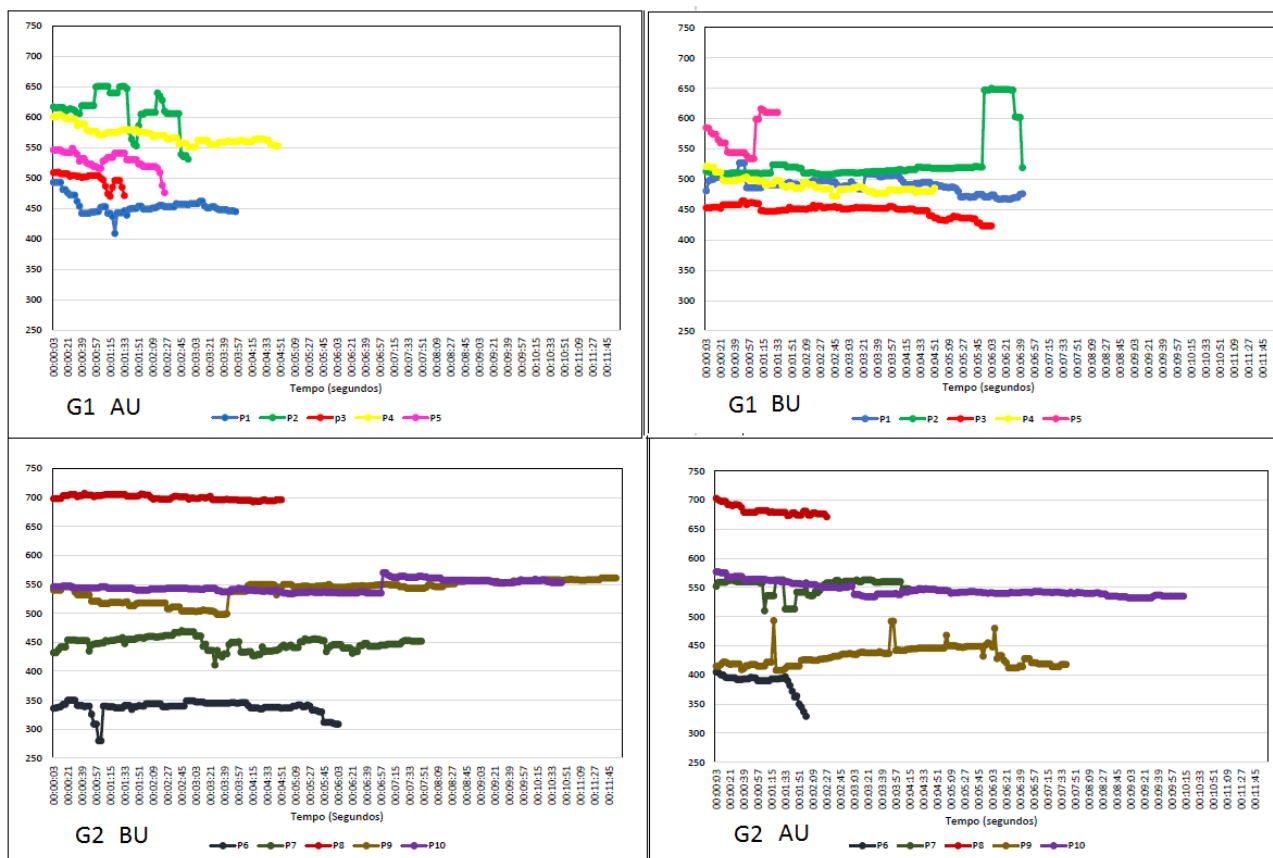


Figura 24: Valores do sensor de suor dos jogadores.

A Figura 25 apresenta os dados obtidos da temperatura em graus *Celsius* do sensor MLX90614. Vale ressaltar que a temperatura interna dos indivíduos gira em torno de 36 graus *Celsius*, valor geralmente obtido através de termômetros colocados na boca ou nas axilas. Como o sensor utilizado trabalha com a proximidade dos objetos, optou-se por colocar no braço dos jogadores. Para fins de temperatura original, considera-se 3 graus a mais aos valores obtidos pelo sensor, e mesmo que os valores não reflitam a realidade, observa-se a variação da temperatura dos jogadores.

Analisando o G1 com o jogo de AU na Figura 25, é possível observar que a temperatura dos jogadores inicia entre 31 e 33 graus *Celsius* e não sofre muita variação, também observa-se que P1, P2 e P4 tem uma temperatura muito próxima. Somente nos casos de P2 e P5 a temperatura tem uma pequena variação decrescente ao final do jogo. Para o mesmo grupo jogando o jogo com BU, percebe-se que aumenta a faixa de temperatura

inicial dos jogadores, entre 28 e 33 graus *Celsius*, que P2 e P4 sofrem alterações significativas em sua temperatura e P1, P2 e P3 mantém uma variação muito pequena na temperatura.

Para o G2 que jogou primeiro o jogo com AU, a temperatura inicial dos jogadores varia entre 26 e 33 graus *Celsius* e visualiza-se que em P6 e P10 houve uma variação crescente na temperatura, onde P10 acabou morrendo e iniciando novamente o jogo. Já em P7, P8 e P9, houve uma pequena variação decrescente na temperatura conforme o jogo chegava ao final. Todavia, para o jogo com AU, não é observada uma variação elevada ou comportamento diferente na temperatura, apenas em P8 acontece uma variação elevando um pouco a temperatura do jogador no meio do jogo.

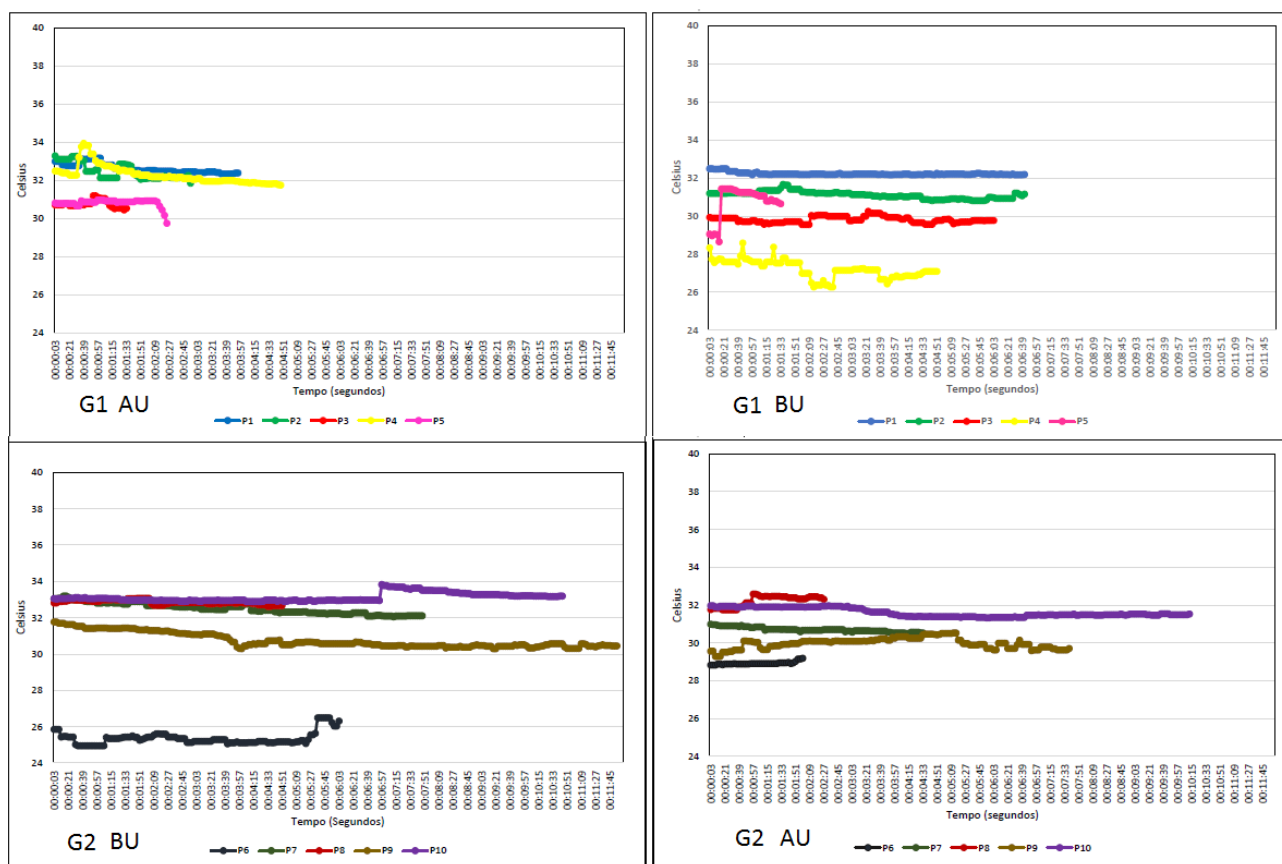


Figura 25: Valores do sensor da temperatura dos jogadores.

A Tabela 6 apresenta a avaliação de cada jogador do G1, referente ao jogo com AU e BU, respeitando a escala *likert*, onde: totalmente de acordo (5), de acordo (4), não concordo nem discordo (3), discordo (2) e discordo totalmente (1).

Analisando a Tabela 6, é possível concluir que das 20 questões apresentadas, em apenas 3 o jogo com BU teve uma média maior em comparação com o jogo com AU. O que é um fato coerente, já que o jogo com AU deveria ser melhor avaliado que o jogo com BU. A seguir, são apresentadas as 3 questões que obtiveram uma média maior no jogo com BU - Q6, Q13 e Q14 e uma explicação para elas. Todavia, para as outras 17 questões, a



avaliação do jogo com AU teve uma média maior ou igual a versão com BU.

- Q6 - O jogador pode interromper e recuperar alguma fala ou instrução perdida no jogo.
- Q13 - O jogador tem a possibilidade de editar ou retirar informações da tela principal do jogo.
- Q14 - É permitido ao jogador alterar e personalizar comandos definidos por padrão no jogo.

As questões Q6, Q13 e Q14 não são permitidas no jogo. O jogador não tem a opção de interromper e recuperar instruções do jogo, assim como não tem a possibilidade de editar ou retirar informações da tela e nem alterar ou personalizar comandos padrões do jogo, estes requisitos estão fora do escopo dos jogos. Apesar de ter uma média baixa, (2,6), (2,4) e (2,4), ou seja, próximo de 3 (não concordo nem discordo), ainda tem uma média maior que o jogo com AU.

Tabela 6: Avaliação das questões de usabilidade - Grupo 1

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	
Alta Usabilidade	P1	1	3	5	5	3	1	4	5	3	4	4	2	1	4	5	3	4	1	1	
	P2	5	3	4	4	2	3	4	4	3	3	5	4	2	3	5	3	2	1	3	
	P3	3	2	5	4	4	2	2	5	1	3	4	4	3	3	4	3	3	3	5	5
	P4	2	4	5	5	3	3	5	5	1	3	4	2	1	3	5	3	3	3	2	3
	P5	5	5	5	5	3	3	4	3	2	2	3	4	2	3	4	4	3	3	3	3
Média	3,2	3,4	4,8	4,6	3	2,4	3,8	4,4	2	3	4	3,6	2	2,2	3,2	4,6	3	3	2,4	3	
Baixa Usabilidade	P1	1	1	1	4	2	3	1	1	3	4	1	3	3	3	2	3	3	3	1	3
	P2	5	4	3	4	2	3	4	4	2	3	3	2	2	3	4	3	3	2	2	2
	P3	2	1	4	4	3	2	3	3	2	1	1	1	3	1	3	4	3	3	4	4
	P4	1	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	2	3	3	5	3	3	1	3
	P5	4	2	3	4	2	2	4	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3
Média	2,6	2,4	3	4	2,4	2,6	3,2	3	2	2,6	3	2,2	2,4	2,4	3	3,6	3	3	2	2	3
Média Geral	2,9	2,9	3,9	4,3	2,7	2,5	3,5	3,7	2	2,8	3,5	2,9	2,2	2,3	3,1	4,1	3	3	2,2	3	

Na Tabela 7, é apresentado o resultado da avaliação de usabilidade feita pelo G2. Em apenas uma questão (Q4), a média do jogo com BU foi maior que a média do jogo com AU. Esta questão é apresentada a seguir:

- Q4 - Imagens apresentadas no jogo têm sentido para o jogador.

No caso desta questão, não haviam imagens que confundiam o jogador, apenas não havia qualquer imagem sobre um *feedback* durante o jogo, conforme ilustra a Figura 13. O fato do jogo com AU ser melhor avaliado pelo G2 é coerente, pois o G2 iniciou jogando o jogo com BU e conseqüentemente avaliou o jogo com AU de uma forma melhor.

Do total na média das 20 questões avaliadas de ambos os grupos, o G2 teve uma média geral mais alta que o G1 em 15 questões e as outras 5 questões estão com uma média em torno de 3,0.

Tabela 7: Avaliação de questões de usabilidade - Grupo 2

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	
Baixa Usabilidade	P6	4	5	3	5	3	2	5	4	5	2	5	4	1	1	5	3	3	1	1	
	P7	4	1	5	5	1	1	1	1	3	4	1	1	3	3	4	3	3	1	1	
	P8	4	5	4	5	3	3	5	5	1	5	3	3	3	3	4	3	3	3	1	3
	P9	4	3	2	5	1	1	1	1	2	3	2	1	3	3	4	3	3	3	1	1
	P10	5	2	5	5	5	1	5	5	1	1	3	3	1	1	5	1	1	1	1	1
Média	4,2	3,2	3,8	5	2,6	1,6	3,4	3,4	1,8	3	3,4	2,8	2	2,2	2	4,4	2,6	2,6	1	1,4	
Alta Usabilidade	P6	5	5	5	5	4	4	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	
	P7	4	2	4	4	1	1	1	1	3	4	1	3	3	3	4	3	3	3	1	3
	P8	5	4	4	4	3	3	5	5	3	4	4	3	3	2	4	4	3	3	2	3
	P9	3	5	5	4	3	3	4	2	4	4	5	5	3	3	4	5	4	4	5	3
	P5	4	5	5	5	1	5	5	5	5	3	4	5	5	1	5	5	4	4	5	5
Média	4,2	4,2	4,6	4,4	2,6	3,2	3,8	3,4	3,6	3,6	4,2	3,6	3,8	2,8	4	4,6	3,8	3,8	3,6	3,8	
Média Geral	4,2	3,7	4,2	4,7	2,6	2,4	3,6	3,4	2,7	3,3	3,8	3,2	2,9	2,5	3	4,5	3,2	3,2	2,3	2,6	

Tabela 8: Emoções dos jogadores ao final de cada jogo.

		Como você se sentiu ao jogar?	
		Alta Usabilidade	Baixa Usabilidade
G1	P1	<i>Nervoso</i>	<i>Com Raiva</i>
	P2	<i>Neutro</i>	<i>Nervoso</i>
	P3	<i>Nervoso</i>	<i>Frustrado</i>
	P4	<i>Concentrado</i>	<i>Confuso</i>
	P5	<i>Nervoso</i>	<i>Com Raiva</i>
		Baixa Usabilidade	Alta Usabilidade
G2	P6	<i>Entusiasmado</i>	<i>Entusiasmado</i>
	P7	<i>Com raiva</i>	<i>Alegre</i>
	P8	<i>Instigado</i>	<i>Alegre</i>
	P9	<i>Frustrado</i>	<i>Alegre</i>
	P10	<i>Entusiasmado</i>	<i>Nervoso</i>

Por conseguinte, a Tabela 8 apresenta as respostas dos jogadores a pergunta: Como você se sentiu ao jogar? Observando as respostas do G1 sobre o jogo com AU, são mais neutras, porém relatam que o jogo com BU é bem pior com emoções negativas como raiva e frustração.

Todavia, as emoções citadas pelos jogadores do G2 quando jogaram o jogo com AU, são mais positivas do que o G1 jogando o mesmo jogo. Este fato explica-se pelo G2 ter começado jogando um jogo ruim com BU, então este grupo tinha um parâmetro, e ao jogar o jogo com AU responderam com emoções mais positivas.

Recuperando as hipóteses levantadas na introdução deste trabalho:

- H1 - Ao jogar um jogo com duas versões, alta e baixa usabilidade, o jogador sentirá emoções negativas e considerará o jogo com baixa usabilidade pior.
- H2 - Ao jogar um jogo com duas versões, baixa e alta usabilidade, o jogador sentirá emoções mais positivas e considerará o jogo com alta usabilidade melhor.

Os resultados da avaliação de usabilidade auxiliam para responder a questão de pesquisa e as hipóteses apresentadas. A Tabela 7, confirma as hipóteses: o G2 tem uma média geral de avaliação maior que o G1, visto que o segundo grupo inicia jogando o jogo com dificuldades e BU, e somente após isso é apresentado ao jogo com AU, regido sob heurísticas que garantem maior produtividade. Por conseguinte, a Tabela 6 também confirma uma melhor avaliação do G1 sobre o jogo com AU.

Um fato observado é que o G2 apresenta valores maiores na média geral de avaliação. Este fato permite concluir que além da avaliação de usabilidade, no geral houveram emoções mais positivas no final do processo para este grupo. Ao mesmo tempo, para o G1 é possível analisar que houveram emoções mais negativas ao final do processo. Realizando uma análise com dados obtidos, juntamente com uma análise sobre a Tabela 8 é possível

confirmar as hipóteses levantadas e responder a pergunta de pesquisa: A usabilidade dos jogos influencia nas emoções dos jogadores?

Sim, esta pesquisa demonstra que as emoções são influenciadas pela usabilidade dos jogos. O fato dos jogadores responderem como se sentiram e avaliarem usabilidade dos jogos, associado à análise dos dados fisiológicos coletados proporcionam respostas à questão de pesquisa e às hipóteses levantadas neste trabalho.

## 5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresentou um estudo sobre usabilidade e emoções, tendo como experimento a usabilidade em jogos digitais. Diferentemente dos trabalhos existentes nessa linha de pesquisa, este trabalho coletou sinais fisiológicos dos participantes dos testes, com a finalidade de verificar se ocorreram alterações nesse tipo de sinais, durante as sessões dos jogos com alta e baixa usabilidade.

A usabilidade é definida como a qualidade de uso de um sistema interativo. No caso de jogos digitais, a usabilidade pode ser vista como a capacidade do jogador de conseguir jogar, compreender e utilizar todos os recursos disponíveis no jogo. Um jogo com baixa usabilidade pode trazer diversos impactos de cunho emocional, e contribuir para a não manutenção e adesão de jogadores ao mesmo. Como os jogos tem, em sua maioria, um viés para o entretenimento, busca-se experiências agradáveis e prazerosas. Consequentemente, emoções positivas devem ser observadas.

Desta forma, tinha-se como questão de pesquisa analisar as emoções dos jogadores em relação a usabilidade dos jogos. Para tanto, foram desenvolvidas duas versões de um mesmo jogo, uma com baixa usabilidade e outra com alta usabilidade. Pode-se concluir que a usabilidade influencia na forma como os jogadores interagem com o jogo, e quais emoções são sentidas. Isso é confirmado pelos testes realizados, onde os jogadores foram divididos em dois grupos e as duas versões do jogo foram apresentadas de forma inversa: um grupo jogou primeiro a versão com alta usabilidade e depois com baixa usabilidade; e o outro grupo jogou de forma contrária. Percebeu-se que os jogadores do primeiro grupo tiveram emoções negativas, como "Nervoso", "Com Raiva" e "Frustrado". Já no segundo grupo, os jogadores demonstraram emoções mais positivas, como "Alegre" e "Entusiasmado". Assim, pode-se corroborar as hipóteses apresentadas pelo trabalho.

Vislumbra-se como trabalhos futuros:

- Ampliar o tempo de jogo, estendendo as fases do mesmo: durante os testes, percebeu-se que os sinais fisiológicos dos jogadores coletados tiveram pequenas alterações. Como os jogos não eram extensos (o jogador que mais demorou, esteve jogando por volta de 12 minutos) as reações fisiológicas mais expressivas não puderam ser percebidas;
- Inclusão da Rede Bayesiana de emoções aos jogos, de forma que a interface dos

mesmos se torne dinâmica: dependendo as ações dos jogadores durante o jogo, emoções seriam identificadas e mudariam a evolução do jogo. Desta forma, o jogo não seria mais determinístico e traria maior interesse por parte dos jogadores.

- Inclusão de novos sensores para coletar novos sinais fisiológicos, como o *blood pressure sensor*, que funciona como um monitor para a pressão arterial.

- Adquisição de imagens dos jogadores durante os testes: em novas sessões do jogo, filmar os jogadores, de forma a posterior análise das reações dos jogadores. Assim, aspectos de expressões faciais podem ser verificados.



## REFERÊNCIAS

ABREU CYBIS, W. de; BETIOL, A. H.; FAUST, R. **Ergonomia e usabilidade: conhecimentos, métodos e aplicações.** [S.l.]: Novatec Editora, 2007.

AMSTEL, F. **Afinal, o que é usabilidade?** [Online; accessed 1-November-2016], [http://acessodigital.net/art\\_fred\\_o\\_que\\_e\\_usabilidade.html/](http://acessodigital.net/art_fred_o_que_e_usabilidade.html/).

AVEDON, E. M.; SUTTON-SMITH, B. **The study of games.** [S.l.]: John Wiley & Sons, 1971.

BECKER-ASANO, C. WASABI for affect simulation in human-computer interaction. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON EMOTION REPRESENTATIONS AND MODELLING FOR HCI SYSTEMS, 2014. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2014.

BORDINI, R. H.; HÜBNER, J. F.; WOOLDRIDGE, M. **Programming multi-agent systems in AgentSpeak using Jason.** [S.l.]: John Wiley & Sons, 2007. v.8.

CHOWANDA, A.; BLANCHFIELD, P.; FLINTHAM, M.; VALSTAR, M. Computational Models of Emotion, Personality, and Social Relationships for Interactions in Games. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS & MULTIAGENT SYSTEMS, 2016., 2016. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2016. p.1343–1344.

COUTO, D.; MARCHI, J.; GELAIN, T. Composição de Agentes EBDI: Integração WASABI-Jason. **Workshop-School on Agents, Environments, and Applications**, [S.l.], v.11, n.1, p.23–34, 2017.

CUPERSCHMID, A. R. M.; HILDEBRAND, H. R. **Heurísticas de Jogabilidade: usabilidade e entretenimento em jogos digitais.** [S.l.]: Marketing Aumentado, 2013.

CYBIS, W.; BETIOL, A. H.; FAUST, R. Ergonomia e usabilidade. **São Paulo: Novatec**, [S.l.], 2010.

EVALUATION, M. **Módulo 3 -(Fase II) Análise de Dados.** [Online; accessed 27-June-2017], [https://www.measureevaluation.org/resources/training/materials/data-quality-portuguese/modulo3\\_capa.pdf](https://www.measureevaluation.org/resources/training/materials/data-quality-portuguese/modulo3_capa.pdf).

FEDEROFF, M. A. **Heuristics and usability guidelines for the creation and evaluation of fun in video games**. 2002. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) — Department of Telecommunications of Indiana University.

GRATCH, J.; MARSELLA, S. Modeling emotions in the mission rehearsal exercise. In: CONFERENCE ON COMPUTER GENERATED FORCES AND BEHAVIORAL REPRESENTATION, 10., 2001. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2001. p.15–17.

HIGINBOTHAM, W. Tennis for two. **Retrieved September**, [S.l.], v.9, p.2015, 1958.

ISO, I. IEC 25010: 2011: Systems and software engineering—Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)—System and software quality models. **International Organization for Standardization**, [S.l.], 2011.

JAMES, W. II.—What is an emotion? **Mind**, [S.l.], n.34, p.188–205, 1884.

KIERAS, D. User Interface Design for Games. **University of Michigan Disponível em: <http://www.eecs.umich.edu/~soar/Classes/494/talks/User-interfaces.pdf>**, [S.l.], 2006.

LAITINEN, S. Do usability expert evaluation and test provide novel and useful data for game development? **Journal of usability studies**, [S.l.], v.1, n.2, p.64–75, 2006.

MARTINEZ, L. M.; ZEELLENBERG, M.; RIJSMAN, J. B. Behavioural consequences of regret and disappointment in social bargaining games. **Cognition and Emotion**, [S.l.], v.25, n.2, p.351–359, 2011.

MILER, J.; LANDOWSKA, A. Designing effective educational games—a case study of a project management game. In: COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION SYSTEMS (FEDCSIS), 2016 FEDERATED CONFERENCE ON, 2016. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2016. p.1657–1661.

MORAIS, A. M. **Cade os jogos educacionais moveis? Dia a dia, bit a bit**. Acessed: 2018-15-02, <http://boletim.de/silvio/cad-os-jogos-educacionais-mveis//>.

NIELSEN, J. **Usability engineering**. [S.l.]: Elsevier, 1994.

NIELSEN, J. **Usability 101: Introduction to usability**. [Online; accessed 1-November-2016], <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>.

ORTONY, A.; CLORE, G. L.; COLLINS, A. **The cognitive structure of emotions**. [S.l.]: Cambridge university press, 1988.

- PINTO, A. d. C. Memória, cognição e educação: Implicações mútuas. **Educação, cognição e desenvolvimento: Textos de psicologia educacional para a formação de professores**, [S.l.], p.17–54, 2001.
- RABIN, S. **Introdução ao desenvolvimento de games**: Programação, técnica, linguagem e arquitetura. vol. 2. [S.l.]: São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- ROGERS, Y.; SHARP, H.; PREECE, J. **Interaction design**: beyond human-computer interaction. [S.l.]: John Wiley e Sons, 2011.
- RUSSELL, S.; GRAETZ, M.; WITAENEM, W. Spacewar. **Computer software**, [S.l.], 1962.
- SALES, R. A.; CHAIMOWICZ, L. An evaluation of human perception of emotions in digital games built across the OCC model. [S.l.], 2016.
- SANTOS PETRY, A. dos. Heavy Rain ou o que podemos vivenciar com as narrativas dos games. [S.l.], 2011.
- SCAPIN, D. L.; BASTIEN, J. C. Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems. **Behaviour & information technology**, [S.l.], v.16, n.4-5, p.220–231, 1997.
- SCHELL, J. **Arte de game design**: o livro original. [S.l.]: Crc Press, 2010.
- SILVA, d. F. N.; ADAMATTI, D. F.; WERHLI, V. A. Using Bayesian Networks to Structure the OCC Emotions Model. **Journal Of Intelligent Computing**, [S.l.], p.156–171, 2016.
- SOMMERVILLE, I.; MELNIKOFF, S. S. S.; ARAKAKI, R.; ANDRADE BARBOSA, E. de. **Engenharia de software**. [S.l.]: Addison Wesley São Paulo, 2003. v.6.
- TAROUCO, L. M. R.; ROLAND, L. C.; FABRE, M.-C. J. M.; KONRATH, M. L. P. Jogos educacionais. **RENOTE: revista novas tecnologias na educação [recurso eletrônico]**. Porto Alegre, RS, [S.l.], 2004.

# APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO AOS ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS

Título do Projeto: Usabilidade e Emoções: Um estudo de caso com jogos digitais.

Colaborador voluntário: \_\_\_\_\_

RG: \_\_\_\_\_

Você está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa "Usabilidade e Emoções: Um estudo de caso com jogos digitais", de responsabilidade do pesquisador Miguel J. Zinelli da Costa Junior. Você foi selecionado(a) por estar devidamente matriculado no primeiro ou último ano de um curso na área das exatas ou na área das humanas. A sua participação não é obrigatória e a qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Uma possível recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.

O objetivo desta pesquisa é realizar um estudo sobre a usabilidade de jogos digitais e a influência nas emoções de jogadores. A participação nesta pesquisa será voluntária e colocará o voluntário no papel de jogador. Para validar a proposta, é necessário que o voluntário jogue dois jogos, que sejam coletados sinais fisiológicos do jogador, e que este responda um questionário após a sessão. Cabe destacar que a técnica de captura de sinais utilizada nesta pesquisa é de caráter não invasivo.

Os benefícios com a participação nesta pesquisa futuramente podem refletir na maneira em que os jogos digitais são desenvolvidos e na maneira que a indústria trata a usabilidade destes jogos. Este estudo levanta uma questão relacionada a usabilidade e as emoções dos jogadores, e espera-se que aduza uma contribuição para o desenvolvimento de jogos digitais focando na importância da usabilidade.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação, e caso seja necessário utilizar o nome será na forma de suas iniciais ou utilizando outro identificador, como nome de flores, por exemplo.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço institucional do pesquisador principal e do CEP, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador

Eu,

\_\_\_\_\_, RG nº \_\_\_\_\_, declaro ter sido informado e concordo com a participação, como voluntário, no projeto de pesquisa acima descrito.

Rio Grande, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2017.