

Relatório Técnico: Um Protótipo de Jogo de Luta 3D Mobile

Manoel Bezerra de Sousa Junior

¹Bacharelado em Sistemas e Mídias Digitais

Instituto Universidade Virtual – Universidade Federal do Ceará (UFC)
Av. Humberto Monte S/N – CEP 60440-554 – Bloco 1430 – Fortaleza – CE – Brazil

mbdsj4@hotmail.com

Abstract. *Fighting games are very popular since their boom in the 90's. However, these games are difficult to implement, especially when considering 3D graphics with realistic characters and online gameplay. This technical report describes, in detail, the experience during the development of an online prototype title of the 3D fighting game genre. We hereby describe the product, the applied research development, plus the development process. So, we present a discussion about the tools of choice, development methodology, how development was planned, and each challenge faced during the construction of our prototype game.*

Resumo. *Desde o seu auge no início dos anos 90, os jogos de luta têm sido um gênero bastante popular. Todavia, esse tipo de jogos é bastante complexo de desenvolver, principalmente quando o produto deve lançar mão de gráficos 3D com modelos realistas e gameplay online. O projeto relatado neste trabalho foi concebido e realizado para ilustrar como os desenvolvedores podem utilizar as ferramentas para jogos em vias de criar esse tipo de produto. Ao longo deste relatório-técnico científico, são apresentados os principais aspectos do projeto, com ênfase na definição de um jogo-protótipo, na escolha das ferramentas, na metodologia de desenvolvimento, no planejamento e, principalmente, nos desafios superados durante a construção desse produto.*

1. Introdução

Os jogos de luta compreendem um gênero amado por milhões de pessoas, apesar de ser constantemente bombardeado por polêmicas relacionadas a supostos estímulos da violência [Harper 2013]. Dentre os precursores desse gênero, podemos citar *Heavyweight Champ*^{1 2}, desenvolvido pela Sega em 1976 usando gráficos simplificados monocromáticos e luvas de boxe instaladas em um *arcade*. Jordan Mechner introduziu um grande avanço tecnológico ao se valer de roscopia para as animações de *Karateka*³, lançado em 1984.

Contudo, o grande *boom* do gênero viria a ocorrer em 1991 com o lançamento de *Street Fighter II: The World Warrior*^{4 5}, desenvolvido pela Capcom. Esse jogo viria

¹<http://www.arcade-history.com/?n=heavyweight-champ&page=detail&id=1110>

²<http://www.gamefaqs.com/arcade/567840-heavyweight-champ/data>

³<http://jordanmechner.com/karateka>

⁴<https://streetfighter.com/>

⁵<https://www.polygon.com/a/street-fighter-2-oral-history/>

a introduzir novos paradigmas em termos de mecânicas e de comandos para os personagens. Em particular, o conceito de *fireball* já presente no *Street Fighter* original, viria mudar a forma com que as batalhas passariam a se desenrolar [Harper 2010]. Foi a partir do sucesso da franquia *Street Fighter* que diversos outros títulos e franquias ganharam espaço no gênero, que hoje continua consagrado e tenta se estabelecer enquanto esporte eletrônico^{6 7 8}.

1.1. Motivação

O curso de Sistemas e Mídias Digitais (SMD) possui uma grade de disciplinas voltada, em parte, para o desenvolvimento de jogos. Todavia, essa grade é tardia para a formação de programadores de jogos, principalmente quando se considera a importância de se dominarem diversos temas ligados à programação e Ciência da Computação.

Isso posto, o projeto relatado neste documento tem o propósito pessoal de expandir a experiência com a criação de um jogo complexo e que flerta com as produções de estúdios em grande escala. É importante também destacar que os jogos de luta possuem diversas particularidades em seu projeto e execução, mesmo quando em 2D, particularmente por conta da demanda de produção de conteúdo e principalmente animações quadro a quadro.

Já no contexto de produções em 3D, essas limitações de desenvolvimento parecem menos severas devido à disponibilidade de *middlewares* e ferramentas de alto nível. Essa é justamente a principal hipótese a ser testada por esse trabalho. Pretende-se desenvolver um jogo simples de luta, em 3D, porém que forneça uma experiência completa para o usuário final. Note-se que, em se tratando de um projeto desenvolvido por um único estudante, em tempo parcial, a proposta pode se demonstrar por demais ambiciosa.

Espera-se que cada lição aprendida com essa jornada possa enriquecer o curso, seja servindo de pano de fundo para aulas e planejamento de projetos semelhantes, seja como um caso de estudo para que se desenvolvam novos projetos ainda mais ousados.

1.2. Contribuições Técnicas

As principais contribuições esperadas por esse trabalho são de cunho técnico, o que não impede sua aplicação no âmbito de pesquisas aplicadas:

- Serão estudadas as ferramentas que suportam todo o processo, de modo a detalhar cada tomada de decisão sob esse aspecto;
- Os principais problemas solucionados no âmbito do jogo-protótipo relacionam-se com os aspectos de gráficos tridimensionais em tempo real, personagens humanos realistas, sistema de combate, inteligência artificial e jogos multiusuário online;
- Aspectos de desenvolvimento multiplataforma também são abordados neste trabalho, ainda que isso não seja em profundidade; e
- São apresentadas as decisões de projeto envolvendo o escopo do produto.

Espera-se que o presente estudo sirva como uma fonte para que os desenvolvedores antevejam problemas e soluções na criação de títulos do mesmo gênero. Note-se que os frutos desse aprendizado poderão ser entendidos para outros tipos de jogos ou mesmo demais tipos de programas de computador.

⁶<https://capcomprotour.com/>

⁷<https://tekkenworldtour.com/>

⁸<https://www.snk-corp.co.jp/us/games/kof-xiv/wcs/>

1.3. Organização do Texto

O restante deste relatório técnico-científico está organizado da seguinte maneira. As principais etapas da pesquisa aplicada para a definição do escopo inicial do protótipo são apresentadas na Seção 2. O design final do jogo é detalhado ao longo da Seção 3. A Seção 4 é dedicada às ferramentas utilizadas no processo de criação do protótipo, enquanto os principais aspectos de implementação são o assunto para a Seção 5. Os resultados e as principais lições aprendidas são apresentados na Seção 6. A Seção 7, por fim, destina-se às conclusões e considerações sobre o presente estudo.

2. Definição do Protótipo

Em primeiro lugar, abordemos o conceito fundamental de que é um jogo de luta. A seguir, serão descritas as principais etapas para elucidar o escopo do protótipo e seu *game design*.

Segundo Todd Harper [Harper 2013] em seus estudo sobre a cultura dos jogos de luta, essas são as principais características desse gênero:

- Combate corpo-a-corpo ou “de perto” (close-quarters);
- Personagens possuem golpes padrões e “golpes especiais”. Os especiais, como sugere o próprio nome, são uma especialidade particular a certos personagens. Dito isso, cada personagem geralmente possui golpes com características bem próprias que ajudam a formar a sua identidade no *gameplay*;
- Métricas e parâmetros da luta são quantificados na tela de alguma maneira. Em um jogo típico, a interface do usuário exibe contadores de recursos, barras de energia e um relógio, além de outros atributos dos sistemas de mecânicas do jogo, do modo de jogo ou do próprio personagem; e
- São competitivos e permitem a competição por múltiplos jogadores.

2.1. Levantamento Inicial de Requisitos

Dadas as características do gênero, o protótipo de que trata este trabalho foi idealizado como um game de luta 3D para *smartphones* devido à sua grande capilaridade, como constatado na recente análise desse mercado pela Newzoo⁹. Além disso, os jogos para essa plataforma podem ser mais simples, o que permite atingir um resultado prático mais próximo de um produto. Busquemos agora uma definição curta e sintética sobre o produto desejado, construída com o objetivo de guiar os passos iniciais do projeto do jogo [Richard 2001].

Sob a perspectiva estética, o jogo será ambientado na era contemporânea e em espaços urbanos. Mais especificamente, o tema do jogo serão lutas clandestinas, tais como no filme o *Clube da Luta*¹⁰. Por conta dessa temática, os combates ocorrerão em guetos, em locais isolados ou durante a noite.

No protótipo, o jogador montará seu time de lutadores e desafiará os lutadores nos times dos outros jogadores. Cada batalha é uma luta *1 vs 1*, de combate corpo-a-corpo, sem alternância de personagens. O restante desta Seção é dedicado à análise dos jogos semelhantes visando conceber um *game design* diferenciado e factível para o protótipo a ser desenvolvido.

⁹<https://newzoo.com/insights/articles/global-games-market-reaches-137-9-billion-in-2018-mobile-games-take-half/>

¹⁰<https://www.foxmovies.com/movies/fight-club>

2.2. Jogos usados como Referência

Vários jogos semelhantes foram analisados, incluindo alguns títulos do gênero *beat them up*. Essa etapa teve por objetivo delinear melhor o produto e entender a concorrência, assim como identificar a importância de cada um dos requisitos que viriam a compor a experiência de jogo no protótipo final.

2.2.1. EA SPORTS UFC®

Trata-se do jogo 3D mobile oficial da organização esportiva de artes marciais mistas UFC (*Ultimate Fighting Championship*), disponível para dispositivos móveis de sistemas Android e IOS desde 2015 ¹¹. Possui como personagens, em sua grande maioria, atletas do próprio UFC modelados e animados em estilo realista. As lutas ocorrem de forma individual com a possibilidade do jogador disputar por cinco categorias distintas, quatro categorias de peso masculinas e uma feminina.

O game possui um sistema de itens colecionáveis pelo jogador, o que incentiva o gameplay em torno de obter desde movimentos a personagens. O sistema de combate é baseado em diversos ataques de luta em pé simples e ataques especiais de luta em pé, ou luta de chão, incluindo as finalizações por imobilização ou asfixia.

A interação com os movimentos de combate é realizada usando a tela sensível ao toque. Assim, ataques pesados são disparados quando o usuário desliza o dedo pela tela, enquanto ataques leves são ativados pelo simples toque. Em ambos os casos, o sistema considera a posição das interações: comandos na parte superior da tela causam golpes na cabeça, interações no meio ou parte inferior da tela causam golpes no tronco.

Os personagens se movimentam para a frente automaticamente, porém o usuário pode se distanciar deslizando o dedo para trás do personagem. Também é possível esquivar para trás ou para os lados, bloquear e contra-atacar.

Os ataques especiais são executados instantaneamente após o toque um ícone durante a luta. É somente durante alguns ataques relacionados à luta de chão que o usuário disporá de um tempo limitado para executar ações de toque na tela com o objetivo de derrubar o oponente ou causar dano diretamente em caso de finalização.

O game conta com constantes atualizações e promoções temporárias de acordo com os eventos do UFC. Isso é feito tipicamente com recompensas em moedas do game e/ou itens colecionáveis, os quais são liberados de acordo com o desempenho do jogador durante o evento.

2.2.2. Mortal Kombat X

Décimo título da franquia em sua encarnação para dispositivos móveis e *smartphones*, Mortal Kombat X¹² é um jogo de luta disponível para sistemas Android e IOS desde 2015 desenvolvido pela *Warner Bros. International Enterprises*.

¹¹https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ea.game.easportsufc_row

¹²<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.wb.goog.mkx>

Esse jogo incorpora personagens e elementos característicos da franquia, os quais geralmente possuem traços humanóides e estilo realista, algo que marcou os títulos desde o primeiro jogo, cujas animações foram criadas a partir de fotografias de atores reais. Porém, o game acrescenta elementos de fantasia, ataques mágicos, personagens não-humanos e também armas como elementos no combate. Também é característica da franquia Mortal Kombat os *Fatalities*, que são ataques cruéis, extremamente violentos e cercados de controvérsia que levam os oponentes ao óbito no final da luta.

As lutas ocorrem em equipes de até 3 personagens. Em alguns casos, apenas um personagem luta contra uma equipe ou outro personagem. Note-se que, mesmo nas lutas em equipes, a batalha se desenrola sempre no formato um contra um, possibilitando a troca de personagens durante a luta e conferindo maior diversidade de estratégias.

Curiosamente, o jogo é baseado em um sistema de cartas, onde o jogador as coleciona para obter novos personagens, itens ou movimentos para seus personagens. O sistema de combate é baseado em duas sequências de ataques diferentes para cada personagem e ataques especiais.

Os movimentos de combate são toques enquanto o personagem executa a sequência de ataques com dano progressivo e, ao final, o usuário deve deslizar o dedo pela tela para executar o último ataque. Os golpes especiais são executados de várias formas, dependendo de cada personagem: o usuário dispõe de um tempo limitado para executar ações de toque na tela de acordo com seguindo um padrão, aumentando o percentual de dano do ataque especial em função de sua execução.

A movimentação do personagem pela tela ocorre automaticamente. Os personagens sempre se aproximam até uma distância preferencial, que facilita a ocorrência do combate corpo-a-corpo, mesmo com a ocorrência de ataques a distância, ataques mágicos e uso de algumas armas.

Mortal Kombat X possui constantes atualizações e também modos *multiplayer online* divididos em temporadas. Os jogadores recebem recompensas ao final de cada temporada, seja em moedas do game ou em cartas, o que é calculado de acordo com o seu desempenho de jogo.

2.2.3. Underground Fighters

Underground Fighters^{13 14} é um jogo 3D de luta disponível desde 2017 para dispositivos móveis de sistemas Android, IOS e Windows 10 Mobile. Esse jogo também está disponível para PC com sistema operacional Windows 10. Possui personagens exclusivos do game, os quais são claramente inspirados nos elencos dos jogos incônicos do gênero, tais como Tekken e Street Fighter, porém acrescentando ataques mágicos e armas no combate.

Em *Underground Fighters* as lutas ocorrem de forma individual em modo carreira offline, onde podem ser desbloqueados alguns personagens secretos sob determinadas condições.

O sistema de combate é baseado em duas sequências de ataques diferentes e um

¹³<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.playsystems.undergroundfighters&hl=en>

¹⁴<https://www.microsoft.com/en-us/p/underground-fighters/9n6lslggj1g3?activetabpivot=overviewtab>

ataque especial para cada personagem. Os movimentos de combate ocorrem através de toques em ícones representando botões na tela. Do lado esquerdo da tela, está um direcional analógico com movimentação para esquerda, baixo, direita e cima. Todavia, os personagens se movimentam apenas para frente ou para trás, do lado direito da tela estão dois botões de ataque comum, um botão de ataque especial e um botão de defesa.

Os ataques especiais são executados instantaneamente após o toque em seu botão durante a luta desde que a barra de especial esteja cheia. Os personagens não se movimentam automaticamente, é necessário movimentar utilizando o ícone de botão analógico para controlar a distância entre os personagens.

O game possui um sistema de recompensa em pontos e uma tela onde é disponível comprar itens que beneficiam o personagem do jogador após o fim de cada luta.

3. Design do Jogo

O projeto detalhado do jogo será apresentado sob a égide da Tétrade Elementar, proposta por Jesse Schell [Schell 2014]. Segundo essa metodologia, o projeto de um jogo é decomposto em História, Mecânicas, Estética e Tecnologia. Todavia, é importante também considerar um elemento adicional no nosso discurso: o público-alvo [Richard 2001].

3.1. Elementos da Narrativa

A história do jogo ocorre em uma cidade fictícia onde as pessoas participam de lutas clandestinas como forma politicamente incorreta de lazer. Por questões de tempo, o protótipo possui apenas uma proposta, sem uma história principal claramente delineada.

Os lutadores idealmente são arquétipos de pessoas comuns que apenas desejam lutar, assim como no filme Clube da Luta. Assim sendo, o jogo funcionaria com alguns tipos de personagens e suas respectivas variações.

3.2. Visão Geral e Mecânicas Centrais

O jogador também pode encontrar outros jogadores durante o gameplay. Dessa forma, a plataforma computacional de um dos jogadores pode atuar como servidor e o outro como cliente, assumindo que uma partida dentro de uma rede local. Os jogadores que buscam uma luta multiplayer podem ser um Host se mostrando disponível para lutar, ou Guest que escolhe seu possível oponente através do *Hall*, tela onde há a lista de Hosts disponíveis naquela rede.

As lutas *multiplayer* possuem a possibilidade de ganho de experiência e progressão de nível dos personagens. Isso posto, os jogadores podem escolher onde distribuir pontos extras nos atributos de seus personagens a cada passagem de nível.

3.3. Público-Alvo

Os arquétipos criados por Richard Bartle [Bartle 1996] descrevem formas de comportamento de jogadores em geral. Este modelo foi formulado em 1986 e é o resultado de um teste com 30 perguntas cujas respostas em uma divisão percentual permitiram a classificação dos indivíduos dentro de um ambiente digital imersivo.

Segundo Bartle, o produto em questão possui como público alvo primário os jogadores de tipo *Killers*, que correspondem em sua maioria aos jogadores competitivos. Os

killers buscam vencer disputas de poder e liderar os *rankings* dos jogos com o objetivo de se demonstrarem melhores do que os demais praticantes daquele gênero. O público-alvo secundário seriam os jogadores *Achievers*, que reforçam seu status através de ostentação dos elementos colecionáveis no jogo, sejam estes relacionados às habilidades, personagens ou itens.

O produto desenvolvido como protótipo deste trabalho será um jogo casual, caracterizando acesso a grande público e simplicidade dos comandos. Estima-se que, mundialmente, há mais de 200 milhões de consumidores de jogos casuais e 66,9% em *smartphones*^{15 16}.

3.4. Estética

O visual e a trilha sonora do jogo são inspirados pelas lutas de rua reais. Segundo os preceitos legais aplicados nos EUA, há o conceito de *combate mútuo*¹⁷ entre dois indivíduos que se dispõem, de forma consensual e intencional, a participar de uma luta teoricamente justa. Esse conceito é amplamente criticado e aplicado desde que não existam danos ao patrimônio e transeuntes. Foi sob a proteção desse conceito que as lutas de rua passaram a ser divulgadas na Internet, gerando um verdadeiro fenômeno de público e criando celebridades¹⁸.

É importante observar que esse trabalho não visa de forma alguma incentivar ou promover violência nem lutas clandestina. Buscou-se utilizar a linguagem audiovisual e a cultura estabelecidas nos guetos americanos como cenário dos combates, representando os ambientes urbanos, preferencialmente na periferia ou locais afastados, os quais remetam aos cenários de lutas reais.

Notou-se uma tendência semelhante em *Underground Fighters*, porém a intenção no presente projeto é usar gráficos realistas em 3D, de ambientes urbanos, com personagens humanos realísticos e que se aproprie do ambiente, linguagem e cultura onde esse tipo de luta ocorre.

3.5. Elementos Tecnológicos

Apresentando os outros elementos do *game design*, serão os principais aspectos sob uma perspectiva de tecnologia, com ênfase nas características fundamentais para o jogo e aquelas consideradas desejáveis. Estas últimas características foram consideradas importantes, porém não são essenciais e podem ser descartadas no projeto caso o escopo não possa ser cumprido no prazo.

3.5.1. Características Fundamentais

Dado o contexto, gráficos 3D podem ser explorados para ajudar a ambientar jogo e a exibir melhor o desenrolar das lutas e dos golpes. Títulos como Tekken já fizeram uso dessa tecnologia desde o princípio, obtendo bons resultados junto ao público mesmo

¹⁵<https://newzoo.com/insights/articles/newzoos-2018-report-insights-into-the-137-9-billion-global-games-market/>

¹⁶<https://medium.com/googleplaydev/who-plays-mobile-games-8b33f76bb6d8>

¹⁷<https://www.latimes.com/local/lanow/la-me-ln-slain-fox-executive-fight-creech-20150226-story.html>

¹⁸https://en.wikipedia.org/wiki/Kimbo_Slice#Early_life

quando os gráficos eram bastante limitados. A possibilidade de controle de câmera e de transformações geométricas sobre os modelos também ajuda a reduzir o esforço de desenvolvimento. Por exemplo, é possível produzir mudanças de lados entre os lutadores com uma simples rotação de 180 graus, sem que ocorram as assimetrias típicas dos jogos 2D. Com isso, uma cicatriz no peito do personagem não é espelhada. Outros aspectos, como iluminação, texturas e modelos 3D ajudam a ambientar a luta sem que o cenário se torne repetitivo.

Personagens humanos realistas ajudam a expressar os movimentos e transmitir a emoção durante o combate. Além disso, as animações são menos complexas de se produzir caso algum software possa mapear animações entre personagens. Como todos os humanos possuem um corpo em comum, é perfeitamente possível partir de animações preexistentes para criar novos personagens.

Dada a natureza do combate corpo-a-corpo, o sistema de combate com animações que transmita a sensação de impacto dos golpes. Isso é fundamental para que os jogadores sintam a pressão de tomar um golpe e também cada queda do seu personagem, afinal os jogadores desenvolvem uma relação de empatia com seu personagem desde o momento em que este é escolhido pelo jogador [Harper 2013].

A inteligência artificial para os oponentes, por mais básica que seja, é uma característica fundamental para o jogo. Isso permite testar o gameplay sem que sejam necessários dois desenvolvedores, o que seria impossível no contexto desse projeto por ter apenas uma pessoa envolvida.

Por fim, o modo *multiplayer offline*, permite que jogadores se conectem a uma experiência de jogo compartilhado em uma rede local ou conexão *ad-hoc*. Isso possibilitará explorar a natureza competitiva do gênero a fim de aumentar o engajamento do público em torno do jogo.

3.5.2. Características Desejáveis

A princípio, o jogo deveria contar com um cenário complexo e de larga escala: uma cidade completa para que o jogador pudesse explorá-la em busca de lutadores, missões e outros times para enfrentar. Todavia, isso é muito limitado por conta do tipo de dispositivo-alvo.

O projeto do produto previa a possibilidade de sistema de monetização adotando o padrão de negócios *Free to Play* (F2P), também conhecido como *freemium*. Segundo esse modelo, qualquer jogador pode utilizar o jogo sem necessidade de gasto algum. Todavia, pequenos investimentos podem prover uma experiência diferenciada, tais como recursos dentro do jogo, itens, roupas e personagens.

Áudio é uma característica fundamental para praticamente qualquer produto acabado. Todavia, isso é deixado para a etapa de pós-produção por dois motivos: tal qual os gráficos do jogo, os efeitos de som precisam ser gravados e a trilha sonora precisa ser composta, executada e gravada; o áudio pode tornar o processo de codificação bastante entediante ou mesmo enfadonho.

A interface gráfica é a porta de entrada no jogo, porém, para fins de validação de um protótipo, esse aspecto pode ser negligenciado desde que haja elementos suficientes

para iniciar uma luta e acompanhar sua ação.

Multiplayer online é uma característica interessante, por.m é necessária infraestrutura de serviços para descoberta de jogadores, cadastro, validação, transações e também *matchmaking*. Em particular, *matchmaking* pode ser uma “pedra no sapato” de qualquer produto, a exemplo de *Street Fighter V*, no qual o jogador demora tanto tempo para encontrar uma partida que a produtora achou por bem introduzir novas funcionalidades de treino e inclusive um dojo¹⁹. Por outro lado, alguns títulos, dos quais podemos citar *Clash Royale*²⁰, usam o *matchmaking* justamente como um elemento forte em sua experiência de jogo. Nesse último caso, o resultado não é apenas adequado, mas ocorre tão rápido que praticamente impossibilita cancelar um pedido de partida²¹.

Por fim, é importante destacar que o aspecto social é o mais importante para a experiência do jogo enquanto produto. Por esse motivo, apesar de ser desejável, é razoável assumir que a maior contribuição de uma Inteligência artificial mais elaborada para os NPCs seria para uma experiência em modo de jogo *arcade* ou para fins de treinamento de jogadores inexperientes. Com mais esforço, talvez a IA pudesse ser desenvolvida ao ponto de simular jogadas humanas para aumentar a quantidade de “jogadores online” e melhorar a experiência *multiplayer*.

4. Ferramentas Utilizadas

Unity 3D²² com programação em C#. Outros motores foram considerados, como *Unreal Engine 4*²³, porém o desenvolvedor já possuía experiência com o motor e não dispunha de um computador adequado para motores mais elaborados. No momento do desenvolvimento não havia um perfil na Unreal que pudesse executar em dispositivos móveis. Além disso há uma grande variedade de componentes extras disponibilizados pela comunidade de desenvolvedores, que é bastante ativa e atenciosa na eludicação de dúvidas dos iniciantes.

O software GIMP²⁴ (*GNU Image Manipulation Program*) foi usado para a construção das texturas, botões, ícones e demais conteúdos visuais criados para uso no jogo. Apesar de não ser tão completo com os softwares pagos do ramo, GIMP se demonstrou uma ferramenta viável para produzir conteúdo com velocidade e qualidade, desde que haja algum conhecimento de suas funcionalidades.

A ferramenta Adobe Fuse²⁵, originalmente desenvolvida pela Mixamo²⁶, foi utilizada para a modelagem dos personagens lutadores. A escolha se deveu não apenas pela facilidade de uso, mas porque todo conteúdo desenvolvido com essa ferramenta era livre de royalties²⁷ no momento do desenvolvimento deste trabalho. Já no momento da escrita deste documento, a ferramenta encontra-se disponível como beta gratuito²⁸.

¹⁹<https://game.capcom.com/cfn/sfv/dojo/profile?lang=pt>

²⁰<https://clashroyale.com/>

²¹<https://www.eurogamer.net/articles/2017-02-13-the-mysteries-of-matchmaking>

²²<https://unity3d.com/pt>

²³<https://www.unrealengine.com/en-US/what-is-unreal-engine-4>

²⁴<https://www.gimp.org/>

²⁵<https://www.adobe.com/products/fuse.html>

²⁶<https://www.mixamo.com/fuse>

²⁷<https://www.mixamo.com/fuse/legal>

²⁸<https://www.adobe.com/products/fuse.html>

A ferramenta Mixamo²⁹ foi usada para modelagem de roupas e acessórios sobre os personagens, funcionalidade conhecida na indústria como *clothing*. Certamente o suporte aos modelos produzidos com Fuse foi um grande diferencial para a escolha dessa ferramenta, porém o *rigging* automático (*i.e.*, configuração de esqueleto e juntas do modelo tridimensional) foi fundamental para poder produzir as animações dos personagens. Mixamo também provê um grande catálogo de animações para personagens humanóides³⁰ cujo reuso veio a reduzir drasticamente o tempo de produção dos personagens.

Várias soluções de geração procedural de cidades foram utilizadas, a exemplo de Houdini, City Engine, City Scape e Horizon: City Generator. Os principais critérios de seleção utilizados foram: (1) qualidade das cenas, em termos de realismo, a escala da cidade e diversidade de objetos; (2) desempenho do renderizador; e (3) esforço para integração do conteúdo na Unity 3D. Foi escolhida a *City Engine*, versão trial. Os modelos exportados para o formato FBX podiam ser carregados na Unity sem requerer muitos ajustes. Efeitos básico apenas, portanto não é preciso trabalho manual para configurar detalhes em granularidade.

5. Aspectos de Implementação

A seguir são detalhados os principais aspectos relevantes à implementação do protótipo, o que ocorreu em duas etapas após o planejamento e o ajuste de escopo.

5.1. Planejamento Inicial

O jogo foi planejado para ser desenvolvido em 10 semanas, contemplando momentos de dois semestres consecutivos do aluno. O escopo do jogo deveria focar nos elementos tecnológicos e de mecânica de jogo detalhados ao longo da Seção 3, obedecendo uma estética realista e que usasse da linguagem dos guetos.

O trabalho foi dividido em 3 etapas. Iniciou-se com a seleção das ferramentas de trabalho, aspecto detalhado na Seção 4. A partir desse ponto partiu-se para a validação de conceitos do jogo, obtendo um primeiro protótipo e uma ideia mais realista do que seria possível produzir. Finalmente, uma etapa de aprimoramento e desenvolvimento foi realizada para obter a segunda e derradeira versão do protótipo.

5.2. Ajuste do Escopo

O escopo inicial, referente ao projeto *completo*, previa uma quantidade ambiciosa de funcionalidades, sistemas e mecânicas. Buscou-se implementar o combate em pé, sem arremessos nem imobilizações, pois a interação entre os personagens seria por demais complexa nesses casos.

Por decisão de projeto, o sistema de combate não deveria suportar combos, evitando que jogadores menos experientes tivessem uma má impressão do jogo caso enfrentassem um oponente hábil com as mecânicas da luta. Detalhes como espaçamento e ritmo já são complicados demais para se dominar [Harper 2013], portanto os combos seriam prejudiciais nesse sentido. Eventos de curta duração (*Quick Time Events*, muito comuns

²⁹<https://www.mixamo.com>

³⁰<https://www.mixamo.com/#/?page=1&type=Motionz%2CMotionPack>

na franquia God of War³¹) não foram incorporados ao protótipo, pois foram considerados danosos a uma experiência multi-jogador. As formas de interação, movimentação e mecânicas do protótipo são resumidas nas Figuras 1 e 2, nas quais é possível comparar o projeto com seus concorrentes.

Figura 1. Mecânicas do protótipo em relação e seus concorrentes.

Jogo	Movimentação	Ataques Simples	Ataques Especiais	Defesa	Combos	Tipos de Ataques
Mortal Kombat X	automática	2	1 a 3	bloqueio	sim	fireballs armas luta em pé
UFC	aproximação automática, distanciamento manual	diversos	diversos, dependente de nível	bloqueio esquiva contra-ataque	sim	luta em pé luta de chão
Underground Fighters	manual	2	1	esquiva	sim	fireballs armas luta em pé
Projeto	manual	2	2	esquiva	não	luta em pé

Figura 2. Formas de interação no protótipo e nos concorrentes.

Jogo	Interações na Luta	Quick Time Events
Mortal Kombat X	toque toque em ícones deslizar o dedo na tela toque duplo	sim
UFC	toque toque em ícones deslizar o dedo na tela toque duplo	sim
Underground Fighters	toque em ícones deslizar o dedo na tela	não
Projeto	toque em ícones toque simples	não

Em seu projeto original, o protótipo contaria com diversos modos de jogo. Todavia, o modo multiplayer online teve de ser removido por dois motivos, (1) necessidade de infraestrutura, a qual não apresentou bons resultados sem que se pagasse, e (2) a complexidade de implementação no projeto. Isso é ilustrado na Figura 3. Além disso, foram projetados os aspectos de pós-jogo com o intuito de premiar o jogador, algo que lhe faria perceber benefícios em adquirir conteúdo do jogo e que lhe levaria à loja. Apesar de não haver uma decisão final sobre a inclusão ou não de uma moeda própria do jogo, isso foi removido do escopo (vide Figura 4).

Figura 3. Modos de jogo considerados no projeto.

Jogo	Single Player	Multiplayer Local	Multiplayer Online
Mortal Kombat X	sim	não	sim
UFC	sim	não	sim
Underground Fighters	sim	não	não
Projeto	sim	sim	sim*

5.3. Primeiro Protótipo

A implementação do jogo iniciou-se na disciplina de Jogos Distribuídos. Como tal, o enfoque foi a codificação das funções de comunicação rede para criação de um *game multiplayer* em rede local, com protótipos básicos de personagens e de suas animações. Nessa

³¹<https://godofwar.playstation.com/>

Figura 4. Recompensas no pós-jogo e compras disponíveis.

Jogo	Recompensas	Disponível para Compra
Mortal Kombat X	Progressão de nível Ataques Personagens Itens Moeda de jogo	Ataques Personagens Itens
UFC	Progressão de nível Ataques Personagens Moeda de jogo	Ataques Personagens Itens
Underground Fighters	Moeda de jogo	Armas Itens
Projeto	Progressão de nível Ataques	Tudo, menos moeda de jogo

etapa inicial, as funções de *matchmaking* para viabilizar o início da luta entre dois personagens foi implementada utilizando a *Transport Layer API* ³² da própria Unity Engine. Essa API oferece opções de qualidade de serviço e realiza operações de E/S (*input/output*, I/O) de forma não bloqueante.

Para tanto, essa API é invocada no início de cada frame. Já com respeito às funções de comunicação durante a luta, foi utilizada uma implementação em *threads* bloqueantes sobre *sockets* UDP da API *.NET 2.0* ³³, também é suportado pela Unity. Similarmente à *Transport Layer API*, inseriram-se os resultados das mensagens recebidas no início de cada *frame* do jogo.

Foram criados dois protocolos de comunicação para mensagens em bytes para o jogo, sendo um para o *matchmaking* e outro para a luta em si. Esses protocolos incluem detalhes sobre posicionamento dos personagens, algumas informações básicas de comunicação e o tipo de operação de *matchmaking*, ações (seja golpe ou movimentação) na luta. Além disso, as mensagens ainda dispõem de algum espaço para informações específicas de algumas funções dentro do jogo que foram adicionadas posteriormente. Os detalhes sobre o formato das mensagens serão omitidos deste documento por conta de limitações de espaço.

Nessa primeira versão, os personagens ainda não possuíam funções de defesa ou ataques especiais, apenas movimentos de aproximação, distanciamento, dois tipos de soco e dois tipos de chute. O game continha também dois personagens simples e ainda nenhum cenário ou contabilização de dano no combate ou pontuação necessária para encerrar a luta, a luta acabava quando um dos chutes acertava a cabeça do outro personagem. Isso pode ser visto na Figuras 5.

5.4. Segundo Protótipo

A implementação do segundo protótipo do jogo foi iniciada na disciplina de Projeto Integrado 2, descartando os personagens desenvolvidos anteriormente, os quais foram considerados mal implementados. Ou seja, novos personagens foram adicionados além de uma interface gráfica e cenários de luta.

Foram implementados em ambos protocolos de comunicação os conceitos de atributos e as formas de como estes podem afetar o cálculo de dano dos ataques, ou mesmo

³²<https://docs.unity3d.com/Manual/UNetUsingTransport.html>

³³<https://docs.unity3d.com/Manual//dotnetProfileSupport.html>

Figura 5. Primeiro protótipo do game. Note-se o clássico céu azul da Unity ao fundo.



reduzi-los. No caso são consideradas situações nas quais o personagem defende um ataque e os pontos de vida necessários para nocautear um oponente, além dos ataques especiais e a condição que o personagem acerte uma determinada quantidade de golpes para disponibilizá-los. É importante observar que, tal como uma luta real, o jogo não mostra barras de energia. A intenção é combinar a emoção de nocautes por golpes inesperados com o acompanhamento do status do lutador por meio de mudanças em sua aparência e movimentação em consequência do dano recebido.

Foram adicionadas várias animações para novos ataques e ataques especiais, muitas foram editadas dentro da própria Unity Engine ou modificadas por código. Os principais ajustes na animação dizem respeito à sua velocidade, de acordo com a animação do oponente recebendo o golpe, ou invertendo parte da animação quando o oponente bloqueia o ataque. Essa solução, apesar de simples, demonstrou resultados bem interessantes nos testes realizados.

Também foram trabalhadas algumas camadas contendo poucas partes do *rigging* de animação, como as sequências de modo de defesa, onde são aplicadas movimentações apenas nos braços do personagens e também controle sobre animações de abrir e cerrar os punhos do personagem durante os ataques. Isso pode ser visto nas Figuras 6 e 7, que mostram a máquina de estados finitos da animação e o momento pré-reação do oponente, respectivamente.

Foi implementada uma inteligência artificial bem simples para movimentar os personagens e fazê-los atacar quando possível, mas recorrendo a máquinas de estados finitos. Esse aspecto foi implementado de modo a permitir que dois personagens do tipo “CPU” se enfrentem, o que se demonstrou conveniente para testar o modo multiplayer.

6. Resultados e Lições Aprendidas

Vários problemas foram enfrentados no decorrer do projeto, o qual pode ser interpretado como um caso sucesso dadas as suas limitações. Os principais aspectos do aprendizado ao longo dessa jornada serão apresentados a seguir.

Figura 6. Animações adicionadas ao segundo protótipo. Note-se a complexidade do grafo que controla as transições.

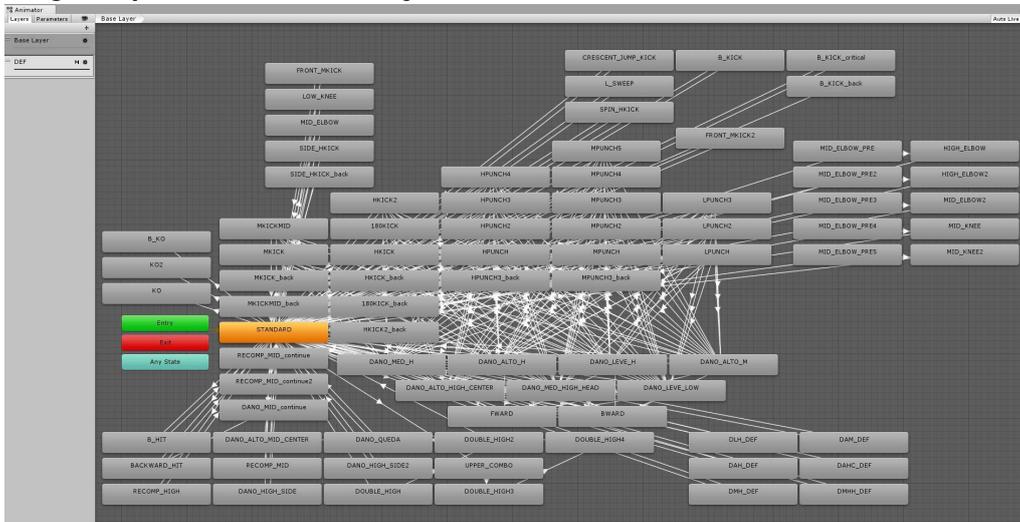
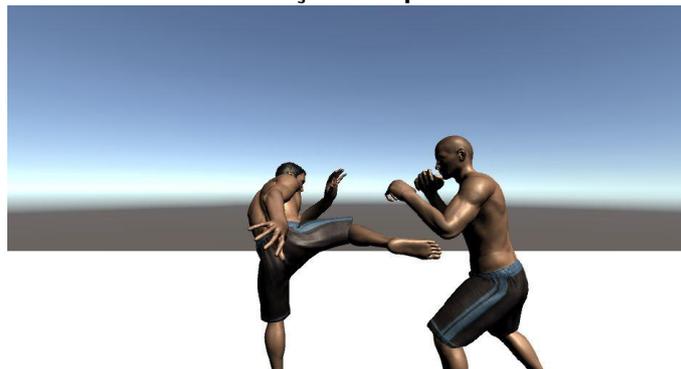


Figura 7. Início da implementação do segundo protótipo do game. O chute ilustrado causa uma reversão na animação do oponente.



6.1. Faça Provas de Conceito

As novas funcionalidades que foram adicionadas ao código comumente quebravam o projeto, pois estas não eram testadas suficientemente antes de serem incorporadas, o que causava um efeito em cadeia e muito retrabalho. O desenvolvedor deve ter em mente que um produto demanda soluções estáveis e algum escrutínio no momento de integrá-las na base de código principal.

A criação de provas de conceito permite ao desenvolvedor não simplesmente antever problemas e soluções, o que por si já possui valor, mas também por à prova as interfaces das classes, métodos e funções que foram projetadas para o código. O suposto “retrabalho” na integração geralmente leva a uma estrutura mais elegante, organizada e com menos linhas de código.

6.2. Não Subestime as Animações

Jogos de luta são marcados pela quantidade de animações disparadas durante o gameplay. No limite de um jogo de luta com personagens humanóides, um jogador deveria dispor de todas as animações dos quais o corpo humano é capaz de realizar. Contudo, esse

universo explode muito rapidamente, o que desafia a capacidade do programador e dos artistas em gerenciar claramente os estados, eventos e tratamentos específicos de cada caso.

É crucial que o desenvolvedor se mantenha organizado ao lidar com animações, caso contrário será muito difícil e trabalhoso realizar eventuais correções entre transições (vide Figura 6). Uma ideia interessante sob esse aspecto seria utilizar padrões de projeto e máquinas hierárquicas de estados finitos, tendo em vista a simplificação do trabalho.

6.3. Testes Multiplayer

O teste do jogo em rede é bastante complexo e exige bom senso, sendo que alguns títulos chegam a possuir bases de código-fonte totalmente diferentes entre o jogo offline e o online, o que equivale a praticamente dois jogos [Gregory 2014]. O Servidor tem de ser iniciado, as partidas precisam ser configuradas e os comandos devem ser enviados para que o desenvolvedor possa verificar o comportamento de seu código. Nesse aspecto, é importante ter todas as conexões pré-configuradas, porém o sistema de combate no qual duas IAs controlam os personagens foi de grande valor na detecção e correção de bugs. Além disso, é importante que uma IA determinística simplifica o processo de reproduzir comportamentos. Acredita-se que esforços futuros com telemetria podem ajudar ainda mais nesse ponto.

6.4. Desenvolva com Desapego

Algumas soluções são mais difíceis de se implementar em projetos, especialmente quando envolvem um trabalho realizado e que produziu algum resultado. Como exemplo, será analisado o caso das animações do jogo e personagens produzidos na primeira versão do protótipo. O jogo funcionava razoavelmente bem e as animações produziam o efeito desejado, contudo as estratégias de implementação adotadas levavam a dois maus caminhos.

Em primeiro lugar, as animações configuradas para o jogo refletiam uma estrutura de código muito intrincada e trabalhosa de se produzir, pois havia um nível pequeno de reuso. É de se observar que, caso se tratasse de um prazo inegociável, o trabalho deveria ser terminado da forma mais pragmática. Contudo, as novas soluções vislumbradas apontavam um ganho de tempo e flexibilidade tanto no gerenciamento das máquinas de estados das animações quanto na estrutura do código. O desenvolvedor deve estar ciente de que a primeira versão de seu código cumpriu seu papel de apontar uma direção mais produtiva, devendo, portanto, descartar parcial ou mesmo totalmente um resultado em função de um ganho muito maior.

6.5. Desenvolvimento Multiplataforma

A principal vantagem de se utilizar um motor de jogos está na facilidade com que as incarnações modernas dessas ferramentas podem gerar *builds* do jogo para diversas plataformas. Todavia, é importante perceber que o *preview* do jogo no editor da Unity não necessariamente corresponde àquilo que se obtém no celular Android³⁴. São necessários ajustes de telas, efeitos visuais e também da interação com o usuário. Sob esse aspecto, os desenvolvedores em geral, especialmente os *game designers*, devem compreender que o

³⁴<https://docs.unity3d.com/Manual/android-sdksetup.html>

editor do jogo oferece uma experiência de uso totalmente diferente daquela que o usuário final terá com o dispositivo móvel.

Isso posto, *builds* devem ser geradas regularmente para checar as possibilidades reais na interação, principalmente por se tratar de um jogo de luta e que exige comandos em tempo real. Além disso, o processo de depuração do código também é mais complexo, pois o jogo executa em um outro dispositivo, que deve ser monitorado remotamente via conexão com o *debugger* do motor. Porém, isso teve de ser realizado usando uma IDE externa ao motor propriamente dito. Como vários links de materiais oficiais do motor estão quebrados ³⁵ ³⁶, foi necessário contar com o suporte da comunidade por meio de links alternativos e vídeos³⁷.

6.6. Prioridades Primeiro: Quais?

Talvez a decisão mais acertada do projeto foi ponderar, de antemão, sobre quais os elementos do jogo adicionariam mais valor para a proposta do produto. Priorizar efetivamente as funcionalidades de algo exige compreender *quais são as prioridades do projeto*. Assim, os documentos produzidos foram indispensáveis para responder prontamente se algo deveria ou não ser feito no jogo.

O planejamento explicitou elementos secundários, tais como efeitos visuais, ícones, interface gráfica, efeitos sonoros e até mesmo modos de jogo. Ao longo do projeto, pôde-se perceber que esses elementos não estariam necessariamente fora do produto, mas poderiam ser incorporados em uma etapa de acabamento ou pós-produção. Como resultado, obteve-se um jogo com uma experiência completa, mas que pode ser aprimorada e lapidada na forma de produto final.

7. Considerações Finais

Este relatório técnico-científico detalha o processo de desenvolvimento de um jogo de luta usando gráficos tridimensionais. O jogo-protótipo foi construído inteiramente por um único desenvolvedor, recorrendo às tecnologias de domínio público e ferramentas abertas disponíveis no mercado de desenvolvimento de jogos.

Como resultado, o jogo apresenta gráficos razoavelmente aceitáveis e uma interface completamente funcional. É necessário observar que o maior esforço de desenvolvimento foi enfrentado no gerenciamento das animações dos personagens e no sistema de combate corpo-a-corpo. As animações são plausíveis, produzindo um efeito realista para o grupo de testes que experimentou o jogo. Além disso, também foi possível obter vários lutadores e uma variedade considerável de golpes à disposição dos jogadores. É razoável admitir que as falhas de animação ocasionais no protótipo desenvolvido não são um problema, pois limitações semelhantes se mostram através de *bugs* com modelos de animação biomecânica mesmo em títulos consagrados desenvolvidos por times maiores e mais experientes de grandes *publishers*.

Note-se também que o sistema de combate não apresenta uma grande profundidade, nem foi validado ao ponto de evitar combos infinitos e outros elementos que ocasi-

³⁵<https://support.unity3d.com/hc/en-us/articles/205485376-How-do-you-debug-on-Android->

³⁶<https://docs.unity3d.com/Manual/AttachingMonoDevelopDebuggerToAnAndroidDevice.html>

³⁷<https://www.youtube.com/watch?vY7FuOsxliug>

Figura 8. Comparação entre versão mobile para Android e Scene View da Unity Engine



onem o desbalanceamento da batalha. Além disso, foi possível integrar os combates em dois pontos de rede com *matchmaking*, permitindo uma experiência multiusuário.

Pode-se concluir que o conceito do protótipo está validado e que é possível, apesar do esforço hercúleo quando há apenas um desenvolvedor, desenvolver um jogo do gênero com as tecnologias disponíveis atualmente. Note-se que o suporte da comunidade do motor escolhido foi fundamental para viabilizar o projeto, pois, do contrário, muitos impedimentos teriam ficado em aberto.

Esforços investigativos futuros poderão integrar sistemas de monetização via microtransações, *matchmaking* baseado em localização, sistemas de missões e de recompensas, aprimoramento da interface gráfica e *multiplayer online*, assim como torneios e um sistema de combate mais profundo visando o público de jogadores *hardcore*. Testes automatizados parecem ser uma linha de pesquisa particularmente interessante para aumentar a produtividade do time e melhorar a qualidade do produto.

Referências

- Bartle, R. (1996). Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit muds. *Journal of MUD research*, 1(1):19.
- Gregory, J. (2014). *Game engine architecture*. AK Peters/CRC Press.
- Harper, T. (2013). *The culture of digital fighting games: Performance and practice*. Routledge.
- Harper, T. L. (2010). *The art of war: Fighting games, performativity, and social game play*. PhD thesis, Ohio University.
- Richard, R. (2001). *Game design: theory & practice*. Wordware Publishing, Inc.
- Schell, J. (2014). *The Art of Game Design: A book of lenses*. AK Peters/CRC Press.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S697p Sousa Junior, Manoel Bezerra de.
Um protótipo de jogo de luta 3d mobile / Manoel Bezerra de Sousa Junior. – 2018.
17 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto UFC Virtual,
Curso de Sistemas e Mídias Digitais, Fortaleza, 2018.
Orientação: Prof. Dr. José Gilvan Rodrigues Maia.
1. Game. I. Título.

CDD 302.23
