

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE INFORMÁTICA
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

GABRIEL LEVIS ZAWALSKI

**IMPLEMENTAÇÃO DE CONTROLE AUTOMÁTICO DE DIFICULDADE
EM UM JOGO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2019

GABRIEL LEVIS ZAWALSKI

**IMPLEMENTAÇÃO DE CONTROLE AUTOMÁTICO DE DIFICULDADE
EM UM JOGO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação, do Departamento Acadêmico de Informática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. André Koscianski

PONTA GROSSA

2019



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa

Departamento Acadêmico de Informática
Bacharelado em Ciência da Computação



TERMO DE APROVAÇÃO

IMPLEMENTAÇÃO DE CONTROLE AUTOMÁTICO DE DIFICULDADE EM UM JOGO

por

GABRIEL LEVIS ZAWALSKI

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 18 de Novembro de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. André Koscianski
Prof. Orientador

Prof. Dr. André Pinz Borges
Membro titular

Prof. M.Sc. Vinícius Camargo Andrade
Membro titular

Prof. M.Sc. Geraldo Ranthum
Responsável pelo Trabalho de
Conclusão de Curso

Profa. Dra. Mauren Louise Sguario
Coordenadora do Curso de
Bacharelado em Ciência da Computação

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

AGRADECIMENTOS

Estes anos de estudo, principalmente a reta final de formação, se provaram alguns anos de bastante desafios e adversidades que não conseguiria realizar sem o apoio de algumas pessoas a minha volta.

Agradeço aos meus colegas de sala, que enfrentaram aulas, provas e trabalhos, passando por dificuldades juntos, porém sempre oferecendo apoio, crescendo e aprendendo juntos.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. André Koscianski por ter me guiado na realização deste trabalho e oferecido alguma clareza com relação ao futuro depois da graduação.

Agradeço a minha família, pela paciência, apoio e estrutura providenciados por todo período de graduação.

Agradeço também a minha companheira Adelle Volpato Leria, por me mostrar a luz quando achava que não daria certo, me incentivar a seguir com meus sonhos quando eu mesmo não enxergava isso possível e por aguentar esse tempo todo ao meu lado.

RESUMO

ZAWALSKI, Gabriel Levis. **Implementação de Controle Automático de Dificuldade em um Jogo**. 2019. 40 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Ciência da Computação - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2019.

Jogos assumiram um importante espaço na cultura popular e mercado financeiro desde sua criação nos anos 1970. Devido a sua natureza interativa, jogos precisam saber dosar os níveis de dificuldade apresentados ao jogador a fim de garantir uma experiência satisfatória para seus consumidores. O objetivo deste trabalho é adaptar a dificuldade de um jogo durante execução a fim de melhorar a experiência de jogo. Esse problema foi resolvido alterando o comportamento padrão de um jogo no estilo de nave, onde o jogador progride infinitamente enfrentando inimigos e desviando de seus ataques. A dificuldade do jogo foi alterada modificando valores referentes ao ambiente de jogo, a fim de torná-lo mais difícil, e as propriedades do jogador, dando benefícios e incentivos para ele, incentivando-o a progredir o máximo possível. Pode-se notar que as alterações geraram impactos na experiência do usuário, tornando-o mais dinâmico e interessante, mostrando que um jogo se torna mais atrativo quando sua dificuldade progride com o jogador ao invés de se manter constante.

Palavras-chave: Jogos. Design de jogos. Controle de dificuldade. Controle dinâmico de dificuldade. Estado de fluxo.

ABSTRACT

ZAWALSKI, Gabriel Levis. **Implementation of Automatic Difficulty Control in a Video Game**. 2019. 40 pages. Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Ciência da Computação - Federal Technology University - Paraná. Ponta Grossa, 2019.

Video games have achieved an important space in popular culture and market share since their inception in the 1970s. Because of their interactive essence, video games have a job of balancing its difficulty levels presented to the players to assure a proper and pleasant gaming experience for its consumers. The focus of this work is to adapt the difficulty of a game mid playthrough in order to improve the game experience. This problem was tackled by altering a spaceship shooting game's primary behavior, where the player pushes forward infinitely by facing enemies and dodging their attacks. The game's difficulty was adjusted by modifying its environment, making the game more difficult, and providing benefits and incentives to the player, encouraging them to keep progressing further. It can be noticed that the alterations did have game experience impacts, making the game more dynamic and interesting, showing that a game becomes more attractive for a player when its difficulty follows the player instead of staying constant.

Keywords: Video games. Game design. Difficulty control. Dynamic difficulty control. Flow state.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estado de Fluxo.	15
Figura 2 - Fluxo do jogo estudado.	18
Figura 3 - Tela do jogo em execução.	19
Figura 4 - Exemplos de elementos e mecânicas do jogo.	20
Figura 5 - Fluxo de alterações de dificuldade do jogo.	22
Figura 6 - Configuração dos eventos de jogo utilizados no controle de dificuldade.	23
Figura 7 - Função do cálculo da variação dos registros.	23
Figura 8 - Fluxo de aumento de dificuldade do jogo.	24
Figura 9 - Esquema de testes utilizado.	27
Figura 10 - Resultados "Eu achei fácil entender como jogar".	28
Figura 11 - Resultados "Eu achei simples os controles do jogo".	28
Figura 12 - Resultados "Enquanto joguei, cheguei a me desligar do mundo em volta".	28
Figura 13 - Resultados "Eu senti vontade de continuar a jogando depois que parei".	29
Figura 14 - Resultados "Durante o jogo eu tive vontade de ganhar mais pontos".	29
Figura 15 - Resultados "Eu me diverti durante a sessão de jogo".	29
Figura 16 - Resultados "Eu me senti entediado durante a sessão de jogo".	30
Figura 17 - Resultados "Dada a oportunidade, eu gostaria de jogar esse jogo novamente".	30
Figura 18 - Resultados "Durante o jogo eu tive vontade de ir o mais longe possível".	30
Figura 19 - Resultados "Eu senti que o jogo me motivava a progredir".	30
Quadro 1 - Variáveis identificadas como potenciais pontos de modificação.	21
Quadro 2 - Ajustes de dificuldade implementados para o trabalho.	24
Quadro 3 - Questionário elaborado.	26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 ABORDAGEM DO PROBLEMA	8
1.2 OBJETIVOS	9
1.2.1 Objetivo Geral	9
1.2.2 Objetivos Específicos	9
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	9
2 EMBASAMENTO TEÓRICO	11
2.1 JOGOS DE COMPUTADOR	11
2.1.1 Construção de Jogos	12
2.1.2 Motor de Jogo: Godot Engine	12
2.2 CONTROLE DE DIFICULDADE	13
2.2.1 Estado de Fluxo	15
2.2.2 Medição de Níveis de Ansiedade	16
2.2.3 Controle de Dificuldade em Jogos	17
2.2.4 Exemplos comerciais	17
3 DESENVOLVIMENTO	18
3.1 JOGO SELECIONADO PARA O TRABALHO	18
3.1.1 Possíveis Pontos de Modificações	21
3.2 MODIFICAÇÕES DO JOGO	22
3.3 ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO	25
4 TESTES E RESULTADOS	27
4.1 TESTES DAS ALTERAÇÕES	27
4.2 ANÁLISES DE RESULTADOS	28
5 CONCLUSÕES	32
5.1 CONCLUSÕES	32
5.2 TRABALHOS FUTUROS	32
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

Apesar de ser uma mídia e segmento de mercado ainda relativamente novo, surgindo no início dos anos 70, a indústria de jogos eletrônicos já conseguiu conquistar uma fatia de mercado e movimentação de capital maiores do que a das indústrias de cinema e filmes em escala mundial (UM, 2007).

Com o tamanho que esse segmento de indústria atingiu é fácil supor que um interesse seja a grande difusão e adoção de seus produtos, deixando-os acessíveis para muitas pessoas.

Diferente de outros tipos de mídia, jogos são inerentemente interativos, demandando que o jogador produza ações sobre ele. Devido a essa natureza, alguns jogos podem exigir mais de um jogador, sendo assim difícil e por vezes inacessíveis a certos jogadores.

Por outro lado, como uma forma de mídia com o propósito de entreter, um jogo que não exige nada dos jogadores, ou que seja muito fácil, pode vir a ser entediante e não satisfazer a experiência que o jogador buscava do produto.

Esses pontos demonstram que atingir um balanço ideal de dificuldade é de grande interesse para uma desenvolvedora de jogos, uma vez que níveis adequados de desafio estão diretamente ligados com a satisfação de um jogador. Devido a sua importância e dificuldades encontradas em se atingir um balanço ideal, pesquisas e estudos que visam facilitar ou automatizar o processo de balanceamento de um jogo são de grande interesse para a indústria.

1.1 ABORDAGEM DO PROBLEMA

Uma das opções de controle de dificuldade mais difundida utilizada na indústria é por meio da seleção entre opções pré-estabelecidas antes do início do jogo, onde tais níveis de dificuldade foram elaborados por meio de repetidas sessões de testes e estudos com um grupo específico de jogadores. Esse tipo de abordagem não é necessariamente o ideal, uma vez que ao decidir um nível de dificuldade antes mesmo de experimentar o jogo pode levar o jogador a uma escolha errada logo mesmo antes de começar a jogar.

Este trabalho visa automatizar o balanço de dificuldade de um jogo, aplicando alterações em diversas características numéricas em seus elementos durante tempo de execução, como por exemplo, alterações nos valores de vida da nave controlada visando melhorar a experiência dos jogadores.

Para verificação da eficiência das alterações no jogo, serão realizados testes com voluntários de idade entre 20 e 29 anos com diferentes perfis de experiência com jogos. Durante os testes, parte dos voluntários utilizará a versão sem alterações e outra parte a versão com ajuste dinâmico de dificuldade. Após as sessões de teste será apresentado um questionário com perguntas referentes a experiência do jogador a fim de avaliar se as alterações tornaram o uso do software mais agradável e divertido. A realização dos testes seguirá diretrizes da literatura (PHAN, 2016).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

- Adaptar a dificuldade de um jogo durante execução para melhorar a experiência do jogador.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Adaptar um jogo incluindo nele controle de dificuldade;
- Testar a implementação e analisar os resultados.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em 5 partes principais. No Capítulo 1 apresenta-se a introdução deste trabalho. No Capítulo 2 encontra-se definições mais aprofundadas a respeito de desenvolvimento de jogos e os desafios encontrados na busca por um bom balanceamento de jogo, bem como a ferramenta e jogo utilizados no corpo deste trabalho.

O Capítulo 3 apresenta o corpo de desenvolvimento de codificação do trabalho, onde todas as modificações feitas no jogo estão demonstradas. No Capítulo 4 tem-se a discussão dos resultados obtidos por meio dos testes das modificações propostas com jogadores voluntários. Por fim, no Capítulo 5 tem-se as conclusões e algumas considerações finais a respeito do trabalho.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO

Neste Capítulo encontra-se o embasamento teórico deste trabalho. Na Seção 2.1 há uma breve explicação e introdução ao mercado de jogos de computador, a qual contém a Seção 2.1.1 em que se encontra uma explicação sobre o processo de desenvolvimento de jogos seguido por uma descrição sobre motores de jogos e o *software* escolhido como ferramenta para este trabalho na Seção 2.1.2.

Na Seção 2.2 encontra-se os conceitos por trás do controle de dificuldade dividido nas seguintes seções: 2.2.1 sobre o Estado de Fluxo; 2.2.2 a respeito de medição de ansiedade; 2.2.3 sobre o conceito de controle de dificuldade aplicado a jogos e 2.2.4 no qual estão listados exemplos comerciais de jogos que implementam algum tipo de controle de dificuldade.

2.1 JOGOS DE COMPUTADOR

Em apenas 50 anos de existência, a indústria de jogos atinge valores na casa de bilhões de dólares mundiais, com um *report* de 2018 indicando um valor total próximo de \$135 bilhões de dólares mundiais (BATCHELOR, 2018).

Para comparação, *reports* da indústria de filmes indicam que exhibições em cinemas arrecadaram em 2018 cerca de \$41,7 bilhões de dólares mundiais (MCNARY, 2019). Somando os valores arrecadados em exhibições teatrais e entretenimento doméstico, como filmes digitais e serviços de *streaming*, os valores reportados chegam próximos de \$97 bilhões de dólares (ORTMAN, 2019).

Como toda forma de mídia, um jogo busca evocar experiências e sensações no jogador, porém, diferente de livros e filmes por exemplo, essas experiências derivam diretamente da interação entre o jogador e os sistemas internos do jogo (HUNICKE, 2005). O significado das experiências com a mídia se concretiza na interação entre jogo/jogador.

Para cumprir com esse objetivo, um jogo de computador faz uso de diversos módulos para seu funcionamento, variando desde elementos de comunicação direta com o usuário, como entradas de comandos e saídas multimídia, até elementos mais invisíveis, como comunicação em rede e controle de variáveis de ambiente do

software. Todas essas partes precisam interagir em conjunto de maneira harmoniosa e em tempo real para criar uma melhor experiência ao jogador (CLUA, 2005).

2.1.1 Construção de Jogos

O processo de desenvolvimento de um jogo é uma atividade multidisciplinar que pode envolver diversas pessoas na elaboração dos documentos de *Game Design* (CRAWFORD, 1982). Este documento é onde se encontram todas as abstrações das estruturas essenciais a serem implementadas para o funcionamento do jogo. Após sua elaboração, segue a implementação das especificações do documento todas as etapas mais tradicionais de implementação de *software* (ANDRADE, 2006).

Mesmo com todo o planejamento e documentação, diversas vezes partes do desenvolvimento não conseguem ser modeladas ou não seguem completamente o projeto desenhado no início do projeto. Ser capaz de adaptar partes do jogo durante o desenvolvimento, como o balanço de dificuldade do jogo é importante, uma vez que esses elementos podem sofrer diversas etapas de iteração e modificações no decorrer da implementação do resto do projeto.

2.1.2 Motor de Jogo: Godot Engine

Seguindo a evolução e difusão da tecnologia, jogos de computador ficaram maiores e mais complexos (BLOW, 2004), na parte criativa, artística, tecnológica e de consumo de recursos computacionais. Para mitigar essa complexidade, uma gama de softwares chamados de *game engines* – motores de jogo – começou a surgir.

Assim como o motor de um carro é responsável por fazer a interação entre as ações do motorista com a mecânica por trás do movimento do veículo, um motor de jogo é o software responsável por lidar com os diversos elementos que um jogo de computador requer para funcionar.

Um motor de jogo traz diversas facilidades para o desenvolvimento de jogos, com grande destaque para os recursos gráficos e de inteligência artificial.

Criada inicialmente por Juan Linietsky e Ariel Manzur com o propósito de ser um ambiente de desenvolvimento integrado para jogos 2D e 3D, o Godot Engine¹ é um motor de jogo bastante popular em desenvolvimento de jogos independente e a ferramenta escolhida para utilização neste trabalho.

A escolha deste motor de jogo foi influenciada pelo fato de a ferramenta ser multiplataforma, com versões disponíveis para os sistemas Linux, macOS e Windows, *open source* e gratuita, permitindo que qualquer aluno possa desenvolver seus trabalhos ou programador iniciar seus trabalhos com jogos utilizando a ferramenta.

A visão dos criadores do Godot é criar uma ferramenta que sirva de ambiente completamente integrado, possibilitando que um jogo possa ser criado utilizando-se nenhum outro programa, excluindo os necessários para criação de conteúdo artístico para o jogo. Sua versão mais recente na criação deste trabalho é a de número 3.1.1, lançada dia 27 de Abril de 2019.

Algumas das características e facilidades trazidas para o desenvolvimento de jogos que o Godot oferece são: uma ferramenta de *scripting*, que permite o desenvolvedor escrever códigos de comportamento dentro do próprio ambiente de desenvolvimento do jogo, em diversas linguagens suportadas como C, C# e sua própria linguagem de scripts criada a partir de Python, *GScript*; um ferramenta de renderização gráfica, dividida em duas ferramentas, uma para lidar com gráficos de jogos 2D e outra independente para jogos 3D, ambas com suporte a OpenGL ES 3.0 e módulos de física, partículas, iluminação e *shaders*; uma ferramenta de suporte para criação de animações de objetos gráficos; ferramentas de auxílio de áudio entre diversas outras.

2.2 CONTROLE DE DIFICULDADE

Controle de dificuldade, também conhecido como Ajuste Dinâmico de Dificuldade, é um conceito dentro do desenvolvimento de jogos relacionado ao balanço de poder entre diversos elementos dentro de um jogo. Um jogo

¹ Disponível no repositório <<https://github.com/godotengine/godot>>

desbalanceado é um jogo que contém algum elemento, personagem ou até mesmo jogador, com vantagem sobre todos os demais sem muitas opções de resposta.

Quando oferecido um controle sobre os níveis de dificuldade de um jogo, este tradicionalmente é feito por meio de uma seleção pré-definida de opções, em que características arbitrárias do jogo são alteradas em cada nível de dificuldade (UM, 2007). Esse tipo de controle cumpre a função de tornar a sessão de jogo mais adaptada ao jogador em questão.

Porém, esse tipo de seleção se mostra um pouco falho quando, por exemplo, um jogador superestima demais a dificuldade de um jogo e escolhe opções mais simples, ou quando, por descuido do programador, alguma parte do jogo apresenta um pico de dificuldade impedindo o avanço do jogador de forma arbitrária (SUKAJAYA, 2012) (NATKIN, 2009).

Além do mais, esses níveis pré-estabelecidos de dificuldade são baseados em experiências de um grupo de testes (TONIETTO, 2007). Mesmo que o jogo ofereça diferentes opções, esta não refletirá verdadeiramente o desafio que o jogador final terá ao interagir com o jogo, pois seu balanceamento foi feito com outro jogador em mente.

Garantir um bom nível de dificuldade é essencial para a satisfação de um jogador. É necessário assegurar que um jogo não seja desagradável e frustrante por ser muito difícil, ou trivial e desestimulante por ser fácil demais (KOSTER, 2004).

Criar um jogo que é impossível ser vencido ou uma inteligência artificial que sempre derrote o jogador é fácil. Criar um jogo cujo sistemas interajam de uma maneira que permita o jogador vencer com o máximo de dificuldade possível é um desafio bem maior e que gera mais engajamento por parte do jogador (SWEETSER, 2005).

Para contornar esses tipos de situações, pode-se utilizar de um controle de dificuldade inteligente e granular, que age de acordo com os padrões de comandos do jogador alterando o jogo em diversos pontos em tempo real para ajustar os níveis de dificuldade.

2.2.1 Estado de Fluxo

Dos estudos da psicologia positiva e a *Flow Theory* – Teoria do Fluxo – criada por Mihaly Csikszentmihaly, sugere que todas as ações humanas não são motivadas exclusivamente por ganhos externos, mas também por ganhos pessoais. Ao realizar uma atividade, dependendo de diversos fatores relacionados, o ser humano pode atingir alguns estados mentais descritos pela Teoria do Fluxo.

O estado conhecido como *Flow*, traduzido para o português como estado de Fluxo, é o estado mental ótimo na realização de uma atividade, na qual ambos os níveis de habilidade e dificuldade estão em seu pico (CSIKSZENTMIHALYI, 1990). É um estado de concentração e envolvimento máximo com a atividade momentânea, resultando em grande satisfação nas ações realizadas.

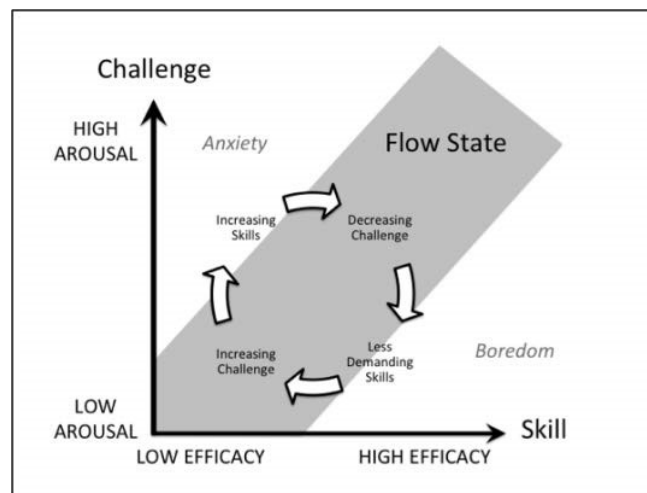


Figura 1 – Estado de Fluxo.

Fonte: *Flow: The Psychology of Optimal Experience*

O estado de Fluxo é definido por Mihaly em sete diretrizes principais, sendo elas: Atividades desafiadoras e superáveis pelas capacidades do indivíduo; União entre pessoa e atividade; Objetivos diretos com *feedback*; Concentração total na atividade envolvida; Despreocupação com erros; Perda de noção temporal; e Perda de noção espacial.

É durante o estado de Fluxo que um indivíduo consegue extrair níveis mais altos de satisfação (CSIKSZENTMIHALYI, 1990). Na Figura 1 observa-se uma ilustração a respeito do estado de Fluxo, onde é possível conferir que os valores de desafio e habilidade precisam crescer em sincronia com o outro.

Aumentar a dificuldade de uma atividade na mesma cadência que as habilidades do jogador cresce induz o mesmo ao estado de Fluxo, porém, caso o nível de dificuldade cresça mais rápido que as habilidades do jogador, o jogo o poderá induzir o jogador mais próximo de sensações de ansiedade. O inverso também pode acontecer, onde a dificuldade no jogo não cresce de acordo com as habilidades do jogador, levando o jogador ao tédio ou relaxamento (FALSTEIN, 2004).

Ao se comparar as diretrizes do estado de Fluxo com as atividades oferecidas por jogos nota-se alguns pontos interessantes. Jogos estão intrinsecamente ligados com as habilidades do jogador poder operá-lo e superar os desafios propostos para progredir, desafios estes resultando em consequências em tempo real permitindo o jogador até mesmo reagir.

Jogos são mídias propensas a oferecerem experiências envolventes que exigem grande concentração por meio dos seus desafios e interações.

2.2.2 Medição de Níveis de Ansiedade

Em adição aos métodos e medidas subjetivas de usabilidade e envolvimento entre jogador e jogo, técnicas de medição de esforço mental e de stress complementam o entendimento da interação de um usuário com o *software* em questão.

Diversas técnicas envolvendo a medição e monitoramento de batimentos cardíacos (HERCEGFI, 2011) e indutância da pele e eletromiografia facial (NACKE, 2008) (NACKE, 2010) podem ser aplicadas para garantir maiores detalhes das respostas fisiológicas dos jogadores durante as sessões de jogo.

Algumas reações mais sutis como a resposta a estímulos de sons e música em jogos de ação rápida (NACKE, 2010) e até mesmo estudos e análises de encefalogramas em diferentes situações de jogos (NACKE, 2011) podem ajudar a interpretar se o jogador atingiu estados mentais próximos ao estado de Fluxo durante uma sessão de jogo.

2.2.3 Controle de Dificuldade em Jogos

Apesar de um conceito pouco discutido dentro da área, jogos vêm implementando diversas formas de Controles Dinâmicos de Dificuldade por anos, variando em diversos aspectos dentro das suas definições, indo de exemplos sutis a até casos mais óbvios.

2.2.4 Exemplos comerciais

Half-Life 2, criado pela empresa Valve e considerado um dos jogos mais famosos e influentes do mundo, possui um sistema responsável por oferecer recursos ao jogador em situações que ele esteja com valores baixos de vida e munição, por exemplo (VALVE, 2004). Left 4 Dead, outro jogo da empresa Valve, possui um sistema mais complexo, que rege a aparição de recursos e inimigos dentro do cenário dependendo da progressão do jogador (BOOTH, 2009).

Jogos de corrida voltados para um público menos entusiasta, como a série de jogos Mario Kart, diversas vezes possuem uma espécie de sistema "*rubberband*", efeito-mola. Esse sistema altera as velocidades dos jogadores sutilmente, fazendo com que os jogadores nas primeiras posições se movam mais lentamente permitindo com que os últimos colocados tenham uma chance de alcançar a frente da corrida (NINTENDO, 1992).

Porém, há casos onde esses tipos de sistemas podem interferir de maneira negativa com o jogo. No caso do jogo Oblivion, da empresa Bethesda, o sistema de ADD implementado controlava a aparição de inimigos de acordo com o nível do personagem controlado pelo jogador. Isso levou a certos inimigos mais fracos do jogo nunca aparecem para jogadores que atingiram os níveis mais altos, impossibilitando algumas atividades dentro do jogo e, em suma, punindo jogadores por progredirem no jogo (2KGAMES, 2006).

Esses exemplos levam em consideração o fato de o *design* de cenário do jogo ser estático. Em certos jogos chamados de procedurais, o cenário e conteúdo do jogo é gerado de forma aleatória, e esta escolha de *design* trás seus próprios desafios a parte com relação a balanço de poder e curvas de dificuldade (FURLONG, 2013).

3 DESENVOLVIMENTO

Neste Capítulo encontra-se o desenvolvimento e corpo deste trabalho. Na Seção 3.1 encontra-se o detalhamento do jogo utilizado como objeto de estudo com sua análise e pontos de modificação listados na Subseção 3.1.1. Na Seção 3.2 estão descritas as modificações realizadas no comportamento padrão do jogo a fim de atingir o objetivo deste trabalho e por fim, na Seção 3.3 encontra-se a elaboração do questionário apresentado aos jogadores após a sessão de teste.

3.1 JOGO SELECIONADO PARA O TRABALHO

Hyperspace Drifter² é um jogo em estilo de nave, open source, criado por Rajin Shankar e distribuído gratuitamente. O jogo consiste numa nave que o jogador controla por meio da movimentação do mouse, em que o objetivo é sobreviver durante a maior distância possível até a barra de energia ser completamente consumida.

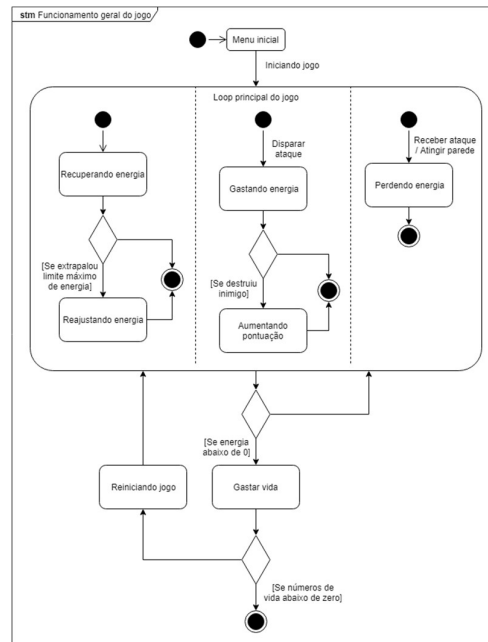
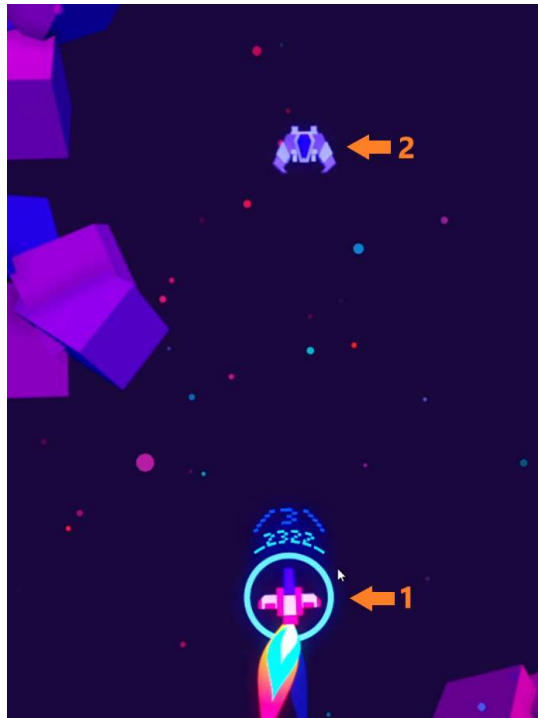


Figura 2 - Fluxo do jogo estudado.
Fonte: Autoria própria.

² Disponível no link <https://github.com/rajin-s/hyperspace_drifter>

A Figura 2 apresenta o diagrama de máquina de estados do funcionamento geral do jogo e nas figuras 3 e 4 tem-se uma explicação mais detalhada dos elementos visuais do jogo. O jogo em questão foi escolhido por estar disponível gratuitamente, possuir código aberto e controles simples, não sendo necessário uma carga grande de aprendizado e permitindo testes com um grupo mais abrangente de voluntários.



**Figura 3 - Tela do jogo em execução.
Fonte: Autoria própria.**

Na Figura 3, observa-se a nave controlada pelo jogador indicada pela flecha 1, um dos inimigos controlados por algoritmo do jogo indicado pela flecha 2. Grupos de naves inimigas novos são gerados ao final de um intervalo com espaçamento constante, o valor desse intervalo foi levado em conta durante a codificação das modificações de dificuldade do jogo para acomodar as vantagens aleatórias dadas ao jogador.

Também pode-se notar um círculo ao redor da nave do jogador, representando a quantidade de energia atual da nave, no caso, completamente cheia. Essa energia é constantemente regenerada e acima do círculo de energia há dois números, sendo o primeiro deles, no caso o de valor 2322, representando a distância atual percorrida na partida, e o segundo número, no caso somente o 3, representando a quantidade de vidas ou tentativas que o jogador pode ainda realizar.



Figura 4 - Exemplos de elementos e mecânicas do jogo.
Fonte: Autoria própria.

A Figura 4 nos mostra alguns dos elementos que podem diminuir o valor de energia da nave. A flecha 4 indica os disparos feitos pelo jogador ao pressionar o botão esquerdo do mouse, os quais servem para acertar e destruir as naves inimigas. A flecha 5 indica um clone pequeno criado pelo jogador ao pressionar a tecla S do teclado, que além de disparar em conjunto com o jogador, atua como uma proteção, possibilitando negar uma instância de dano que o jogador receber.

A flecha 6 indica as bordas laterais do jogo, causando danos a energia da nave do jogador caso ela venha a entrar em contato com elas. Não representado na Figura 5, o jogador ainda tem a opção de entrar em modo câmera lenta segurando o botão direito do mouse, drenando constantemente a energia da nave até que o botão seja liberado, porém, não é possível drenar completamente a energia da nave nesse modo. Pode-se notar na flecha 3 como as diversas ações do jogo drenam a energia da nave.

3.1.1 Possíveis Pontos de Modificações

Após a análise do comportamento e fluxo de jogo, foi possível identificar algumas variáveis passíveis de modificações para propósitos de alterar a dificuldade do jogo. Estes pontos estão elencados no Quadro 1.

Variável	Impacto
Velocidade do jogador	Altera a velocidade de deslocamento da nave do jogador
Velocidade do jogo	Altera a velocidade de deslocamento de todos os elementos do jogo
Quantidade de vidas	Quantidade de tentativas que o jogador possui ao começar uma nova sessão
Energia do jogador	Valor máximo de energia que a nave do jogador possui
Regeneração de energia	Taxa com que o jogo recarrega a energia da nave do jogador
Custo por disparo	A quantidade de energia que um disparo da nave do jogador consome
Custo por dano	A quantidade de energia consumida quando a nave do jogador é atingida por um disparo inimigo
Cadência de tiro inimigo	Frequência com que as naves inimigas disparam
Criação de inimigos	Frequência e quantidade com que novos inimigos surgem em jogo

**Quadro 1 - Variáveis identificadas como potenciais pontos de modificação.
Fonte: Autoria própria.**

Nota-se que, dos nove pontos demonstrados, seis deles manipulam diretamente com variáveis do jogador: Velocidade do jogador, quantidade de vidas, energia do jogador, regeneração de energia, custo por disparo e custo por dano. Enquanto as outras afetam com os inimigos e sistemas do jogo, sendo elas: Velocidade do jogo, cadência de tiro inimigo e criação de inimigos.

Destas variáveis elencadas, somente as variáveis quantidade de vidas, custo por disparo e cadência de tiro inimigo não foram utilizadas no trabalho. Quantidade de vidas não alteraria em si a dificuldade do jogo, somente dando mais uma chance ao jogador, enquanto as outras foram deixadas de lado devida a complicações com tempo e a arquitetura original do jogo. Recodificar o comportamento padrão das naves inimigas tomaria muito tempo e fugiria do escopo deste trabalho.

Dentre as variáveis escolhidas para o trabalho, as variáveis de controle de sistemas e inimigos do jogo foram utilizadas para incrementar a dificuldade, tornando o jogo mais rápido (velocidade do jogo) e com mais inimigos em tela por vez (criação

de inimigos), enquanto as variáveis que pertencem ao jogador foram utilizadas para dar “vantagens” e aliviar a dificuldade do jogo, dando mais recursos para o jogador poder progredir (velocidade do jogador, energia do jogador, regeneração de energia) ou amenizando erros (custo por dano).

3.2 MODIFICAÇÕES DO JOGO

Por ser um jogo simples, contando somente com um recurso (energia) e um sistema de pontuação incremental, a grande maioria das alterações de dificuldade se concentraram neste único recurso do jogador. Pode-se acompanhar o fluxo do ajuste de dificuldade do jogo pela Figura 5.

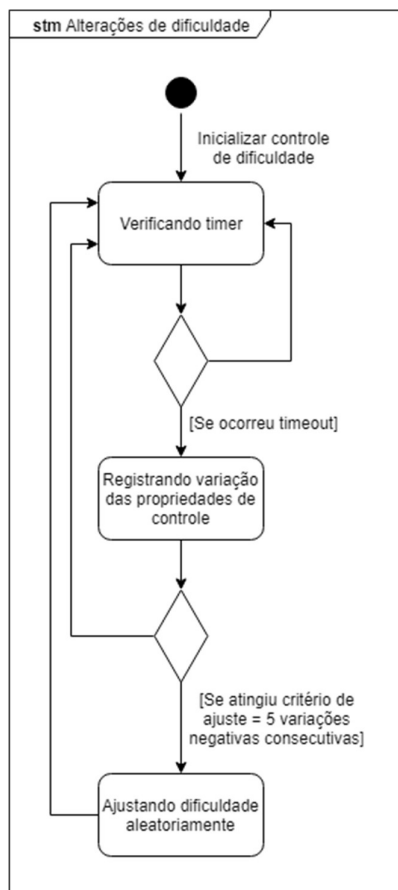


Figura 5 - Fluxo de alterações de dificuldade do jogo.
Fonte: Autoria própria.

Ao iniciar o jogo, algumas variáveis são inicializadas e funções de controle conectadas a sinais de eventos emitidos pelo jogo. A Figura 6 ilustra o *setup* dos sinais disparados pelo jogo (*game_over*, *take_damage*) com as funções de controle criadas para este trabalho. Também pode-se verificar a configuração de dois *timers*, um deles responsável pelo controle da dificuldade e o outro responsável por fazer a amostragem das variáveis anteriormente declaradas.

O *timer* responsável pela amostragem permanece ativo durante todo o laço principal de funcionamento do jogo. No momento que é registrado um *timeout*, o novo código implementado será encarregado de registrar o estado atual das variáveis de controle. O tempo de *timeout* de ajuste foi escolhido como sendo de 0,5 segundos, permitindo uma amostragem de 2 estados por segundo, levando em conta o intervalo entre ondas de naves inimigas de 8 segundos o jogador possui amplo tempo e oportunidades do jogo identificar caso esteja enfrentando dificuldades.

```

14 ▾ func _ready():
15   globalController.connect("game_over", self, "_on_globalController_game_over")
16   healthController.connect("take_damage", self, "_on_healthController_take_damage")
17   spawnerController.difficulty_timer.connect("timeout", self, "_on_spawnerController_difficultyTimer_timeout")
18
19   sampleTimer.set_wait_time(0.5)
20   sampleTimer.connect("timeout", self, "_on_sampleTimer_timeout")
21   add_child(sampleTimer)
22   sampleTimer.start()
23   pass

```

Figura 6 - Configuração dos eventos de jogo utilizados no controle de dificuldade.
Fonte: Autoria própria.

Após o registro dos estados atuais, as variações dos valores de controle são calculadas e armazenadas por meio do código demonstrado na Figura 7. Estas variações serão necessárias para identificar as situações que o ajuste de dificuldade entrará em ação.

```

120
121 ▾ func calculate_tracker_variation(tracker, variationTracker):
122   var variation
123   var size = tracker.size()
124   if size == 1:
125     variation = tracker[0]
126   else:
127     variation = tracker[size - 1] - tracker[size - 2]
128   variationTracker.append(variation)
129   pass
130

```

Figura 7 - Função do cálculo da variação dos registros.
Fonte: Autoria própria.

Por fim, após as devidas variações calculadas, o código faz uma varredura dos últimos cinco registros de variação e confere se o ajuste de dificuldade será chamado ou não. Caso sejam identificadas cinco variações negativas sequenciais, ou seja, 2,5 segundos de tempo de jogo em que jogador esteja constantemente perdendo recursos, seja por disparos ou dano recebido, o ajuste de dificuldade entrará em ação, em que será chamada aleatoriamente uma das funções de ajuste implementadas. As opções de ajuste possíveis se encontram explicadas no Quadro 2.

Variável	Função
Energia	Incrementa o valor de energia máxima do jogador em 10% até um máximo de 200%
Regeneração de energia	Aumenta a taxa de regeneração de energia em 25% até um máximo de 200%
Resistência a dano	Reduz o dano recebido por disparos inimigos e encontros com objetos de cenário em 5% até um máximo de 50%
Velocidade de deslocamento	Aumenta a velocidade do jogador em 5% sem limite máximo

Quadro 2 - Ajustes de dificuldade implementados para o trabalho.

Fonte: Autoria própria.

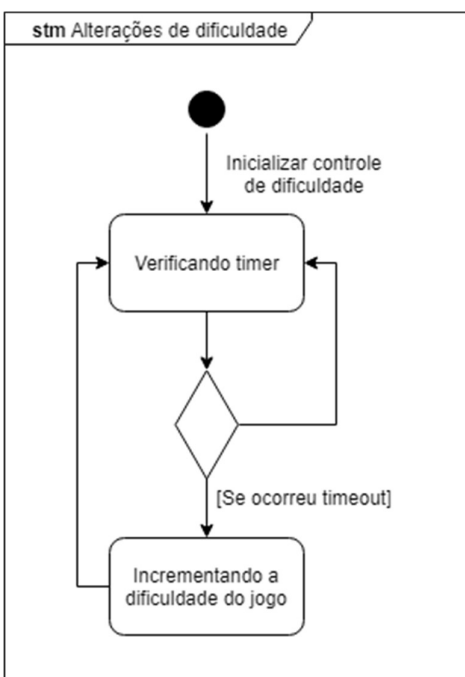


Figura 8 - Fluxo de aumento de dificuldade do jogo.

Fonte: Autoria própria.

Além das alterações responsáveis por ajudar o jogador, outro fluxo controla o incremento de dificuldade implementado para o jogo. Como pode-se ver na Figura 8, apesar de ser parecido com o fluxo apresentado na Figura 5, o incremento de dificuldade não leva em conta critérios para sua ativação e não possui uma escolha aleatória de quais valores alterar.

Para tornar o jogo mais difícil, o sistema controla a quantidade de inimigos que surgem por vez em grupo e aumenta a velocidade total do jogo, exigindo mais coordenação e reflexos do jogador para continuar jogando.

3.3 ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Utilizando como base a escala *GUESS – Game User Experience Satisfaction Scale* – (PHAN, 2016) elaborou-se um questionário envolvendo as questões de usabilidade, absorção de experiência, divertimento e satisfação pessoal do jogador durante as seções de testes.

As categorias utilizadas para este trabalho foram selecionadas de acordo com a necessidade da pesquisa deste trabalho, uma vez que, como características como som e história presentes no jogo não estão sendo avaliadas, não se faz necessário elaborar um questionário que englobe todas as características de um jogo, como a escala originalmente foi proposta.

Algumas perguntas referentes ao jogador de testes também foram incluídas a fim de verificar o perfil dos jogadores abrangidos pelos testes. A versão dos jogos com ajustes foi denominada “versão 1” e a versão sem ajustes de dificuldade de “versão 2” para os propósitos de manter as versões indistinguíveis por nome durante a realização do teste.

Questão	Descrição
1 Idade	Idade do jogador participante do teste
2 Tipo de jogador	Autoavaliação do jogador em 3 categorias de engajamento com jogos (Baixo, média e alto engajamento)
3 Média de hora que joga por semana	Quantidade de horas que o jogador despense jogando por semana
4 Achei fácil entender como jogar	Escala de gradação em 7 pontos partindo de “Discordo plenamente” para “Concordo plenamente”
5 Achei simples os controles do jogo	Escala de gradação em 7 pontos partindo de “Discordo plenamente” para “Concordo plenamente”

6 Enquanto joguei cheguei a me desligar do mundo em volta	Múltipla escolha entre as opções “Não senti isso”, “Mais na versão 1”, “Mais na versão 2”, “Igual nas duas versões”
7 Eu senti vontade de continuar a jogando depois que parei	Múltipla escolha entre as opções “Não senti isso”, “Mais na versão 1”, “Mais na versão 2”, “Igual nas duas versões”
8 Durante o jogo eu tive vontade de ganhar mais pontos	Escala de gradação em 7 pontos partindo de “Mais na versão 1” para “Mais na versão 2”
9 Eu me diverti durante a sessão de jogo	Escala de gradação em 7 pontos partindo de “Mais na versão 1” para “Mais na versão 2”
10 Eu me senti entediado durante a sessão de jogo	Escala de gradação em 7 pontos partindo de “Mais na versão 1” para “Mais na versão 2”
11 Dada a oportunidade, que gostei de jogar esse jogo novamente	Escala de gradação em 7 pontos partindo de “Mais na versão 1” para “Mais na versão 2”
12 Durante o jogo eu tive vontade de ir até o mais longe possível	Escala de gradação em 7 pontos partindo de “Mais na versão 1” para “Mais na versão 2”
13 Eu senti que o jogo me motivava a progredir	Escala de gradação em 7 pontos partindo de “Mais na versão 1” para “Mais na versão 2”
14 Se sentiu alguma diferença entre as duas versões do jogo, por favor faça um comentário	Escala de gradação em 7 pontos partindo de “Mais na versão 1” para “Mais na versão 2”

Quadro 3 - Questionário elaborado.

Fonte: Autoria própria.

Durante a elaboração do questionário, exemplificado no Quadro 3, identificou-se que as perguntas poderiam comparar as duas versões do jogo e, ao invés de dois questionários individuais, apenas um foi desenvolvido levando em conta essa natureza comparativa das questões, colocando-as numa escala partindo de maior relevância de uma versão para a outra.

A maioria das questões (8 até 13) pôde ser traduzida sem muitos problemas para a escala de sete pontos sugerida (PHAN, 2016). Como as duas versões de jogo são idênticas em seus comandos básicos, as perguntas referentes a usabilidade do jogo (4 e 5) seriam redundantes se replicadas ou até mesmo comparando uma versão contra a outra.

Duas das perguntas referentes a absorção de experiência do jogador, apesar de ainda serem comparativas, foram modificadas, optando-se por uma abordagem com menos opções, mais direta porém com a possibilidade de uma negação do aspecto indagado, no caso, em qual versão o jogador se sentiu mais concentrado (6) e, qual versão o jogador se sentiu mais motivado a continuar a jogar (7).

Ao final do questionário foi deixado um espaço (14) para o jogador poder discursar sobre seus pensamentos a respeito das diferenças entre as duas versões.

4 TESTES E RESULTADOS

4.1 TESTES DAS ALTERAÇÕES

O esquema do processo do experimento está representado na Figura 9.

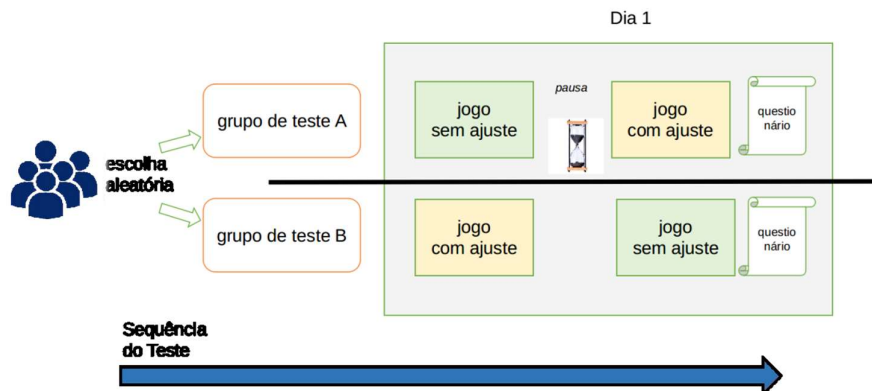


Figura 9 - Esquema de testes utilizado.
Fonte: Autoria própria.

Após as modificações estarem concluídas, foram convidados voluntários para realizar sessões de teste com o jogo. O grupo de voluntários consistia em 6 pessoas entre 20 e 29 anos, com representantes dentro de todas as categorias de tipo de jogador. Escolhidos de forma aleatória, os jogadores foram separados em dois grupos de testes distintos. Um dos grupos foi instruído a jogar a versão sem modificações por primeiro, seguido pela versão modificada enquanto o outro foi instruído para fazer o inverso, jogando primeiramente a versão com ajustes seguida pela versão não modificada.

Após terminar uma sessão de jogo com cada versão, os jogadores foram solicitados a responder um questionário envolvendo a sua experiência com o jogo testado. Durante o processo de testes o comportamento dos jogadores enquanto estes engajavam com o jogo também foi observado e anotado, como responder a estímulos externos gerados pelos outros participantes e interação com conversas paralelas.

4.2 ANÁLISES DE RESULTADOS

Nas Figuras 10-19 tem-se os resultados das perguntas do questionário após o experimento.

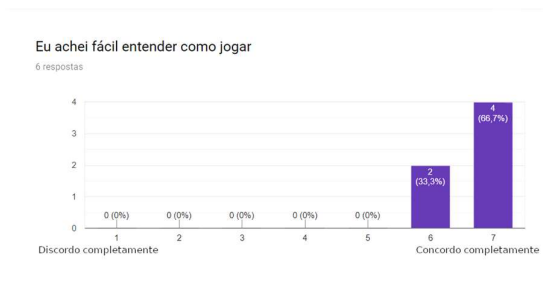


Figura 10 - Resultados "Eu achei fácil entender como jogar".
Fonte: Autoria própria.

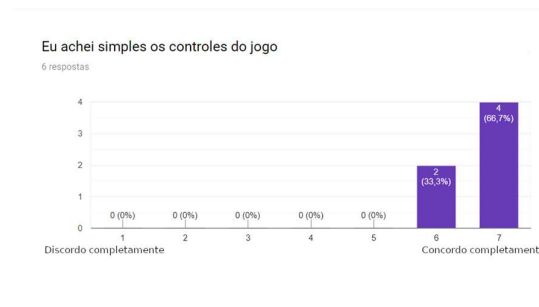


Figura 11 - Resultados "Eu achei simples os controles do jogo".
Fonte: Autoria própria.

Por ser um jogo sem muitos comandos e de objetivo direto, nenhum dos jogadores envolvidos sentiu dificuldade de entender e controlar o jogo de maneira hábil. Isso pode ser observado com clareza nos resultados mostrados nas Figuras 10 e 11 em que os jogadores em sua maioria concordam plenamente com o enunciado da questão.



Figura 12 - Resultados "Enquanto joguei, cheguei a me desligar do mundo em volta".
Fonte: Autoria própria.

Apesar das respostas do questionário indicar que os jogadores se sentiam igualmente focados em ambas as versões, como demonstrado na Figura 12, foi possível notar que eles estavam mais propensos a responder a estímulos externos,

como ao chamar o nome ou alguma conversa paralela durante o teste da versão sem modificações.

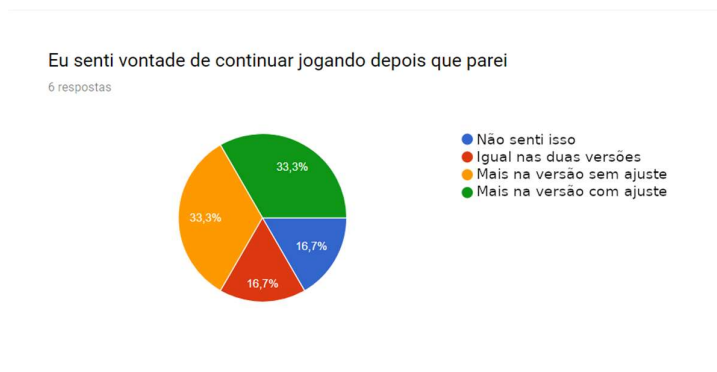


Figura 13 - Resultados "Eu senti vontade de continuar a jogando depois que parei".
Fonte: Autoria própria.

Com relação a vontade de continuar a jogar após a sessão de teste, exibido na Figura 13 percebe-se que a maioria prefere uma das duas versões, significando que para alguns as modificações funcionaram como chamariz, enquanto para outros, não tanto.

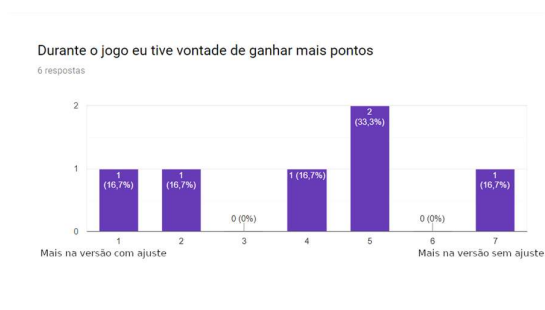


Figura 14 - Resultados "Durante o jogo eu tive vontade de ganhar mais pontos".
Fonte: Autoria própria.

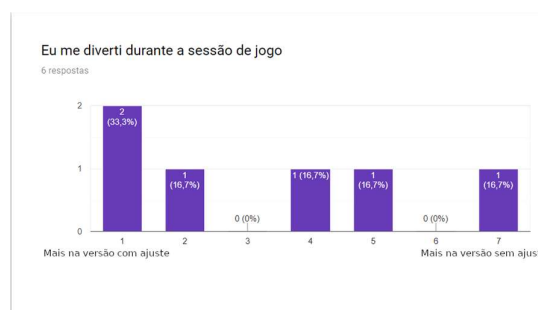


Figura 15 - Resultados "Eu me diverti durante a sessão de jogo".
Fonte: Autoria própria.

Na Figura 14 é possível perceber que as duas versões receberam uma avaliação parecida com relação a vontade de ganhar mais pontos, com um pequeno desvio para a versão sem modificações. O mesmo comportamento se apresenta na Figura 15 para a questão de diversão durante a sessão de jogo, porém, desta vez, com ênfase maior na versão com modificações.

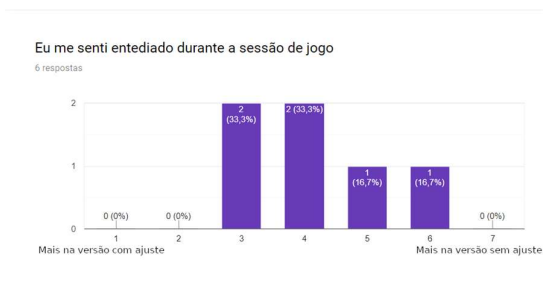


Figura 16 - Resultados "Eu me senti entediado durante a sessão de jogo".

Fonte: Autoria própria.



Figura 17 - Resultados "Dada a oportunidade, eu gostaria de jogar esse jogo novamente".

Fonte: Autoria própria.

Devido a sua natureza mais simples e direta, ambas versões acabaram por entediar os jogadores após um tempo, como demonstrado na Figura 16. Porém, a versão com controle dinâmico de dificuldade teve mais votos como versão escolhida para uma segunda sessão de testes como indicado pelos resultados na Figura 17.

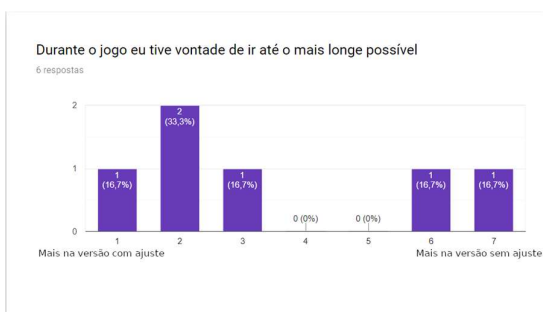


Figura 18 - Resultados "Durante o jogo eu tive vontade de ir até o mais longe possível".

Fonte: Autoria própria.

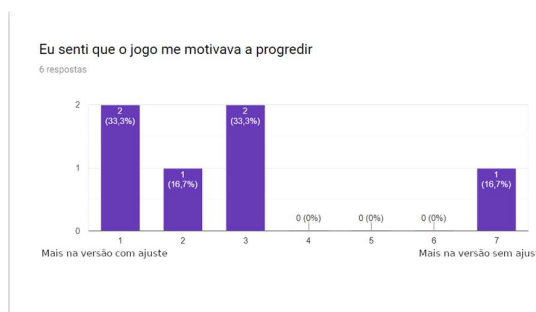


Figura 19 - Resultados "Eu senti que o jogo me motivava a progredir".

Fonte: Autoria própria.

Por fim, as Figuras 18 e 19 mostram que a versão com modificações de dificuldade gerava mais sentimentos de progressão e ímpeto em progredir mais durante o jogo. Esse fator pode ser explicado pela repetitividade que o jogo sem modificações acaba caindo, oferecendo todo o conteúdo novo rapidamente.

Os comentários dos jogadores levantaram pontos em que a dificuldade realmente foi alterada, como a velocidade do jogo e a quantidade de inimigos em tela. Esses pontos de alterações foram os mais notados pois interferem diretamente com o demonstrado para o jogador, porém outros valores como as alterações de vida e

recuperação de recursos não foram apontados. Isto indica que alterações mais invisíveis aos jogadores poderiam ser exploradas alterando a experiência de jogo sem ficar aparentes ao mesmo, influenciando suas conclusões pós sessão de testes.

5 CONCLUSÕES

Neste Capítulo encontra-se as conclusões do trabalho e as sugestões para trabalhos futuros utilizando este mesmo jogo como objeto de estudo.

5.1 CONCLUSÕES

Foi possível confirmar que as alterações de dificuldade acabaram por gerar impacto na experiência dos jogadores, com jogadores reportando sentir que o jogo os incentivava a progredir, continuar a jogar e conseguir mais pontos durante a sessão de jogo na versão com controle dinâmico de dificuldade.

Também é possível notar um envolvimento maior dos participantes com a versão modificada do jogo, demonstrado pelo maior nível de divertimento em conjunto com o menor nível de tédio reportado pelos jogadores.

Por fim, observando-se que os jogadores tendem a escolher a versão modificada do jogo como opção para uma nova sessão de jogo é possível concluir que as modificações causaram um impacto positivo na experiência de jogo dos voluntários.

5.2 TRABALHOS FUTUROS

Uma vez que a intensidade com que o jogo elevava sua dificuldade causava aos jogadores sensações menos confortáveis em avançarem, variar os intervalos e intensidades pode se mostrar uma boa forma de encontrar o ponto de equilíbrio individual de cada jogador.

Uma alternativa a abordagem de alterações de dificuldade constante seria alterar e recuar a dificuldade em picos, gerando momentos de alta intensidade para prender a atenção seguido por momentos de baixa intensidade. Utilizando essa abordagem com o fato de os jogadores não perceberem alguns tipos de vantagens que o jogo os confere é possível criar situações de aparente alto risco, porém com total segurança que o jogador não será punido indevidamente.

Alterar o cenário do jogo também pode se mostrar um ponto interessante de modificação, incluindo mais obstáculos estáticos ao jogador além do maior número de

inimigos em tela. Com isso é possível aumentar a necessidade de melhores reflexos e controle da nave bem como melhor percepção do ambiente do jogo.

Incluir um *log* do registro de execução do jogo também se mostra uma adição interessante, dessa forma é possível garantir um maior detalhamento das alterações de dificuldade feitas pelo código do jogo e permitir uma análise *offline* das alterações feitas em tempo de execução.

REFERÊNCIAS

2KGAMES. *The Elder Scrolls IV: Oblivion*. 2006.

ANDRADE, G. D. **Balanceamento Dinâmico de Jogos: Uma Abordagem Baseada em Aprendizagem por Reforço**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Centro de Informática. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

BATCHELOR, J. **Global games market value rising to \$134.9bn in 2018**. 2018. <<https://www.gamesindustry.biz/articles/2018-12-18-global-games-market-value-rose-to-usd134-9bn-in-2018>>.

BLOW, J. **Game Development: Harder Than You Think**. *ACM Queue*, v. 1, n. 10, fev. 2004.

BOOTH, M. **The AI systems of Left 4 Dead**. 2009. <https://steamcdn-a.akamaihd.net/apps/valve/2009/ai_systems_of_l4d_mike_booth.pdf>.

CLUA, E. W. G; BITTENCOURT, J. R. **Desenvolvimento de jogos 3D: concepção, design e programação**. In Anais da XXIV Jornada de Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, p. 1313-1356, jul. 2005.

CRAWFORD, C. **The Art of Computer Game Design**. Osborne/McGraw-Hill, Berkley, CA, 1982.

CSIKSZENTMIHALYI, M. **Flow: the psychology of optimal experience**. New York: Harper, 1990.

FALSTEIN, N. **The Flow Channel**. *Game Developer Magazine*, Vol. 11, N. 05, 2004.

FORLONG, H. A. D; COSIO, A. L. S. G. **An approach to level design using procedural content generation and difficulty curves**. *IEEE Conference on Computational Intelligence in Games*, 2013.

HERCEHFI, K. **Heart rate variability monitoring during human-computer interaction**. *Acta Polytechnica Hungarica*, p. 205-224, 2011.

HUNICKE, R. ***The case for dynamic difficulty adjustment in games***. International Conference on Advances in computer entertainment technology, p. 429–433, 2005.

KOSTER, R. ***Theory of Fun for Game Design***, Phoenix: Paraglyph Press, 2004.

MCNARY, D. ***2018 Worldwide Box Office Hits Record as Disney Dominates***. 2019. <<https://variety.com/2019/film/news/box-office-record-disney-dominates-1203098075/>>.

NACKE, L. E; GRIMSHAW, M. N; LINDLEY, C. A. ***More than a feeling: Measurement of sonic user experience and psychophysiology in a first-person shooter game***. *Interacting with computers*, p. 336-343, 2010.

NACKE, L. E; LINDLEY, C. A. ***Flow and immersion in first-person shooters: measuring the player's gameplay experience***. *2008 Conference on Future Play: Research, Play, Share, ACM*, p. 81-88, nov. 2008.

NACKE, L. E; STELLMACH, S; LINDLEY, C. A. ***Electroencephalographic assessment of player experience: A pilot study in affective ludology***. *Simulation & Gaming*, p. 632-655, 201

NATKIN, M-V. A. L. ***Scaling the level of difficulty in single player video games***. *Proceedings of the 8th International Conference on Entertainment Computing*, p. 24–35, 2009.

NINTENDO. ***Super Mario Kart***. 1992.

ORTMAN, C. ***New Report: Global Theatrical and Home Entertainment Market Reached \$96.8 Billion in 2018***. 2019. <<https://www.motionpictures.org/press/new-report-global-theatrical-and-home-entertainment-market-reached-96-8-billion-in-2018/>>.

PHAN, J. R; KEEBLER, B. S. C. M. H. ***The development and validation of the game user experience satisfaction scale (guess)***. *Human factors*, p. 1217–1247, 2016.

SUKAJAYA, N; NUGROHO, S; PURNAMA, I. K. E; HARIADI, M; PURNOMO, M. H; VITIANINGSIH, A. ***Multiparameter dynamic difficulty game's scenario using***

box-muller of gaussian distribution. 7th International Conference on Computer Science & Education, p. 1666–1671, 2012.

SWEETSER, P. W. P. **Gameflow: a model for evaluating player enjoyment in games.** *ACM Computers in Entertainment*, 2005.

TONIETTO, L. **Técnicas de Balanceamento de Jogos.** Disponível em <http://www.inf.unisinos.br/~ltonietto/jed/taj/tbj2008_01.html>, 2007.

UM, S-W; KIM, T-Y; CHOI, J-S. **Dynamic difficulty controlling game system.** *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 2007.

VALVE. **Half-Life 2.** 2004.

APÊNDICE A - Questionário de Pesquisa

TCC - Implementação de Controle de Dificuldade Automático em um Jogo

Após ter participado de uma sessão de jogo, por favor responda as perguntas do formulário a seguir.

*Obrigatório

Informações a respeito do jogador

Algumas perguntas referentes ao jogador participante do teste.

1. Idade

2. Tipo de jogador

Marcar apenas uma oval.

- Novato
- Casual
- Experiente

3. Média de horas que joga por semana

Informações a respeito da experiência de jogo

Algumas perguntas referentes a experiência de jogo proporcionado durante a sessão.

Usabilidade do jogo

4. Eu achei fácil entender como jogar *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Discordo plenamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo plenamente

11. **Dada a oportunidade, eu gostaria de jogar esse jogo novamente ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Mais na versão 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Mais na versão 2

Satisfação pessoal

12. **Durante o jogo eu tive vontade de ir até o mais longe possível ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Mais na versão 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Mais na versão 2

13. **Eu senti que o jogo me motivava a progredir ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Mais na versão 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Mais na versão 2

14. **Se sentiu ou percebeu alguma diferença entre as duas versões do jogo, por favor faça um comentário**
