

## Estudo Experimental da Dificuldade Adaptativa em Jogos Eletrônicos

Kael Barreto e Souza<sup>1</sup>, Manuel Osório Binelo<sup>1</sup>, Patricia Mariotto Mozzaquatro Chicon<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Cruz Alta (UNICRUZ)

Campus Universitário Dr. Ulysses Guimarães - Rodovia Municipal Jacob Della Méa,  
km 5.6 - Parada Benito - CEP 98.005-972

kaelbarretoesouza@terra.com.br, {manuel.binelo, patriciamozzaquatro}@gmail.com

**Abstract.** *The concept of difficulty was born concomitant to the electronic games. It's one of the main elements to be considered when developing a game. The difficulty punctuates how challenging the game will be and it is generally defined when it's being projected. The difficulty is static and generally divided in easy, medium and difficult. This present paper presents an study on dynamic adjustment of difficulty in games, which adapts the challenge according to the player skills, with the goal of producing the best experience possible for the user. A game was created integrating an adaptive method that is adjusted according with the user difficulty.*

**Resumo.** *O conceito de dificuldade nasceu concomitante aos jogos eletrônicos. É um dos elementos principais a ser levado em consideração ao se desenvolver um jogo. A dificuldade pontua o quão desafiador um jogo será e geralmente é definida quando este ainda está sendo projetado. A dificuldade é estática e geralmente dividida em graus fácil, médio e difícil. O presente artigo apresenta um estudo em ajuste dinâmico de dificuldade nos jogos, o qual adapte o desafio de acordo com as habilidades do jogador, com o objetivo de produzir a melhor experiência possível para o usuário. Foi criado um jogo integrando um método adaptativo que se ajusta conforme a dificuldade do usuário.*

### 1. Introdução

O mercado de jogos atualmente é centrado nos jogadores, já que, frequentemente empresas fazem o uso de instrumentos como pesquisas de mercado e fases de teste (alphas e betas) feitas para garantir que o jogo atinja o maior número de consumidores possível. Charles, et al.(2005) mencionam que a maioria dessas aproximações buscam o que o jogador quer antes ou durante o desenvolvimento, isso inclui a questão da dificuldade que geralmente é dividida em diferentes níveis (e.g. fácil, médio, difícil). A dificuldade adaptativa fornece um meio para balancear o jogo de acordo com o jogador, alterando diversas partes do jogo para tornar a experiência do usuário o melhor possível, de forma a promover um desafio. Por outro viés, se o desafio for grande demais, o usuário pode ficar frustrado. Assim o ajuste dinâmico de dificuldade oferece uma maneira de modificar o jogo para que ele atenda às expectativas do jogador, coletando dados enquanto este joga para poder ajustar o jogo conforme o necessário. O presente artigo apresenta um estudo sobre ajuste dinâmico de dificuldade nos jogos, o qual adapte o desafio de acordo com as habilidades do jogador.

## 2. Jogo

Segundo Wolf et al. (2001) um jogo é uma atividade que possui elementos como: conflito (contra um oponente ou contra circunstâncias), regras (determinando o que pode ou não ser feito e quando pode ser feito), uso de alguma habilidade do jogador (como estratégia, sorte ou destreza) e algum resultado valorizado (como perder ou ganhar, conseguir a pontuação mais alta ou completar a tarefa no tempo mais rápido possível). Todos esses elementos estão presentes nos jogos eletrônicos. A subseção a seguir irá abordar a adaptatividade nos jogos.

### 2.1 Adaptatividade nos jogos

Adaptatividade em jogos eletrônicos não é um tema novo, tanto comercial como em artigos acadêmicos. O jogo de NES Zanac (Compile, 1986) é reconhecido como um dos primeiros jogos de videogame a possuir um sistema de dificuldade adaptativa, batizado de Automatic Level of Difficulty Control de acordo com o manual do jogo (Compile, 1986, p.4)”. Esse sistema modifica a dificuldade do jogo conforme o desempenho do jogador.

Sistemas adaptativos têm sido utilizados para proporcionar uma experiência de jogo personalizada, ajustando o jogo direcionado por objetivos que podem ser identificados, mensurados e influenciados (ARAÚJO, 2010).

Esses objetivos geralmente envolvem algum fator dinâmico, como a habilidade do jogador, a qual pode ser definida por observar fatores como inimigos derrotados e quantidade de dano recebida. Após a análise, o sistema realiza os ajustes, adaptando fatores como inimigos ou quantidade de power-ups que o jogador recebe. Com isso, o sistema busca balancear o jogo promovendo a melhor experiência possível ao usuário.

Porém como menciona Yun et al. (2010) mesmo a performance do jogador sendo um identificador de dificuldade ela não deve ser a única a ser observado, também se deve levar em consideração o que o jogador deseja da sua experiência no jogo, alguns buscam o desafio e outros só buscam a vitória.

Alterar dificuldade não é a única forma de adaptatividade, pois existem outras maneiras de adaptar jogos, como por exemplo Metal Gear Solid (Konami, 2015), no qual os inimigos se adaptam de acordo com o estilo de jogo do jogador.

Mesmo a dificuldade adaptativa proporcionando uma experiência de jogo personalizada ao jogador ela não é norma na indústria, a maior desvantagem das técnicas adaptativas é que precisam de vários testes para garantir que possuam um comportamento efetivo e que estejam funcionando de acordo com o planejado (BAKKES, SPRONK, HERIK, 2009).

## 3. Dificuldade no jogo

Dificuldade é um conceito que nasceu quase que juntamente com os jogos, ela interfere diretamente no balanceamento do game, garantindo que o jogo seja equilibrado, ou seja, ela define o quão desafiador o game será. Conforme Araújo (2010) equilíbrio é um estado no qual os jogadores percebem que o jogo é consistente justo e divertido. Para um jogo estar equilibrado ele precisa fornecer: Desafios compatíveis com as habilidades do jogador; Uma experiência de jogo justa, não sendo o jogador condenado desde o princípio por causa de seus “erros”; Ausência de estagnação, o jogador não pode ficar sem rumo; Ausência de decisões banais, de forma que o jogador deva ser responsável

apenas por decisões importantes; Níveis de dificuldade, podendo o jogador escolher ou a dificuldade se ajustar á habilidade do jogador durante o jogo.

Observando como diferentes jogos abordam a dificuldade, como por exemplo a série RESIDENT EVIL (Capcom, 1996) e DARK SOULS (FromSoftware, 2011) pode-se identificar duas maneiras diferentes de abordar o assunto do desafio nos jogos, essas maneiras foram abordadas por (Sudabby, 2013) conhecidas como dificuldade artificial e dificuldade por design.

Como mencionado por (Sudabby, 2013) dificuldade artificial é o tipo de dificuldade padrão na indústria, se divide em diferentes níveis como fácil, médio e difícil. Um exemplo desse tipo de dificuldade é a série RESIDENT EVIL (Capcom, 1996) onde na dificuldade média o jogador possui uma quantidade razoável de recursos(e.g. itens de cura, munição) para lutar com os inimigos e o jogo aparenta ser justo. Porém nas dificuldades mais altas além do jogador possuir menos recursos os inimigos possuem mais vida e, em alguns casos, também aumenta o número de inimigos encontrados o que torna o jogo injusto.

Segundo Sudabby (2013) dificuldade por design é a dificuldade construída nos próprios sistemas do jogo, em elementos como design das fases, dos inimigos, das mecânicas do jogo. DARK SOULS (R. FomSoftware, 2011) é um exemplo de dificuldade por design, onde tudo no jogo é feito para dificultar a vida do jogador, o jogo não possui seleção de dificuldade e, após um breve tutorial, o jogador é deixado para descobrir o que ele deve fazer. Além disso, o jogo pune severamente o jogador pelos erros o que é justo, pois incentiva o jogador a ser mais cuidadoso.

#### **4. Método de Adaptação**

A seguir serão abordados os métodos de adaptação empregados no Framework Adaptativo Proposto por Charles e Black, PADS – Profile-Based Adaptive Difficulty System e Polymorph.

O Framework Adaptativo Proposto por Charles e Black (2004) recebe as preferências do jogador e os modelos já estabelecidos. Após coletar essas informações entra em um ciclo que monitora o desempenho do jogador, adapta o jogo de acordo, mede se a adaptação foi efetiva (criando um novo modelo se necessário) e então volta a monitorar o jogador.

Como mencionado por Araújo (2010) a principal contribuição do framework foi a formalização da necessidade de uma modelagem de jogador acoplada ao desempenho adaptativo do jogo, o que permite que a efetividade da adaptação dos agentes inteligentes seja medida através da evolução do modelo do jogador. Se não se detectou um avanço no desempenho do jogador ou uma redução da frustração, talvez o jogador tenha sido classificado incorretamente ou o modelo inicial que se tinha não está mais correto.

Desenvolvido por Yun, et al.O PADS – Profile Based Adaptive Difficulty System (Yun, et al, 2010) diferentemente de outros métodos de adaptação de dificuldade, utiliza perfis de jogadores(experiência de jogos anteriores e preferências) como parâmetros para determinar o nível de dificuldade apropriado. Esses parâmetros são utilizados para definir os limiares de dificuldade usando um algoritmo baseado no desempenho: o nível de dificuldade aumenta ou diminui conforme um limiar é atravessado. O algoritmo coloca o jogador atual em um dos perfis de um grupo de perfis pré-definidos. Os perfis são propensos a mudar conforme o gênero do jogo. Para prosseguir duas coisas são perguntadas ao jogador: o nível de perícia deles no Gênero

do jogo (anos de experiência) e seu objetivo no jogo (desafio, vitória ou ambos), então se é adaptado a quantidade de influencia (baseado no seu perfil) que será aplicada em cada intervalo. Cada uma das características desses perfis varia de jogo para jogo já que cada jogo possui diferentes regras, objetivos e tipos de personagem e inimigos.

Com as guias estabelecidas são ajustadas as configurações de dificuldade de acordo com o desempenho do jogador, considerando elementos como quantidade de inimigos mortos, mudança nos pontos de vida do jogador, quantidade de vezes que o jogador falhou desde a última atualização. A cada etapa de atualização esses dados são enviados a um módulo de tomada de decisão que controla a dificuldade do jogo. Esse módulo usa um sistema de pontos para definir se a dificuldade será mudada. Se a soma dos pontos (positivos e negativos) passar do limiar ele é enviado para um segundo módulo que leva em consideração o perfil do jogador antes de realizar a mudança. Após isso ele efetua a mudança de dificuldade alterando entre fácil, médio e difícil (YUN, et al, 2010)

O Polymorph (Jennings-Teats et. al, 2010) utiliza técnicas de geração de estágios e aprendizado de máquina para entender o componente de dificuldade dos games e habilidade de jogador, dinamicamente construindo um jogo de plataforma 2D que continuamente apresenta um desafio apropriado. O objetivo do Polymorph é gerar automaticamente níveis em um jogo de plataforma 2D enquanto o usuário joga com um modo de ajuste de dificuldade dinâmica, especificamente em vez dos estágios serem feitos à mão; eles são processualmente gerados enquanto o jogador se move através do estágio, um segmento por vez.

## 5. Metodologia

A metodologia proposta integrou as seguintes etapas: estudo sobre: a dificuldade nos jogos; métodos de dificuldade adaptativa; desenvolvimento do método, desenvolvimento do jogo que servirá de plataforma para os testes; implementação do método e teste do jogo com diversos tipos de jogadores abordando tanto dificuldade estática quanto dificuldade adaptativa. Finalmente foi definido o tipo de pesquisa que seria desenvolvida, a qual classifica-se como quantitativa.

O trabalho proposto apresenta o desenvolvimento de um método para o ajuste da dificuldade, sendo implementado no jogo shoot-em-up que servirá como plataforma para os testes. Serão testados o modelo tradicional com dificuldade estática e o método que utiliza dificuldade adaptativa. As subseções a seguir irão apresentar a construção do jogo, o método de ajuste proposto e o módulo da coleta de dados.

## 6. Construção do Jogo

O jogo desenvolvido integra o estilo conhecido como shoot-em-up, o qual é um subgênero dos jogos de tiro onde o personagem do jogador participa de um ataque solitário geralmente a bordo de um avião ou nave, enfrentando grandes grupos de inimigos enquanto desvia de seus ataques. Um dos melhores exemplos de shoot-em-ups é o clássico dos Arcades Gradius (KONAMI, 1985) no qual o jogador avança horizontalmente da esquerda para a direita em constante movimento enquanto atira em inimigos, desvia de projéteis e coleta power-ups (bônus que garantem habilidades adicionais ao jogador).

O jogo seguirá o modelo dos shoot-em-ups, um jogo 2D no qual o jogador avançará horizontalmente de baixo para cima enquanto enfrenta hordas de inimigos processualmente geradas pelo módulo que constrói os segmentos do estágio. Cada

estágio possuirá um número determinado de segmentos, que ficam mais longos e mais difíceis conforme o jogador avança. Esse aumento na base da dificuldade ocorre independentemente do módulo que adapta a dificuldade, pois é natural que o jogo fique mais difícil conforme se avança para estágios mais avançados.

O jogo possui diferentes tipos de inimigos cada um com propriedades diferentes, alguns mais simples e outros mais complexos de se enfrentar, porém além das propriedades específicas de cada tipo de inimigo eles também possuem elementos que poderão ser alterados com o ajuste de dificuldade, tal como sua maneira de se mover, velocidade e quantidade de projéteis disparados. Como mencionado anteriormente todos os elementos como o tipo do inimigo, o tipo de movimento atualmente em uso e a quantidade de um certo tipo de inimigo terão um grau de dificuldade que serve para determinar o nível de desafio total do jogo. Todos esses elementos estarão à disposição do módulo que gera os segmentos de estágio para promover não só diversidade na jogabilidade, mas também um nível maior de controle sobre a dificuldade. O personagem do jogador poderá receber um número determinado de dano antes de ser destruído o que faz com que se perca uma vida.

Como mencionado anteriormente, o jogo possuirá não só o sistema de dificuldade adaptativa, mas também uma progressão natural no nível de dificuldade base, isso quer dizer que no início, inimigos mais simples serão o tipo mais encontrado, enquanto nos estágios mais avançados será mais comum encontrar inimigos mais complexos, porém, se o jogador está em um nível de dificuldade mais alto devido ao seu alto desempenho ele poderá encontrar os tipos mais avançados antes do planejado, além de encontrar números maiores dos inimigos mais simples.

Alterando-se elementos como projéteis disparados por inimigos, e padrões de movimento no lugar de simplesmente aumentar sua quantidade de vida busca-se promover uma experiência de jogo mais dinâmica ao usuário promovendo uma maior variedade na jogabilidade, evitando a mesmice e promovendo uma experiência de jogo mais justa.

No final de cada segmento o módulo de tomada de decisão verifica se um ajuste é necessário, para que o módulo que gera os segmentos aplique as mudanças na dificuldade para o segmento seguinte, além de realizar a mudança conforme se avança de estágio.

O jogo foi desenvolvido com a engine Unity (Unity, 2016), conforme o próprio site da Unity<sup>1</sup>. “Unity é uma plataforma de desenvolvimento flexível e eficiente utilizada para criar jogos e experiências interativas 3D e 2D em multiplataforma.” Desenvolvida pela Unity Technologies ela é uma ferramenta extremamente robusta para o desenvolvimento de jogos, utilizando as linguagens JavaScript e C Sharp.

## 6.1 O método de ajuste proposto

Inicialmente precisa-se discutir como a dificuldade do jogo é calculada. Cada elemento poderá ser alterado conforme a dificuldade se adapta e possui um valor numérico. Por exemplo, um inimigo com um tipo de ataque possui um valor diferente de um mesmo inimigo que possui um ataque diferente, a soma de todos os valores é o que define o nível de dificuldade atual.

No início do jogo, o jogador será apresentado com um escolha de dificuldade entre fácil (para jogadores que apenas querem vencer), difícil (para jogadores que

<sup>1</sup> Unity3d.com

buscam o desafio) e médio (para jogadores que buscam uma experiência de jogo mais equilibrada). Cada escolha irá determinar o limiar de dificuldade, similar ao sistema usado no PAD (Yun, et al, 2010). Esta escolha buscará representar o que o jogador busca no jogo. O método buscará promover uma experiência de acordo com o que o jogador selecionou, independente de sua experiência anterior, ou seja, ele procura promover uma experiência otimizada tanto para um jogador novato que busca desafio quanto um veterano que só se preocupa em vencer. Essa seleção definirá os limiares para o ajuste de dificuldade, ou seja, o sistema estará mais propenso a alterar o nível de dificuldade de um jogador que escolheu difícil do que um jogador que escolheu fácil ou médio.

Ao Polymorph cabe gerar os segmentos de estágio a partir do nível de dificuldade atual, e para isso, ele gera padrões baseados na dificuldade atual do jogo. Porém, não é ele quem verifica se é necessária uma alteração na dificuldade, isso é tarefa do módulo de tomada de decisão.

O módulo de tomada de decisão controla a dificuldade, leva em consideração os dados recebidos do módulo que coleta os dados da performance atual do jogador, dados como média de vida do jogador, dano levado, e quantidade de inimigos mortos. Todos esses fatores possuem um valor (positivo ou negativo) que então são somados, e, se essa soma passar do limiar estabelecido, então os dados coletados são enviados para o módulo de tomada de decisão. O outro fator levado em consideração pelo módulo de tomada de decisão é o perfil do jogador, o qual é construído ao longo do jogo; esse perfil leva em consideração fatores como a dificuldade selecionada pelo jogador e seu histórico de performance. Após o módulo considerar esses dois fatores, realiza uma mudança no nível da dificuldade, assim o tamanho do ajuste depende do nível de dificuldade que o jogador selecionou, ou seja, um aumento de dificuldade para alguém que busca o desafio seria maior do que uma diminuição.

Recebido o sinal de que foi realizado um ajuste na dificuldade é necessário que o Polymorph defina como o ajuste será, gerando novos padrões a partir do novo nível de dificuldade. Assim o PADS coletam os dados e monitoram quando um ajuste é necessário e o Polymorph aplica essas mudanças na geração de níveis.

O módulo de coleta de dados recebe as informações de desempenho do jogador, esses valores (tanto positivos quanto negativos) são somados e então comparados com um sistema de limiares, que então verifica quando um ajuste é necessário. Um sinal então é enviado ao módulo de ajuste, assim o sistema é resetado. A Figura 1 mostra o nível de ajuste.



**Figura 1. Nível de ajuste**

No início do jogo é realizada uma seleção de dificuldade, essa seleção define os limiares de acordo com o que foi selecionado, ou seja, no nível fácil o sistema está mais propenso a reduzir a dificuldade do que aumentar. Após receber o sinal do módulo de coleta de dados o módulo de ajuste realiza a mudança, alterando diversos fatores (baseados no grau de dificuldade) do jogo conforme mostram as Figuras 2 e 3.

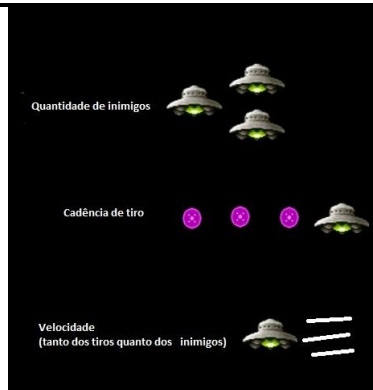


Figura 2. Jogo



Figura 3 . Grau de dificuldade

Conforme a Figura 3, inicialmente seleciona-se a dificuldade do jogo, essa seleção definirá os limites de ajuste de dificuldade do jogo. A Figura 4 mostra a implementação do módulo de ajuste.

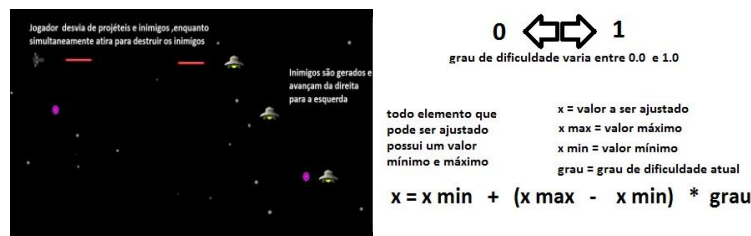


Figura 4. Implementação do módulo de ajuste

## 7. Considerações Parciais

Este artigo é parte integrante de um trabalho de conclusão em andamento. Foi desenvolvido um estudo experimental sobre a dificuldade adaptativa em jogos Eletrônicos. Após implementou-se o jogo integrando um método adaptativo que se ajusta conforme a dificuldade do usuário. O módulo de coleta de dados está em desenvolvimento. Ele utilizará diversos elementos para verificar quando um ajuste é necessário, como por exemplo: número de mortes do jogador em uma determinada parte; quanto tempo desde a última vez que o jogador foi atingido e número de inimigos derrotados consecutivamente sem levar dano. Os testes finais serão realizados com os acadêmicos do Curso de Ciência da Computação.

## Referências

- Araujo, Bruno, 2010. Um Estudo Sobre Adaptatividade Dinâmica de Dificuldade em Jogos, mar. 2013.
- Bakkes, Sander; SPRONCK, Pieter; HERIK, Jaap, 2009. Rapid and Reliable Adaptation of Video Game AI, Jun. 2009.
- Capcom CO., LTD. 1996. Resident Evil, Mar. 1996.
- Charles, Darryl. et al. 2005. Player-Centred Game Design: Player Modelling and Adaptive Digital Games.
- Charles, Darryl; BLACK, Michaela. 2004. Dynamic player modeling: A framework for player-centered digital games.

Compile Zanic Instruction Manual. Fujisankei Communications International, USA, 1986.

Fromsoftware, INC.. Dark Souls, Sep. 2011.

Jennings-Teats, Martin; SMITH, Gillian. 2010. WARDRIP-FRUIN.N.. Polymorph:Dynamic Difficulty Adjustment Trough Level Generation, 2010.

Konami Holdings Corporation, Metal Gear Solid V:The Phantom Pain, Sep. 2015.

Suddaby, Paul. “Hard Mode: Good Difficulty Versus Bad Difficulty”, 2013. Disponível em: <<http://gamedevelopment.tutsplus.com/articles/hard-mode-good-difficulty-versus-bad-difficulty--gamedev-3596>> . Acesso em ago de 2016

Unity – Game Engine. Disponível em: <<http://unity3d.com/pt>> . Acesso em jul de 2016.

Wolf, Mark et al. 2001. The Medium of the Video Game. Texas: University of Texas Press, 2001. 203 p.

Yun, Chang. et al. 2010. PADS: Enhancing Gaming Experience Using Profile-Based Adaptive Difficulty System, 2010