

UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA

***Análise dos efeitos visuais em
Rise of the Tomb Raider***

Matheus Lunardi Huppert

Orientador: Rogério Rennó Cavalcanti

São José dos Campos
2021

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento da pesquisa é uma tarefa complicada que exige muito esforço e dedicação da pessoa para pesquisar e elaborar os trechos presentes no trabalho. Portanto, gostaria de agradecer primeiramente a Deus por dar saúde e forças para que este trabalho pudesse ser realizado.

A família tem um papel fundamental durante a jornada, com apoio moral e emocional. Então dedico este parágrafo à meus familiares, principalmente meus pais, que sempre estavam acompanhando meus passos durante esta longa jornada que é a produção de um trabalho de graduação. Destaco meu irmão, Rodrigo Huppert por ter me apresentado aos jogos eletrônicos tão cedo e por ter me incentivado a entrar no ramo digital.

Em seguida, agradeço aos professores e coordenadores por nos guiar e nos transmitir conhecimento, principalmente em um momento tão importante como este. Faço uma dedicação especial ao meu orientador, professor Rogério Rennó Cavalcanti, por sempre me mostrar o caminho correto a se seguir durante as pesquisas necessárias para a realização deste trabalho.

Agradeço também aos alunos do curso de Artes e Mídias digitais, especialmente Caio Cigagna de Godoy e Gabriella Lewin por terem presenciado e dado apoio moral para o desenvolvimento deste trabalho de graduação.

RESUMO

Quando falamos em efeitos visuais, imediatamente lembramos de cinema, explosões, lasers ou até mesmo magia. Também conhecidos como VFX(Visual Effects), os efeitos visuais são tão diversos quanto suas aplicações em diversas mídias diferentes. Este projeto tem como foco o estudo sobre as aplicações e importâncias de efeitos visuais, especificamente, nas mídias de jogos digitais. Adicionalmente, foi pesquisado o impacto que o uso de efeitos visuais pode ter no complemento e enriquecimento de um jogo eletrônico, assim como sua necessidade para clareza de objetivos durante a jogabilidade. O objetivo deste trabalho é mostrar a importância do efeito visual nos jogos eletrônicos tendo como base pesquisa do que é o efeito visual, e o que é o efeito visual nos jogos eletrônicos.

Palavras-chave: Motor de jogo. Efeitos visuais. Jogos eletrônicos. Desenvolvimento de jogos. Importância de efeitos visuais.

ABSTRACT

When we talk about visual effects, we immediately remember cinema, explosions, lasers or even magic. Also known as VFX, visual effects are as diverse as their applications in a number of different media. This project focuses on the study of the applications and importance of visual effects, specifically in the media of digital games. Additionally, the impact that the use of visual effects can have on the complement and enrichment of an electronic game was investigated, as well as its need for clarity of objectives during gameplay. The objective of this work is to show the importance of the visual effect in electronic games based on research of what is the visual effect, and what is the visual effect in electronic games.

Keywords: Game engine. Visual effects. Electronic games. Game development. Importance of visual effects.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	6
TEMA	7
OBJETIVO	7
JUSTIFICATIVA	8
REFERÊNCIAS CONCEITUAIS	9
SPLIT/SECOND.....	9
BlackDesert.....	10
REFERÊNCIAS MATERIAIS	11
Street Fighter V.....	11
Capítulo 1: Referencial Teórico	12
1.1 OS EFEITOS ESPECIAIS.....	13
1.2 JOGOS ELETRÔNICOS.....	15
1.2.1 O QUE SÃO JOGOS ELETRÔNICOS.....	15
1.2.2 COMO SURGIRAM.....	15
1.3 COMO FUNCIONAM.....	16
1.3.1 PROGRAMA PRINCIPAL.....	16
1.3.2 MOTOR DE RENDERIZAÇÃO.....	17
1.3.3 MOTOR DE ÁUDIO.....	17
1.3.4 MOTOR DE FÍSICA.....	18
1.3.5 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.....	18
1.4 EFEITOS VISUAIS NOS JOGOS ELETRÔNICOS.....	19
1.4.1 SISTEMA DE PARTÍCULAS.....	19
1.5 IMPORTÂNCIA DO VFX NOS JOGOS ELETRÔNICOS.....	20
Capítulo 2: Metodologia	21
2.1 COLETA DE DADOS.....	22
2.2 ESTUDO DE CASO.....	22
Capítulo 3: Desenvolvimento	28
3.1 Rise of the Tomb Raider.....	29

3.1.1 Efeitos de quedas d'água.....	29
3.1.2 Efeitos de chamas.....	30
3.1.3 Efeitos de explosão.....	31
3.1.4 Efeitos de neve.....	32
3.1.5 Efeitos de nevoeiro.....	32
3.1.6 Disparo das armas de fogo.....	33
3.2.7 Iluminação volumétrica.....	33
CONCLUSÃO	34
BIBLIOGRAFIA	35
REFERÊNCIA DE IMAGENS	41

INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia e mais investimentos em softwares¹, os efeitos visuais estão se tornando cada vez mais realistas e sendo um importante recurso em determinado nicho de jogo eletrônico. Desde os anos 2000 até os tempos atuais, houve uma evolução tecnológica que permitiu os desenvolvedores de jogos produzirem efeitos e jogos com características muito próximas do realismo.

A diferença na qualidade destes efeitos é notável se compararmos um jogo dos anos 2000 com um jogo produzido nos dias atuais. É de suma importância observar como os efeitos visuais complementam o jogo eletrônico e refletir qual seria o impacto que haveria com a ausência do mesmo.

Ao mesmo tempo, devemos entender quais são os componentes que compõem os jogos eletrônicos, e como o profissional deve se preparar para aplicar este recurso de maneira responsável, sem comprometer a saúde visual do game.

¹ **Software:** é a parte intocável de uma máquina desenvolvida por códigos e linguagens de programação. (ANTUNES, 2020)

TEMA

“A importância dos efeitos visuais nos jogos eletrônicos” se dá a partir da análise e entendimento do público para um elemento essencial na produção de um jogo eletrônico. Dada a popularidade dos jogos digitais nos dias de hoje, o público têm seu foco principalmente na jogabilidade e poucas vezes repara no ambiente e efeitos do personagem. A intenção desse tema é direcionar o foco deste público para o aspecto mais artístico do jogo, que para alguns públicos passa despercebido.

OBJETIVO

Este projeto tem como objetivo mostrar a importância dos VFX dentro dos jogos eletrônicos e como eles complementam a narrativa, não apenas nas aplicações dos personagens, mas também na criação dos cenários, implementação dos elementos como fogo, água, neve e névoa. Ao mesmo tempo, será desenvolvido um catálogo dos efeitos visuais presentes no game Rise of the Tomb Raider de modo que seja observado como estes complementam o título.

Quando falamos em efeitos visuais, o que em geral vêm à mente são explosões ou tempestades, mas sua aplicação é mais profunda. Por exemplo, em um cenário é informado ao jogador que ele está adentrando em um bosque chamuscado ou escalando uma montanha congelada, e é a função do profissional de efeitos visuais dar essa sensação ao jogador durante essa jornada com uma fumaça no horizonte e efeitos de cinzas caindo com cada vez mais intensidade conforme o jogador se aproxima. Desta forma, usando os efeitos visuais, é possível passar as informações de progresso ao jogador sem a necessidade de palavras e de forma natural.

JUSTIFICATIVA

Como uma pessoa entusiasta de jogos eletrônicos, cresci jogando famosos títulos de jogos eletrônicos como Need for Speed, Battlefield e Call of Duty, desenvolvi um grande gosto e interesse por jogos e sempre acompanho o universo dos games, desde notícias até cobertura de grandes eventos sobre jogos eletrônicos como E3, EA Play e BlizzCon. Devido à esse grande interesse, joguei Rainbow six: Siege competitivamente (intuito de se tornar profissional) por um ano e durante todo esse período de treinos e tendo um vínculo maior do que o normal com o jogo, comecei a desenvolver um olho mais crítico e atento aos detalhes que os jogos eletrônicos tinham e como consequência, realizei pesquisas e estudos de como eram feitos os jogos eletrônicos, quais os componentes e os elementos visuais.

A partir desses fatos, decidi focar minha pesquisa na área de efeitos visuais nos jogos eletrônicos e porque são importantes dentro de um jogo.

A escolha do tema deve-se a vontade de entender a aplicação deste recurso em questão na produção de um jogo eletrônico, onde o mesmo tem a função de complementar a cena e cenário, aplicar efeitos em golpes, movimentos além de mostrar ao espectador como está a situação atual do enredo, o personagem está em uma vila destruída ou se ele está ferido.

Com a ausência deste recurso, há jogos eletrônicos que se tornam incompletos e vazios, onde o jogador ficaria confuso ao notar a ausência do elemento e grande parte do jogo ficaria "crua" pois os efeitos visuais nos jogos eletrônicos se dão desde a criação de um cenário até os efeitos aplicados à um personagem.

Com o entendimento de todos os itens em questão, poderemos analisar e entender melhor como funciona a produção e a importância deste recurso fundamental na criação de um jogo eletrônico.

A criação do catálogo é importante pois serve como uma ferramenta de pesquisa de tipos de efeitos que podem ser utilizados em um jogo eletrônico, de forma que este auxilie na pesquisa e desenvolvimento de um game. Ao mesmo tempo, utilizamos-o para realizar a análise dos principais efeitos visuais presentes em um jogo eletrônico, de forma que possamos observar em que situações foram aplicados e se causam impacto direto à jogabilidade do título.

REFERÊNCIAS CONCEITUAIS

SPLIT/SECOND

SPLIT SECOND é um jogo de corrida disponível nas plataformas PC, PS3, Xbox 360, PSP e iOS, desenvolvido pela Black Rock Studios e publicado pela Disney Interactive Studios.

O jogador é o participante de um programa de TV onde as pistas foram criadas especificamente para as destruições que aconteceriam durante as corridas. O principal objetivo é terminar em primeiro, mas isso às vezes custa a destruição de certas áreas do mapa. (ROBINSON, 2009)

Com efeitos de movimento e explosões, SPLIT SECOND se torna uma referência notável, onde há uma presença forte de efeitos visuais em partículas, e destruição de elementos do cenário, como prédios, construções, entre outros.



BLACK DESERT

Black desert é um jogo MMORPG (massive multiplayer online role play game, ou multijogador massivo online em jogo role play) de fantasia, onde o jogador cria um personagem exclusivo dele, define aspectos visuais, nome e por último, a classe.

Após criado o personagem, é iniciada uma extensa aventura online onde o jogador completa missões, passa por cidades, aprimora profissões (artesão, alquimista, mercador, cozinheiro, entre outras) e evolui o próprio personagem. Black Desert conta com um extenso mapa onde o jogador deve

passar por vários lugares e cada um com um aspecto diferente e inimigos diferentes (cada região do mapa tem um tipo de inimigo).

Este game é uma boa referência no quesito de efeitos visuais de ataques e magias, tendo em vista que todas as habilidades do personagem giram em torno muitas vezes de magias e as mesmas têm efeitos distintos, até mesmo ataques comuns realizados pelo personagem têm efeitos visuais em alguns casos.



REFERÊNCIAS MATERIAIS

STREET FIGHTER V

Street Fighter é um icônico jogo de luta desenvolvido e publicado pela empresa produtora de games Capcom em 1987. Surgiu a princípio em arcades (ou fliperamas) e até nos dias atuais, é um dos jogos de luta mais conhecidos e mais respeitados onde o Street Fighter V (mais recente, lançado em 2016) ainda recebe atualizações e itens cosméticos para os personagens.

No quesito de efeitos visuais, Street Fighter V conta com uma gama variada de efeitos, onde alguns personagens contam com efeitos semelhantes ou iguais (por exemplo Ryu, Ken e Sakura utilizam o mesmo ataque "Hadouken" que é uma bola de fogo azul emanada pelas mãos).

Diferente de Black Desert no quesito carga de efeitos, Street Fighter V utiliza efeitos de maneira discreta onde só são exibidos os "especiais" quando o jogador faz a combinação de ataques para usá-lo. Caso contrário, o personagem dará apenas socos e chutes normais.



CAPÍTULO 1: REFERÊNCIA TEÓRICA

1.1 OS EFEITOS ESPECIAIS

Como o nome diz, podemos pensar imediatamente que é um recurso técnico moderno inventado após os anos 50 no cinema, mas o primeiro efeito havia sido executado em 1895 onde Alfred Clark utilizou do “Stop Trick” para realizar uma cena de decapitação em Mary, Queen of Scots.

Durante a filmagem da decapitação de Mary, Clark instruiu que o carrasco levantasse o machado e em seguida, a câmera foi pausada e todos os atores deveriam manter a posição sem se moverem enquanto substituíam o ator pelo boneco vestido exatamente como o ator. Após realizarem a substituição, ligaram a câmera novamente e o carrasco abaixou o machado, cortando a cabeça do boneco. (HARNESS, 2010)

Os efeitos visuais tem como objetivo complementar a cena mostrada ao espectador, causar uma certa distorção ou simplesmente exibir um fenômeno na qual deve se passar na narrativa atual(mostrada naquele momento) utilizando uma técnica.

Há os efeitos especiais, que são efeitos reais realizados durante a gravação da cena sendo eles mecânicos e ou ópticos, e vão desde chuva no local até uma série de explosões. (FONSECA, 2016).

Conhecido como VFX, é um tipo de efeito onde são geradas imagens que são impossíveis de se realizar em cena. Um exemplo de método de VFX é o CGI¹, presente em filmes (BLOG SAGA, 2017). O termo é popularmente conhecido por se referir à aplicação de computação gráfica na criação de efeitos visuais, personagens e cenários.

Durante a década de 70, surgiram os primeiros consoles, o Magnavox Odyssey, considerado o primeiro console doméstico (COHEN, 2020) e o famoso Atari 2600. Avançando mais para a década de 1980, mais especificamente em 1987, surgia um jogo de luta que se tornou popular nos arcades da época e é popular até os dias atuais chamado Street Fighter.

¹ **CGI:** imagens geradas por computador, conhecida como computação gráfica. (BLOG SAGA, 2017)



Primeiro video game caseiro, Magnavox Odyssey. fonte: POLYGON

Novamente, o game Street Fighter é uma grande referência base para este trabalho pois é um título muito conhecido e seu lançamento foi 15 anos após o lançamento do primeiro console e também pois estava situado em uma época onde a popularidade dos arcades estava em decadência (DUNDON, 2017).

O jogo também adotava do Pixel Art como estilo devido às limitações da época, mas o que chamava a atenção no jogo além dos personagens e cenários(ou as chamadas fases), eram os efeitos que o que podemos chamar de forma popular como “golpe especial”, onde cada personagem tinha um “especial” único. O famoso personagem jogável “Ryu” utilizava por exemplo o “Hadouken” que consistia de uma bola de energia

com detalhes semelhantes à labaredas que quando ao contato com o inimigo, desaparece ficando apenas pontos que tinham a dimensão do golpe e em seguida, sumia por completo.

Praticamente todos os jogos da década de 80 utilizavam efeitos em 2D devido às limitações dos processadores e da memória da época, mas isso não queria dizer que o jogo em si não se tornaria conhecido ou de baixa qualidade. Podemos ver por exemplo os games: Metal Slug, Dick Tracy e o próprio Street Fighter.

Com a evolução dos sistemas tecnológicos, as desenvolvedoras também foram evoluindo e durante a década de 90, começaram a surgir os jogos em 3D e conseqüentemente, os efeitos também começaram a subir de nível, tornando os jogos mais fiéis, apesar das limitações da época.

1.2 JOGOS ELETRÔNICOS

1.2.1 O QUE SÃO JOGOS ELETRÔNICOS

Os jogos tem como sua principal função proporcionar interação e divertimento àqueles que participam da brincadeira. Dependendo do tipo de jogo, há benefícios para a saúde de crianças, adultos e idosos devido ao estímulo de reflexos, raciocínio lógico e coordenação motora. A palavra “jogo” vem do grego “jocus” que significa brincadeira ou divertimento e é utilizado para designar atividades físicas ou intelectuais. (CAIUSCA, 2019)

Jogos eletrônicos são jogos que utilizam de periféricos¹ conectados a um videogame ou computador para realizar a interação do usuário com o jogo e as imagens mostradas são exibidas em um monitor ou televisão. A máquina onde o jogo eletrônico está funcionando é chamada de plataforma, são elas arcade, computador, console e realidade virtual.

1.2.2 COMO SURGIRAM

Os jogos eletrônicos surgiram inicialmente como experimentos de cientistas, onde os mesmos não desenvolviam os “jogos” como uma maneira de entretenimento. Claude Shannon propôs em 1950 que os computadores poderiam ser programados para jogar xadrez (E. LOWOOD, 2019) e já na década de 50, cientistas da computação utilizavam máquinas para construir sistemas de jogo relativamente simples.

Um exemplo disso era “Bertie the Brain”, uma grande máquina com uma grande tela que permitia o usuário jogar

¹ **Periféricos:** dispositivos auxiliares que se conectam e interagem com o computador, como mouse e teclado. (GUEDES, 2020)

o jogo da velha.

Bertie era praticamente imbatível nos níveis mais difíceis e apresentava respostas imediatas assim que o jogador realizava seu movimento. (SMITH, 2014)

O primeiro protótipo de videogame doméstico foi pensado por Ralph Baer em 1966 e como não estavam no ramo de comercialização, venderam as licenças para a Magnavox após a General Electric e a Motorola darem a oportunidade e em 1972, surgia o Magnavox Odyssey. (LANGSHAW, 2014).

Em 1972, Nolan Bushnell e Ted Dabney fundaram a



Pessoas próximas a Bertie The Brain. fonte: SPACING TORONTO

Atari Inc.. Um dos fundadores da Atari, Nolan Bushnell, queria desenvolver um jogo de tênis de mesa após jogar um exemplar do jogo de tênis do Odyssey. Após a prévia do jogo, Bushnell contratou Allan Alcorn para realizar um jogo arcade baseado no do Odyssey. Após uma demo bem sucedida, a Atari oficialmente lançou em unidades limitadas o jogo Pong em 1972. (MODANY, 2012)

1.3 COMO FUNCIONAM

Muitos games necessitam de uma game engine. A game engine é um IDE¹ desenvolvido exclusivamente para a programação e desenvolvimento de um jogo eletrônico que fornece ferramentas para os desenvolvedores produzirem o jogo (BUTTLE, 2020).

Exemplos de game engines são o Unity, Unreal Engine e Frostbite. Toda game engine possui uma linguagem de programação², por exemplo, C++, C# ou Python, que são usadas para escrever os programas, algoritmos e funções lógicas. A Game Engine contém cinco partes, são elas: a programação principal do jogo, motor de renderização; motor de áudio; motor de física e a inteligência artificial(colocar vide capitulos: 1.3.2 etc). (BAKER, 2016)

Cada empresa investe em inovação na game engine de acordo com a necessidade e complexidade do título que a mesma anunciou, por isso, é possível ver jogos com características mais próximas do realismo.

1.3.1 PROGRAMA PRINCIPAL

O programa principal contém a lógica do jogo. É onde contém todos os algoritmos para que aconteça o funcionamento do jogo. Em matemática e ciência da computação, algoritmo é uma sequência finita de instruções que são executadas pelo computador. (MATH VAULT, 2019)

¹ **IDE:** "editor de texto com suporte adicional para o desenvolvimento, compilação e depuração de aplicativos" (ARAÚJO, 2017)

² **Linguagem de Programação:** linguagem construída artificialmente usada para instruir computadores. (HAVERBEKE, 2018)

Sendo assim, o programador é o principal responsável pelo desenvolvimento das instruções do jogo eletrônico. De acordo com Stefyn (2020), o programador de jogos escreve o código que dá vida a um videogame. Ele trabalha em constante colaboração com os produtores e os demais setores. São responsáveis pelas atividades mostradas no jogo, desde definir a velocidade que seu personagem se move e quão alto ele salta, até a quantidade de inimigos que aparecem e como reagem quando atacados.

Todo game precisa de uma sequência de instruções, logo, é necessário saber o conceito de programação. Programar é o ato de construir um programa, um conjunto de instruções precisas que dizem a um computador o que fazer. (HAVERBEKE, 2018)

De forma geral, a programação é um processo de escrita de códigos onde o programa irá interpretar as instruções e realizar a tarefa. Esses programas são compostos por um conjunto de instruções inseridos pelo programador que descrevem tarefas a serem realizadas pela máquina. (I DO CODE, 2016)

O programador deve ter conhecimentos aprofundados em Lógica de Programação, Orientação à Objetos, Padrões de Projeto e Banco de Dados (OLIVEIRA, 2019)

1.3.2 MOTOR DE RENDERIZAÇÃO

O motor de renderização é responsável por gerar imagens em 2D ou 3D na qual utiliza APIs³ como OpenGL, Direct3D e Vulkan ao invés de ser compilada diretamente na CPU (processador) e GPU (placa de vídeo). Utilizando a API OpenGL como exemplo, a mesma irá renderizar os objetos que foram inseridos no software, desde modelos 3D, imagens, texto e sprites⁴. (SERRANO, 2016).

A exibição é uma parte fundamental no jogo eletrônico, sendo assim, o motor de renderização tem um grande papel pois é o responsável por manipular o gerenciamento de memória e o buffer de imagens e objetos 3D que estão sendo exibidos na tela. (GAMESCRYE, 2016).

1.3.3 MOTOR DE ÁUDIO

O motor de áudio consiste de instruções responsáveis por carregar, modificar e realizar a saída dos sons do jogo no reproduzidor de áudio, como fones de ouvido ou caixas de som. As engines de áudio são softwares cuja função é facilitar a inserção de áudio como música, efeitos sonoros e dublagem em jogos, através de interfaces de áudio. (GAME AUDIO ACADEMY, 2016)

³ **API:** “Uma API é um intermediário de software que permite que dois aplicativos se comuniquem.” (PEARLMAN, 2016)

⁴ **Sprites:** objeto gráfico 2D utilizados em personagens, objetos, projéteis e outros elementos 2D (Unity Documentation, 2019). Objeto gráfico é a representação da geometria e atributos de um objeto real. (MACHADO LISBOA PINHEIRO, 2004)

1.3.4 MOTOR DE FÍSICA

O motor de física é um software que permite a aplicação das leis da física dentro da game engine (FULLSTACK ACADEMY, 2017).

Em jogos de computador, os motores de física aumentam a imersão do jogador, simulando as características físicas complexas de um mundo virtual. Ao contrário dos motores de física científica, os motores de videogames usam uma aproximação da física do mundo real para simular rapidamente interações complexas do mundo em tempo real. (COMPUTER HOPE, 2019)

Portanto, com base nas citações, pode-se afirmar que a física é um elemento para tornar a imersão do jogo ainda maior para aquele que está jogando no momento.

1.3.5 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A Inteligência Artificial permite que os sistemas tomem decisões de forma independente, precisa e apoiada em informações digitais. Que em uma visão mais abrangente, aumenta a capacidade racional do ser humano de resolver problemas práticos, simular situações, pensar em respostas ou tornar mais eficaz a capacidade de ser inteligente. (CRUZ COSSETTI, 2018)

De acordo com Copeland (2020), a inteligência artificial está presente em computadores ou robôs controlados por computador programados para realizar tarefas com inteligência

semelhante à seres vivos. O termo é muito utilizado para o desenvolvimento de projetos cujos sistemas são dotados de processos intelectuais com características dos humanos, como a possibilidade de raciocinar, descobrir significados, generalizar ou aprender com experiências anteriores.

Sendo assim, podemos concluir que a inteligência artificial é programada por um software para agir semelhante a seres vivos, como a capacidade de raciocinar e tomar decisões. Complementando, a mesma é um recurso essencial em jogos eletrônicos, pois são responsáveis por realizarem interações ou respostas semelhantes às de um ser humano, por exemplo.

1.4 EFEITOS VISUAIS NOS JOGOS ELETRÔNICOS

Nos filmes, os efeitos visuais são a criação ou manipulação de qualquer imagem na tela que não existe fisicamente em cena. O VFX permite que os cineastas criem ambientes, objetos, criaturas e até pessoas que, seriam ou difíceis de filmar no contexto de uma gravação normal. VFX em filme frequentemente envolve a integração de filmagens de ação ao vivo com CGI. (MASTER CLASS, 2020)

Os VFX abordados nos jogos vão desde a criação de efeitos de movimentos de personagens ou criaturas, efeitos de ataques, impactos e inserção de elementos como por exemplo água, fogo e magia (TRAVIS, 2017). A cada projeto, o artista VFX enfrenta novos desafios e ele deve estar preparado para abordar estes desafios, e o mesmo consegue realizar suas tarefas com as ferramentas que são disponibilizadas à ele. Dentre elas há a game no qual é utilizado sistema de partículas para a criação e manipulação dos efeitos. (RIOT GAMES, 2018a)

Sempre que o profissional inicia um projeto novo, a experiência é diferente. Com isso, é necessário que o profissional faça a pesquisa de referências e faça concept arts¹ para ter uma base de como deve ser o efeito para em seguida, conseguir criar e manipular o efeito. (ROMANOWSKA, 2017)

O VFX nos jogos eletrônicos têm os princípios-chave de animação como qualquer outro meio com base em tempo tem. Elementos como slow in e slow out, arcos, ações secundárias e tempo são extremamente importantes. (SCHWARTZ, 2018)

¹ **Concept Art:** arte conceito, que não é a arte final.

1.4.1 SISTEMA DE PARTÍCULAS

O sistemas de partículas é uma técnica gráfica que simula efeitos complexos de base física. São coleções de pequenas imagens que, quando observadas num todo, formam um fenômeno “difuso” mais complexo. Os efeitos gerados no sistema de partículas são controlados pela configuração do comportamento das partículas individuais dentro da game engine, utilizando propriedades como posição inicial, velocidade e tempo de vida. (CELSIUM, 2020)

Pode-se observar que o sistema de partículas é responsável por gerar pequenas imagens que quando agrupadas, formam um fenômeno específico.

Um sistema de partículas é basicamente apenas uma coleção de pontos 3D no espaço. Ao contrário dos objetos geométricos comuns, as partículas que compõem o sistema não são estáticas. Elas passam por um ciclo de vida completo. (LANDER, 1998)

Logo, podemos observar que apesar da complexidade do sistema de partículas, o mesmo se torna um elemento importante para que seja possível a criação de um determinado efeito. Em seguida, podemos realizar a análise do impacto que a ausência do VFX teria no jogo eletrônico.

1.5 IMPORTÂNCIA DO VFX NOS JOGOS ELETRÔNICOS

O VFX tem um grande papel dentro de um jogo eletrônico, sendo aplicado desde iluminações até os efeitos no geral.

Além de ser um complemento visual importante, tanto nos filmes como nos jogos, o VFX também faz a função de informar detalhes ao jogador. Segundo o diretor de jogo Mixu Kasurinen em entrevista ao Polygon:

“[...] efeitos visuais são extremamente importantes. Os efeitos visuais permitem-nos construir experiências onde o jogador obtém feedback, onde tem uma compreensão muito clara das consequências das suas ações [...]”. (GILL, 2019)

De acordo com Garcia-Obledo Ordoñez (2017), o VFX nos jogos são divididos em duas partes: os efeitos de jogabilidade e efeitos de ambiente, cada um com aplicações diferentes. Em um jogo como Castlevania, grande parte dos efeitos são focados em gameplay. Para isso, o artista VFX deve entender os conceitos e mecânicas do jogo e deve estar sempre em constante comunicação com a equipe de design. Em jogos de tiro, por exemplo, a concentração dos efeitos acaba se voltando para o ambiente, como por exemplo chuva e nevoeiro. Consequentemente, o artista VFX se tornará praticamente o artista de ambiente e trabalhará integralmente com sua equipe.

Os efeitos visuais tem uma conexão importante com a jogabilidade e devem ser mostrados de forma precisa e coerente com o mínimo de ruído possível para que não confunda o jogador.

Formas são um elemento importante dentro do VFX nos jogos, pois têm a função de informar ao jogador a consequência do poder ou ataque realizado pelo personagem. Por exemplo, formas circulares indicam que o personagem está sob efeito de um escudo, sinais de adição como forma de indicar efeitos de cura ou formas com pontas anguladas para indicar dano. (RIOT GAMES, 2018a)

O mesmo deve ter um nível de importância para que não ocorra essa confusão, por exemplo, o efeito uma habilidade suprema de um personagem não pode ser igual ou muito semelhante ao seu ataque normal, ou ocasionará uma confusão ao jogador e pode lhe trazer desconforto ao jogar com ou contra aquele personagem. (RIOT GAMES, 2017b)

Logo, é possível afirmar que ambos os efeitos (ambiente e jogabilidade) são importantes na composição visual do jogo eletrônico pois além de complementarem, descrevem ao jogador as consequências de ações tomadas pelo mesmo. Da mesma forma que são importantes na composição do jogo eletrônico, devem ser produzidos com cautela para não causar desconforto ao jogador.

CAPÍTULO 2: METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste Trabalho de Graduação foi necessário realizar pesquisas para poder entender como é o processo e componentes que compõem um jogo eletrônico moderno, assim como a história do mesmo. Para isso, foi dividido em três partes: coleta de dados; realização de um estudo de caso onde foi observado partes técnicas e produção do jogo Rise of the Tomb Raider; produção de um catálogo dos efeitos em Rise of the Tomb Raider

2.1 COLETA DE DADOS

A pesquisa realizada para este projeto tem como base os jogos eletrônicos modernos onde as informações são mais atualizadas e acompanham a situação tecnológica em que nos encontramos na atualidade. Durante o processo, é necessário ler, interpretar e avaliar se o conteúdo pesquisado é fundamental para o processo da escrita.

A coleta de dados é a parte mais importante de um trabalho, pois é a partir dela que podemos estabelecer um contato mais direto com sua fonte, de maneira a recolher suas percepções acerca de um determinado assunto. (MARTINS, 2019)

Após realizada a coleta, foi necessário realizar a tradução dos itens pesquisados, sendo grande parte estrangeira. O conteúdo pesquisado encontra-se no idioma Inglês devido ao campo de pesquisa e artigos publicados relacionados ao tema abordado neste trabalho. Devo ressaltar que a pesquisa também foi realizada no idioma Português (Brasil), porém, com a escassez de artigos e pesquisas específicas para a produção do projeto, foi necessária a utilização de pesquisa estrangeira.

2.2 Estudo de caso

2.2.1 Rise of the Tomb Raider

Rise of the Tomb Raider é o décimo quarto título da saga Tomb Raider, desenvolvido pela Crystal Dynamics com apoio da Eidos Montreal e publicado pela Square Enix. Tomb Raider é um jogo eletrônico de ação e aventura em terceira pessoa¹ onde é dado continuidade a partir do título anterior. Em Rise of the Tomb Raider, Lara Croft (a personagem principal jogável) está em busca de um artefato e uma cidade perdida que seu pai jurou serem reais antes de sua morte. Conforme a história progride, Lara enfrenta a Trinity, uma organização com interesse nas mesmas buscas que ela, mas para propósitos ruins. (KOLLAR, 2015)



Construção antiga encontrada por Lara. fonte: GIZMODO BRASIL

Diferente do reboot² em 2013 (Tomb Raider), Rise of the Tomb Raider não conta com o modo Multiplayer³ que havia no primeiro. Segundo Anfossi (2018) em entrevista ao Venture Beat:

“Em Rise, não fizemos o multijogador. Trabalhamos muito na experiência de um jogador, no P&D⁴ em torno disso e em todas as cenas. Foi motivado por uma história do nosso lado, o que é muito importante. E também, não éramos os líderes nos dois jogos anteriores. Estávamos em colaboração com a Crystal Dynamics. Foi fundamental para nós aprendermos sobre essa franquia com eles, como lidar com a franquia Tomb Raider.” (AGNELLO, 2018)

Um ponto importante durante a produção do título foi a criação de um mundo que refletisse a condição na qual Lara se encontrava. Brian Horton, diretor de Rise of the Tomb Raider, propôs que deveria se concretizar o conceito de “beleza sinistra” ao mesmo tempo que se intensificava as cores para retratar sutilmente o maior senso de escala de Rise. (KERR, 2016)



Lara Croft próxima do realismo em Rise of the Tomb Raider.
fonte: GAMINGBOLT

Em entrevista ao International Business Times, Brian Horton disse:

“A sobrevivência ainda é fundamental para o nosso tom no jogo, mas colocamos muito tempo e atenção para garantir que as paletas de cores fossem vibrantes e nos ajudaram a contar a história de quem é Lara e quem ela será”.

Rise of the Tomb Raider utiliza a game engine Foundation Engine, criada pela própria desenvolvedora Crystal Dynamics e já foi utilizada em títulos passados da saga e entrega um bom desempenho e qualidade no produto final. O jogo apresenta uma qualidade visual e de efeitos surpreendente e é possível citar isso após analisar os detalhes que foram aplicados, começando pela personagem onde a desenvolvedora deu uma qualidade realística na pele e roupa, dando uma fidelidade maior ao título.

1 **Terceira Pessoa:** “jogos de terceira pessoa, a câmera segue o personagem do jogador, permitindo que você veja mais do que está ao seu redor.” (STEGNER, 2020)

2 **Reboot:** re-lançamento de um título mantendo apenas seu conceito original, podendo ser reutilizado nomes ou elementos. (M. D'ARGENIO, 2020)

3 **Multiplayer:** multijogador

4 **P&D:** Pesquisa e Desenvolvimento

Além disso, o jogo conta com a tecnologia AMD TressFX que é um sistema de física avançada de cabelos, o que deu uma qualidade ainda mais realista à personagem (AMD, s.d). Como Lara Croft percorre uma variedade de ambientes, a desenvolvedora implementou um sistema onde o ambiente reflete na personagem e a mesma mostra efeitos de sangue, lama, neve e sujeira na pele de forma realista. (LINNEMAN, 2015)

O jogo utiliza de muita iluminação volumétrica⁵. É possível notar essas luzes em uma infinidade de situações, desde raios de sol até neblina espessa. Em vários trechos, pode-se notar a presença da iluminação volumétrica junta com feixes de luz no espaço da tela para dar efeitos de cenas dramáticas.



Lara caminhando em neve densa. A neve se deforma conforme a personagem se movimenta. fonte: GODISAGEEK

(LINNEMAN, 2015)

Um detalhe muito chamativo no título é o cenário com neve, onde a animação de caminhada da personagem varia de acordo com a densidade da neve, além da neve se deformar conforme ela anda pelo ambiente.

Outra cena notável em Rise of the Tomb Raider é a cena da avalanche, onde é possível observar na cinemática uma grande nuvem de neve. A Crystal Dynamics (desenvolvedora) utilizou um software de efeitos chamado Houdini. Este é um software produzido pela empresa SideFX e é focado em desenvolvimento específico de efeitos visuais para filmes e jogos. Os efeitos no Houdini são gerados e configurados por meio de “nodes”, que são literalmente módulos que conectam uns aos outros. Os desenvolvedores produziram a avalanche no software Houdini e em seguida gravaram como vídeo Bink e fundiram diretamente na cinemática como uma camada sobreposta à camada do cenário de forma sincronizada. (BURNES, 2016)

⁵ **Iluminação Volumétrica:** “Em termos simples, a iluminação volumétrica são “raios de luz” que você pode ver.” (CAWLEY, s.d)



Cena da avalanche em jogo. fonte: Official Tomb Raider Blog - Tumblr



*Efeito da avalanche sobreposta na camada base.
fonte: Official Tomb Raider Blog - Tumblr*



Camada base. fonte: Official Tomb Raider Blog - Tumblr

Os efeitos foram aplicados às cinemáticas de forma tão minuciosa que é possível confundir que o efeito foi produzido na própria game engine, e não em outro software.

O título apresenta cinemáticas surpreendentes, utilizando o método real-time (renderização em tempo real) onde todas as cinemáticas foram renderizadas na game engine, mostrando todo o poder gráfico que o título entrega (LINNEMAN, 2015). Este método só está presente nas cinemáticas do jogo, quando o jogador não tem controle da personagem.

O método real-time também é chamado de “machinima”, onde é utilizado uma game engine para produzir obras cinematográficas (KERRIS, 2020).

O ambiente tem grande importância em um jogo como Rise of the Tomb Raider, tendo em vista que a personagem explora tumbas ao decorrer da campanha. Os desenvolvedores especificaram áreas onde eles queriam que o jogador interagisse e escureciam trechos onde não queriam que o jogador explorasse. (KIETZMANN, 2015)



*Trecho de cinemática onde é utilizado o método real-time
fonte: reprodução do autor*

Rise of the Tomb Raider apresenta efeitos de ambiente impressionantes, como por exemplo a avalanche. Efeitos de ambiente têm um papel fundamental como complemento de cenário, onde o mesmo pode informar a atual condição em que o ambiente se encontra, se está com baixa visibilidade devido à nevoeiro, se o personagem está em meio à uma nevasca ou apenas como um complemento visual para o cenário.

Sendo assim, os desenvolvedores utilizaram dos efeitos de iluminação para fazer com que o jogo interagisse com o jogador, evidenciando lugares com iluminação, onde querem que o jogador interaja e deixando com baixa iluminação, lugares onde não querem que o jogador interaja.

Com base no estudo realizado em cima de Rise of the Tomb Raider, pode-se notar que a chave para tornar um jogo uma grande obra, é necessário um bom planejamento e conceito do que deverá ser mostrado no jogo. Com a ideia do jogo concretizada, a fase de desenvolvimento é crucial para entregar uma experiência memorável para o jogador, e é possível notar isso nos efeitos visuais e cenários que dão vida ao título. De acordo com Gimeno (2016):

“Rise of the Tomb Raider será lembrado por ser um jogo triplo A com uma história digna de uma produção de filme para televisão. Todas as coisas boas sobre o jogo são o que Tomb Raider (2013) já fez de forma excelente, e é algo que é amplamente apreciado novamente. É uma compra obrigatória se você gosta do gênero ação e aventura, e irá apreciá-los apesar da falta de novidades a respeito do primeiro episódio.”

CAPÍTULO 3: DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo serão catalogados os principais tipos de efeitos visuais no jogo eletrônico Rise of the Tomb Raider. Como dito anteriormente com citação do artista sênior de VFX Francisco García-Obledo Ordóñez, os efeitos visuais são divididos em duas partes principais, sendo elas jogabilidade e ambiente.

3.1 Rise of the Tomb Raider

Em Rise of the Tomb Raider, os efeitos visuais são focados em ambiente de modo que os mesmos causem uma imersão maior ao jogador. Estes tendem a dar mais realismo ao ambiente com efeitos de nevoeiro, fogo e neve. O game também utiliza efeitos de jogabilidade, mas como o intuito é se aproximar do realismo, os efeitos são direcionados a condições e consequências dos personagens.

3.1.1 Efeitos de quedas d'água

Em Rise of the Tomb Raider é possível notar quedas d'água em algumas tumbas de desafios presentes no jogo e em trechos de determinado cenário. As quedas d'água são um elemento de complementação de cenário, onde as mesmas não representam uma funcionalidade que impacta na jogabilidade do título, mas sim como enriquecimento do cenário, tornando-o mais imersivo.



*Queda d'água em um cenário em Rise of the Tomb Raider.
fonte: reprodução do autor*

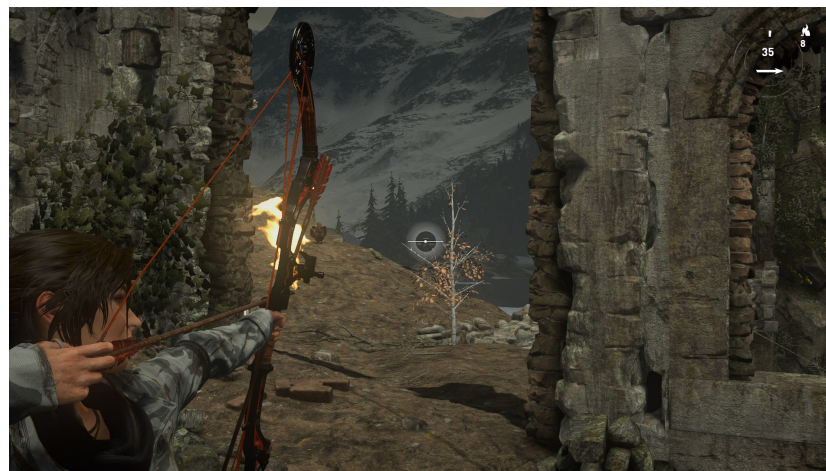
3.1.2 Efeitos de chamas

Os efeitos de chamas ou incêndio estão presentes em trechos do cenário como efeitos de ambiente onde acontecimentos da história os causaram, e também estão presentes em fogueiras de acampamentos onde o jogador as utiliza como uma espécie de “base”. As chamas também estão presentes como um elemento de jogabilidade onde a personagem possui flechas incendiárias para seu arco e as mesmas causam um pequeno incêndio no local atingido e ficam com a labareda quando apoiadas no arco para serem disparadas. Há uma interação entre a personagem e a fogueira, na qual se nos aproximarmos da mesma, Lara estica as mãos para se aquecer. É um importante fator de enriquecimento de narrativa pois há a interação da personagem com um elemento de ambiente do jogo onde a mesma indica que está se aquecendo devido à baixa temperatura.

Chamas também são deixadas no chão como consequência de uma explosão ou quebra de um objeto inflamável, afetando diretamente a jogabilidade pois quando Lara passa pelo local em chamas, a mesma recebe dano.



Chamas em em uma fogueira de acampamento. fonte: reprodução do autor.



Flecha incendiária com labareda na ponta. fonte: reprodução do autor.



*Parte de uma vila destruída e com chamas após ataque inimigo.
fonte: reprodução do autor*

3.1.3 Efeitos de explosões

Explosões são consequências comuns no game, podendo ser causadas por inimigos, ao disparar contra objetos explosivos determinados pelo game (como galões de combustível) e também por explosivos improvisados pela personagem. Explosões estão diretamente ligadas à jogabilidade e ambiente pois quando detonado um galão de combustível por exemplo, este deixa um local em chamas, deixando a narrativa mais imersiva, mas impactando na jogabilidade de forma que Lara sofre dano ao passar sobre a área em chamas.



Explosão causada por um galão de combustível. fonte: reprodução do autor

3.1.4 Efeitos de neve

A neve está presente em grande parte da campanha, onde a personagem está presente nas montanhas da Sibéria e como consequência, há uma presença muito grande de nevascas e flocos de neve ao redor da personagem. Neve são geradas por partículas onde o desenvolvedor configura a intensidade e volume de neve presente naquele determinado ambiente. A neve é um efeito de ambiente, estando presente para enriquecer o cenário e narrativa.



Flocos de neve caindo dentro de uma sala. fonte: reprodução do autor

3.1.5 Efeitos de nevoeiro

Nevoeiro está presente apenas em alguns cenários e não cobre todo o ambiente, apenas um pequeno trecho. Diferente dos efeitos de fumaça decorrente de incêndios, os nevoeiros no jogo não são densos e se localizam mais na parte com neve do jogo, podendo estar dentro de uma caverna, tumba, construção ou mesmo em campo aberto, dependendo do local.



*Nevoeiro dentro de uma mina de cobre abandonada.
fonte: reprodução do autor*

3.1.6 Disparo de armas de fogo

Este é um fenômeno comum causado por armas de fogo, onde gases de alta temperatura e com grande pressão são liberados na boca de uma arma de fogo, causando uma espécie de explosão. Este efeito é visto em todas as armas de fogo do game, desde que não estejam utilizando um supressor de ruído. O formato do clarão do disparo é definido pelo artista VFX e o mesmo utiliza o sistema de partículas para gerar e configurar o clarão e o fogo com base no formato que o efeito deverá ter. Como visto na imagem abaixo, Lara (personagem principal) dispara uma escopeta cujo formato do clarão é baseado em um cone.



Clarão causado pelo disparo da escopeta. fonte: reprodução do autor

3.1.7 Iluminação volumétrica

A iluminação volumétrica tem como objetivo adicionar profundidade atmosférica a um cenário, tornando-o mais imersivo ao jogador. Este recurso está bastante presente em Rise of the Tomb Raider, podendo ser notado em raios de sol que atravessam pequenos vãos, aberturas no teto de cavernas e tumbas e em holofotes presentes em trechos há holofotes ligados.



Um exemplo de iluminação volumétrica. Cone de luz vindo do holofote. fonte: reprodução do autor

CONCLUSÃO

Após muita pesquisa, é possível concluir que o recurso de VFX é muito importante dentro de um jogo eletrônico independente de sua plataforma e que o mesmo demanda tempo e muito estudo de formas e narrativa para ser aplicado de maneira correta. Foi possível observar também que um profissional da área nunca trabalha sozinho e fica sempre em constante comunicação com a equipe de desenvolvimento do jogo para poder produzir os efeitos de maneira correta, sem que cause erros visuais e de “gameplay” durante a experiência que usuário estará tendo enquanto joga.

O impacto que o VFX têm dentro de um jogo eletrônico é tão grande que sem o mesmo, o jogo se torna uma obra sem vida pois o VFX não engloba somente a parte do personagem, mas também a do ambiente e da narrativa onde os efeitos podem ditar o estado de determinado ambiente e até mesmo condição física do personagem (caso ele esteja ferido). É um fator essencial que era muito visto no cinema, mas logo em seguida foi introduzido nos jogos eletrônicos e evoluiu de maneira rápida, onde nos jogos modernos temos efeitos muito próximos do realismo. Tudo isso graças à tecnologia e o investimento das grandes produtoras para deixar os VFX nos jogos a nível de realismo.

A pesquisa realizada neste projeto tem um grande valor pessoal pois foi possível aprender mais sobre a história dos videogames, assim como eles são criados. Da mesma forma, foi possível aprender sobre o que são os efeitos visuais e porque são importantes em um jogo eletrônico.

BIBLIOGRAFIA

AGNELLO, Anthony John. Eidos Montreal boss David Anfossi talks Shadow of the Tomb Raider, Deus Ex, and The Avengers. VentureBeat, [S.I.], 14 maio 2018. Disponível em: <https://venturebeat.com/2018/05/14/eidos-montreal-boss-david-anfossi-talks-shadow-of-the-tomb-raider-deus-ex-and-the-avengers/>. Acesso em: 14 jan. 2021.

AMD TressFX Hair. AMD, [S. I.], s.d. Disponível em: <https://www.amd.com/pt/technologies/tressfx>. Acesso em: 15 jan. 2021.

ANTUNES, Ana. SOFTWARE E HARDWARE: O QUE SÃO E QUAL É A DIFERENÇA ENTRE ELES?. GoBacklog, [S. I.], 4 ago. 2020. Tecnologia. Disponível em: <https://gobacklog.com/blog/software-e-hardware/>. Acesso em: 15 jan. 2021.

ARAÚJO, Márcia. Mais da metade dos brasileiros joga games eletrônicos. Scriptcase Blog, [S. I.], 9 ago. 2017. Disponível em: <https://www.scriptcaseblog.net/pt/development-pt/o-que-e-rad-framework-ide-conceitos-e-aplicabilidade/>. Acesso em: 17 jan. 2021.

BAKER, Maverick. How Do Game Engines Work?: Game engines are responsible for processing the information used to generate electronic games. Many of the engines are available for free!. Interesting Engineering, [S. I.], 2 nov. 2016. Apps & Software. Disponível em: <https://interestingengineering.com/how-game-engines-work>. Acesso em: 27 dez. 2020.

BUILD Cesium Apps: Introduction to Particle Systems. Cesium, [S. I.], 30 dez. 2020, atualizado. Disponível em: <https://cesium.com/docs/tutorials/particle-systems/>. Acesso em: 15 jan. 2021.

BURNES, Andrew. Rise of the Tomb Raider Graphics & Performance Guide. NVIDIA, [S. I.], 28 jan. 2016. Disponível em: <https://www.nvidia.com/en-us/geforce/guides/rise-of-the-tomb-raider-graphics-and-performance-guide/#rise-of-the-tomb-raider-pc-exclusive-graphics-enhancements>. Acesso em: 16 jan. 2021.

BUTTLE, Paul. The Power Behind Video Games: A Look at Game Engines. Medium, [S. I.], 26 abr. 2020. Disponível em: <https://medium.com/wetheplayers/the-power-behind-video-games-a-look-at-game-engines-2731315086e0#:~:text=Game%20engines%20are%20the%20true,offer%20the%20features%20developers%20need>. Acesso em: 31 dez. 2020.

CAIUSCA, Alana. JOGOS. Educa Mais Brasil, [S.I.], 22 jan. 2019. EDUCAÇÃO FÍSICA. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/educacao-fisica/jogos>. Acesso em: 13 jan. 2021.

CAWLEY, James. Volumetric Lighting – Part 1: The Basics. Zacuto, [S. I.], s.d. Disponível em: <https://www.zacuto.com/volumetric-lighting-part-1>. Acesso em: 16 jan. 2021.

COHEN, David S. Magnavox Odyssey - the First Gaming Console. Lifewire, [S. I.], 25 set. 2020. Consoles & PCs. Disponível em: <https://www.lifewire.com/magnavox-odyssey-the-first-gaming-console-729587>. Acesso em: 15 jan. 2021.

COPELAND, Brian Jack. Artificial intelligence. Encyclopedia Britannica, [S. I.], 11 ago. 2020. Technology, p. 1-1. Disponível

em: <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence>. Acesso em: 14 jan. 2021.

CRUZ COSSETTI, Melissa. O que é inteligência artificial?: Saiba o que é inteligência artificial e como ela se manifesta na nossa rotina e qual é o futuro dessa tecnologia. Tecnoblog, [S. l.], 15 out. 2018. Disponível em: <https://tecnoblog.net/263808/o-que-e-inteligencia-artificial/>. Acesso em: 7 jan. 2021.

DUNDON, Rian. Photos: The golden age of video arcades: Further proof 80s kids are still cooler than us. Timeline, [S. l.], 17 dez. 2016. Disponível em: <https://timeline.com/golden-age-video-arcades-940a177ccb30>. Acesso em: 15 jan. 2021.

FONSECA, Gustavo. Efeitos Visuais ou Especiais? Conceitos Básicos de VFX. Cinematográfico, [S. l.], 28 mar. 2016. ANÁLISES. Disponível em: <https://cinematografico.com.br/2016/03/efeitos-visuais-ou-especiais-conceitos-basicos-de-vfx/>. Acesso em: 13 jan. 2021.

GARCÍA-OBLEDO ORDÓÑEZ, Francisco. VFX for Games Explained: VFX master Francisco García-Obledo Ordóñez talked about the way he blew watermelons up, created lighting and other cool stuff in UE4.. 80Lv, [S. l.], 11 maio 2017. Disponível em: <https://80.lv/articles/vfx-for-games-explained/>. Acesso em: 18 out. 2020.

GILL, Patrick. Video game explosions are a lie: We learned how particle effects make games pop. Polygon, [S. l.], 7 out. 2019. Disponível em: [https://www.polygon.com/videos/2019/10/7/20899280/control-remedy-vfx-particle-](https://www.polygon.com/videos/2019/10/7/20899280/control-remedy-vfx-particle-effects-explosions-video)

[effects-explosions-video](https://www.polygon.com/videos/2019/10/7/20899280/control-remedy-vfx-particle-effects-explosions-video). Acesso em: 14 jan. 2021.

GIMENO, Manuel. Análisis Rise of the Tomb Raider 20 Aniversario. LaPS4, [S. l.], 10 out. 2016. Disponível em: <https://www.laps4.com/analisis/analisis-rise-of-the-tomb-raider-20-aniversario/>. Acesso em: 16 jan. 2021.

GUEDES, Kayobrussy. O que são dispositivos periféricos? Conheça alguns exemplos.... TopGadget, [S. l.], 23 abr. 2020. COMPUTADOR. Disponível em: <https://www.topgadget.com.br/howto/computador/o-que-sao-dispositivos-perifericos-conheca-alguns-exemplos.htm>. Acesso em: 16 jan. 2021.

HARNESS, Jill. No CGI Please: Special Effects Before Computers. Mental Floss, [S.l.], 16 mar. 2010. Disponível em: <https://www.mentalfloss.com/article/24209/no-cgi-please-special-effects-computers#:~:text=The%20first%20special%20effect%20came,dummy%20before%20filming%20started%20again>. Acesso em: 4 jan. 2021.

HAYERBEKE, Marijn. Eloquent JavaScript: A Modern Introduction to Programming. 3. ed. [S. l.]: No Starch Press, 2018. 472 p. ISBN 9781593279509. Disponível em: <https://eloquentjavascript.net>. Acesso em: 15 jan. 2021.

HOW Visual Effects Work in Film: A Guide to the 4 Types of VFX. Master Class, [S. l.], 8 nov. 2020, atualizado. ARTS & ENTERTAINMENT. Disponível em: <https://www.masterclass.com/articles/how-visual-effects-work-in-film#what-is-vfx>. Acesso em: 8 set. 2020.

LANDER, Jeff. The Ocean Spray in Your Face. Graphic Content,

[S. I.], jul. 1998. Disponível em: <https://www.lri.fr/~mbl/ENS/IG2/devoir2/files/docs/particles.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2021.

KIETZMANN, Ludwig. Rise of the Tomb Raider: a great game made like a movie. GamesRadar, [S. I.], 13 nov. 2015. Disponível em: <https://www.gamesradar.com/rise-of-the-tomb-raider-movie-crystal-dynamics/>. Acesso em: 16 jan. 2021.

KERR, Chris. The making of Rise Of The Tomb Raider: Crystal Dynamics on continuing Lara Croft's journey. International Business Times, [S. I.], 12 fev. 2016. Technology, Games. Disponível em: <https://www.ibtimes.co.uk/making-rise-tomb-raider-crystal-dynamics-continuing-lara-crofts-journey-1543487>. Acesso em: 14 jan. 2021.

KERRIS, Richard. NVIDIA Omniverse Machinima: A Revolution in Video Game Storytelling. NVIDIA, [S. I.], 1 set. 2020. Disponível em: <https://www.nvidia.com/pt-br/geforce/news/omniverse-machinima/>. Acesso em: 16 jan. 2021.

KOLLAR, Philip. RISE OF THE TOMB RAIDER REVIEW. Polygon, [S. I.], 9 nov. 2015. Disponível em: <https://www.polygon.com/2015/11/9/9633858/rise-of-the-tomb-raider-review-xbox-one-crystal-dynamics-square-enix>. Acesso em: 17 jan. 2021.

LANGSHAW, Mark. Magnavox Odyssey retrospective: How console gaming was born. Digital Spy, [S.I.], 13 dez. 2014. Disponível em: <https://www.digitalspy.com/videogames/retro-gaming/a616235/magnavox-odyssey-retrospective-how-console-gaming-was-born/>. Acesso em: 28 dez. 2020.

LINNEMAN, John. Tech Analysis: Rise of the Tomb Raider: Digital Foundry on what works and what doesn't in November's big Xbox exclusive.. EUROGAMER, [S.I.], 17 nov. 2015[a,b]. Disponível em: <https://www.eurogamer.net/articles/digitalfoundry-2015-rise-of-the-tomb-raider-tech-analysis#:~:text=At%20its%20core%2C%20Rise%20of,whole%20host%20of%20new%20features>. Acesso em: 13 jan. 2021.

LOWOOD, Henry E. Electronic game. Encyclopedia Britannica, [S.I.], 1 mar. 2020. Games, Hobbies & Recreational Activities. Disponível em: <https://www.britannica.com/topic/electronic-game>. Acesso em: 30 dez. 2020.

MACHADO LISBOA PINHEIRO, Sergio Estevão. Um sistema de cache preditivo para o processamento em tempo-real de grandes volumes de dados gráficos. Orientador: Prof. Luiz Carlos Pacheco Rodrigues Velho, Coorientador: Waldemar Celes Filho. 2004. 199 p. Tese de Doutorado (Doutorado em Informática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/colecao.php?strSecao=resultado&nrSeq=4734@1>. Acesso em: 16 jan. 2021.

MARTINS, Everton. Coleta de dados: o que é, metodologias e procedimentos: A coleta de dados busca transformar números em informação e significados, para buscar a solução de problemas.. Blog do Mettzer, [S.I.], 5 jun. 2019. Disponível em: <https://blog.mettzer.com/coleta-de-dados/#:~:text=específico%20e%20metodologia.-,A%20importância%20da%20coleta%20de%20dados%20>

para%20TCC%20e%20pesquisas,acerca%20de%20um%20determinado%20assunto.&text=A%20coleta%20de%20dados%20pode%20acontecer%20via%20questionário%2C%20observação%20e%20entrevistas. Acesso em: 11 jan. 2021.

M. D'ARGENIO, Angelo. WHAT'S THE DIFFERENCE BETWEEN A VIDEO GAME REMASTER, REMAKE, REBOOT AND MORE. GameCrate, [S. l.], 5 maio 2020. Disponível em: <https://gamecrate.com/whats-difference-between-video-game-remaster-remake-reboot-and-more/25866>. Acesso em: 15 jan. 2021.

MODANY, Angela. Pong, Atari, and the origins of the home video game. National Museum of American History, [S. l.], 17 abr. 2012. Disponível em: <https://americanhistory.si.edu/blog/2012/04/pong-atari-and-the-origins-of-the-home-video-game.html#:~:text=What%20came%20first%2C%20Atari%20or,tennis%20video%20game%20called%20Pong>. Acesso em: 16 jan. 2021.

OLIVEIRA, Wendrew. Um guia para o programador iniciante. Blog GeekHunter, [S. l.], 26 set. 2019. Disponível em: https://blog.geekhunter.com.br/um-guia-para-o-programador-iniciante/#Por_onde_o_programador_iniciante_deve_comecar. Acesso em: 15 jan. 2021.

O QUE É CGI?. Blog Saga, [S. l.], 27 fev. 2017. Arte Digital, Audiovisual, Design & ilustração. Disponível em: <https://blog.saga.art.br/o-que-e-cgi/>. Acesso em: 15 jan. 2021.

O QUE é Programação e qual a sua importância para o futuro digital?. I Do Code, [S. l.], 12 set. 2016. Disponível em: <https://idocode.com.br/blog/programacao/o-que-e-programacao/>. Acesso em: 15 jan. 2021.

O QUE SÃO AUDIO ENGINES (MIDDLEWARES) + PAPO COM KAUE LEMOS SOBRE FMOD. Game Audio Academy, [S. l.], 25 fev. 2016. Disponível em: <http://gameaudioacademy.com/carreira-e-introduo/2016/2/25/o-que-so-audio-engines-middlewares-papo-com-kaue-lemos-sobre-fmod>. Acesso em: 14 jan. 2021.

PEARLMAN, Shana. What are APIs and how do APIs work?. MuleSoft Blog, [S. l.], 7 set. 2016. Disponível em: <https://blogs.mulesoft.com/learn-apis/api-led-connectivity/what-are-apis-how-do-apis-work/#comments>. Acesso em: 15 jan. 2021.

ROBINSON, Martin. Split/Second Hands-on: The world's first play of Black Rock's explosive new racer.. IGN, [S. l.], 6 maio 2009. Disponível em: <https://www.ign.com/articles/2009/05/06/splitsecond-hands-on>. Acesso em: 16 jan. 2021.

PHYSICS engine. Computer Hope, [S. l.], 10 jul. 2019. Disponível em: <https://www.computerhope.com/jargon/p/physics-engine.htm>. Acesso em: 15 jan. 2021.

PHYSICS Engine Tutorial - An Introduction to Game Physics Engines. Fullstack Academy, [S. l.], 21 set. 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ivoLnRVJgks>. Acesso em: 14 jan. 2021.

ROMANOWSKA, Wirginia. VFX Production For AAA Video Games. 80Lv, [S. I.], 25 maio 2017. Disponível em: <https://80.lv/articles/the-secrets-of-vfx-production-for-doom/>. Acesso em: 15 jan. 2021.

SCHWARTZ, Matt. From Realism to Stylization: Game VFX Production. 80Lv, [S. I.], 6 fev. 2018. Disponível em: <https://80.lv/articles/from-realism-to-stylization-game-vfx-production/>. Acesso em: 27 out. 2020.

SERRANO, Harold. How does a Game Engine work? An Overview. Harold Serrano, [S.I.], 9 jan. 2016. GAME ENGINE DEVELOPMENT. Disponível em: <https://www.haroldserrano.com/blog/how-do-i-build-a-game-engine#:~:text=The%20Rendering%20manager%20will%20take,is%20processed%20by%20OpenGL%20Shaders>. Acesso em: 31 dez. 2020.

RIOT GAMES. The Complete Guide to Creating Visual Effects Within League of Legends. Nexus League of Legends, [S. I.], p. 6, 25 out. 2017[b]. Disponível em: https://nexus.leagueoflegends.com/wp-content/uploads/2017/10/VFX_Styleguide_final_public_hidpjwx7lqyx0pjj3ss.pdf. Acesso em: 8 jan. 2021.

SMITH, Alexander. EARLY COMPUTER GAMES. THEY CREATE WORLDS, [S. I.], 22 jan. 2014. Disponível em: <https://videogamehistorian.wordpress.com/category/early-computer-games/>. Acesso em: 28 dez. 2020.

SO You Wanna Make Games?? | Episode 7: Game VFX. Direção: Tomáš Jech. Produção: Gabby Cherney. Roteiro: Tomáš Jech. [S. I.]: Riot Games, 2018[a]. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3QKK2o5rWSQ>. Acesso em: 16 out. 2020.

youtube.com/watch?v=3QKK2o5rWSQ. Acesso em: 16 out. 2020.

SOMMADOSSI, Guilherme. Mais da metade dos brasileiros joga games eletrônicos. FORBES, [S. I.], 14 jun. 2019. Disponível em: <https://forbes.com.br/colunas/2019/06/mais-da-metade-dos-brasileiros-joga-games-eletronicos/>. Acesso em: 17 jan. 2021.

STEFYN, Nadia. What is game programming and how to become a programmer. CG Spectrum, [S. I.], 11 mar. 2020. GAME DEVELOPMENT. Disponível em: https://www.cg_spectrum.com/blog/what-is-game-programming. Acesso em: 13 jan. 2021.

STEGNER, Ben. First-Person Games vs. Third-Person Games: What Are the Differences?. MakeUseOf, [S. I.], 26 nov. 2020. Disponível em: <https://www.makeuseof.com/first-person-games-vs-third-person-games-differences/>. Acesso em: 15 jan. 2021.

Travis. Beginning VFX Artist - Advice for beginners, from a beginner. REAL-TIME VFX, [S. I.], 1 set. 2017. Resources & Knowledge. Disponível em: <https://realtimevfx.com/t/beginning-vfx-artist-advice-for-beginners-from-a-beginner/3081>. Acesso em: 15 out. 2020.

WHAT is a Game Engine?. GAMESCRYE, [S. I.], 3 out. 2016. Disponível em: <https://gamescrye.com/blog/what-is-a-game-engine/#:~:text=This%20may%20sound%20redundant%2C%20but,for%202D%20and%203D%20rendering>. Acesso em: 10 jan. 2021.

REFERÊNCIA DE IMAGENS

DEV Blog: Snow Tech and Houdini Simulations. Official Tomb Raider Blog - Tumblr. Disponível em: <https://tombraider.tumblr.com/post/131825841425/dev-blog-snow-tech-and-houdini-simulations-mike>. Acesso em: 17 jan. 2021.

LET'S Talk About The Very First Street Fighter. Kotaku, 31 mar. 2011. Disponível em: <https://kotaku.com/lets-talk-about-the-very-first-street-fighter-5787456>. Acesso em: 17 jan. 2021.

MEET Bertie the Brain, the world's first arcade game, built in Toronto. Spacing Toronto. Disponível em: <http://spacing.ca/toronto/2014/08/13/meet-bertie-brain-worlds-first-arcade-game-built-toronto/>. Acesso em: 17 jan. 2021.

MOMA adds Magnavox Odyssey and six classics to game design exhibit. Polygon. Disponível em: <https://www.polygon.com/2013/6/28/4475548/moma-adds-magnavox-odyssey-and-six-classics-to-game-design-exhibit>. Acesso em: 17 jan. 2021.

RISE Of The Tomb Raider Director Confirms Physical Based Rendering For Extra Realism. GamingBolt. Disponível em: <https://gamingbolt.com/rise-of-the-tomb-raider-director-confirms-physical-based-rendering-for-extra-realism>. Acesso em: 17 jan. 2021.

RISE of the Tomb Raider prioriza a exploração e entrega a melhor experiência de aventura. Gizmodo Brasil. Disponível em: <https://gizmodo.uol.com.br/rise-of-the-tomb-raider-review/>. Acesso em: 17 jan. 2021.

RISE of the Tomb Raider: 20 Year Celebration Review. GodisaGeek. Disponível em: <https://www.godisageek.com/reviews/rise-of-the-tomb-raider-ps4-review/>. Acesso em: 17 jan. 2021.

SPLIT/SECOND. GameVicio. Disponível em: <https://www.gamevicio.com/game/5/split-second/>. Acesso em: 17 jan. 2021. STREET Fighter V: Champion Edition. OpenCritic. Disponível em: <https://opencritic.com/game/8900/street-fighter-v-champion-edition>. Acesso em: 17 jan. 2021.