

**Universidade de Brasília**

Instituto de Ciências Exatas  
Departamento de Ciência da Computação

**Ferramenta para análise de jogos com base em  
interpretação afetiva das expressões faciais do jogador**

Marcos Cordeiro Fleury

Monografia apresentada como requisito parcial  
para conclusão do Curso de Engenharia da Computação

Orientadora  
Prof.a Dr.a Carla Denise Castanho

Brasília  
2018



# Dedicatória

Dedico esse trabalho a todos que me apoiaram e estiveram a meu lado durante toda a minha formação pessoal e acadêmica.

# Agradecimentos

Gostaria de agradecer minha orientadora Carla Denise Castanho por ter me acompanhado durante os últimos dois anos e ter me auxiliado tanto e de tantas formas. Também agradeço os professores Tiago Barros Pontes e Silva e o professor Mauricio Miranda Sarmet, cujos conselhos e orientações me permitiram crescer muito como pessoa e fizeram com que esse trabalho em sua presente forma fosse possível. Não posso deixar de agradecer também a Marco Akira e Elton Sarmanho Siqueira por sua assistência no escopo deste e outros projetos dentro do Projeto Game Analytics. Por fim, agradeço a minha família, meus amigos e minha namorada que sempre me apoiaram e acompanharam durante todos os momentos de minha vida.

# Resumo

Jogos digitais podem provocar as mais diversas emoções e reações em seus usuários. A compreensão dessa experiência têm sido relevante tanto no contexto de pesquisas acadêmicas quanto na indústria que busca cada vez mais aperfeiçoar seus jogos e entender como o jogador se relaciona com esses artefatos. Nesse contexto, este trabalho propõe uma ferramenta para auxiliar na compreensão das reações dos jogadores através da inferência de estados afetivos a partir da expressão facial dos usuários durante uma sessão de jogo. Mais precisamente, ela permite a configuração de um ou mais aspectos variáveis de um jogo para cada teste e, a partir dos dados adquiridos tanto do próprio jogo quanto das inferências, gera gráficos, vídeos e arquivos CSV. Além disso, salienta-se que a ferramenta não está limitada a um determinado gênero de jogo. Foram realizados, ainda, testes para exemplificar como a ferramenta pode vir a ser utilizada e são demonstradas algumas possíveis análises feitas com a ferramenta. Os testes demonstraram o uso de gráficos e vídeos para análises qualitativas visuais além de análises numéricas através dos dados de um arquivo CSV.

**Palavras-chave:** Vídeo Games, Jogos, Emoções, Expressões Faciais, Game Design

# Abstract

Digital game can provoke diverse emotions and reactions from their users. Comprehending these experiences has been relevant both for academic research and for the game's industry, which searches to improve its games and understand how the player relates to these artifacts. In this context, this work proposes a tool to aid on the understanding of players' reactions through the inferring of affective states achieved from users facial expression during game session. Specifically, it permits the configuration of one or more variable aspects of a game for each test and, from the data acquired from both the game and the inferences, generates graphs, videos and CSV files. Besides, it is stressed that the tool is not limited to any specific game genre. Moreover, tests were realized to exemplify how the tool can be used and some possible analyses that can be done with the software were demonstrated. The tests resulted in findings about problems and strengths of the game. Such analysis is associated with the use of the diverse set of data gathered by the tool. The tests demonstrated how the graphs and videos can be used for visual qualitative analysis. On the other hand, numeric analysis are possible through the use of the data in the CSV file.

**Keywords:** Video Games, Games, Emotions, Facial Expressions, Game Design

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Fundamentação Teórica</b>	<b>3</b>
2.1	Estados afetivos e Expressão Facial . . . . .	3
2.2	<i>Game Design</i> . . . . .	5
2.3	<i>Playtest</i> . . . . .	6
2.4	Complemento . . . . .	8
<b>3</b>	<b>Trabalhos Correlatos</b>	<b>10</b>
3.1	Psicofisiologia no design de jogos casuais . . . . .	10
3.2	Sistema de anotações multi-fonte . . . . .	11
3.3	Experiência do jogador a partir da análise facial . . . . .	12
3.4	Avaliação de diversão a partir da análise de imagens faciais . . . . .	13
3.5	Complemento . . . . .	14
<b>4</b>	<b>Ferramenta de análise de jogos</b>	<b>16</b>
4.1	Visão Geral . . . . .	16
4.2	Funcionamento . . . . .	18
<b>5</b>	<b>Implementação</b>	<b>25</b>
5.1	Ferramenta . . . . .	25
5.1.1	Tecnologias Utilizadas . . . . .	25
5.2	Alterações no Lumen . . . . .	30
<b>6</b>	<b>Testes da Ferramenta</b>	<b>31</b>
6.1	O Jogo Lumen . . . . .	31
6.1.1	Testes com o jogo Lumen . . . . .	32
6.2	Resultados . . . . .	35
6.3	Complemento . . . . .	41
<b>7</b>	<b>Conclusão</b>	<b>42</b>

Referências	44
Apêndice	46
A Questionário de Perfil de Jogador	47



# Lista de Figuras

3.1	Fotografia de “Gua-Le-Ni; ou, The Horrendous Parade”. Retirado de [1]..	11
3.2	Uma fotografia da interface do módulo de anotação apresentando o vídeo do sujeito, vídeo da tela da área de trabalho, gráficos de anotação e controles de anotação. Retirado de [2]..	13
3.3	Fotografia do reconhecedor expressão facial quando um participante jogava Draw My Thing. As linhas curvadas brancas no rosto automaticamente buscam expressões faciais do participante. A tela do jogo também é mostrada na sub-tela no topo esquerdo. Retirado de [3]..	14
4.1	Esquema de uso da Ferramenta.	18
4.2	Tela Inicial.	19
4.3	Tela de Ajuda.	19
4.4	Tela de Criação de Testes.	20
4.5	Tela Carregamento de Testes.	21
4.6	Tela de Teste Aberto.	22
4.7	Tela de Exportação de Gráfico.	22
4.8	Tela de Exportação de Vídeo.	23
4.9	Gráfico como Saída.	23
4.10	Vídeo como Saída.	24
4.11	Diretório raiz da Ferramenta.	24
5.1	Organização do Código da Ferramenta.	27
6.1	Imagem do jogo Lumen.	32
6.2	Imagem do jogo Lumen.	33
6.3	Primeiro Gráfico do Participante 8..	36
6.4	Segundo Gráfico do Participante 8..	36
6.5	Gráfico 1 do participante 7..	37
6.6	Gráfico 2 do Participante 7..	38
6.7	Gráfico 1 do Participante 4..	38

6.8	Gráfico 2 do Participante 4.. . . . .	39
6.9	Gráfico 1 do Participante 3.. . . . .	39
6.10	Gráfico 2 do Participante 3.. . . . .	40

# Lista de Tabelas

6.1 Tempos de Adaptação. . . . .	35
6.2 Tempos no Desafio. . . . .	40

# Capítulo 1

## Introdução

Jogos digitais fazem parte da vida contemporânea. Por volta de 82% dos brasileiros entre os 13 e os 59 anos jogam algum tipo de jogo [4]. Isso significa que as pessoas que estão consumindo jogos não se restringem apenas ao gênero masculino ou feminino e também não estão restritas a uma faixa etária. Além disso, o número de jogos lançados também tem aumentado, apenas na plataforma Steam da empresa Valve o número de lançamentos aumentou de 112 em 2007 para 7.672 em 2017 [5]. Aumenta cada vez mais tanto a oferta de jogos quanto o número de interessados nesses jogos.

Nesse contexto, compreender como jogos afetam seus jogadores tem se tornado cada dia mais relevante. Essa compreensão tem importância por diversos motivos e não é de interesse único de desenvolvedores. Para desenvolvedores, auxilia no entendimento de quais públicos seu jogo melhor se destina, verificar problemas em suas concepções, aumentar o impacto de seu conteúdo. Por outro lado, pesquisadores também podem ter grande interesse em saber as reações dos jogadores [6]. Compreender como esse consumo pode influenciar o comportamento de indivíduos, como influencia o seu aprendizado, se modifica a interação com outros é uma área de cada vez maior importância.

Apesar de jogos comerciais serem geralmente desenvolvidos com o objetivo de trazer diversão aos seus consumidores, muitas outras reações podem ser experienciadas no decorrer de uma sessão de jogo [7]. Diversos jogos apresentam narrativas que apresentam aos jogadores um amplo espectro de situações cujas reações são as mais diversas. Mesmo em jogos sem elementos narrativos, pessoas podem inventar suas próprias narrativas a partir de jogos puramente mecânicos e sem nenhuma forma de história, inserindo personalidades e motivos próprios para cada personagem e acontecimento na tela. Com isso, o que uma pessoa experiencia no decorrer de um jogo não pode ser resumido à presença ou ausência de diversão. Ainda assim, mesmo essas respostas afetivas sendo apenas sentidas por aqueles que as experienciam, as reações a esses afetos não se restringem a uma compreensão intelectual do que foi experienciado. Sentir um afeto pode afetar o corpo

de uma pessoa por completo, como por exemplo uma concentração de sangue na região da cabeça durante um episódio de raiva. Alguns desses efeitos podem ser medidos, seja por equipamentos ou por pessoas externas e a partir dessas medições, inferências podem ser realizadas para tentar entender o que foi sentido [1].

Com o objetivo de conseguir compreender melhor o comportamento de jogadores, a área de *Game Analytics* (Análises de Jogos) se desenvolveu. Essa área consiste no uso de informações do jogo buscando entender as ações do jogador. Muitos dados podem ser adquiridos com esse objetivo, como a movimentação de personagens, a qualidade média da conexão a internet dos jogadores, número de mortes e eliminações em jogos de tiro, resultando em uma grande quantidade de informações. Esses dados são então analisados utilizando, em geral, ferramentas estatísticas. Muito é estudado nessa área sobre quais dados se coletar, em qual quantidade e que tipos de conclusões podem ser alcançadas[8, 9, 1].

O objetivo do presente trabalho é produzir uma ferramenta que possa auxiliar tanto desenvolvedores quanto pesquisadores a analisar repostas afetivas dos jogadores e os dados dos jogos. Para isso esta ferramenta grava o rosto de uma pessoa enquanto está jogando e realiza a análise da expressão facial dela para inferir suas reações afetivas. Além disso a ferramenta também coleta e grava informações da execução do jogo. Uma vez obtidas tais informações, ela apresenta esses dados para que tanto pesquisadores quanto desenvolvedores os utilizem para realizar suas análises desejadas e melhor compreenderem os jogadores. Mais precisamente, são fornecidos gráficos com as reações afetivas que os jogadores experienciaram durante suas sessões e com variáveis internas do jogo. Também é fornecido um vídeo da sessão que apresenta a imagem do jogo, do jogador e um gráfico com as reações deste jogador a cada momento. Por fim, também é provido um arquivo CSV com todos os dados obtidos pela ferramenta no decorrer das sessões realizadas.

A ferramenta também apresenta a possibilidade de enviar informações ao jogo a ser executado para que o pesquisador ou desenvolvedor possa configurar elementos do jogo e execute diversos testes em função das configurações. Isso permite a avaliação de aspectos ou partes específicas de um jogo e as reações do jogador perante estes. Por fim, a ferramenta é genérica o suficiente para ser utilizada com qualquer gênero de jogo para não limitar a sua utilização.

O restante desta monografia está organizada da seguinte forma. O Capítulo 2 apresenta alguns conceitos fundamentais no contexto deste trabalho. No Capítulo 3 são descritos alguns trabalhos correlatos. A ferramenta de análise proposta é detalhada no Capítulo 4, enquanto os testes conduzidos com a mesma são mostrados no Capítulo 5. O Capítulo 6 apresenta como foi realizada a implementação da ferramenta e, por fim, no Capítulo 7 concluí-se este trabalho com algumas considerações finais e sugestões de trabalhos futuros.

# Capítulo 2

## Fundamentação Teórica

Para compreender o funcionamento e as motivações da ferramenta desenvolvida, alguns conceitos e áreas precisam ser primeiramente compreendidos. A seguir apresentadas as informações necessárias sobre estados afetivos e como estes são inferidos através da expressão facial, a função do *Game Design* dentro do cenário dos jogos digitais e também qual o papel do *PlayTest* e de testes em geral.

### 2.1 Estados afetivos e Expressão Facial

"Afeto é um um estado emocional intenso e relativamente curto, causado por uma mudança súbita em alguma circunstância vital para uma pessoa ou animal"[10]. Entretanto, mesmo estados afetivos sendo reações quase imediatas e de forma não proposital, eles são parte significativa da experiência humana.

O afeto é parte da base daquilo que os seres humanos têm descrito há milênios como alma ou espírito humano [11]. Ainda que existam estados afetivos que, como seres humanos, já nascemos programados a sentir em situações pré-estabelecidas e que, naturalmente, todos sentimos, a forma como estes evoluem e se transformam em estados afetivos secundários exclusivamente associadas às experiências únicas de cada pessoa é parte do que define nossa individualidade. Cada pessoa tem sistemas individuais que reagem aos estímulos externos e internos que causam os estados que todos sentem e, de certa forma, compreendem.

Esses afetos, entretanto, não são apenas respostas aos estímulos e existem como uma forma de reação. Eles, em conjunto com a regulação biológica, desempenham um papel na razão humana [11]. Assim sendo, os estados afetivos devem ser entendidos tanto como parte da reação do corpo aos processos internos como também do ambiente no qual se desenvolvem as ações de cada pessoa.

Levando em consideração tamanha importância desse elemento para a vida de cada pessoa, em conjunto com a compreensão que o ser humano é um ser social e vive em comunidade, torna-se clara a necessidade de compreender não apenas o próprio afeto como também esses estados nos outros membros da comunidade. Entretanto, seria impossível compreender por inteiro a experiência subjetiva de um estado afetivo de outra pessoa [12]. Como foi dito, o afeto é, também, a resposta de nossos corpos, e apenas a pessoa o experienciando pode realmente saber o que sente. Assim sendo, o que sobra para tentarmos entender os outros são as consequências externas das reações internas que estão ocorrendo dentro dos corpos de terceiros. Quando uma pessoa sente um episódio de medo seu coração acelera, a respiração se suspende, os lábios tremem, pernas se enfraquecem a pele arrepia [11]. Entretanto, o que uma pessoa externa pode ver exclui várias dessas reações. Assim sendo, não existe uma forma definitiva de se medir o estado afetivo de outro [12], mas uma das opções para se tentar entender o que o outro pode estar sentindo passa a ser sua expressão facial, visto que se acredita que esta é uma das demonstrações mais próximas ao comportamento do organismo [13].

Medições do estado afetivo de pessoas é um processo difícil e, como já dito, não existe um modelo da melhor forma de alcançar uma medição definitiva. Em geral, medidas são adquiridas por meio de relatos das próprias pessoas que experienciaram as emoções [13]. Nesses relatos usualmente são usados dois métodos de relatar emoções, através de emoções discretas ou de forma dimensional [12]. Para a primeira são usadas emoções “base” que tem sintomas fisiológicos e expressivos que são observáveis e distinguíveis entre si [12]. O segundo utiliza de um espaço tridimensional onde a emoção pode ser posicionada para descrever seus valores de valência, excitação e tensão [12]. Para o uso da expressão facial usam-se as emoções discretas pois, através do trabalho experimental de Paul Eckman [14], seis emoções “base” (Alegria, tristeza, medo, aversão, raiva e surpresa) são reconhecíveis por meio da expressão facial entre diversas culturas [13].

Para se medir o estado afetivo de um indivíduo por meio de sua expressão facial utiliza-se as regiões dos olhos, boca e principalmente as sobrancelhas e cantos da boca, além de outros elementos faciais como rugas, trazendo bons resultados para tal medição [13]. No caso do uso de ferramentas automáticas para fazer a análise do estado afetivo, duas formas se destacam: aprendizado de máquinas através de reconhecimento facial e a Electromiografia (EMG). O EMG consiste do uso de eletrodos para medir a ativação dos músculos faciais e por meio dessas medições inferir o estado afetivo de uma pessoa. Este método tem como vantagens sua objetividade, detecção quase instantânea de respostas mínimas do rosto, porém ruído pode ser captado tanto por falhas no equipamento quanto por atividades musculares resultantes de outras atividades como fala, piscadas e outras formas de comunicação que usam o rosto [15]. Já o reconhecimento facial consiste no uso de

algoritmos de detecção de elementos faciais que são então analisados de acordo com um algoritmo de classificação. Esse último algoritmo aprende quais emoções são caracterizadas por quais elementos através de um banco de dados de exemplos de cada uma das expressões a serem designadas. Suas principais vantagens estão em ser um método menos intrusivo que o EMG, por não ser necessário o uso de eletrodos, e permitir a coleta de dados em um ambiente fora de laboratórios [16]. Para o caso de gravações de expressões faciais também é possível utilizar um método não automático de medir o estado afetivo. Usa-se um ferramenta de anotações de afeição e o usuário anota suas emoções ao assistir uma gravação do seu rosto durante o período a ser analisado [17]. O uso de tais técnicas tem como sua principal vantagem não depender do relato dos participantes, e assim evitar a subjetividade de suas experiências.

## 2.2 *Game Design*

O termo *game design* é muitas vezes interpretado de formas diferentes, variando muito entre si. Logo, mostra-se importante definir qual o conceito e escopo utilizados no contexto deste trabalho. Primeiramente, *game design* é um termo que pode ser utilizado em qualquer cenário de criação de jogos, sendo essa uma atividade de solução de problemas conduzida de forma lúdica [7], desde jogos de tabuleiro e cartas até jogos digitais e de computador [7]. Para os propósitos deste texto o foco do termo estará em suas atribuições em jogos digitais, abrangendo jogos de computador, celular e console de videogame. A atividade de *game designer* e suas funções estão intimamente relacionadas ao processo de desenvolvimento de jogos digitais, participando deste durante todo o seu decorrer [7].

O processo de desenvolvimento de um jogo digital e seu escopo variam em grande medida. Em geral, os projetos são divididos em três grandes categorias: jogos *indie* (independentes), jogos de médio porte e jogos AAA (uma referência a jogos com altos orçamentos e investimentos em marketing). Os projetos com menos investimentos podem ser feitos em sua plenitude por apenas uma ou duas pessoas, enquanto grandes projetos podem chegar a ter equipes de 600 pessoas [18]. Assim sendo, funções podem ser muito específicas ou gerais, dependendo do projeto em que se está produzindo. Logo, o cargo formal de *Game Designer* dentro de uma equipe nem sempre existirá, sendo este mais próximo de uma função, podendo ser realizada por pessoas que ocupam outros cargos [7].

*Game design* é muitas vezes confundido com a arte de um jogo, entretanto suas decisões estão relacionadas às regras, a forma que o jogo é visto e sentido, o *timing*, o ritmo, os riscos relacionados, as recompensas, as punições e todas as outras experiências de um jogo [19]. Logo, decidindo sobre como o jogo deve ser e estabelecendo a experiência que o jogador deve ter [7]. Sendo tais atribuições extremamente abrangentes, em equipes em



que se mostra possível, as atribuições do *game designer* podem ser divididas em diversos cargos: o diretor criativo, o designer-chefe, o designer de narrativa, o designer de interfaces e o designer de níveis. O diretor criativo se responsabiliza em manter o estilo e conteúdo do jogo consistentes com a visão original do projeto, o designer-chefe supervisiona o time de designers, que estão responsáveis pelas escolhas pontuais dentro do jogo como a definição de estruturas de jogabilidade. O designer de narrativa se responsabiliza por escrever ou adaptar uma narrativa para fazer sentido no contexto de um jogo, o designer de interface define o que, como e por quem deve ser visto o que compõe o jogo. Finalmente, o designer de níveis define os ambientes e o mundo onde o jogo se passa, podendo envolver-se com jogabilidade e história [19].

Com tantas atribuições e cargos, é improvável não se deparar com diversos problemas. Entretanto, não existe um guia definitivo do que deve ser feito para desenvolver um bom jogo. O objetivo do *game designer*, este sendo a soma de todas as funções descritas anteriormente, é proporcionar uma experiência nas pessoas que vierem a entrar em contato com seu jogo. Porém uma experiência é algo subjetivo e extremamente pessoal e individual, fazendo com que tudo que o designer pode fazer é criar uma ferramenta que proporciona uma experiência próxima do que se pretendia alcançar. Dessa forma, o problema central do designer passa a ser como conseguir proporcionar experiências para outros quando tudo que ele realmente vive e vai viver são suas próprias experiências. Com isso em mente, muitos escolhem produzir jogos que, para eles, são bons, decidem seguir o que, para eles, “parece certo”. Entretanto essa abordagem tem grandes dificuldades, pois experiências próprias podem levar a conclusões falsas ou a verdades que só são aplicáveis a grupos específicos. Logo, mesmo o game designer que melhor entende seus gostos, as mecânicas que funcionam para ele e o porquê disso, ainda está limitado a sua própria realidade. Por conta disso, a maior habilidade que ele pode ter passa a ser escutar o que os outros tem a dizer e o que os outros experienciam [7].

Para compreender a forma que outros jogadores reagem e pensam que surge uma das ferramentas mais importantes do *Game Designer*, os testes. Não podendo viver a vida de outros, passa a ser extremamente necessário testar seus jogos com seus objetivos e analisar como os jogadores estão respondendo ao que foi proposto. Dessa forma se pode ampliar o alcance que de um jogo.

## 2.3 *Playtest*

Um jogo digital passa por dezenas de etapas desde a concepção de suas primeiras ideias até que as pessoas possam finalmente jogá-lo em sua totalidade. Atualmente, novas etapas têm sido adicionadas com novas funções como o *Downloadable Contents*, Conteúdos

Baixáveis (DLC) e *lifestyle games* [20] e também com *patches* pós lançamento para correção de erros e adição de conteúdo. Tradicionalmente, jogos são divididos nas fases de conceito, protótipo, alpha, beta e ouro. Conceito consiste na fase em que se define sobre o que se trata o jogo, seu escopo e premissas. O protótipo é a fase na qual um protótipo é desenvolvido com uma estrutura básica que contém o elemento central do jogo a ser desenvolvido e é a base sobre o qual o resto se constrói. Alpha consiste no período de definição de quais elementos estarão presentes no decorrer do jogo. Ao final do alpha deve ser possível realizar tudo que o jogo se propõe a fazer. Em beta o jogo já está em sua versão quase final e então passa a ser refinado para melhor alcançar todos os objetivos proposto. Quando o jogo chega em “ouro” ele está pronto para ser distribuído e entrar em contato com o público final. A produção pode continuar mesmo após alcançar o ouro por meio de correções ou conteúdos adicionais a serem distribuídos após a versão ouro [21].

Além da adição de funções e conteúdo no jogo, outro elemento separa cada etapa da produção de um jogo digital: correção de erros. Erros, nesse caso, são todos os elementos que existem dentro do projeto que não adicionam positivamente a ele. Erros podem existir em todas as partes de um jogo, seja código produzindo resultados não desejados ou artes, músicas, sons e roteiros inacabados ou que não se encaixam com o resto do projeto. Cada etapa requer um nível de coesão entre as partes e ausência de erros para que se alcance a próxima etapa. Deve-se lembrar que erros, nesse caso, não se aplicam ao processo de produção de uma imagem ou na escrita de código e sim a partir do momento em que essas partes se integram e o resultado alcançado não é o desejado. Para conseguir corrigir tais problemas usam-se testes.

Testes consistem na análise do jogo ou partes dele para verificar se os resultados obtidos são aqueles desejados. Testes podem ser divididos em Garantia de Qualidade (QA), compatibilidade, localização, usabilidade e *playtest*. O QA consiste em garantir o funcionamento técnico do jogo, isto é, o teste de compatibilidade verifica se o jogo funciona da forma que deveria em configurações de computadores ou em diferentes consoles. Localização verifica se o conteúdo do projeto faz sentido nos países e culturas onde será distribuído, enquanto o teste de usabilidade garante se o sistema e a interface são intuitivos e fáceis de serem usados. Finalmente, *playtest* é o teste do jogo com pessoas de fora da produção para garantir que o jogo está proporcionando as experiências esperadas [21, 7].

O *playtest* é a fase final de testes e também a que responde as perguntas mais abrangentes sobre o jogo desenvolvido. A principal resposta a ser encontrada, por ser o objetivo final da maioria dos jogos, é se o jogo é divertido. Entretanto, apenas essa resposta pouco ajuda projeto algum, ela apenas identifica se este foi bem ou mal sucedido. Porém outras respostas trazem informações cruciais para a coesão do jogo, como quais elementos são divertidos, quais são entediantes, como os jogadores resolveram os desafios, se o jogo é

justo e uma infinidade de outras respostas. *Playtest* se torna vital quando percebemos que todas as perguntas seriam impossíveis de serem alcançadas sem o auxílio de terceiros externos ao projeto. Por mais que essa proximidade possa trazer benefícios imensos na resolução de problemas, os desenvolvedores do jogo têm suas opiniões distorcidas por estarem perto demais do que estão criando, fazendo com que suas opiniões não sejam suficiente. Muitas vezes, é necessário trazer um amplo espectro de diferentes grupos para testarem o jogo: amigos, jogadores experientes casuais ou até mesmo pessoas que nem mesmo jogam. Objetivos variam de projeto em projeto fazendo com que as opiniões mais importantes variem com eles, porém todos estes grupos podem trazer informações relevantes para a compreensão do jogo sendo desenvolvido.

Uma vez que terceiros são usados para testar os jogos é preciso saber a forma de conseguir as repostas desejadas com essas pessoas jogando. Se o objetivo é compreender as experiências que os jogadores podem ter é necessário aproximar ao máximo a situação de teste do ambiente usual de jogo em seu estado final. Problemas podem ocorrer ao inserir o jogador em ambientes de laboratório em que ele se sinta observado ou direcionado demais sobre o que deve fazer. Pessoas ao redor ou equipamentos no usuário podem causar distrações ou desconforto, podendo alterar a experiência deste. Outro problema constatável é como compreender algo tão subjetivo e pessoal como a experiência de uma pessoa [7]. Para se aproximar dessa resposta muitas vezes se recorre a questionários específicos para cada jogo ou sessões de jogo em que o jogador narra seus pensamentos a cada instante. Essas abordagens podem trazer problemas ao se tornarem racionalizações da experiência, além de, no caso de questionários pós fato, dependerem de memória e no caso da narração, interferir diretamente na própria experiência. Outros métodos de análise são frequentemente estudados e aplicados, alguns destes são o uso de gravações das sessões de teste e do jogador para analisar suas reações, obtenção de estatísticas do jogo durante sessões de teste, entre outros [17, 22, 23, 9].

## 2.4 Complemento

A função de *game designer* é de vital importância para o desenvolvimento de jogos, porém apresenta grandes dificuldades. Mesmo os melhores designers são limitados pelas suas próprias experiências e vivências e dependem tanto da compreensão de seus próprios estados afetivos quanto os de outros. Para isso o uso de testes se mostra essencial no cenário de desenvolvimento de jogos. Entretanto, não é uma tarefa trivial compreender o afeto de outros e nem mesmo conseguir proporcionar testes que possam responder as perguntas que se mostrarem necessárias para os objetivos do designer ou de outros

interessados. Dessa forma, mostra-se necessário simplificar a forma em que tais perguntas possam ser respondidas.

# Capítulo 3

## Trabalhos Correlatos

Com o objetivo de compreender como trabalhos anteriores foram realizados para compreender o uso de estado afetivos e testes em jogos e também a detecção de estados afetivos através da expressão facial. Não foram encontrados trabalhos que propuseram uma ferramenta específica que utilizasse a inferência de estados afetivos para auxiliar desenvolvedores e pesquisadores de jogos, então foram escolhidos trabalhos que apresentam avanços e problemas que auxiliam no desenvolvimento da ferramenta desejada.

### 3.1 Psicofisiologia no design de jogos casuais

O trabalho de Gualeni et al. [1] utiliza quatro sensores de medição biométrica (EMG facial, condutividade da pele, ritmo cardíaco e pressão sanguínea) para auxiliar no desenvolvimento de um jogo casual. Os testes foram realizados em dois momentos distintos no desenvolvimento do jogo para iPad e foram usados para adquirir informações sobre os jogadores e assim poder fazer escolhas de design com base nas informações obtidas a partir das medições durante o desenvolvimento. Além das medições fisiológicas ainda foram usados questionários de qualidade de jogos (GEQs, Quality Experience Questionnaires) antes e depois de sessões de jogo, entrevistas não estruturadas com os participantes dos testes e métricas internas do jogo foram adquiridas durante as sessões.

Os pesquisadores concluíram que as informações adquiridas pelos sensores trouxeram valiosas informações para os desenvolvedores, que puderam encontrar pontos de dificuldade acentuada e momentos de desafios positivos para os jogadores. Alguns dos dados adquiridos só foram descobertos com o uso de tais ferramentas. Perceberam também que existem vantagens específicas para jogos casuais quando utilizando tais medições, mas problemas característicos do ciclo de desenvolvimento desses jogos também foram percebidos. O uso de outros dados, como os questionários e as métricas internas, foi reforçado como fontes de informações úteis que podem ser usados em conjunto com os

dados biométricos. Finalmente, foram encontrados dois grandes problemas para os testes como um todo. O primeiro consiste em alguns dos sensores serem muito invasivos quando usados nos participantes dos testes e também reduzirem as possibilidades de movimento destes. Essa redução ocorreu tanto pelos equipamentos limitarem os movimentos quanto por conta de variações nas medições que poderiam ocorrer decorrentes da movimentação dos participantes. Segundo, foi necessário adicionar um volume considerável de código para a criação de logs que continham todas as informações desejadas com a especificidade requerida.

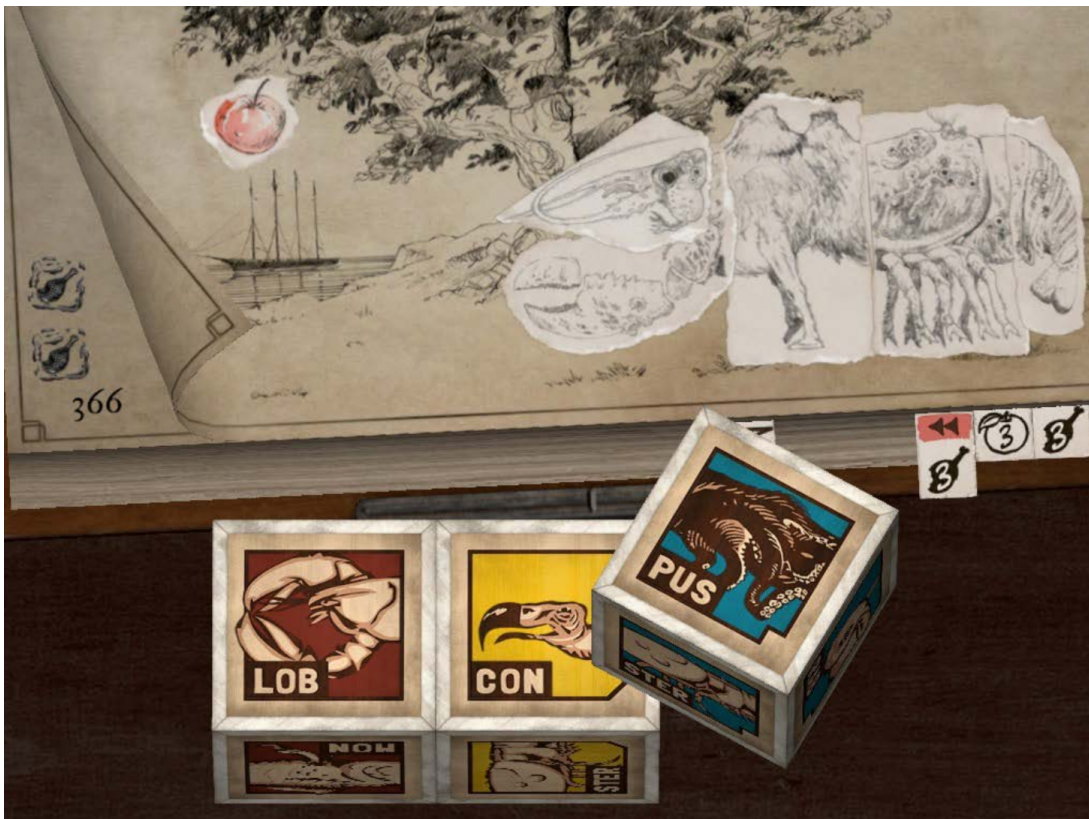


Figura 3.1: Fotografia de “Gua-Le-Ni; ou, The Horrendous Parade”. Retirado de [1]..

## 3.2 Sistema de anotações multi-fonte

O trabalho [2] conduzido teve como objetivo criar uma ferramenta que pudesse coletar dados de diferentes fontes, sincronizá-los e contextualizá-los para que se pudesse fazer um trabalho de anotação de emoções. Inventado et al. criaram o software *Observatory* para realizar essa tarefa. O vídeo de uma webcam é gravado para que possa visualizar o rosto de uma pessoa utilizando o computador no qual testes são realizados, a imagem da área de trabalho do computador também é salva e por último são adquiridos dados

de ondas cerebrais a partir do equipamento *Emotiv Epoc Neuroheadset*. Essas fontes de informação são coletadas, sincronizadas para representarem os mesmos momentos para então o usuário da ferramenta poder definir qual emoção estava sendo sentida a cada momento podendo utilizar tanto o rosto quanto a atividade realizada como contexto.

Para a pesquisa, foi feito um estudo de caso em que alunos utilizavam esta ferramenta para anotar suas emoções após passarem por um Sistema de Ensino Inteligente (SEI). O objetivo desse caso foi correlacionar os dados observáveis do rosto e do sistema com os dados de ondas cerebrais, que não podem ser anotados diretamente. Com isso as anotações foram usadas para alimentar algoritmos de aprendizado de máquinas com dados de treinamento. Assim, criou-se modelos computacionais para prever reações emocionais às respostas do SEI.

Como resultados, os pesquisadores conseguiram fazer um sistema de anotações que pudesse unir dados de diferentes fontes em vez do foco único em uma fonte. Entretanto, seu funcionamento ficou restrito às três fontes descritas previamente. Dessa forma, seus resultados foram efetivos em conseguir o sistema de anotações proposto. Por fim, destaca-se a limitação da ferramenta por ter seu foco exclusivo em gerar anotações de emoções e exclusivamente para correlacionar com ondas cerebrais de um equipamento específico.

### **3.3 Experiência do jogador a partir da análise facial**

O estudo realizado por Tan et al teve como objetivo pesquisar um método para aquisição avaliações eficientes da experiência de usuários de jogos digitais. O método escolhido foi o uso de análise de expressões faciais, por ser um método não invasivo e mais natural de conseguí-las. O estudo foi feito com sessões em que os participantes jogassem dois jogos (*Portal 2* da empresa Valve e *Draw My Thing* da empresa OMGPOP) enquanto seus rostos e telas do computador eram filmados. Os participantes também preenchiam um questionário fornecendo informações do histórico e perfil, além de reponderem o Questionário de qualidade de jogos completo. Então, as gravações passaram por um sistema de reconhecimento de expressões faciais automático com as expressões alegria, surpresa, raiva e neutral como saída. Cada expressão foi analisada duas vezes por segundo.

Os pesquisadores concluíram que o uso de gravações de rosto foram realmente pouco intrusivas. Além disso, os jogadores demonstraram variabilidade de expressões faciais, o que implica muita informação obtida, além dessas expressões frequentemente se correlacionarem com os relatos dos próprios participantes. Também foi percebido que os jogos incitaram expressões faciais significativamente diferentes, podendo implicar na obtenção de dados relativos aos gêneros de jogos utilizados. Outra conclusão importante foi a grande correlação entre as expressões faciais e os resultados do GEQ, o aumento de desafio se

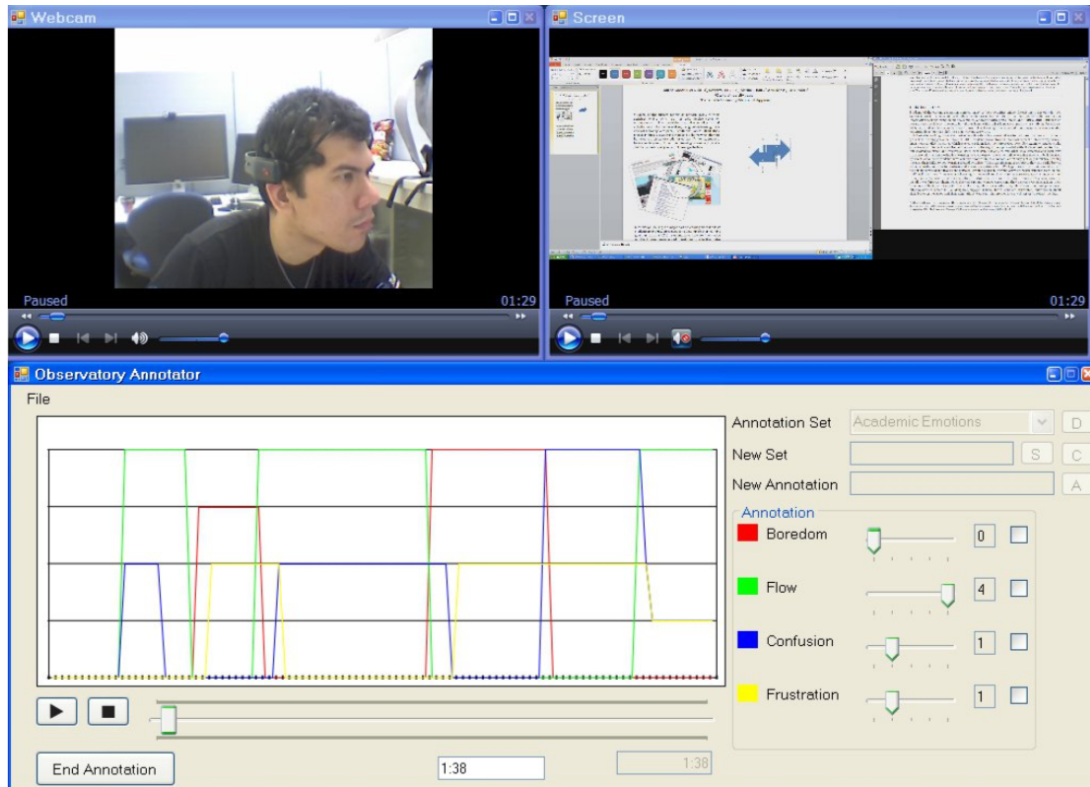


Figura 3.2: Uma fotografia da interface do módulo de anotação apresentando o vídeo do sujeito, vídeo da tela da área de trabalho, gráficos de anotação e controles de anotação. Retirado de [2]..

relacionou com a expressão facial em ambos os jogos. O estudo, entretanto, limitou-se apenas a estes dois jogos, abrindo espaço para pesquisas relacionadas a outros jogos e gêneros. Outra limitação foi o uso exclusivo do GEQ. Pode-se buscar o uso de outras fontes de informação para relacioná-las às expressões faciais [3].

### 3.4 Avaliação de diversão a partir da análise de imagens faciais

O trabalho de Vieira [13] testou a possibilidade de se avaliar a diversão, a frustração e a imersão de jogadores utilizando webcams de baixo custo. Para isso foram usados algoritmos de detecção facial, inferência de emoções prototípicas através de um algoritmo de aprendizado de máquina, cálculo da distância do rosto do jogador para a câmera e cálculo do número de piscadas de olho por minuto. Foram feitos vídeos de voluntários jogando três diferentes jogos independentes de diferentes gêneros além de pedir para que esses voluntários reportassem seus níveis de diversão, frustração e imersão e responderem





Figura 3.3: Fotografia do reconhecedor expressão facial quando um participante jogava Draw My Thing. As linhas curvadas brancas no rosto automaticamente buscam expressões faciais do participante. A tela do jogo também é mostrada na sub-tela no topo esquerdo. Retirado de [3].

o GEQ. Os relatos dos usuários foram usados para verificar a eficiência dos algoritmos de avaliação.

Como resultados, o trabalho conseguiu boa relação entre os algoritmos e os relatos dos usuários quanto a diversão e imersão, demonstrando a possibilidade do uso da webcam na aquisição de informações sobre jogadores. Por outro lado, o uso de tais algoritmos depende muito da qualidade da imagem adquirida, que pode ser comprometida por obstruções do rosto pelas mãos ou movimento dos jogadores que ocultem parte de seus rostos. Além disso, os bancos de rostos para treinar o algoritmo de aprendizado de máquina para detecção de emoções prototípicas apresentou um número muito maior de faces com os estados afetivos neutro e feliz, causando uma diminuição na detecção dos outros estados e dificultando uma análise balanceada deles. Por fim, o pesquisador concluiu que as avaliações adquiridas trazem informações úteis mas não finais sobre os aspectos estudados nos jogos testados, sendo necessário o uso de outras informações relativas ao jogo para conseguir melhor avaliar a diversão.

### 3.5 Complemento

Apesar de nenhum dos trabalhos acima descritos serem imediatamente relacionados ao presente trabalho, cada um apresenta avanços e características que complementam e são

base para esta investigação. Do primeiro trabalho pode-se verificar a contribuição que dados psicofisiológicos podem trazer durante o desenvolvimento de jogos. Foram destacados também os desafios relacionados à sua aquisição, bem como o esforço empregado para que os dados do jogo possam ser adquiridos e utilizados. Já quanto ao segundo, as características mais importantes para o presente trabalho estão na necessidade da convergência de dados oriundos de diversas fontes em uma interface simples. Também é destacada a utilidade de se usar contexto quando se analisa as reações de pessoas. Para se ter uma melhor identificação de como o usuário está reagindo mostrou-se crucial acompanhar também as ações do usuário no computador.

O terceiro trabalho apresentado neste capítulo, mostra como o uso das expressões faciais é fonte diversa de dados durante sessões de jogo. Este trabalho também mostrou como essa forma de adquirir dados do usuário é pouco intrusiva, causando desconforto menor do que, por exemplo, a investigação conduzida por Gualeni et al [1]. Por fim, o trabalho de Vieira mostrou o valor do uso de diversos dados relacionados a estados afetivos para a avaliação de jogadores, além de mostrar a necessidade de não se restringir a apenas essa informação.

Os elementos apresentados acima serviram como base norteadora para as escolhas feitas neste trabalho. Utilização de aspectos psicofisiológicos, coleta de expressões faciais com pouca intrusão e compilação de informações oriundas de diferentes fontes, são os principais aspectos relacionados a este trabalho.

# Capítulo 4

## Ferramenta de análise de jogos

Neste capítulo a ferramenta é apresentada. Inicialmente são descritos seus objetivos e motivações por trás de seu desenvolvimento. Em seguida é apresentado o funcionamento detalhado do software em cada uma de suas telas, além de exemplificar suas possíveis saídas.

### 4.1 Visão Geral

O software que este trabalho se propôs a desenvolver é uma ferramenta para auxiliar na etapa de *playtest* do desenvolvimento de jogos digitais e também para auxiliar pesquisadores no teste de jogos já finalizados. Os principais objetivos da ferramenta são: realizar uma inferência dos estados afetivos de jogadores a partir de suas expressões faciais, receber dados internos do jogo, correlacionar estas informações e apresentar esse conjunto de dados de modo a oferecer informações para análises de pesquisadores e desenvolvedores.

Primeiramente, a ferramenta foi desenvolvida de modo a permitir que quaisquer jogos possam ser utilizados em conjunto com ela. Isso significa ser uma ferramenta genérica o suficiente para adquirir dados de jogos de diferentes gêneros sem se limitar a um em específico. Além disso, ela não restringe seu funcionamento a plataformas de desenvolvimento ou linguagens específicas para conseguir ser utilizada tanto em jogos desenvolvidos por estúdios independentes quanto por jogos AAA. Outra importante funcionalidade é a possibilidade da ferramenta enviar comandos para o jogo a ser testado para permitir que ela execute o jogo de acordo com a pré-configuração feita pelo pesquisador ou desenvolvedor. Esse uso se mostra necessário para permitir que o pesquisador ou desenvolvedor possa melhor definir o cenário em que deseja analisar o jogo e conseguir resultados mais adequados aos seus objetivos. Por fim, ela destina-se não apenas ao teste de jogos finalizados, mas também de jogos em processo de desenvolvimento. Entretanto, jogos finalizados impossibilitam o envio de dados pela ferramenta para o jogo, dado que é necessário que o

executável do jogo seja feito de forma a possibilitar a entrada de dados para modificar o seu funcionamento. Para facilitar o uso dessa função buscou-se simplificar a comunicação entre a ferramenta e o jogo para diminuir o esforço para se permitir que o jogo receba dados de configurações.

Quanto os dados a serem adquiridos, a ferramenta foi projetada para aceitar diversos tipos de dados vindos do jogo, além de não haver limite no número de informações que o jogo envia para ela. Assim, o pesquisador ou desenvolvedor pode escolher livremente quais informações oriundas do jogo testado deseja analisar. Outra característica fundamental é a filmagem do rosto do jogador durante a realização da sessão de *playtest*. A partir da filmagem são adquiridas 30 leituras por segundo de 6 emoções (Felicidade, Tristeza, Raiva, Medo, Surpresa e Desgosto) além da expressão Neutra. As leituras consistem em identificar elementos faciais importantes para a inferência de expressões faciais, como os olhos, sobrancelhas, boca, rugas e marcas. Em seguida, a posição desses elementos é utilizada para gerar sete números, que variam de 0 a 1, e simbolizam a probabilidade de cada estado afetivo estar sendo experienciada pela pessoa cuja face foi lida. A soma de todas os números totaliza sempre 1, implicando que o maior valor simboliza o estado afetivo mais provável de estar sendo experienciado. Entretanto, o algoritmo utilizado apresenta uma tendência aos estados Neutro e Felicidade por conta dos bancos de dados utilizados para treinar o algoritmo de aprendizado de máquinas que infere os estados. Logo, a análise dos estados afetivo deve levar em consideração essa tendência. Todos esses dados são obtidos e sincronizados para cada sessão de teste realizada.

Por último, buscou-se apresentar as informações adquiridas de diversas formas para permitir diferentes tipos de análise. Para isso todos os dados são gravados e são disponibilizados em vários formatos de modo a atender diferentes objetivos. A ferramenta produz gráficos com a variação dos dados que o pesquisador ou desenvolvedor desejar visualizar, além de produzir um vídeo que agrega as imagens do jogo sendo rodado, do rosto do jogador e também um gráfico com a inferência do estado afetivo a cada instante. Por último, o software ainda disponibiliza um arquivo CSV com todos os dados adquiridos que pode ser utilizado para inúmeras formas de análise, sendo um formato genérico que pode ser utilizado como entrada de diversas ferramentas de análise numérica e estatística.

A Figura 4.1 mostra uma visão geral do esquema de uso da ferramenta proposta. O pesquisador ou designer utiliza a ferramenta para configurar os testes a serem realizados ao passarem informações para o executável do jogo, que então as utiliza para definir sua execução. A partir da ferramenta é iniciada cada sessão que executa o jogo a ser testado ao mesmo tempo que salva o vídeo da webcam e da tela da área de trabalho do computador. Cada teste tem o seu conjunto específico de dados separados por sessão de jogo. Por fim, a ferramenta produz os gráficos, vídeo e arquivo CSV de cada teste.

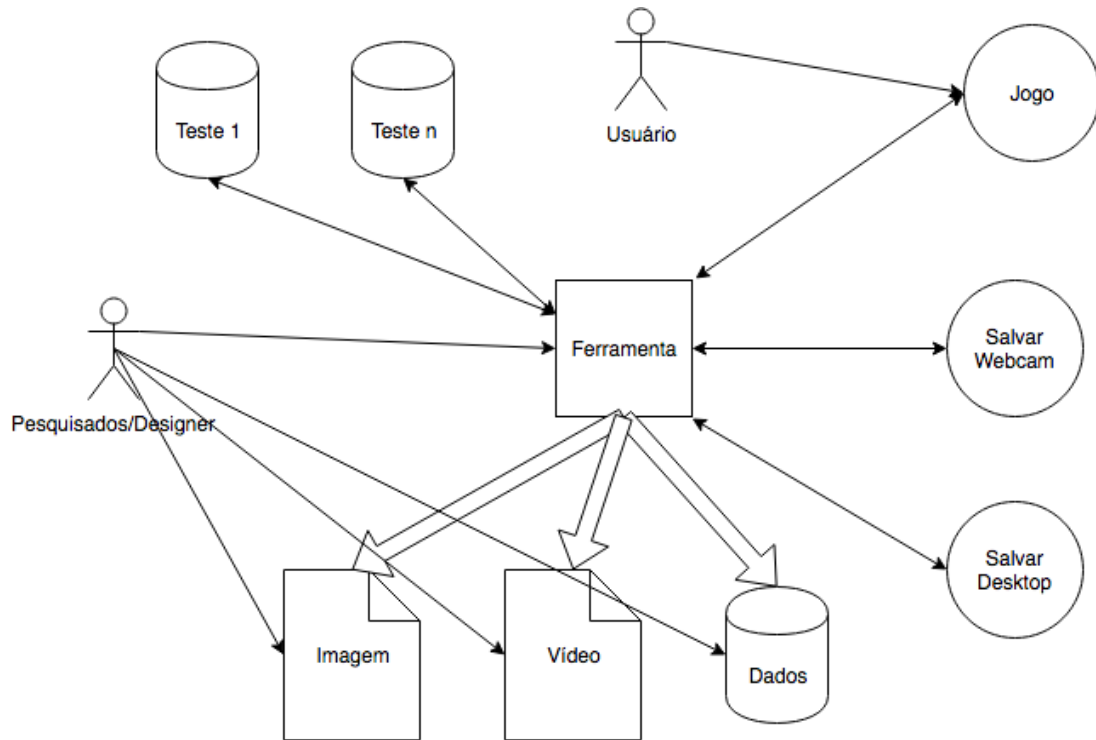


Figura 4.1: Esquema de uso da Ferramenta.

## 4.2 Funcionamento

A seguir, demonstrar-se-á cada tela da ferramenta e também o seu funcionamento.

A Figura 4.2 mostra a tela inicial da ferramenta assim que ela é aberta. Nela são apresentadas duas opções, a criação de um novo arquivo de teste à direita ou o carregamento de um teste já existente à esquerda. No canto inferior esquerdo há um botão com uma interrogação que levará a uma página de ajuda específica para esta tela (Figura 4.3).

A Figura 4.4 apresenta a tela de criação de testes. Nela inicialmente escolhe-se o nome do teste, que deverá ser único e será usado para criar todos os arquivos derivados deste teste. Além disso, utiliza-se o botão “Procurar...” para buscar o arquivo executável do jogo que deverá ser utilizado como jogo a ser testado. A ferramenta permite a escolha do tipo de teste, dentre os seguintes:

**Vazio:** A ferramenta não passa nenhum tipo de informação para o jogo testado.

**Dinâmico:** Definem-se variáveis a serem enviadas ao jogo mas não se estipula valores para elas. Esse tipo é escolhido quando não se tem um valor de referência e se deseja escolher um novo valor a cada sessão de teste.

**Cenários:** Escolhem-se variáveis a serem enviadas ao jogo e também se define qual valor que cada variável deve ter em cada possível cenário. Esse tipo é ideal para quando

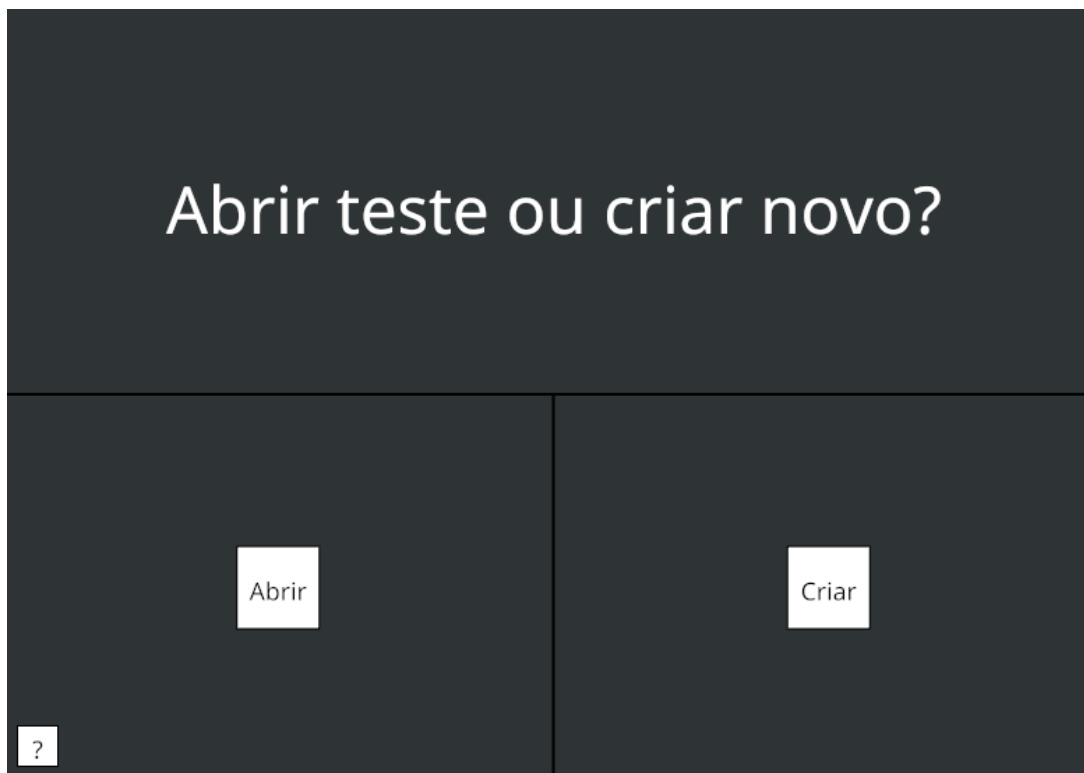


Figura 4.2: Tela Inicial.

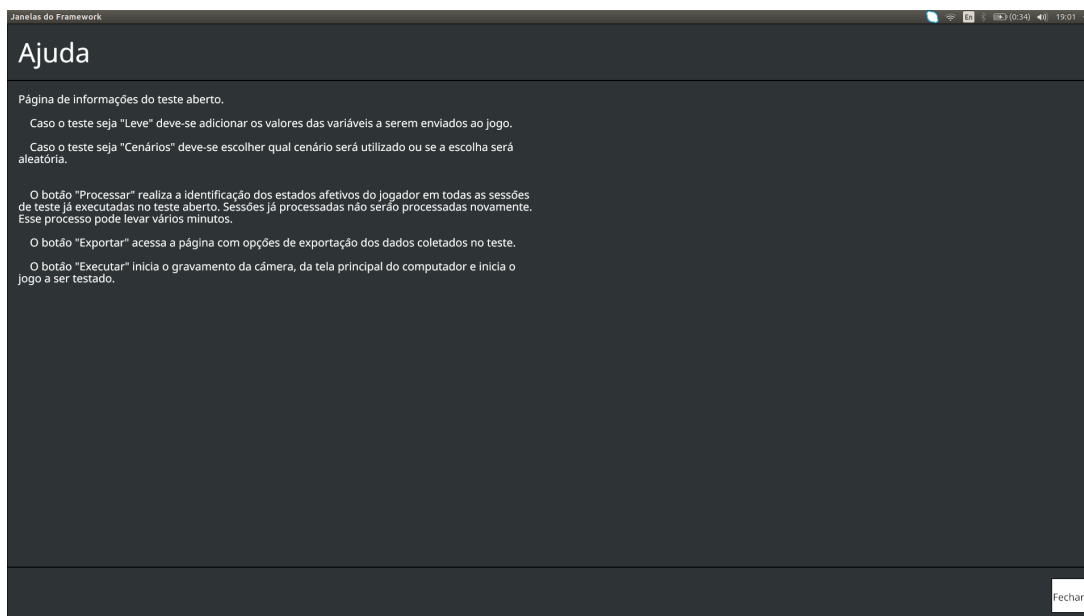


Figura 4.3: Tela de Ajuda.

se deseja comparar diferentes caminhos ou opções dentro do jogo e seus valores já foram estabelecidos para esse teste específico.

## Criar Teste

Cenários
Variáveis: 
Cenários:

	Cenário	Cenário	Cenário
Variavel	0	0	0
Variavel	0	0	0
Variavel	0	0	0

Esse jogo recebe uma variável que deve ser um int que determina o tempo antes do bloco que absorve matar o personagem principal. Quanto menor o valor, mais rápido o bloco absorve. Valor de referência: 1000.

Figura 4.4: Tela de Criação de Testes.

Em seguida são adicionados os nomes das possíveis variáveis e dos possíveis cenários. Estes nomes não influenciam na execução do jogo e são definidos para auxiliar na compreensão dos dados de teste durante a análise. Como pode-se ver na Figura 4.4, a parte superior direita da tela é utilizada para apresentar um texto de auxílio no preenchimento das variáveis e seus valores. Esse texto é variável e deve ser um arquivo de texto puro com o nome de “ajuda.txt” localizado no mesmo diretório do executável do jogo. Este arquivo é lido pela ferramenta e então apresentado. Finalmente, na parte inferior da tela há três botões, o botão de ajuda equivalente ao explicado na tela inicial, um botão de retorno para a tela inicial (“Voltar”) e um botão de finalização para criar o teste (“Finalizar”).

A Figura 4.6 mostra um exemplo de teste aberto. A parte superior esquerda apresenta os nomes do teste, do executável do jogo e o tipo de teste em questão. Na parte central estão as informações das variáveis que serão passadas para o jogo além de uma opção de escolher qual cenário deve ser enviada. Há ainda uma opção do cenário ser escolhido de forma aleatória. Para o caso do tipo “Vazio” não há informações a serem demonstradas e para o tipo “Dinâmico” há as informações das variáveis e um espaço para inserir os valores que serão enviados ao executável. Já na parte inferior os botões já descritos de retorno e de ajuda estão presentes. Também estão presentes três botões, “Processar”, “Exportar” e “Executar”. O botão “Processar” realiza a identificação dos estados afetivos a partir dos vídeos da webcam de todas as sessões ainda não processadas para o teste

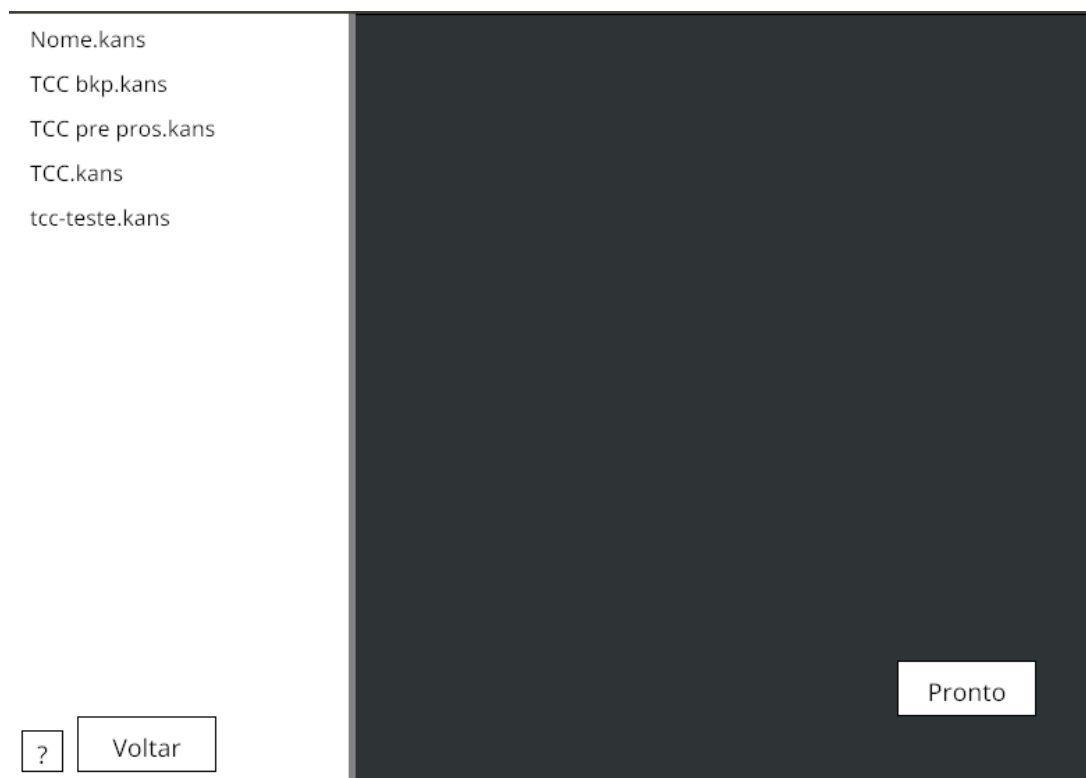


Figura 4.5: Tela Carregamento de Testes.

aberto. Esse botão se mostra necessário por conta do longo tempo e esforço computacional necessários para adquirir as informações de estados afetivos dos vídeos, impossibilitando a aquisição dessas informações em tempo real. O botão “Exportar” apresenta as opções de exportação, que serão explicadas a seguir e cujo exemplo pode ser visto na Figura 4.7. Por último, o botão “Executar” abre a página na qual se iniciam cada uma das sessões de jogo, contendo apenas o botão de iniciar o jogo.

A Figura 4.5 mostra como se busca o arquivo de teste a ser aberto. Este guarda todos os dados das sessões já executadas e as informações básicas de cada teste. A pasta padrão que é aberta é `../Teste/` localizada na raiz da ferramenta. Já para o caso de estar se buscando um arquivo executável de jogo a ser testado, uma pasta equivalente é aberta com a única diferença que a pasta que se abre é `../Jogos/`, também localizada na raiz da ferramenta.

Nas Figuras 4.7 a 4.8 são demonstrados exemplos de exportação possíveis para a ferramenta. Cada exportação é feita na pasta `../Saida/` em uma pasta específica para cada tipo de saída e com o nome do teste e/ou sessão que está sendo exportado. Na parte superior da tela se escolhe qual a forma de exportação será usada e a parte central mudará a depender do tipo escolhido. Para a saída em CSV não existem informações a serem apresentadas dado que todos os dados do teste são colocados no arquivo com



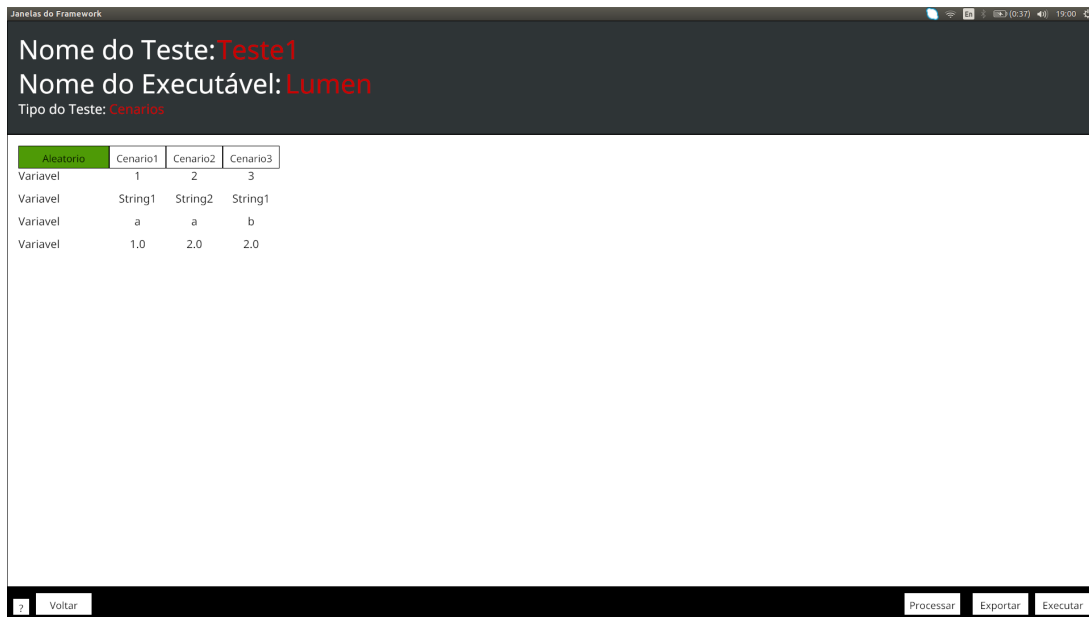


Figura 4.6: Tela de Teste Aberto.

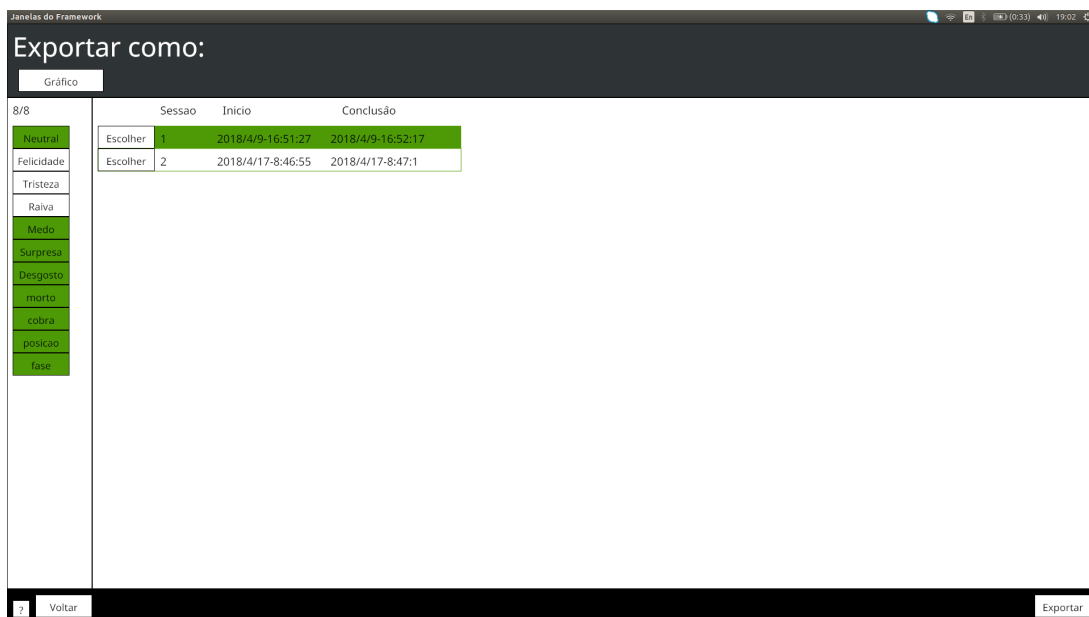


Figura 4.7: Tela de Exportação de Gráfico.

extensão .csv criado. Para o caso da geração gráfica (Figura 4.7) escolhe-se a sessão que se deseja criar o gráfico e também se escolhe até oito saídas possíveis para o gráfico. As saídas a serem escolhidas são sempre os 7 estados afetivos analisados e também as saídas que o jogo repassou para a ferramenta. A Figura 4.9 mostra um exemplo de como o gráfico é exportado para o caso de 8 variáveis. Finalmente, para o caso de se exportar um

vídeo (Figura 4.8), escolhe-se apenas a sessão cujo vídeo será exportado. O vídeo de saída apresenta o gráfico dos estados afetivos a cada momento em conjunto com a imagem da webcam e do jogo sendo executado Figura 4.10.

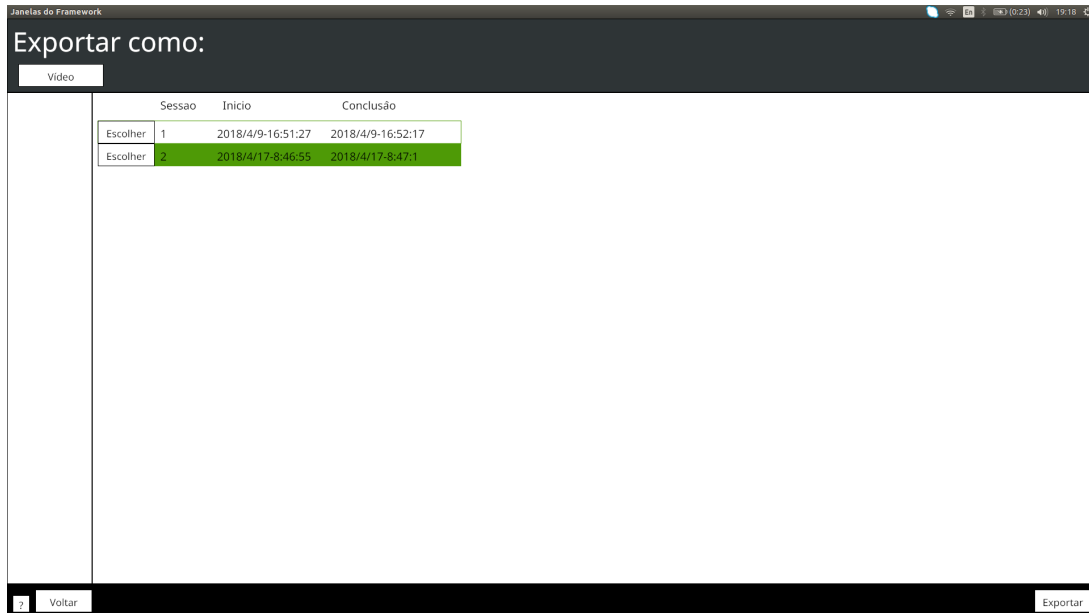


Figura 4.8: Tela de Exportação de Vídeo.

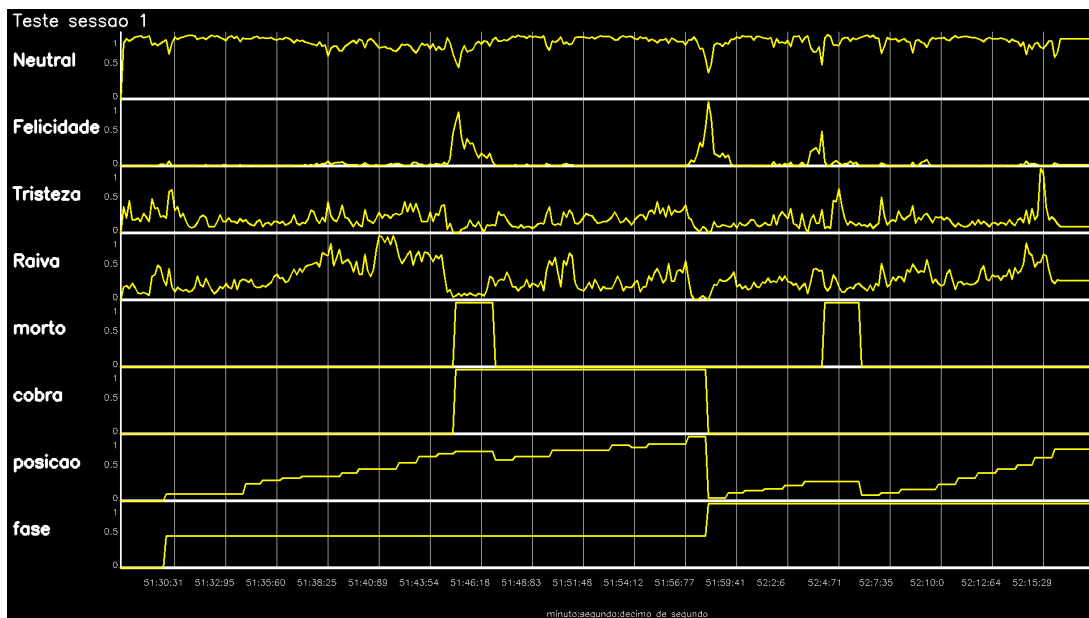


Figura 4.9: Gráfico como Saída.

Finalmente, a Figura 4.11 apresenta como o diretório da ferramenta está organizado e quais pastas estão presentes em sua raiz.

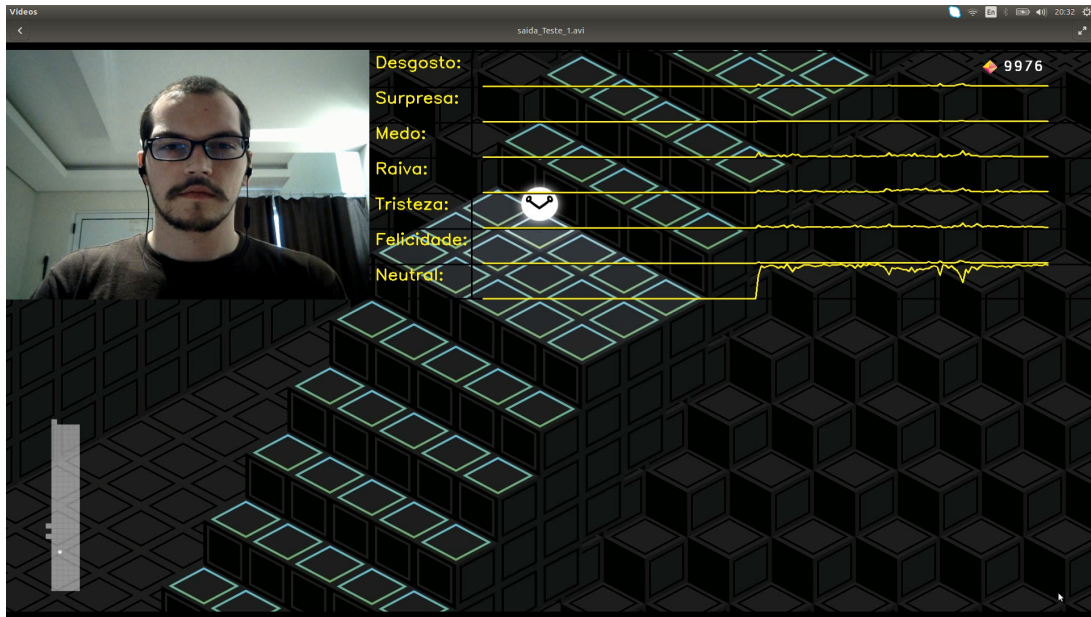


Figura 4.10: Vídeo como Saída.

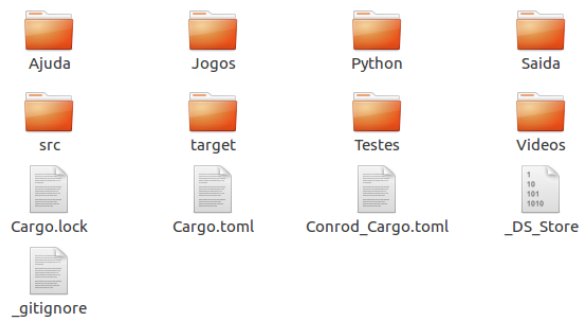


Figura 4.11: Diretório raiz da Ferramenta.

# Capítulo 5

## Implementação

O desenvolvimento da ferramenta pode ser separado em três sessões com características individuais. Primeiramente, são descritas as tecnologias utilizadas como base da ferramenta ou como auxiliares. Em seguida, é apresentada uma descrição detalhada de todo o código escrito e seu funcionamento. Por fim, são demonstradas as modificações que foram necessárias para permitir que o jogo Lumen se comunicasse com a ferramenta desenvolvida.

### 5.1 Ferramenta

#### 5.1.1 Tecnologias Utilizadas

O desenvolvimento da ferramenta teve seu início com a definição das tecnologias a serem utilizadas, as quais são brevemente descritas a seguir:

**Rust** é uma linguagem de programação de sistemas patrocinada pela Mozilla Research originalmente projetada por Graydon Hoare com sua primeira versão sendo lançada no ano 2012. Seus objetivos são manter o tempo de execução rápido provendo ao mesmo tempo segurança de memória. Seus paradigmas suportados são tanto o procedural quanto o procedural imperativo. No escopo do atual estudo sua escolha foi realizada devido a sua alta velocidade de execução, possibilidade de codificação de baixo nível e menor tempo de correção de erros por conta da maior proteção no uso da memória [24].

**OpenCV** (*Open Source Computer Vision Library*, biblioteca de código aberto para visão computacional) é uma biblioteca de visão computacional e *machine learning* de licença BSD (Berkeley Software Distribution, licença para código aberto) de software

livre. Isso significa que seu código pode ser utilizado e modificado com poucas restrições em um cenário educacional. Seus principais contribuidores são as empresas Intel e Itseez e teve sua primeira versão lançada no ano 2000. Suas bibliotecas são escritas em C/C++ mas também contém interface com JAVA, Python e MATLAB. Seus usos vão muito além do escopo do presente trabalho, porém no presente contexto as bibliotecas foram utilizadas para gravar a imagem da webcam, identificar rostos e expressões faciais das imagens adquiridas e também editar e exportar vídeos [25].

**Tese de Doutorado de Luiz Carlos Vieira** [13], intitulada “*Assessment of Fun from the Analysis of Facial Images*” é um trabalho cujo objetivo foi determinar se era possível medir a “diversão” de um jogador de jogos digitais a partir da imagem facial obtida por webcams simples e de preço acessível. O código desenvolvido neste trabalho incluiu um detector de expressões faciais e suas feições por meio do OpenCV e um detector de estados afetivos com um algoritmo de aprendizado de máquinas já alimentado e testado. Este software foi utilizado no presente trabalho como mecanismo para adquirir os valores da inferência de estados afetivos a partir da expressão facial. Os estados afetivos são adquiridos através de um processo que se inicia com a identificação do rosto do usuário para limitar a área de processamento de imagem. Em seguida, é utilizado um banco de filtros de Gabor para encontrar elementos faciais como olhos, nariz, boca, rugas. A posição e forma desses elementos é então analisada por um algoritmo de aprendizado de máquina que utilizou dois bancos de imagens para aprender quais elementos estão associados a que estados afetivos. Por fim, são calculados 7 valores onde cada um significa a probabilidade de cada estado afetivo (Neutral, Felicidade, Tristeza, Raiva, Medo, Surpresa e Desgosto). A soma dos valores resultam em 1, e cada valor varia de 0.0 a 1.0

Após a escolha das tecnologias a serem utilizadas se iniciou o trabalho de desenvolver conhecimento e familiaridade com estes. Isso implicou no aprendizado da linguagem de programação Rust e na compreensão de como utilizar e modificar o código desenvolvido por Vieira[13] para adquirir os dados necessários. Além disso, foi necessário preparar o computador a ser usado para que todas as tecnologias base funcionassem de maneira adequada. A máquina utilizada foi um Macbook Pro Retina de 2015 com um Intel Core i7 de 2.5 GHz, 16 GB de memória principal, placa de vídeo AMD Radeon R9 M370X e HD interno SSD de 512 GB. Quanto ao sistema operacional foi utilizado o Ubuntu 16.04 LTS. Uma vez com o OpenCV instalado e os algoritmos de detecção facial e medição de estados afetivos funcionando se passou para o desenvolvimento da ferramenta em si além

da adaptação do código citado para o contexto da ferramenta. A Figura 5.1 apresenta um esquema de como o código da ferramenta está organizado.

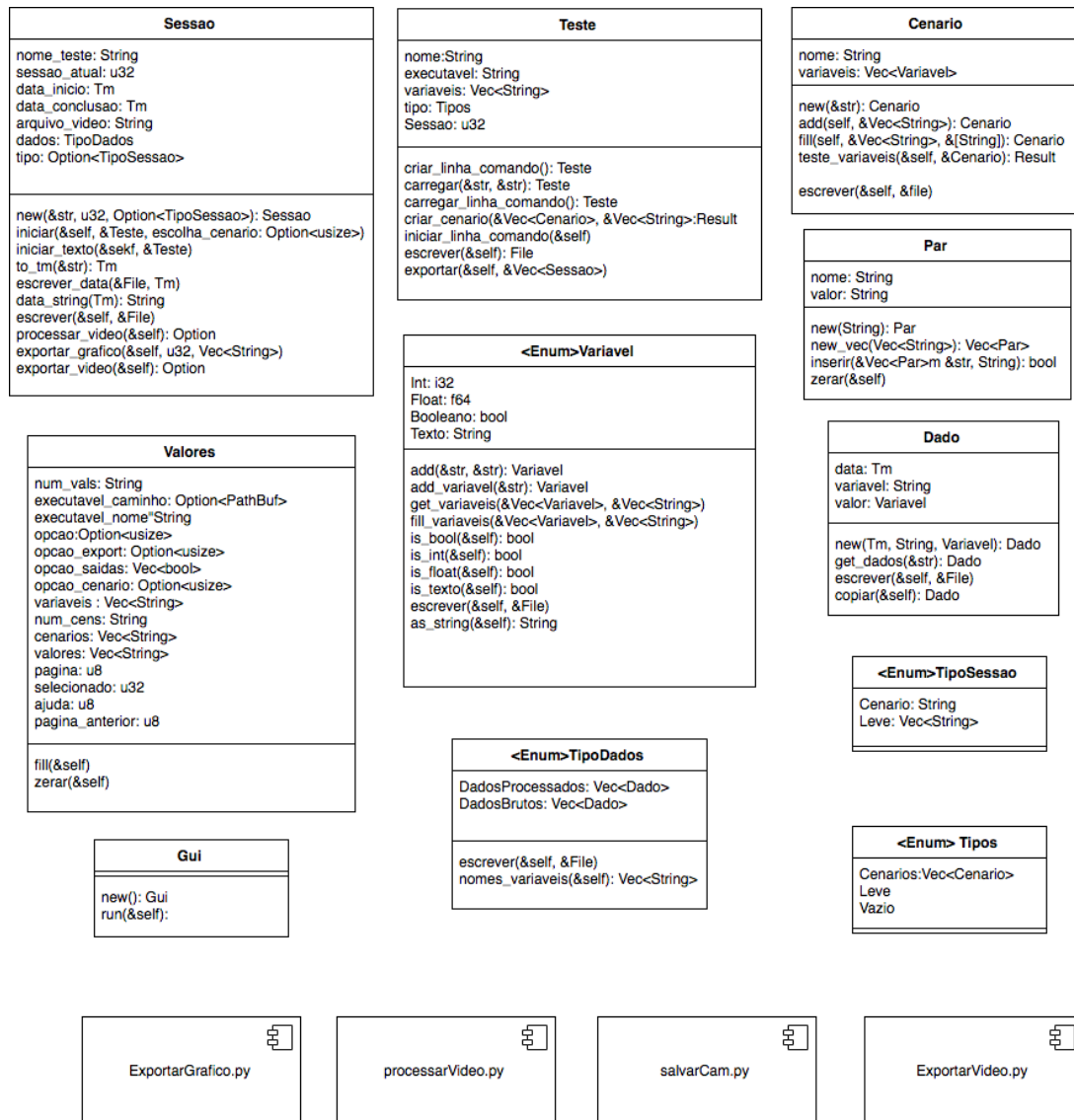


Figura 5.1: Organização do Código da Ferramenta.

As funções que apresentam a palavra “escrever” em seus nomes são todas funções utilizadas para saída de dados em um arquivo de texto. Em todas as suas instâncias as funções recebem um descritor File que localiza em que arquivo TXT serão escritas as informações do objeto em questão.

Já as funções que apresentam as palavras “linha” e “comando” em seu nome são funções que são chamadas para efetuar todas as funções da ferramenta mas recebendo e exibindo as informações necessárias através da linha de comando. Essas funções foram

utilizadas para testar a ferramenta enquanto sua parte gráfica não foi desenvolvida, já que esta foi a última parte do desenvolvimento.

**ProcessarVideo** é o código em Python responsável por fazer as leituras de estado afetivo do usuário. Cada frame do vídeo adquirido pela webcam é separado e enviado para o software desenvolvido por Vieira para adquirir cada um dos 7 valores de emoção como um número que varia de 0.0 a 1.0 simbolizando a porcentagem de probabilidade da emoção ser a sentida naquele momento pelo jogador. O código então estima o tempo em que o frame ocorreu a partir do tempo inicial do vídeo e do número do frame e imprime no stdout (local padrão de saída de dados de um programa) o dado (“instante do frame com precisão de nanosegundos” - “emoção medida” - “valor medido”).

**SalvarCam** é o código em python responsável por adquirir as imagens da webcam e salvá-la como um arquivo AVI com uma resolução de 600x480 com uma taxa de 30 frames por segundo.

**ExportarGrafico** é um código em Python que exporta os dados de uma sessão como um gráfico. Esse código realiza a leitura do arquivo do teste para obter os dados da sessão a ser exportada e apresenta até 8 das variáveis do teste em questão em um gráfico como um arquivo PNG de resolução 1920x1080.

**ExportarVideo** é um código em Python que exporta os dados de uma sessão como um vídeo. São combinados cada um dos frames dos vídeos do rosto do jogador e da tela do computador para melhor visualização dos acontecimentos da sessão. Neste código também é realizada a medição de estados afetivos do rosto do jogador em cada frame e é desenhado um gráfico para visualmente representar o estado afetivo medido. Por fim ele apresenta as medições no stdout da mesma forma que o código “ProcessarVideo”.

**Par** é uma classe desenvolvida para a exportação de arquivos CSV. Pares são binômios nome e valor em que o nome de cada par equivale a uma coluna do arquivo de saída enquanto o valor representa o valor para a linha que irá ser escrita no momento.

**Variavel** é uma classe usada para abstrair o valor de cada variável transferida para a ferramenta. Ela é uma enum que pode assumir o valor de um inteiro, um ponto flutuante, um booleano ou um texto, tem seu valor definido a partir do que for passado para a ferramenta e toma conta das operações que possam vir a ser necessárias com a variável.

**Dado** é uma classe usada para simbolizar um dado passada pelo jogo para a ferramenta e conta com o tempo no qual a informação foi definida, o nome da informação e seu valor. Essa classe abrange tanto os valores da medição do estado afetivo do jogador quanto valores internos do jogo que são passados por linha de comando para a ferramenta. Para se obter os valores transmitidos, é lido o stdout do jogo, que deve escrever todos as informações desejadas no seguinte formato: "tempo no momento com precisão de milissegundos- "nome da variável- "valor no instante". Um exemplo de informação que pode ser lida pela ferramenta é : "2018/5/20/14/48/17/214131734 - morto - true".

**TipoDados** é uma enumeração usada para distinguir entre o conjunto de dados que ainda não passou pela medição de estados afetivos através do processamento do vídeo do conjunto com todos os valores já processados.

**Cenario** é uma classe cujo objetivo é guardar os valores de cada uma das variáveis de cada cenário possível dentro de um determinado teste.

**Gui** é a classe que controla toda a interface gráfica da ferramenta. Seu funcionamento é dividido entre funções que equivalem individualmente a cada tela que é apresentada. Cabe a está classe chamar todas as outras funções do código.

**Valores** é uma classe de armazenamento de todos os valores que precisam se comunicar entre as telas da interface gráfica. A informação desde a página que deve ser apresentada até os dados do teste corrente são salvos nesta classe.

**Teste** é uma classe responsável por gerenciar os dados que se relacionam ao teste sendo realizado. Por meio dela que se é feita a leitura de testes salvos em arquivos de texto e onde todos os dados do teste corrente são salvos durante a execução da ferramenta. Também é responsável por exportar o arquivo CSV.

**Tipos** é uma enumeração para definir qual o tipo do teste, “Cenários”, “Dinâmico” ou “Vazio”. Em caso de ser um teste do tipo “Cenario” é também na qual são armazenadas as informações de cada cenário.

**Sessao** é a classe mais complexa da ferramenta. Sua funções são executar cada sessão, salvar os dados recebidos e exportar os dados de sessão como gráfico ou vídeo. Ao executar uma sessão é salvo o tempo de início e são iniciadas três *threads*, a primeira com o jogo sendo testado, a segunda com o código *salvarCam* para salvar o vídeo da webcam e por último é iniciado o programa *ffmpeg* [26] para salvar um arquivo .avi da tela principal do computador onde a ferramenta é executada. No momento em que o executável do jogo é finalizado são enviadas mensagens por meio de uma



fila de mensagens para as duas *threads* ainda em execução, que então encerram os programas executados e se finalizam. Então é lido o que foi enviado no *stdout* pelo jogo e os dados são salvos.

Essa classe também é responsável por chamar os códigos em Python de processamento de vídeo e de exportação tanto de vídeo quanto de gráfico. Para os casos do processamento do vídeo e da exportação de vídeo o *stdout* de ambos os programas do Python é lido para obter as medições do estado afetivo. Caso a sessão já tenha sido processada os dados são ignorados.

**TipoSessao** é uma enumeração utilizada para descrever o ambiente de execução da sessão. Para um teste do tipo “Cenário” cada sessão terá um cenário e este *enum* arquiva qual foi o cenário executado. Já para um teste do tipo “Dinâmico” o valor de cada variável da sessão é salvo neste *enum*.

## 5.2 Alterações no Lumen

Para permitir que seja possível a ferramenta se comunicar com o jogo a ser testado, é necessário fazer algumas modificações no jogo. Um jogo não modificado ainda pode ser utilizado, mas as funções da ferramenta são limitados por conta da ausência de comunicação entre os dois softwares. Quanto ao jogo Lumen, foi necessário fazer pequenas alterações no jogo. Mais precisamente, foram feitas três mudanças principais, a primeira foi a adição do recebimento de um valor através da linha de comando. Quando o jogo é executado é passado um valor inteiro por meio da linha de comando e este valor é convertido de um *string* para um *int* e então é passado para a *loop* principal do jogo que, quando inicializa o bloco, que tinha uma velocidade padrão, e atribui a velocidade recebida. Em segundo lugar foi adicionado em vários pontos do código uma linha de impressão para o *stdout* no qual são escritos o tempo do instante em que uma variável em questão é modificada e o novo valor desta. Por último se definiu a execução imediata da primeira fase de teste sem passar pelo menu inicial, seguido pela segunda fase quando a primeira fosse concluída ou o jogador saísse pelo menu de pause. Então, após a segunda fase o jogo era finalizado.

Além disso, foram desenvolvidas duas fases extras que apresentavam os elementos que se desejava testar utilizando a ferramenta, ou seja, uma fase que contém o bloco da cobra e o desafio lógico e uma segunda fase com diversos blocos que sugam. Isso não significou em nenhum código complementar por já existir um editor de fases dentro do jogo por onde foram criadas as novas fases de teste.

# Capítulo 6

## Testes da Ferramenta

Os testes realizados tiveram como objetivo analisar as capacidades e limitações da ferramenta desenvolvida. Como caso de uso foi utilizado o jogo Lumen[27] desenvolvido no contexto da disciplina Introdução ao Desenvolvimento de Jogos da Universidade de Brasília, pelo mesmo autor deste trabalho e a equipe Green Lamb. Entretanto, vale destacar que para uso da ferramenta não há necessidade de conhecimento do jogo a ser testado. Para estudar a ferramenta foi criada uma proposta de testes para verificar se a ferramenta auxilia um pesquisador ou desenvolvedor a alcançar conclusões a partir dos dados disponibilizados. As análises descritas a seguir não são únicas e não exemplificam qual deve ser a estratégia a ser seguida durante o uso do software. O presente trabalho propõe a ferramenta e são apresentados exemplos de seus usos, as estratégias de análise não são seu foco.

### 6.1 O Jogo Lumen

O jogo Lumen é classificado como um puzzle lógico no qual o objetivo é alcançar o topo e fim de cada fase movendo blocos para usá-los como escada para avançar. Esses blocos podem ser de diversos tipos diferentes e são os elementos que montam a fase inteira. As fases são montanhas de blocos empilhados um sobre o outro até um último que simboliza o final do nível jogado. O jogador controla uma esfera branca que consegue se mover para frente, trás, direita e esquerda quando houver um bloco abaixo para sustentá-la além de poder escalar um bloco de cada vez. Por último, o jogador ainda pode fazer com que a esfera entre dentro de um dos blocos existentes para conseguir movê-lo e assim modificar a fase e criar formas de continuar a subida. O desafio do jogo consiste em conseguir compreender como fazer com que a esfera branca consiga chegar até o topo da fase ao mover os blocos enquanto respeita as regras que regem a organização dos blocos. Para que um bloco não caia é necessário que aja algum outro bloco logo abaixo ou então em

contato com pelo menos uma de suas quatro arestas inferiores. Também existem ainda blocos que não podem ser movidos pelo jogador e alguns que causam efeitos na esfera branca. Um dos bloco é um “checkpoint” que grava o estado da fase e se torna o ponto de retorno caso o jogador seja eliminado em algum momento futuro. Já outros dois, a cobra e o que suga, matam a esfera branca caso ela fique à frente de um deles por mais que um tempo interno deles. Por fim, outro elemento importante do jogo é a existência de uma pontuação para cada fase. Cada nível é iniciado com o valor 9999 e 10 pontos são perdidos a cada movimento do jogador, além de ser perdido um ponto por segundo enquanto o jogo não estiver pausado. Isso significa que jogadores que consigam passar pela fase mais rapidamente e com menos movimentos terão pontuações melhores. Para conseguir mais pontos ainda é possível fazer a esfera entrar em contato com losangos que adicionam 100 pontos ao jogos e também há um bloco em cada nível que, se o jogador conseguir chegar até ele, concede 1000 pontos.

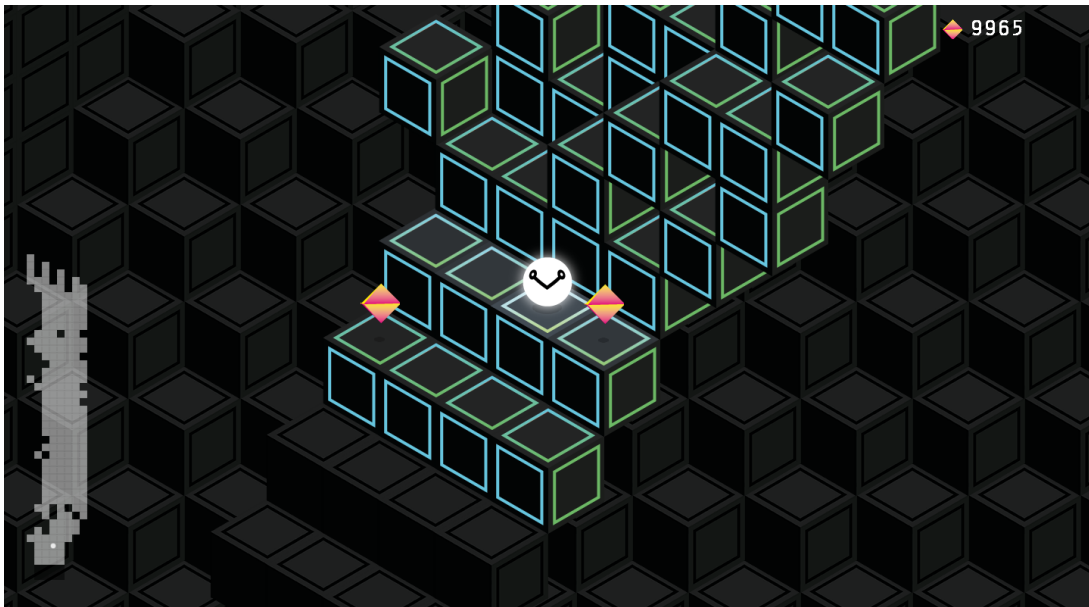


Figura 6.1: Imagem do jogo Lumen.

### 6.1.1 Testes com o jogo Lumen

Primeiramente os participantes do teste assinaram um termo de consentimento para a realização do teste. O teste foi realizado em uma sessão ininterrupta para cada testador em que a sessão é dividida em 2 fases que, combinadas, formam 4 partes distintas. A divisão em partes é abstrata em que cada uma dessas tem um objetivo específico a ser observado. Já a divisão de fases foi feita para dar uma sensação de recompensa ao jogador no meio da sessão. A qualquer momento o jogador pôde desistir da fase em que se

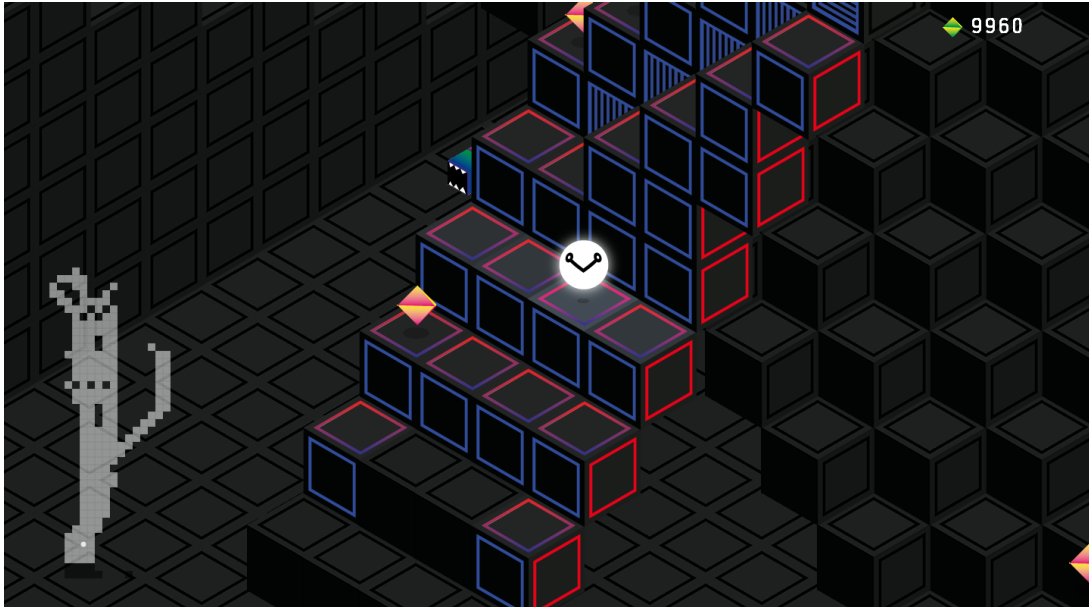


Figura 6.2: Imagem do jogo Lumen.

encontrava e, ao desistir avançaria para a próxima. Caso ele já estivesse na segunda, a sessão se encerraria. O jogo passou à ferramenta 4 valores: “morto”, cujo valor é *True* para quando o personagem morre e *False* quando o personagem está vivo; “posicao”, cujo valor é um inteiro com a altura atual do personagem no jogo; “cobra”, cujo valor se torna true no momento em que o elemento de jogo em que uma cobra aparece em tela acionado; e “fase”, cujo valor é 1 ou 2 dependendo de que fase o jogador está. As quatro partes são descritas da seguinte forma:

**Teste de adaptação:** Nesta parte não existe desafio para o testador. Nela, o jogador deve se familiarizar com os comandos do jogo e compreender como o personagem se movimenta dentro do universo do jogo. O objetivo desta parte é analisar quanto tempo se leva para cada pessoa se familiarizar com as mecânicas e conseguir realizar os movimentos básicos. Os dados a serem utilizados são apenas a posição do personagem (“posicao”) e o tempo.

**Teste de surpresa/alegria:** Nesta parte o jogador se deparará com um elemento presente no jogo que consiste de uma cobra escondida que aparece na tela quando o personagem está no bloco à frente dela. Esse elemento foi concebido para causar simpatia e uma resposta positiva do jogador. O objetivo do teste é analisar se a cobra está cumprindo a função que foi desenvolvida. Os dados a serem utilizados são uma variável que apresenta o momento em que a cobra (“cobra”) é acionada pela primeira vez, o tempo e a resposta afetiva do jogador, com ênfase na respostas “alegria” e “surpresa”.

**Teste de desafio:** Nesta parte se apresenta um desafio mais complexo que requer mais atenção e compreensão das mecânicas para ser resolvido. Seu objetivo é reconhecer depois de quanto tempo os jogadores começam a apresentar frustração caso não consigam resolver o desafio ou se, por outro lado, a resolução do mesmo causa uma resposta positiva do testador. Os dados a serem utilizados são a posição do personagem, o número de mortes, que pode ser calculado a partir dos momentos em que o personagem morre (“morto”) e as respostas afetivas do jogador, com ênfase em “desgosto”, “raiva”, “alegria” e “neutral”.

**Teste de ajuste fino:** Nesta parte um bloco é adicionado no caminho do personagem. Este bloco causa a morte do personagem caso este fique parado em sua frente por um tempo X que será passado pela própria ferramenta e cujo valor é passado aleatoriamente para o jogo a partir de três possibilidades pré estabelecidas pelo pesquisador. Considera-se que, caso o tempo seja muito longo o jogador não falhará nenhuma vez, caso seja muito curto, falhará demais. Busca-se encontrar o ponto em que o tempo cause mortes ao personagem mas não cause frustração ao jogador. O objetivo deste teste é encontrar qual tempo X melhor equilibra o desafio neste elemento do jogo dentre as possibilidades escolhidas. Os dados a serem utilizados são o valor X utilizado na sessão, o número de mortes do personagem e as respostas afetivas do jogador, com ênfase em “neutral” e “desgosto”.

Além do teste realizado por meio da ferramenta desenvolvida, os participantes ainda responderam um questionário para traçar os seus perfis de jogadores e ter uma melhor compreensão de quem participou dos testes. O questionário aplicado encontra-se no Apêndice A. Nele foram adquiridas informações básicas sobre idade e sexo dos participantes além de obter informações sobre quais os jogos mais jogados por cada um e como se classificam como jogadores, se são casuais ou experientes. Também foi perguntado se haviam experiência ou conhecimento prévios com o jogo *Catherine* da empresa Atlus, jogo com jogabilidade similar a de Lumen, ou com o próprio Lumen.

Foram realizadas 10 sessões de testes com diferentes voluntários, sendo 7 homens e 3 mulheres. Além disso, 6 participantes se classificaram como jogadores experientes enquanto 4 como jogadores casuais, considerando que 5 pessoas jogam 10 ou mais horas por semana e apenas uma pessoa não tem o hábito de jogar jogos digitais. Quanto aos jogos mais jogados de cada participante, apenas três pessoas mencionaram jogos que podem ser considerados de puzzles como seus jogos mais jogados (*Zelda Breath of the Wild* e *Binding of Isaac*). Por fim, apenas duas pessoas já haviam jogado o jogo *Catherine* da empresa Atlus, jogo com jogabilidade similar a de Lumen, e ninguém havia jogado o próprio Lumen.

Tabela 6.1: Tempos de Adaptação.

Participante	Tempo(s)
1	26.99982542
2	67.00045514
3	151.0000676
4	73.99987981
5	38.00001031
6	112.0000641
7	98.99958061
8	56.00049853
9	128.9995475
10	106.0002487

## 6.2 Resultados

Após a execução dos testes todas as sessões foram processadas e foram produzidos dois gráficos para cada sessão, um vídeo de cada sessão e um arquivo CSV para o teste inteiro. Através da observação dos gráficos, dos vídeos e do arquivo CSV foram realizadas as seguintes análises. Para a análise de dados não é feita a comparação das probabilidades a partir de seus valores relacionados tanto ao resto da própria sessão quanto a proximidade do objeto de análise desejado. Isso significa que mesmo valores baixos de probabilidade podem ser considerados importantes quando forem picos comparados aos valores próximos. Também foram consideradas as tendências maiores aos estados neutral e felicidade, diminuindo a importância de probabilidades altas para estes afetos.

**Teste de adaptação:** A seguir apresento na Tabela 6.1 os tempos, em segundos, que cada usuário levou para passar pela parte inicial do jogo. Os tempos foram adquiridos a partir do arquivo CSV, buscando a diferença entre o tempo em que o personagem nasce pela primeira vez e o tempo em que ele alcança a altura ( “posição”) que foi escolhida para simbolizar o fim do primeiro teste.

A partir das informações presentes nos questionários pode-se perceber que jogadores experientes apresentam uma adaptação mais rápida ao jogo. Analisando os estados afetivos não foi possível visualizar frustração nos jogadores que levaram mais de dois minutos para completar a parte inicial. A partir da análise visual dos gráficos dos jogadores que levaram menos de um minuto pôde-se ver aumentos nas probabilidades de tristeza e/ou desgosto e/ou raiva, como demonstrado nas Figuras 6.3 a 6.4 onde pode se ver exemplos de pequenos picos das probabilidades. Esses estados afetivos podem estar relacionados a um desconforto dos controles do jogo Lumen quando comparados com os jogos em que estes jogadores considerados experientes estão acostumados. Finalmente, foi percebido que todos os usuários conseguiram adquirir

um entendimento básico dos controles em um tempo baixo (até dois minutos e meio) e sem instruções adicionais. A grande diferença entre o jogador mais rápido e o mais lento mostra também que quem tem mais facilidade com os controles pode passar desse momento inicial sem grandes frustrações.

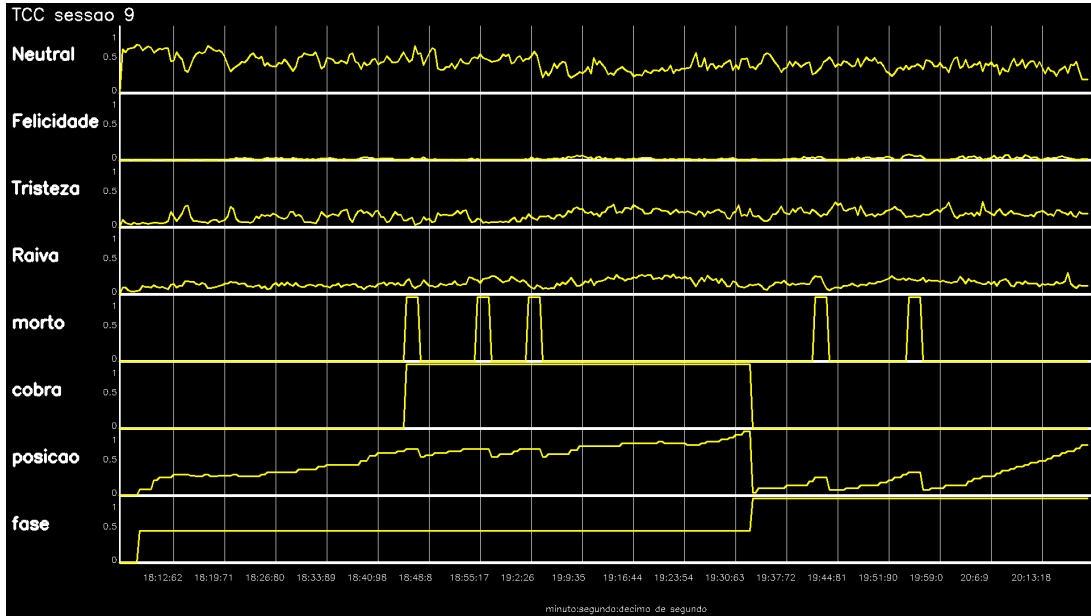


Figura 6.3: Primeiro Gráfico do Participante 8..

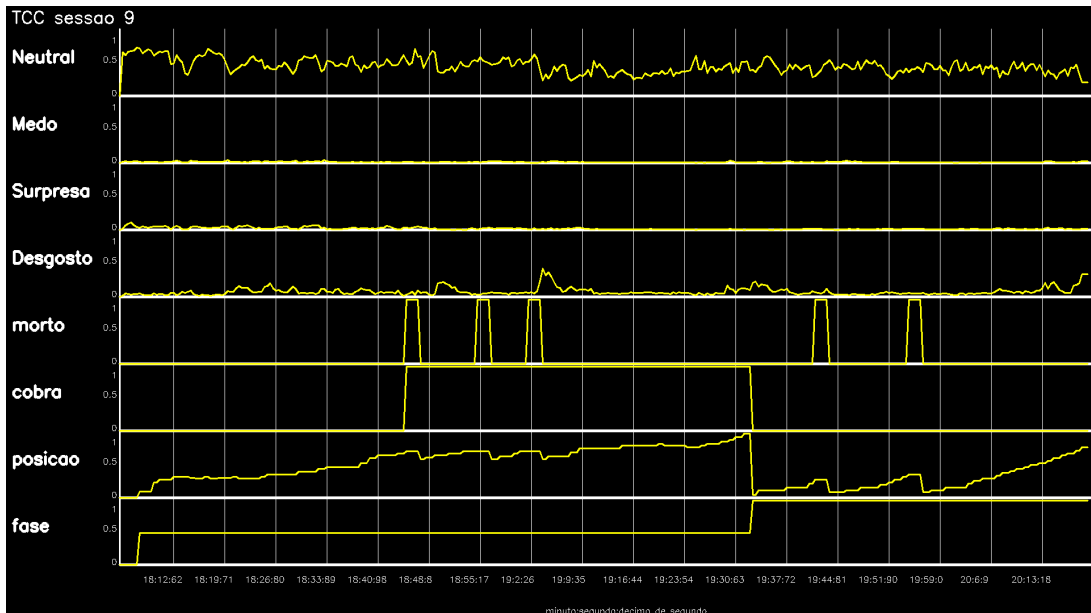


Figura 6.4: Segundo Gráfico do Participante 8..

**Teste de surpresa/alegria:** Os resultados deste teste apresentaram um complicador causado pela mistura de duas reações à presença inicial da cobra. Ao mesmo tempo que a cobra se mostrou um elemento novo que deveria causar surpresa e alegria para o jogador, sua consequência ser a morte do personagem poderia causar tristeza ou raiva por ter que retornar alguns passos após o aparecimento. A análise dos gráficos permitiu ver uma tendência dos usuários reagirem, em níveis diferentes, com felicidade, como o jogador 7 (Figuras 6.5 a 6.6) e em outros 3 casos. Entretanto, pode-se verificar também raiva no jogador 4 (Figuras 6.7 a 6.8) e desgosto no jogador 3 (Figuras 6.9 a 6.10) por conta das mortes. Isso pode significar que o elemento da cobra está realizando o efeito desejado ao causar felicidade em quase metade dos casos, mesmo acompanhado de reações mais negativas por conta do efeito do elemento em questão.

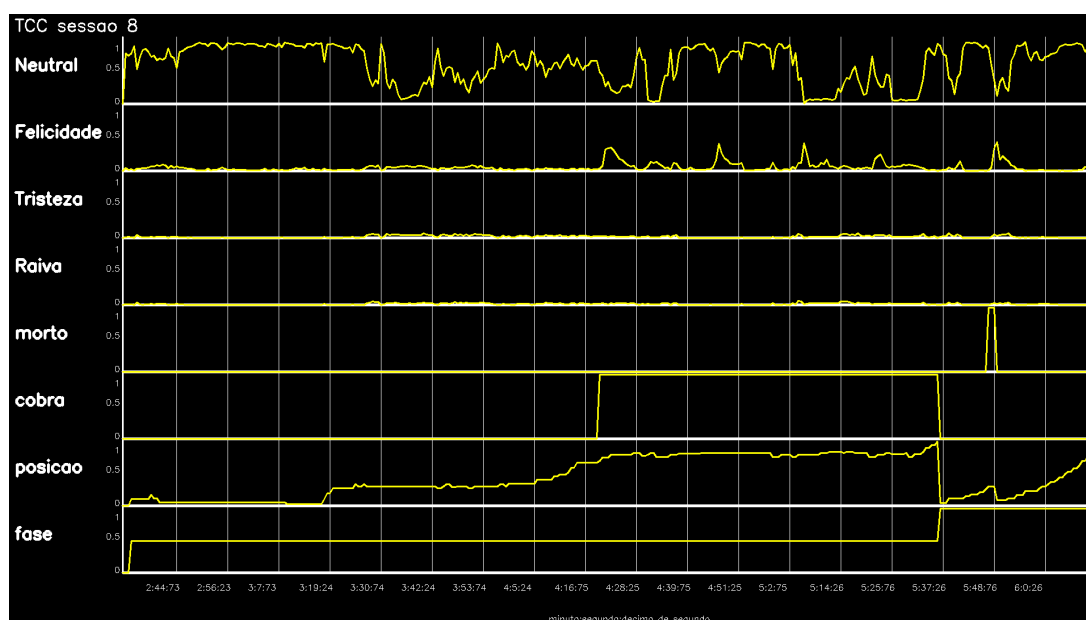


Figura 6.5: Gráfico 1 do participante 7..

**Teste de desafio:** Na Tabela 6.2 são apresentados os tempos, em segundos, que cada usuário levou para passar do desafio para o jogador. Os tempos foram adquiridos a partir do arquivo CSV, buscando a diferença entre o tempo em que o personagem alcança a altura (“posicao”) escolhida para simbolizar o inicio deste teste e o tempo em que ele alcança a posição do fim do teste.

Observando a Tabela 6.2 verifica-se que há um salto considerável entre os 5 jogadores mais rápidos e os 5 mais lentos. Em relação aos perfis destes jogadores, 4 dos 5 rápidos se consideram jogadores experientes enquanto apenas dois dos mais lentos. Todos conseguiram passar pelo desafio, implicando em uma boa compreensão das



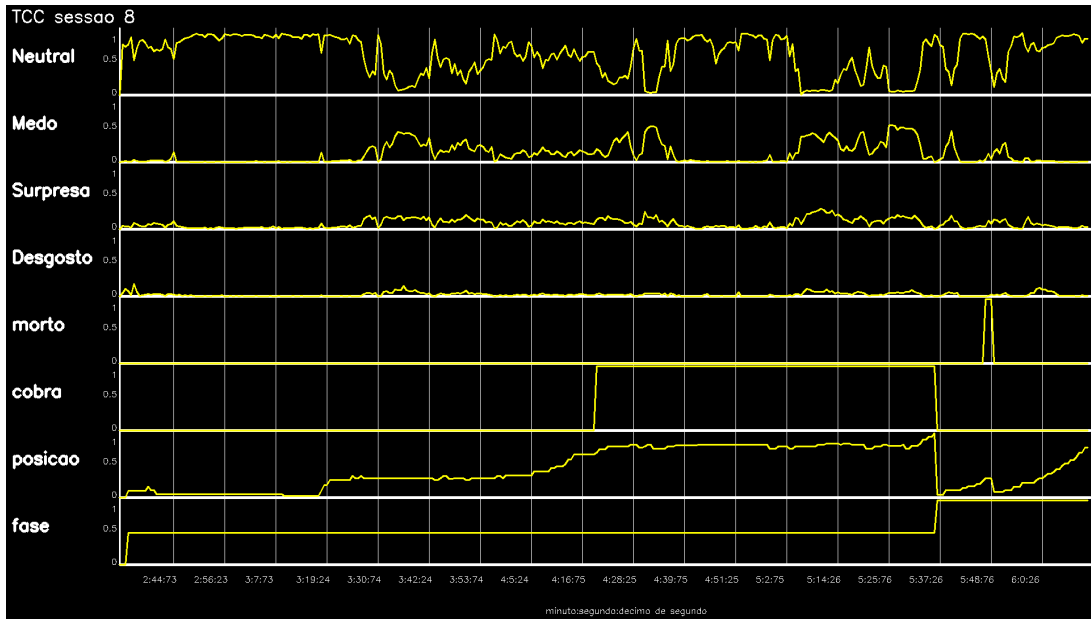


Figura 6.6: Gráfico 2 do Participante 7..

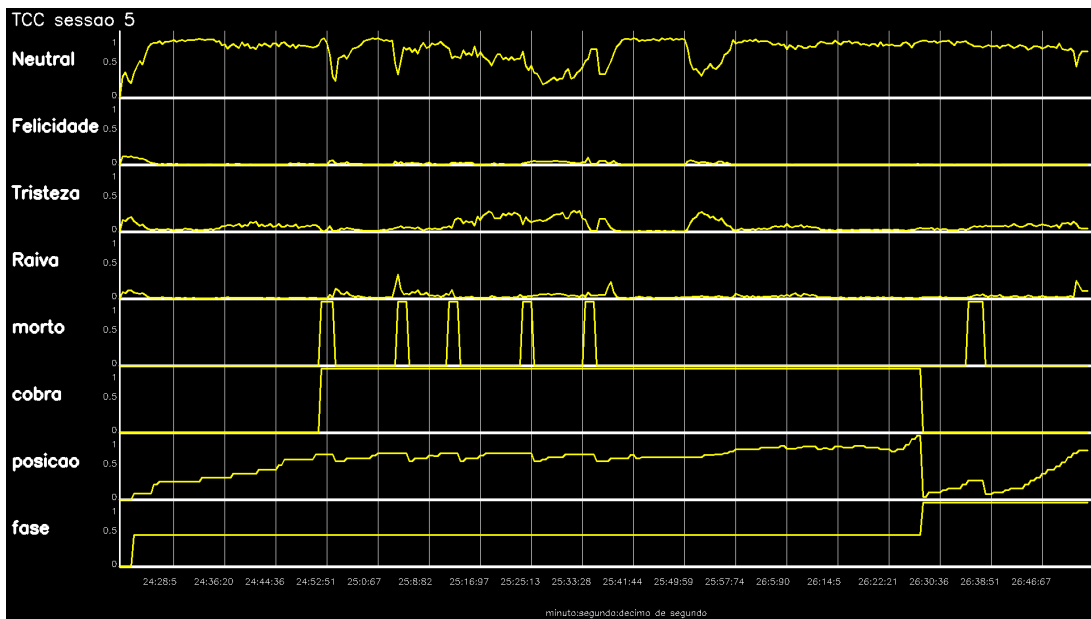


Figura 6.7: Gráfico 1 do Participante 4..

mecânicas do jogo e de seu funcionamento. Em relação aos estados afetivos foram usados os vídeos de cada sessão para analisar as reações durante e após o desafio. Não foi possível verificar uma resposta padronizada de felicidade nos jogadores ao passarem pelo desafio, entretanto pode-se verificar picos de felicidade como os presentes nas Figuras 6.9 a 6.10 e Figuras 6.5 a 6.6 ao decorrer deste, que se verifica

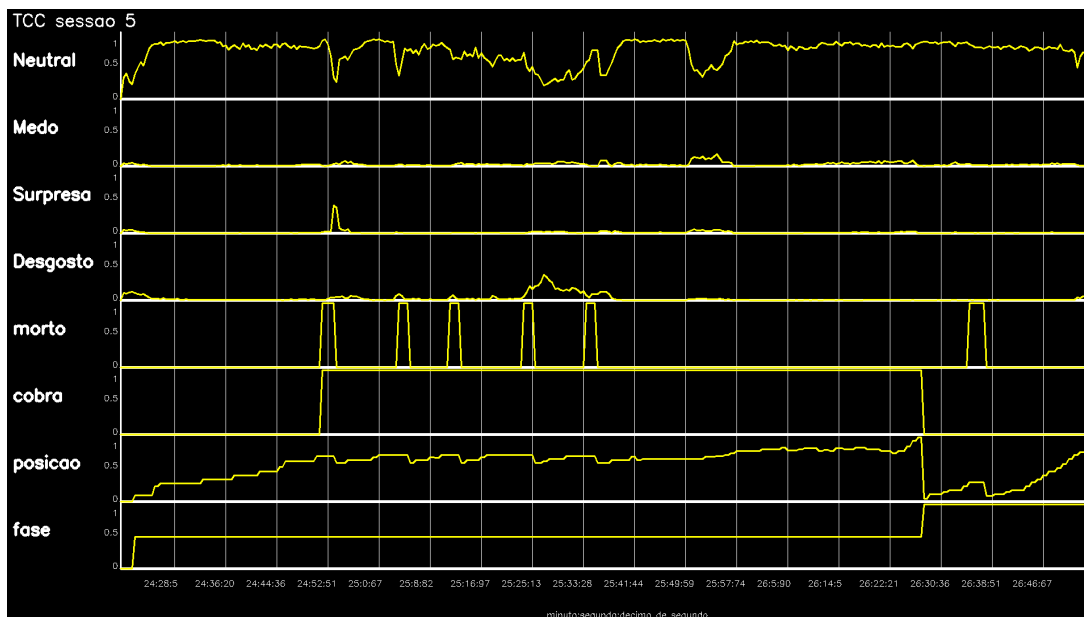


Figura 6.8: Gráfico 2 do Participante 4..

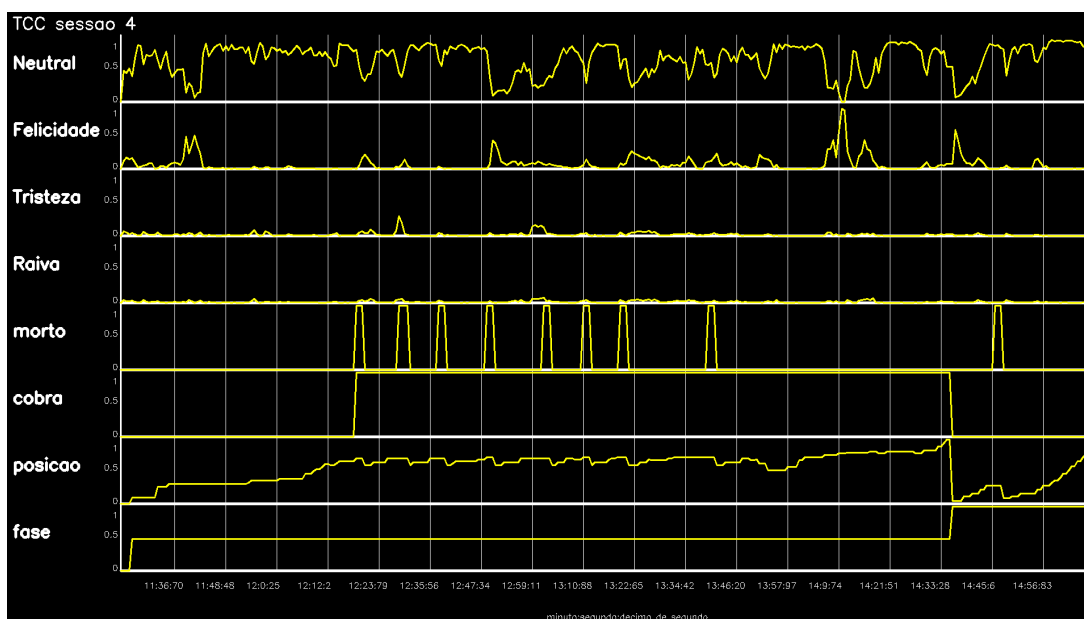


Figura 6.9: Gráfico 1 do Participante 3..

no gráfico quando a variável “posicao” alcança seus valores mais altos. Isso, possivelmente, se deve à satisfação do jogador em compreender a resolução do desafio no momento da sua execução e não apenas ao passar dele.

**Teste de ajuste fino:** Para o ajuste fino foram usados três valores de velocidade de absorção (rápido, referência e lento) que eram aleatoriamente escolhidos pela ferra-

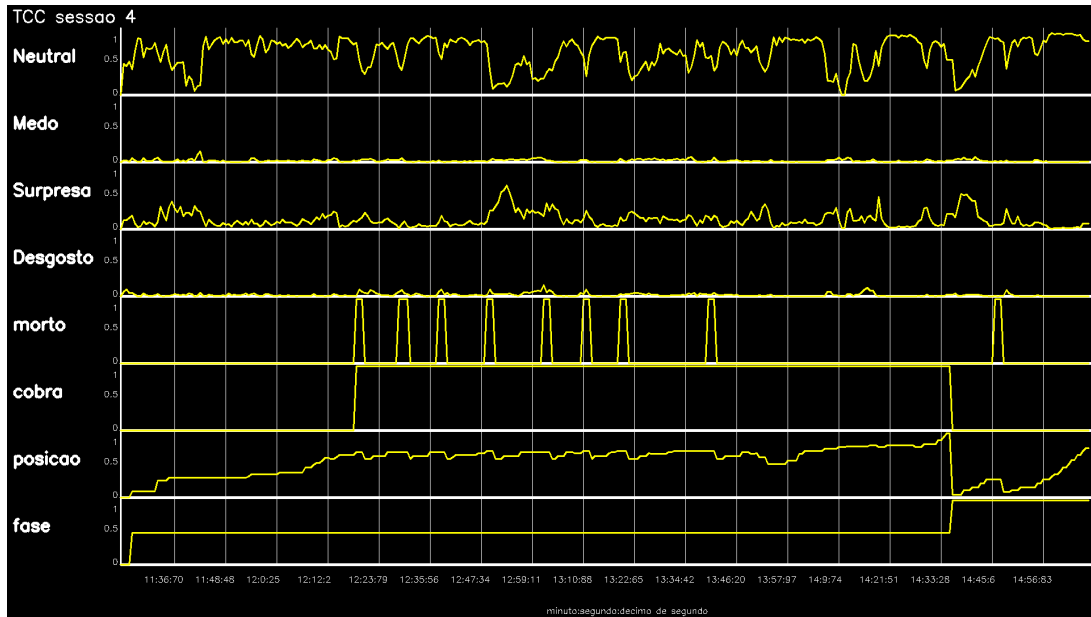


Figura 6.10: Gráfico 2 do Participante 3..

menta ao início da sessão. Todos os jogadores tiveram seu personagem absorvido ao menos uma vez, porém por meio do vídeo verifica-se que eles param de se mover quando pela primeira vez em frente ao bloco que suga. Possivelmente isso ocorre por estarem curiosos para verificar qual seria a ação deste bloco que apareceu para eles pela primeira vez. Apenas dois participantes tiveram seus personagens absorvidos mais de uma vez, sendo um jogador experiente no cenário de referência e um jogador casual no cenário rápido. Apenas dois participantes estiveram no cenário rápido, sendo um jogador casual e o outro experiente. Com isso podemos perceber que o cenário lento não se mostrou desafiador o suficiente para nenhum dos 4 participantes que o jogaram. Já o valor de referência foi um desafio baixo, levando em conside-

Tabela 6.2: Tempos no Desafio.

Participante	Tempo(s)
1	28.00019802
2	24.00079454
3	26.00040845
4	125.0665281
5	29.99982022
6	187.9813782
7	180.7350982
8	20.99966244
9	204.7591664
10	140.7246334

ração que apenas uma das quatro pessoas que o jogaram tiveram alguma dificuldade em passar por este cenário. Finalmente, o cenário rápido não obteve participantes o suficiente para que se possa chegar a uma conclusão mais concreta, mas considerando que ao menos um dos dois participantes encontrou algum desafio neste cenário seria razoável considerá-lo como o mais próximo da dificuldade ideal para o jogador médio.

### 6.3 Complemento

O uso dos gráficos para fazer análises qualitativas permite que rapidamente se identifique momentos em que o jogador teve uma mudança em seu estado afetivo. Quando as variáveis internas do jogo são utilizadas em conjunto a temporização de testes específicos se torna mais simples, sem a necessidade imediata de assistir o vídeo de cada sessão. Quanto ao arquivo CSV, seu uso pode ter foco em análises numéricas ou estatística, se for necessário de valores específicos, como foi o caso do tempo nos testes descritos, ou outros dados como médias ou desvios padrão. Já o vídeo foi usado quando as variáveis internas não demarcaram visualmente o momento de análise ou quando os estados afetivos não levaram a conclusões objetivas e mais informações da sessão de jogo eram necessárias.

As análises são conclusões subjetivas que dependem da experiência e dos objetivos do desenvolvedor ou pesquisador utilizando a ferramenta. Ainda assim, foi demonstrado que o software disponibiliza diversas ferramentas que permitem que análises diversas possam ser realizadas.

# Capítulo 7

## Conclusão

O objetivo desse trabalho foi desenvolver uma ferramenta que pudesse simplificar a forma como tanto pesquisadores quanto desenvolvedores e designers testam as reações de jogadores a determinados jogos. Esse software foi feito para apresentar informações relevantes de modo a auxiliar na detecção de características ou problemas no jogo em análise. Além disso, características como simplicidade na utilização e compatibilidade com diversos gêneros e tipos de jogos foram requisitos levantados no desenvolvimento. Para que isso fosse alcançado, o uso de expressões faciais foi considerado uma forma bastante satisfatória combinando eficiência e baixa intrusividade na obtenção de informações sobre as reações dos jogadores. Já para as saídas, o uso de diversas opções, os gráficos, vídeo e arquivo CSV, foi utilizado para dar tanto dados objetivos quanto flexibilidade àqueles que utilizarem a ferramenta. Para análises qualitativas os gráficos e vídeos podem ser usados, permitindo uma representação visual dos acontecimentos da sessão de jogo permitindo até mesmo apresentar o vídeo para o próprio jogador para adquirir ainda mais informações sobre a sessão. Já para análises quantitativas, o arquivo CSV apresenta todos os dados adquiridos, permitindo usá-los em novas ferramentas para realizar análises estatísticas e matemáticas com um amplo banco de dados.

Para melhor compreender como a ferramenta pode ser utilizada foram realizados testes de seu uso. O jogo Lumen foi modificado para ser utilizado com a ferramenta e quatro questões sobre este jogo foram levantadas. O tempo de adaptação aos controles do jogo e como os jogadores reagiam a esse momento foi verificado, concluindo-se que os controles eram compreendidos em tempo hábil porém com algum desconforto por parte de jogadores experientes. O bloco com a cobra também foi testado com o intuito de estudar as respostas dos jogadores à sua aparição. Foi verificada felicidade e/ou surpresa em participantes dos testes, significando uma quantidade aceitável de respostas desejadas. Foi realizado um teste com um desafio mais complexo que mostrou que os jogadores apresentam reações de felicidade quando confrontados com uma oportunidade de testar suas habilidades. Por

fim, a capacidade da ferramenta de modificar o jogo foi utilizada para verificar qual seria o melhor tempo em que o jogador pode deixar o personagem controlado à frente de um determinado bloco até este ser eliminado. Este último teste mostrou como o valor utilizado como referência não apresentava um desafio interessante o suficiente para os jogadores e que um tempo mais curto se aproxima mais de um valor ideal.

Os testes realizados tiveram objetivos diversos que poderiam fazer parte dos estudos ou de um pesquisador ou de um *game designer*. No caso do designer, testes como o de adaptação possibilitam uma compreensão maior de como outros jogadores respondem a uma situação que o próprio designer não consegue simular, por já ter grande familiaridade com o jogo. Já o teste da cobra exemplifica uma análise que poderia interessar um pesquisador que busca analisar o estado afetivo resultante de algum momento específico de um jogo.

Algumas das limitações presentes neste software estão nele poder ser apenas utilizado em plataformas Linux. Além disso, como a linguagem Python foi utilizada na gravação da expressão facial e na sua análise, o software apresenta tempos de execução abaixo do desejado tanto durante a execução de sessões de teste quanto durante a obtenção de estados afetivos ao processar o vídeo adquirido. Também se verifica a redução de usos da ferramenta em caso de impossibilidade de modificações em jogos. Nesse cenário perde-se a possibilidade de enviar comandos ao jogo para modificar seu funcionamento e também diminui as informações adquiridas, já que o jogo não envia nenhum dado à ferramenta.

Mesmo a ferramenta tendo apresentado bons resultados às perguntas levantadas durante sua prototipação, mais testes ainda podem ser realizados. Outras respostas podem ser adquiridas ao permitir que pessoas não relacionadas ao desenvolvimento da ferramenta venham a utilizá-la. Assim, será possível obter uma melhor compreensão de quais são as características a serem melhoradas. Testes com gêneros e jogos diferentes também podem demonstrar possíveis limitações na versatilidade da aplicação da ferramenta. Também, mesmo compreendendo que o objetivo dos testes do presente trabalho era realizar uma análise qualitativa das sessões de jogo, a realização de testes com mais participantes pode trazer ainda mais informações tanto ao jogo testado quanto a outros que vierem a ser utilizados. Por fim, a interface gráfica utilizada neste trabalho é muito simples e primitiva, podendo ser amplamente reformulada para ser mais compreensível e amigável aos desenvolvedores e pesquisadores que venham a utilizá-la.

# Referências

- [1] Gualeni, S., D. Janssen e L. Calvi: *How psychophysiology can aid the design process of casual games: A tale of stress, facial muscles, and paper beasts*. Em *Proceedings of the International Conference on the Foundations of Digital Games, FDG '12*, páginas 149–155, New York, NY, USA, 2012. ACM, ISBN 978-1-4503-1333-9. <http://doi.acm.org/10.1145/2282338.2282369>. ix, 2, 10, 11, 15
- [2] Inventado, P. S., R. Legaspi, M. Numa e M. Suarez: *Observatory: A tool for recording, annotating and reviewing emotion-related data*. Em *2011 Third International Conference on Knowledge and Systems Engineering*, páginas 261–265, Oct 2011. ix, 11, 13
- [3] Tan, C. T., S. Bakkes e Y. Pisan: *Inferring player experiences using facial expressions analysis*. Em *Proceedings of the 2014 Conference on Interactive Entertainment, IE2014*, páginas 7:1–7:8, New York, NY, USA, 2014. ACM, ISBN 978-1-4503-2790-9. <http://doi.acm.org/10.1145/2677758.2677765>. ix, 13, 14
- [4] *Brasil gamer: 82% dos jovens e adultos jogam videogames*, Oct 2015. <https://google.gl/4pWpvf>. 1
- [5] Kuchera, B.: *Report: 7,672 games were released on steam in 2017*, Jan 2018. <https://www.polygon.com/2018/1/10/16873446/steam-release-dates-2017>. 1
- [6] Nogueira, P. A., R. Aguiar, R. Rodrigues e E. Oliveira: *Designing players' emotional reaction models: A generic method towards adaptive affective gaming*. Em *2014 9th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, páginas 1–6, June 2014. 1
- [7] Schell, J.: *The Art of Game Design: A Book of Lenses*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 2008, ISBN 0-12-369496-5. 1, 5, 6, 7, 8
- [8] Gómez-Maureira, M. A., M. Westerlaken, D. P. Janssen, S. Gualeni e L. Calvi: *Improving level design through game user research: A comparison of methodologies*. *Entertainment Computing*, 5(4):463–473, 2014. 2
- [9] Iftikhar, S., M. Z. Iqbal, M. U. Khan e W. Mahmood: *An automated model based testing approach for platform games*. Em *2015 ACM/IEEE 18th International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems (MODELS)*, páginas 426–435, Sept 2015. 2, 8

- [10] Aboulafia, A. e L. J. Bannon: *Understanding affect in design: an outline conceptual framework*. Theoretical Issues in Ergonomics Science, 5(1):4–15, 2004. <https://doi.org/10.1080/1463922031000086708>. 3
- [11] Damásio, A. R.: *O Erro de Descartes: Emoção, Razão e o Cérebro Humano*. Companhia das Letras, novembro 2012, ISBN 9788535922004. 3, 4
- [12] Scherer, K. R.: *What are emotions? and how can they be measured?* Social Science Information, 44(4):695–729, 2005. <https://doi.org/10.1177/0539018405058216>. 4
- [13] Vieira, L. C.: *Assessment of fun from the analysis of facila images*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 2017. 4, 13, 26
- [14] Dalgleish, T. e M. Power: *Handbook of cognition and emotion*. Wiley Interscience, 2005. 4
- [15] Kivikangas, J. M., G. Chanel, B. Cowley, I. Ekman, M. Salminen, S. Järvelä e N. Ravaja: *A review of the use of psychophysiological methods in game research*. Journal of Gaming Virtual Worlds, 3(3):181–199, 2011. <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:80604>, ID: unige:80604. 4
- [16] Tan, C. T., D. Rosser, S. Bakkes e Y. Pisan: *A feasibility study in using facial expressions analysis to evaluate player experiences*. Em *Proceedings of The 8th Australasian Conference on Interactive Entertainment: Playing the System*, IE '12, páginas 5:1–5:10, New York, NY, USA, 2012. ACM, ISBN 978-1-4503-1410-7. <http://doi.acm.org/10.1145/2336727.2336732>. 5
- [17] Vachiratamporn, V., R. Legaspi, K. Moriyama e M. Numao: *Towards the design of affective survival horror games: An investigation on player affect*. Em *2013 Humaine Association Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction*, páginas 576–581, Sept 2013. 5, 8
- [18] Ponce, T.: *Aaa game development teams are too damn big*, 2013. <https://www.destructoid.com/aaa-game-development-teams-are-too-damn-big-247366.phtml>. 5
- [19] Novak, J.: *Game Development Essentials: An Introduction*. Delmar Learning, 3rd edição, 2011, ISBN 1111307652. 5, 6
- [20] Williams, M.: *Rise of the lifestyle game: Gaming as your second job*, 2014. <https://www.usgamer.net/articles/rise-of-the-lifestyle-game-gaming-as-your-second-job>. 7
- [21] Levy, L. e J. Novak: *Game QA testing*. Delmar/Cengage Learning, 1ª edição, 2010. 7
- [22] Vayanou, M. e Y. Ioannidis: *Storytelling games with art collections: Generic game-play design and preliminary evaluation through game testing sessions*. Em *2017 9th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games)*, páginas 264–271, Sept 2017. 8



- [23] Lehman, B., D. Hebert, G. T. Jackson e L. Grace: *Affect and experience: Case studies in games and test-taking*. Em *Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '17, páginas 917–924, New York, NY, USA, 2017. ACM, ISBN 978-1-4503-4656-6. <http://doi.acm.org/10.1145/3027063.3053341>. 8
- [24] Klabnik, S. e C. Nichols: *The Rust programming language*. 2ª edição. 25
- [25] 2018. <https://opencv.org/about.html>. 26
- [26] 2018. <https://www.ffmpeg.org/about.html>. 29
- [27] Moraes, M., M. Fleury, M. Ervilha, G. Saboya, A. Perassa, H Asevedo e and C. Castanho T. Silva: *Lumen: puzzle tridimensional de raciocínio lógico*. Workshop G2 : Games na Graduação. XV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, 2016. 31

# Apêndice A

## Questionário de Perfil de Jogador

## Questionário para Trabalho de Graduação

Instruções: Responda as perguntas abaixo, por favor.

A. Qual a sua idade? \_\_\_\_ anos.

B. Qual o seu sexo?

\_\_\_\_ Feminino

\_\_\_\_ Masculino

C. Quanto tempo joga jogos digitais por semanas? \_\_\_\_ Horas por semana.

D. Em que perfil de jogador você se classifica? Se nunca tiver jogado um jogo digital na sua vida, marque aqui \_\_\_\_.

\_\_\_\_ Casual

\_\_\_\_ Experiente

\_\_\_\_ Profissional

C. Já jogou o jogo Catherine da empresa Atlus?

I. Qual sua experiência com o jogo?

1

2

3

4

5

6

7

Nenhuma

Média

Grande

II. Nos últimos meses, o quão frequentemente jogou esse jogo?

1

2

3

4

5

6

7

Raramente

Ocasionalmente

Frequentemente

D. Conhece o jogo Lumen da equipe Green Lamb Games?

\_\_\_\_ Sim

\_\_\_\_ Não

I. Já jogou o jogo?

\_\_\_\_ Sim

\_\_\_\_ Não

Instruções: Por favor lembre-se dos cinco jogos digitais que você jogou mais tempo desde seus 10 anos até o presente. Inclua jogos de computador, televisão e de arcades. Por favor escreva o título desses jogos nas linhas abaixo.

1) Título do jogo “mais jogado”:

.....  
ESCREVA NITIDAMENTE, POR FAVOR

2) Título do segundo jogo “mais jogado”:

.....  
ESCREVA NITIDAMENTE, POR FAVOR

3) Título do terceiro jogo “mais jogado”:

.....  
ESCREVA NITIDAMENTE, POR FAVOR

Agora, por favor dê uma nota para cada jogo respondendo as perguntas a seguir.

**1. Para os itens a seguir, dê uma nota para o jogo listado como seu “mais jogado”:**

a) Nos últimos meses, o quão frequentemente jogou esse jogo?

1                    2                    3                    4                    5                    6                    7

Raramente

Ocasionalmente

Frequentemente

b) Qual das seguintes categorias melhor descreve esse jogo? Marque todas as aplicáveis.

Educação  Esporte  Fantasia  Luta com pés/pernas  Luta com armas  Habilidade

