

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

FERNANDO SAUER

**APLICAÇÃO DE IA COM USO DE ALGORITMO
GENÉTICO NA INTERAÇÃO DE JOGOS
ELETRÔNICOS ATRAVÉS DA UNREAL ENGINE**

BAURU
2016

FERNANDO SAUER

**APLICAÇÃO DE IA COM USO DE ALGORITMO
GENÉTICO NA INTEREÇÃO DE JOGOS
ELETRÔNICOS ATRAVÉS DA UNREAL ENGINE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas da Universidade do Sagrado Coração, como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Ciência da Computação, sob a orientação do Prof. M.e Patrick Pedreira Silva.

BAURU
2016

Sauer, Fernando

S2556a

Aplicação de IA com uso de algoritmo genético, na interação de jogos eletrônicos através da Unreal Engine / Fernando Sauer. -- 2016.

60f. : il.

Orientador: Prof. M.e Patrick Silva Pedreira.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) - Universidade do Sagrado Coração - Bauru – SP.

1. Inteligência artificial. 2. Algoritmo genético. 3. Jogos. 4. Unreal Engine. I. Pedreira, Patrick Silva. II. Título.

FERNANDO SAUER

**APLICAÇÃO DE IA COM USO DE ALGORITMO GENÉTICO, NA
INTERAÇÃO DE JOGOS ELETRÔNICOS ATRAVÉS DA UNREAL
ENGINE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas da Universidade do Sagrado Coração, como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Ciência da Computação, sob a orientação do Prof. Me. Patrick Pedreira Silva.

Banca examinadora:

Prof. Me. Patrick Pedreira Silva
Universidade do Sagrado Coração

Prof. Dr. Elvio Gilberto Da Silva
Universidade do Sagrado Coração

Prof. Me. Henrique Pachioni Martins
Universidade do Sagrado Coração

Bauru, 18 de Novembro de 2016.

Dedico esse trabalho á minha família que me apoiou durante essa trajetória, me motivando, e quais contribuíram para minha formação. Aos meus professores, quais me passaram todo conhecimento que possuo hoje. E amigos que colaboraram com opiniões para aprimorar meu projeto.

AGRADECIMENTOS

Agradeço principalmente aos meus pais, por estarem ao meu lado durante toda essa jornada de ensino, garantido meus estudos, com apoio moral em momentos que pensei em desistir de tudo.

Também devo agradecer a minha irmã, que colaborou me motivando em momentos difíceis onde encontrei muita dificuldade, por já ter passado pelas mesmas dificuldades, suas palavras e conselhos foram fundamentais para o meu progresso.

Aos meus amigos, que por estarem passando pelas mesmas dificuldades e situação, também foram fundamentais para o meu progresso, com conselhos e palavras de apoio que me incentivaram chegar até aqui.

A minha namorada e melhor amiga: Leticia Rocha por participar dessa etapa da minha vida, com sua colaboração, paciência e calma, graças a isso consegui manter minha confiança e serenidade todo o tempo.

Agradeço principalmente ao meu orientador Patrick Pedreira, por me orientar em cada etapa desse trabalho, com sua paciência e calma, colaborando com conselhos e dicas. Ao professor Dr. Elvio Gilberto da Silva, por dedicar com muita paciência e atenção, parte do seu valioso tempo para me orientar em cada passo desta monografia.

Não posso esquecer-me de agradecer a todos os professores que fizeram parte dessa etapa de ensino, graças a eles fui capaz de adquirir todo conhecimento e base que possuo hoje.

RESUMO

A indústria de jogos é uma das áreas em maior crescimento, tanto no mercado internacional quanto nacional e movimenta milhões por ano, afetando outras áreas da economia. Os jogos já não são mais somente entretenimento infantil, tendo ganhado espaço na vida de bilhões de pessoas no mundo. Ao longo do tempo, com o crescimento dentro do mercado e com o amadurecimento no desenvolvimento desse tipo de software, também foram aprimoradas as técnicas envolvendo Inteligência Artificial (IA) dentro dos jogos eletrônicos. Além dos fatores de design, uma das principais características de um jogo, é sua "inteligência", cujo foco principal é gerar a dificuldade ou ligar pontos da história, servindo para aproximar as ações dos personagens virtuais às de um humano. Existem muitas teorias dentro da Inteligência Artificial e todas muitas delas podem ser aplicadas no desenvolvimento de jogos eletrônicos, cada uma com características que poderão melhorar a interatividade. Uma forma de criar essa interatividade para o jogador é com a aplicação de IA, gerando níveis de dificuldades compatíveis com suas ações ao decorrer do jogo. Uma das teorias que podem ser usadas com essa finalidade são os Algoritmos Genéticos. Um Algoritmo genético (AG) é um algoritmo de busca e otimização, onde a próxima população (soluções de um problema) é gerada através da combinação de dois genes pais, sempre buscando uma nova população com melhor desempenho. Diante desse contexto, o objetivo deste projeto é demonstrar a importância da IA dentro de um ambiente de jogo eletrônico, utilizando-a para modelar a interatividade entre jogador e ambiente virtual. Para atingir esse objetivo foi desenvolvido um jogo (utilizando a ferramenta Unreal Engine 4) e usada a teoria dos AGs, que é responsável por criar novos estágios com níveis de dificuldades relacionados ao desempenho e escolhas feitas pelo jogador. Por meio de questionários e testes aplicados em usuário para validar os resultados, conclui-se que o algoritmo genético atinge o objetivo principal de otimizar a dificuldade.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Jogos. Algoritmo Genético. Unreal Engine.

ABSTRACT

The gaming industry is one of the fastest growing areas in both the international and national markets and moves millions a year, affecting other areas of the economy. The games are no longer just children's entertainment, having gained space in the lives of billions of people in the world. Over time, with the growth inside the market and with the maturation in the development of this type of software, the techniques involving Artificial Intelligence (AI) inside the electronic games have also been improved. In addition to the design factors, one of the main characteristics of a game is its "intelligence", whose main focus is to generate difficulty or connect points of history, serving to approximate the actions of the virtual characters to those of a human. There are many theories within Artificial Intelligence and many of them can be applied in the development of electronic games, each with features that can improve interactivity. One way to create this interactivity for the player is with the application of AI, generating levels of difficulties compatible with their actions during the course of the game. One of the theories that can be used for this purpose is Genetic Algorithms. A Genetic Algorithm (GA) is a search and optimization algorithm, where the next population (solutions of a problem) is generated by combining two parent genes, always seeking a new population with better performance. Given this context, the objective of this project is to demonstrate the importance of AI within an electronic gaming environment, using it to model interactivity between player and virtual environment. To achieve this goal, a game was developed (using the Unreal Engine 4 tool) and used the GA theory, which is responsible for creating new stages with levels of performance-related difficulties and player-made choices. It is concluded that the genetic algorithm achieves the main objective of optimizing the difficulty by means of questionnaires and user tests to validate the results.

Keywords: Artificial Intelligence. Games. Genetic Algorithm. Unreal Engine.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Computador usado na programação do "Spacewar!"	17
Figura 2 - "Pac-Man"	18
Figura 3- Sony Playstation	19
Figura 4- Consoles portáteis da Nintendo e Sony	21
Figura 5 - Kinect, sensor de movimentos da Microsoft.....	22
Figura 6- Partida do jogo FIFA 2016	28
Figura 7 - Inteligência Artificial como destaque no jogo Halo Reach.....	29
Figura 8 - Algoritmo Genético Simples (AGS)	33
Figura 9 - Algoritmo Genético, exemplo de Cruzamento.....	34
Figura 10 - Algoritmo Genético, exemplo de Cruzamento de dois pontos.....	35
Figura 11- Algoritmo Genético, exemplo Mutação	36
Figura 12 - Exemplo de um Blueprint na Unreal Engine.....	37
Figura 13 – Gears of War 3, desenvolvido na Unreal Engine.....	38
Figura 14 - Empresas que fazem uso da ferramenta	39
Figura 15- Plataformas Suportadas pela Unreal Engine 4	40
Figura 16 - Mapa de movimentos	42
Figura 17- Comparação entre sala de estar real e projetada	43
Figura 18 - Primeiro teste feito na Unreal Engine.....	45
Figura 19 - Local para adquirir objetos utilizados no projeto	46
Figura 20 - Cenário onde o jogo é ambientado	47
Figura 21 - Personagens 3D	48
Figura 22– Armazena os danos causados em um Array.....	49
Figura 23 – Ordenação do array	50
Figura 24 – Atribui maiores e menores dano.....	50

Figura 25 - Verifica primeiro maior dano	51
Figura 26 - Cruzamento.....	52
Figura 27- Atribuição dos filhos nos inimigos de pior desempenho.....	52
Figura 28- Mutação	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D – Tridimensional

AG –Algoritmo Genético

AI –Artificial Intelligence (Inteligência Artificial)

FPS – First Person Shooter (Tiro em Primeira Pessoa)

IA – Inteligência Artificial

TI – Tecnologia da Informação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	15
2.1	OBJETIVO GERAL	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3	HISTÓRIA DOS JOGOS E CONSOLES	16
4	INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	23
4.1	UTILIZAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NOS JOGOS	26
5	ALGORITMOS GENÉTICOS	30
5.1	O ALGORITMO	31
5.2	APTIDÃO	33
5.3	CRUZAMENTO	34
5.4	MUTAÇÃO	35
5.5	SELEÇÃO	36
6	UNREAL ENGINE 4	37
6.1	REQUISITOS DO SISTEMA.....	39
6.2	PORTABILIDADE.....	39
7	TRABALHOS CORRELATOS	41
7.1	A UTILIZAÇÃO DE ALGORITMOS GENÉTICOS NO CONTROLE DO MOVIMENTO DE PERSONAGENS	41
7.2	DESENVOLVIMENTO DE JOGOS INDEPENDENTES PROJETO – MATER	42
8	METODOLOGIA	44
8.1	LEVANTAMENTO DE REQUISITOS	44
8.2	CONSTRUÇÃO DO CENÁRIO	45
8.3	CRIAÇÃO DOS PERSONAGENS (NPC's)	47
8.4	APLICAÇÃO DO ALGORITMO GENÉTICO.....	48
9	AVALIAÇÃO DO JOGO	54
10	CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
	REFERÊNCIAS	58

1 INTRODUÇÃO

A indústria de jogos é uma das áreas em maior crescimento, tanto no mercado internacional quanto nacional e movimenta milhões por ano, afetando outras áreas da economia, tais como: publicidade, saúde, marketing, arquitetura, entre outras. Os jogos já não são mais somente entretenimento infantil, tendo ganhado espaço na vida de bilhões de pessoas no mundo.

Segundo a Associação Brasileira de Desenvolvedores de Games, 61 milhões de brasileiros jogam em alguma plataforma de jogos eletrônicos, seja em tablets, consoles, smartphones, computadores, ou alguma outra plataforma (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DESENVOLVEDORES DE GAMES, 2015).

Em alguns casos, a indústria de jogos supera grandes produções do cinema no fator econômico, como o famoso título da empresa Rockstar, Grand Theft Auto V, que vendeu o equivalente à US\$ 1 bilhão, em apenas três dias de lançamento valor superior a grandes estreias, como o filme Deadpool, que também em três dias de estreia no cinema, arrecadou US\$ 135 milhões, conseguindo o posto de melhor bilheteria da história, para o mês de fevereiro (GTA V, 2013).

Em seus primeiros passos, os jogos eram vendidos como brinquedos para crianças e ficavam juntos de carrinhos e bonecas, nas prateleiras das lojas. Sua popularização teve início com o surgimento dos consoles de mesa, onde em meados de 1972, surgiu o Odyssey e ganhou forças nos anos 1980 e 1990, com as empresas Sega e Nintendo. Atualmente o mercado possui apenas três marcas de peso na fabricação de consoles: Sony (PlayStation 4), Microsoft (Xbox One) e Nintendo (Wii U). Além das empresas fabricantes, existem as desenvolvedoras que produzem os jogos para os consoles, algumas delas: Capcom, NaughtyDog, Ubisoft, Epic Games, entre outras. Ao longo do tempo, com o crescimento dentro do mercado e com o amadurecimento no desenvolvimento dos jogos, também foram aprimoradas as técnicas envolvendo Inteligência Artificial (IA) dentro dos jogos eletrônicos. Para os desenvolvedores de jogos eletrônicos, as aplicações computacionais de IA e o significado do termo no contexto de jogos são diferentes dos encontrados no meio acadêmico. Para distinguir a Inteligência Artificial utilizada em jogos e no meio acadêmico, os desenvolvedores adotaram o termo Game AI (Artificial Intelligence) (FUNGE, 2004 citado por KISHIMOTO, 2004).

Em uma comparação rápida entre dois jogos conhecidos, de décadas distantes, Pac-Man e Gearsof Wars, mostra como o conceito de Game AI (Inteligência Artificial nos Jogos) evoluiu ao longo do tempo. Em Pac Man a Game AI (Inteligência Artificial nos Jogos) tinha como único objetivo perseguir o personagem e quando atingia esse objetivo antes de se concluir o nível, o jogador era derrotado. Já em Gears Of War os inimigos presentes no jogo apresentam comportamentos “humanos” e sempre que algum deles está sob ataque, tem a percepção de que existe a necessidade de se esconder, isso mostra um pouco da evolução, o objetivo é o mesmo, mas com um aprimoramento da *game AI*. Hoje os jogos são usados desde uma ferramenta para o ensino de crianças até tratamentos em fisioterapia. Um bom exemplo visto são os simuladores de carro, que já são usados em diversas auto escolas e o seu ambiente lembra muito um jogo.

Além dos fatores de design, uma das principais características de um jogo, é sua *Game AI*, cujos focos principais são gerar a dificuldade ou ligar pontos da história, servindo para aproximar as ações dos personagens virtuais às de um humano.

A IA estuda como realizar uma tarefa dentro de um ambiente virtual, onde as pessoas já realizam e com maior eficiência. Um dos primeiros resultados obtidos dentro dos primeiros estudos feitos sobre IA, foi o feito de um computador realizar uma tarefa “difícil”, melhor do que um humano (RICH, 1988).

Os objetivos da IA em um jogo podem ser dos mais variados, ela pode ser usada seja com personagens que ligam pontos da história, ou nas ações e resposta de um NPC dentro de um jogo ou ainda por personagens que possibilitam interação e diálogos de acordo com seu desempenho, ou principalmente na reação dos inimigos existentes que respondem de acordo com a ação do usuário dentro do jogo.

Existem muitas teorias dentro da Inteligência Artificial e muitas delas podem ser aplicadas no desenvolvimento de jogos eletrônicos, cada uma com características que poderão melhorar a interatividade. Uma das teorias que podem ser usadas com essa finalidade são os Algoritmos Genéticos.

Um Algoritmo genético (AG) é um algoritmo de busca a otimização onde a próxima população (soluções de um problema) é gerada através da combinação de dois genes pais, sempre buscando uma nova população com melhor desempenho (RUSSELL, NORVIG, 2004).

Outra característica importante ao desenvolver um jogo, é a interatividade do jogador com a máquina, isso se torna possível com a interação de personagens dentro de um cenário, onde um NPC responde aos seus atos e trazem personagens virtuais com características e ações de uma pessoa real ou ainda, inimigos que reagem de formas diferentes à cada tipo de ataque que o usuário transfere. Uma forma de criar essa interatividade para o jogador é com a aplicação de IA, gerando níveis de dificuldades para o jogador, compatível com suas ações ao decorrer do jogo. Um AG pode tratar esses níveis de dificuldades, para que sejam gerados novos inimigos com combinações e respostas diferentes, relacionados às escolhas e ações do jogador. Quando se fala em interatividade é importante ressaltar o visual dos cenários, a interface do jogo, onde o usuário deve-se sentir confortável. Detalhes nos cenários, similaridade com a realidade, seja na iluminação, ou na riqueza de detalhes dos objetos, torna todo um ambiente atrativo, e agradável para o jogador. Isso se torna possível graças a diversas ferramentas gráficas que existem no mercado, alguma delas são: Unity 3D, CryEngine e UnrealEngine 4.

Será explicada cada etapa do processo de criação de um jogo, como: montagem de um cenário, criação dos personagens, animações e implementação do Algoritmo Genético. A escolha da ferramenta UnrealEngine tornara todo o processo mais didático para demonstração.

Diante de todo esse contexto, o objetivo deste projeto é demonstrar a importância da IA dentro de um ambiente de jogo eletrônico, como é criado essa interatividade entre jogador e ambiente virtual. Para atingir esse objetivo será usada a teoria dos AGs, que ficará responsável por criar novos estágios com níveis de dificuldades relacionados ao desempenho e escolhas feitas pelo jogador.

2 OBJETIVOS

A seguir serão descritos os objetivos desse trabalho.

2.1 OBJETIVO GERAL

Otimizar a dificuldade de um jogo, utilizando AG, partindo do desempenho individual de cada jogador.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Pesquisar e definir os conceitos que envolvem algoritmos genéticos e sua utilização no desenvolvimento de jogos;
- b) Investigar e definir etapas que envolvam o desenvolvimento de um jogo utilizando a UnrealEngine;
- c) Abordar a integração da Unreal Engine com outras ferramentas de modelagens;
- d) Modelar os NPCs com diferentes características de acordo com a Teoria dos Algoritmos Genéticos;
- e) Desenvolver um ambiente, integrando os elementos gráficos;
- f) Aplicar os operadores genéticos no processo de evolução dos NPCs, para geração de novos estágios, enfocando o algoritmo genético para gerar combinações de inimigos mais difíceis para o jogador;
- g) Avaliar o desempenho dos algoritmos genéticos na tarefa de otimização do nível de dificuldade;
- h) Utilizar os resultados obtidos na análise, para geração de novos estágios, aplicando o algoritmo genético para gerar combinações de inimigos mais difíceis para o jogador.

3 HISTÓRIA DOS JOGOS E CONSOLES

Os jogos eletrônicos têm papel fundamental em todo mundo, seja ligado ao marketing, educação, internet, escola, computadores, ou ainda, vídeo games. No geral está relacionado diretamente com o ser humano e são essas relações que tornam interessantes os estudos dos jogos eletrônicos, para melhor compreensão de sua história e funcionamento (MENDES, 2006)

A era dos jogos eletrônicos, começou em 1961, quando uma equipe de estudantes do *Massachusetts Institute of Tehnology* (MIT) , desenvolveu um jogo chamado “Spacewar”. O jogo desenvolvido por uma equipe de cinco pessoas, possuía como principal desenvolvedor o Steve Russell, e seus colegas, Dan Edwards, Peter Sampson, Alan Kotok e Martin Graetz, onde tinha como principal objetivo travar uma batalha espacial (HISTORIA..., 2004).

Uma das primeiras participações da Inteligência Artificial (IA) na história, foi dentro dos jogos, por volta de 1950. Com o estudo dos jogos, feito por Konrad Zuse, Claude Shannon e Alan Turing, houve um grande avanço em relação a IA, com padrões nos jogos, tornando-os capazes de vencer facilmente um ser humano. Jogos como Othello, xadrez, dama, Go, eram desafiadores, e em alguns casos capazes de vencer campeões humanos (RUSSELL; NORVIG, 2004).

Para Russell, desenvolver um jogo era um desafio, já que naquela época um computador custava US\$ 120.000, e ninguém compraria um computador para jogar um simples jogo. O computador usado para criar o jogo, foi um TX-0, a ideia foi bem aplicada e criou-se um jogo baseado em uma literatura de ficção científica escrito pelo autor E.E “Doc” Smith, onde se tratava de uma batalha espacial, na Figura 1 é possível ver o computador que foi utilizado para criação do “Spacewar” (HISTORIA..., 2004).

Figura 1- Computador usado na programação do "Spacewar!"



Fonte: UOL JOGOS (2004).

A história dos jogos, também pode ser dividida em uma linha do tempo de dez em dez anos, começando pelos anos 70, seguido por 80, 90, 2000. A diferença entre as décadas ficam por conta da tecnologia existente em cada uma delas. Uma das empresas pioneiras nesta área, foi a Nintendo, que antes de ganhar o mercado de consoles e jogos eletrônicos fabricava cartas de baralho (KISHIMOTO, 2004).

O primeiro console nasceu em 1971, mas sua história vem muito antes disso, quando, com uma ideia de criar uma TV interativa o engenheiro Ralph Baer (em 1949), criou uma TV com jogos, mas seu projeto acabou não vingando. Anos à frente a empresa Magnavox compra o projeto do engenheiro Ralph Baer, e começa desenvolver o primeiro console de mesa, o primeiro com função de conectar-se em uma TV. Enquanto isso, na mesma época, o futuro fundador da empresa Atari, Nolan Bushnell cria o "Computer Space" primeiro arcade da história, com uma adaptação do jogo "Spacewar!". O arcade se trata de uma máquina exclusiva para o jogo, já que os computadores eram caros e ocupavam um espaço muito grande (HISTORIA..., 2004).

Segundo Kishimoto (2004, citado por KENT, 2001), alguns historiadores dizem que o "SpaceWar!" não foi o primeiro jogo, mas sim o "osciloscópio" criado pelo cientista Willy Higinbotham em 1958, onde era possível jogar uma partida de tênis.

Com a criação do primeiro arcade, Bushnell funda a empresa Atari, e logo no final de 1972 lança "Pong" para arcade, o jogo se torna um fenômeno, e outras

empresas começam a lançar jogos semelhantes para entrar no mercado de fliperamas (HISTORIA..., 2004).

A ideia de construir um vídeo game capaz de ser conectado em uma TV surgiu em 1971, com a ideia em mãos a Magnavox decidiu fazer uma apresentação que imediatamente foi aceita pelo público. Em 1972 a Magnavox fechou contrato e iniciou a produção de seu console de mesa, o Odyssey (KENT, 2001).

Com a entrada da Nintendo no mercado de consoles, surgiram grandes jogos em 1980, “Donkey Kong”, “Pac Man”, “Pitfall”, entre outros nomes. Os dois mais famosos são o “Donkey Kong”, cujo objetivo do personagem é salvar sua namorada de um Gorila gigante e “Pac Man” com mais de 300 mil unidades vendidas, que tem como objetivo comer todos os pontos que estão espalhados no cenário assim como é mostrado na Figura 2 (HISTORIA..., 2004).

Figura 2 - “Pac-Man”



Fonte: UOL JOGOS (2004).

Os vídeo-games, também conhecidos como consoles, são máquinas que comportam diversos jogos, sejam por meio de cartuchos, CD-ROM, DVD-ROM, ou ainda, outras mídias físicas e digitais. Ao longo de toda história diversos consoles se destacaram no mercado, como: Dreamcast, N64, Gamecube, Playstation e X-Box. Outra plataforma usada para o mesmo fim é o computador, mas independentemente da plataforma utilizada, todos partem dos mesmos princípios, de jogar

individualmente contra a máquina, ou em grupo de pessoas, seja por meio de um segundo controle, ou por uma rede *online* (MENDES, 2006).

Em 1990, a Nintendo lança o Super NES, acompanhado do jogo que teve o maior sucesso de vendas da história, o “Super Mario Bros3”. O console, por ser um dos mais esperados da época gerou filas imensas para sua compra e mesmo com concorrentes de peso como Mega-Drive e Turbo Grafx (Primeiro console a fazer uso da mídia física CD-ROM), as vendas e o sucesso do Super NES, ou Super Famicom, assim chamado no Japão (HISTORIA..., 2004).

Alguns anos à frente, a Sony, que ainda não tinha nenhum console no mercado, propõe para a Nintendo o lançamento do Playstation, que seria apenas um acessório para o console da Nintendo, sua proposta era melhorar o desempenho do console, com uma mídia de CD-ROM, com maior armazenamento e qualidade de imagem e som. Com conflitos entre as empresas o projeto foi desfeito, a Sony acabou apostando em sua nova mídia, onde a capacidade de armazenamento era maior e existia uma facilidade para o desenvolvimento de jogos. Já a Nintendo, ainda aposta nos cartuchos. Assim, a Nintendo começou a desenvolver seu novo console o Nintendo 64 e a Sony se arriscou ao lançar seu console de forma independente, o Playstation, conhecido como PSX, ou PSOne, que chegou ao mercado em 1994. Seu primeiro modelo fabricado e vendido foi o modelo Fat, como mostra na Figura 3 (TECHTUDO, 2013).

Figura 3- Sony Playstation



Fonte: UOL JOGOS (2004).

Com a entrada da Sony no mercado, houve uma contribuição muito grande para evolução dos vídeo games, e dos jogos desenvolvidos para a plataforma. E já em 2001 com o Playstation2 já lançado e no mercado, a Microsoft resolve entrar nesse mercado, e lança seu console, nomeado Xbox, com alguns jogos de peso (HISTORIA..., 2004).

Segundo Mendes (2006), a indústria de vídeo games, em meados de 2002, com a ajuda de campanhas publicitárias focadas no público de jogos, por meio de revistas e internet, movimentou em todo o mundo mais de 31 bilhões de dólares, com produção de vídeo games e jogos.

Houve um investimento para consoles de mão, tanto por parte da Sony quanto da Nintendo, viabilizando a produção de seus consoles portáteis. Entretanto, a Nintendo foi a primeira a lançar seu vídeo game portátil, o Game Boy, que contava com cartuchos e jogos em preto e branco. Mais à frente ela lançou uma nova versão, o Game Boy Color, que já contava com jogos coloridos, porém, o mesmo design, e futuramente o Game Boy Advance, onde contava com jogos coloridos, compatibilidade com jogos do antigo Game Boy Color e um novo design (HISTORIA..., 2004).

Dentro dessa trajetória de portáteis da Nintendo, ela lançou o Nintendo DS que já contava com uma tela sensível ao toque, e algumas versões melhoradas, com tela maior, e seu último portátil até o momento, que traz uma tela 3D, na qual não precisa fazer uso de óculos 3D, o console nomeado de Nintendo 3DS. Por sua vez, a Sony também colocou seus portáteis no mercado, com o lançamento do PSP, que parecia com o controle dos consoles de mesa da Sony, mas contava com uma tela, e por último, seu lançamento PSVita, com sensibilidade ao toque na tela, e em sua traseira, contando com uma tela maior, e um *Hardware* mais potente que seu concorrente de mão. Na Figura 4 é possível conhecer os principais consoles portáteis citados e todas suas versões fabricadas (HISTORIA..., 2004).

Figura 4- Consoles portáteis da Nintendo e Sony



Fonte: CELSITE (2012).

Nos anos seguintes, além de melhorias de *hardwares* com um melhor desempenho gráfico dentro do jogo, as empresas investiram em novas tecnologias relacionadas à jogabilidade. A primeira empresa a lançar essa tecnologia foi a Nintendo, com um controle capaz de detectar o movimento do jogador, possibilitando partidas de tênis, tiro e qualquer outro jogo que possibilitasse o uso da movimentação. O controle é capaz de reconhecer o posicionamento em três dimensões, horizontal, vertical, e profundidade. Tempos depois, a Sony e a Microsoft também lançaram no mercado seus novos dispositivos, a Sony por sua vez trouxe um controle parecido com a da Nintendo, no qual também faz uso do posicionamento, e detecta os movimentos (HISTORIA..., 2004).

O dispositivo da Microsoft, por sua vez, foi além, possuía câmeras que faziam um reconhecimento do corpo: braço, pernas, mãos, pulsos, joelhos e quadril, feito isso, ele armazenava os dados no vídeo game, e montava um esqueleto virtual, de acordo com os dados capturados do corpo do jogador, assim sempre que ele se movimentava, o sistema passava essa movimentação para dentro do jogo. Além de capturar os movimentos do corpo, ele fazia um reconhecimento facial, para assim o console sempre reconhecer o dono do aparelho. Na Figura 5 uma ilustração do Kinect (acessório do Xbox360) (XBOX, 2016).

Figura 5 - Kinect, sensor de movimentos da Microsoft



Fonte: XBOX (2016).

Toda evolução dos *hardwares* nos consoles, trouxe como consequência uma evolução da Inteligência Artificial (IA) presente nos mesmos, isso partia de princípios como jogos de perseguição, até jogos atuais repleto de IA. Um grande exemplo de jogos onde a IA está presente o tempo todo, são os jogos de futebol, como FIFA 2016, desenvolvidos pela empresa Eletronic Arts, onde todos os jogadores em campos possuem uma IA para reagir conforme seu desempenho.

4 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A Inteligência Artificial (IA) é um estudo que vem de anos e anos de evolução. Estuda-la é algo muito complexo, já que não existe uma teoria, ou estudo completo, sobre a mente humana ou processos de raciocínio. O objetivo principal da Inteligência Artificial é tratar a inteligência como um fenômeno (FERNANDES, 2005).

A compreensão da Inteligência Artificial, parte principalmente de fundamentos de diversas áreas, e surgiu a milhares de anos. As principais áreas que tiveram uma grande contribuição para o avanço da IA ao longo dos tempos foram a filosofia, linguística, psicologia e biologia (COPPIN, 2013).

Uma das características que tiveram um grande papel na contribuição para a compreensão da IA, foi o ser humano ver as coisas como elas são, criando estudos sobre aquilo que era visto, entender melhor as coisas, e não interpreta-las como pareciam ser (LUGER, 2004).

Os filósofos tiveram um papel extremamente interessante e fundamental, dentro da história da Inteligência Artificial e até mesmo proporcionaram muitas teorias e algoritmos estudados dentro de IA.

Desde muito tempo, os filósofos desempenham papel fundamental para compreensão da IA, com pensamentos e ideias sobre a mente humana e sua maneira de trabalhar de forma similar a uma máquina. Por trabalhar de uma forma codificada, a mente lembra uma linguagem de programação, mas baseada em pensamentos como tomada de decisão (RUSSELL; NORVIG, 2004).

Os primeiros filósofos a desenvolverem um papel importante para a IA foram Aristóteles e Babbage. Inventado por Aristóteles as lógicas proposicionais e predicados, eram baseados em um sistema de raciocínio lógico. Dentro do contexto de IA, Aristóteles fundou a ideia do silogismo. Futuramente outros filósofos, matemáticos e lógicos deram continuidade à sua ideia (COPPIN, 2013).

A Inteligência Artificial desempenha um papel multidisciplinar, com um grande envolvimento de outras áreas, como Ciência da Computação, Filosofia, Psicologia e Linguística. Sua função era criar programas capazes de executar atividades com inteligência semelhante à de um ser humano (TEIXEIRA, 1996).

Segundo Coppin (2013), a criação do computador foi uma ideia derivada de Charles Babbage, o qual não criou propriamente um computador, mas certamente

deve-se muito a ele. A Máquina Analítica é obra dele, onde sua ideia era criar um computador digital, mas as criações de Babbage eram algo mais mecânico do que eletrônico.

A IA trabalha em conjunto com outras ferramentas de auxílio, como lógica e redes neurais, sejam com simulações de redes neurais e células nervosas do cérebro, ou sistemas especialistas ou de dedução (ROSA, 2011).

Outro nome dentro da Inteligência Artificial, talvez um dos mais importantes, é o de Alan Turing, nos anos 1950. Ele não só trabalhou na segunda guerra mundial, ajudando a decifrar os códigos alemães, mas após a guerra, Turing começou um novo projeto, onde ele acreditava ser possível a criação de um computador que pensasse igualmente aos humanos. O teste de Turing foi desenvolvido por ele mesmo, e de uma forma bem simples era assim definido: se uma pessoa interrogasse um computador, porém não conseguisse distinguir se o mesmo era um humano ou uma máquina, ficaria definido o computador como um agente inteligente (COPPIN, 2013).

Muitos filósofos discordavam dos testes de Turing, segundo eles para uma máquina se equiparar ao cérebro humano, teria que ser capaz de compor uma música ou sentir emoções. Esses filósofos diziam que esses testes serviam, no máximo, para simular pensamentos (RUSSELL; NORVIG, 2004).

Os testes feitos por Turing resultaram em diversos programas, como o Eliza, de Weizenbau, um programa capaz de desenvolver uma conversa com um humano, em 1956. E ao final dos anos 50, um jogo com IA suficiente para jogar xadrez ou damas (COPPIN, 2013).

A partir de 1970 a necessidade da IA no mundo dos computadores aumentou, já que sua presença para solução de problemas reais era evidente. Normalmente os problemas eram resolvidos com conversas entre o profissional da área em que o sistema era desenvolvido, com isso falhas aconteciam, e limitações apareciam nos sistemas da época (FACELI; LORENA; GAMA; CARVALHO, 2011).

Para entender melhor como funciona a inteligência humana, deve-se separar a mente em duas habilidades, a dos sentidos e ação, ou seja, sua capacidade de interação dentro dos ambientes ou situações propostas no dia-dia, habilidades, de andar, reconhecer falas, imagens e sons e o modo de se expressar. Um dos principais esforços no campo de Inteligência Artificial é dentro da robótica, onde

parte do princípio de criar todas essas características humanas, aplicando-as em um robô, que poderia reconhecer falas, aprender novos padrões; algo muito parecido com a evolução humana, onde o ser nasce, e com a experiência de vida vai aprendendo ao longo do tempo (FERNANDES, 2005).

Analisando esses termos, fica claro, que o objetivo da IA, independente do contexto aplicado, seja na robótica, jogos ou softwares, é compreender o comportamento humano e suas habilidades para, assim, portar essa habilidade e inteligência humana para outro ambiente, criando um ser virtual, com características semelhantes aos de uma pessoa.

A palavra Inteligência Artificial, vem do latim, onde “Inteligência” deriva de (*inter, legere*) entre, escolher, e tem como significado a capacidade humana de escolher entre opções e realizar algo proposto de forma eficiente. Já a palavra “Artificial” deriva do latim (*artificiale*), é algo fora do contexto humano, é uma inteligência criada pelos homens para simular uma inteligência humana (FERNANDES, 2005).

Dentro do contexto de Inteligência Artificial existem duas distinções para a mesma, a forte e fraca. Para uma IA forte acredita-se que ao colocar uma IA dentro de uma máquina com alto poder de processamento, seja possível criar um computador com capacidades de um humano, com pensamentos e consciência. Já dentro de uma IA fraca é um ponto de vista dentro de uma inteligência artificial, como por exemplo, não basta o computador agir de forma inteligente, pois esse fato não é determinístico para provar que o computador realmente seja inteligente (COPPIN, 2013).

Logo os primeiros passos da IA nos computadores obteve completo sucesso, mesmo que por limitação sofrida decorrido das máquinas e da tecnologia existente na época. Mas foi uma grande evolução para época, por transformar o pensamento de que o computador era apenas uma máquina capaz de realizar contas aritméticas, para uma ferramenta capaz de realizar atividades remotamente inteligentes (RUSSELL; NORVIG, 2004).

Já dos anos 60 aos 90, foi adotado um método mais realista para o progresso da IA, onde não se buscava mais criar uma máquina capaz de pensar e agir como um humano (robô), mas sim algoritmos, heurísticas e metodologias, os quais seriam capazes de auxiliar na solução de problemas. Todos esses métodos eram baseados

na forma como o cérebro humano consegue solucionar problemas. Dessa forma foram criados sistemas capazes de solucionar problemas envolvendo analogias, como os programas criados por Thomas Evans, Melanie Mitchell, que eram capazes de solucionar problemas de analogias (COPPIN, 2013).

Fica provado que a filosofia teve, e ainda tem uma enorme influência dentro da Inteligência Artificial. Sócrates também teve participação, ele acreditava que era possível criar um algoritmo capaz de definir se uma pessoa era boa, ou não. Isso acabou levando a outra ideia, a de substituir um neurônio humano, por um dispositivo eletrônico, e ver se isso ainda sim resultaria na mesma pessoa, capaz de ter pensamentos inteligentes (COPPIN, 2013).

Todos esses pensamentos nos remetem à atualidade, onde o principal meio de atuação da Inteligência Artificial, e que talvez esteja mais presente no nosso dia-dia, são notados nos jogos eletrônicos.

4.1 UTILIZAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NOS JOGOS

Uma das principais áreas onde a Inteligência Artificial atua é nos jogos eletrônicos. Um grande marco da IA nos jogos eletrônicos surgiu em 1997, com a criação de um agente jogador de xadrez (o Deep Blue) capaz de derrotar qualquer um, inclusive o melhor jogador de xadrez do mundo (COPPIN, 2013).

Segundo Neto (2011, citado por SCHWAB, 2004), os primeiros jogos desenvolvidos com IA eram conhecidos por “programação de jogabilidade” por não contarem propriamente com uma IA capaz de simular o comportamento de um humano, mas sim inimigos agindo de forma aleatória.

Um jogo normalmente é composto por uma base de dados de conhecimento muito grande, além é claro, de contar com um algoritmo voltado para IA, seja de busca, um algoritmo genético, entre diversos outros tipos existentes no mundo da IA, combinado com alguma heurística (COPPIN, 2013).

O estudo de jogos na IA se torna interessante para pesquisadores, por sua natureza abstrata e se mapeado por número de ações, levam a um resultado definido em forma de regras. Jogos interessantes como xadrez, trazem isso à tona, por possuir em torno de 35 ramificações com partidas que chegam até a 50

movimentos por jogador, com isso, criam-se diversos nós com combinações em proporções imensas (RUSSELL; NORVIG, 2004).

Um dos maiores sucessos na IA foi a criação de um jogo de xadrez capaz de vencer humanos. Eles normalmente fazem uso de um algoritmo Minimax com poda alfa-beta, com uma gigantesca base de dados de movimentos. Em um jogo de xadrez, quanto maior a árvore (camadas), maior a chance do algoritmo vencer. Considerando que um programa que atinja até a camada 12, tem uma chance consideravelmente maior de vencer um que atinge até à camada 10. Vale ressaltar que essa regra é válida para um jogo de xadrez, em um jogo de damas não se aplica a mesma regra (COPPIN, 2013).

Em alguns jogos o computador não atinge a “perfeição” não sendo capaz de vencer campeões humanos em 100% das tentativas. Uma exceção em critério de dificuldade foi o “Go” que impunha pouco desafio para os jogadores humanos (RUSSELL; NORVIG, 2004).

Othelo é outro jogo famoso, embora seja outro jogo de tabuleiro, se trata de um jogo bem mais simples que os anteriores. Sua árvore de busca em profundidade pode atingir até 50 camadas, tornando-o praticamente invencível quando testado por humanos. O teste foi feito em 1997, quando Othelo derrotou o campeão mundial Takeshi Murakami por 6 a 0. Othelo foi desenvolvido por Michael Buro (COPPIN, 2013).

Já nos dias atuais, com consoles que possuem hardwares mais potentes, com um poder de processamento bem maior, e gráficos perto do realismo, é possível um avanço maior da IA nos jogos, com tempos de resposta mais rápidos.

Um grande exemplo de jogo repleto de IA nos personagens, é o FIFA, série de jogos de futebol produzida pela empresa EA (Electronic Arts), mostrado da Figura 6.

Figura 6- Partida do jogo FIFA 2016



Fonte: EA SPORTS (2016).

Com a IA focada no nível de dificuldade selecionado pelo jogador, FIFA mostra jogadores se comportando de maneira ineficiente, errando passes, e sem muito entusiasmo na marcação e corrida, isso nas dificuldades mais fáceis. Já nas dificuldades mais altas, o oponente se comporta de outra maneira, é aí que a IA do jogo fica mais evidente, com acertos de passes, mais entusiasmo, o modo de jogar de acordo com o resultado atual da partida. Caso o adversário esteja perdendo, adota-se uma estratégia mais ofensiva, deixando espaços na defesa, caso contrário, se o adversário estiver à frente do placar, é adotada uma estratégia defensiva, ganhando tempo em reposição de bola e faltas. Outro ponto fica por conta do posicionamento dos jogadores, tanto do seu time, quanto do adversário, criando linhas de impedimento e laterais dando mais opções de jogo (TECHTUDO, 2014).

Outro jogo, que faz um grande uso de IA nos personagens, é o famoso Halo Reach, jogo de tiro em primeira pessoa, mostrado na Figura 7.

Figura 7 - Inteligência Artificial como destaque no jogo Halo Reach



Fonte: G1 GLOBO (2010).

O jogo apresenta uma IA mais apurada, com inimigos mais espertos, se protegendo de ataques e realizando investidas quando possível, garantindo uma dificuldade elevada até mesmo no nível intermediário do jogo. Quando sozinhos, os inimigos se protegem e tentam escapar, até encontrar ajuda para assim ter chances maiores contra o jogador. Em testes realizados pelo G1, o jogador tentou se esconder, mas o inimigo conseguiu encontrá-lo e ainda armar uma emboscada para o jogador. Em outro teste feito pelo G1, ao entrar em um veículo em uma missão no modo campanha, o inimigo foi esperto o bastante para pular no veículo e lançar o jogador para fora do carro, e ainda assim tentar atropelá-lo. Por passar a sensação de estar jogando contra outros jogadores controlados por humanos, a IA do jogo torna-se destaque e referência para futuros jogos da franquia (G1.GLOBO, 2010).

Diante do uso de IA, uma técnica muito útil para desenvolver uma Inteligência Artificial para inimigos dentro de um jogo, é o Algoritmo Genético. Com características capazes de proporcionar mutações, aprimoramento, e otimizar características e habilidades dos inimigos, promovem uma evolução no decorrer de uma partida, garantindo uma dificuldade maior para o jogador.

5 ALGORITMOS GENÉTICOS

O Algoritmo Genético (AG) é baseado na forma genética e evolutiva de um organismo vivo (biológico), e pode ser usado para diversas finalidades, como resolver problemas de buscas e otimização (FERNANDES, 2005).

Segundo o autor citado anteriormente, baseando-se em Darwin: o método de seleção natural se equivale às populações evoluírem de acordo com o princípio da sobrevivência, onde apenas os mais fortes sobrevivem. Os AGs fazem uso dessa analogia e por isso são capazes de criar soluções para o mundo real. Os AGs trabalham com populações de indivíduos, cada qual é representado em uma solução de um problema dado (FERNANDES, 2005).

Ligado ao método de seleção proposto por Darwin, uma população de indivíduos simbolizados por cromossomos são avaliados e, por meio desta avaliação, uma nova população deverá ser gerada, mas de forma melhorada. Esse processo de gerar novas populações buscando uma evolução deverá ser realizado até atingir o objetivo de uma população melhor (RUSSELL; NORVIG, 2004).

Uma representação bem básica para Algoritmos Genéticos foi apresentada por John Holland, onde ele citava AGs como uma cadeia de bits e essa cadeia seria representada como um cromossomo. Nessa representação cada cadeia de bit é conhecida como um gene. Esses termos são uma forma de assemelhar o Algoritmo Genético de um processo biológico (COPPIN, 2013).

Um indivíduo dentro de AGs é representado por cromossomos, o total desses indivíduos forma a população. Como citado anteriormente, um cromossomo, nada mais é do que um conjunto de bits, formado por 0 e 1, e pensando dessa forma, é possível gerar uma combinação entre os cromossomos, e assim formar novos indivíduos, por meio da combinação de dois pais, o que lembra muito a genética real (COPPIN, 2013).

Quando se fala em indivíduo dentro de uma população em AGs, vale lembrar que deve ser feita uma associação ao grau de aptidão de cada indivíduo, é esse grau de aptidão que torna cada indivíduo único e ao mesmo tempo, determina sua capacidade perante os outros indivíduos da população. Considerando o fator de aptidão de cada indivíduo, isso leva à teoria de Darwin, da seleção natural, onde apenas os mais fortes sobrevivem e continuam a evoluir. Para os AGs vale essa

regra, de que quanto melhor for o nível de aptidão, maior a probabilidade desse indivíduo ser selecionado para reprodução e sofrer a mutação cruzando o seu material genético com outro indivíduo selecionado pelas mesmas regras. Com isso será criado um novo indivíduo, formado por características de seus pais, com objetivo de sempre gerar indivíduos melhores (FERNANDES, 2005).

Considerando os fatores de seleção, onde apenas os melhores indivíduos sofrem mutações e geram novos indivíduos com características de seus pais, conseqüentemente os que possuem um menor nível de aptidão, acabam não passando por essa situação e não geram novos indivíduos com suas características.

Com isso, os AGs genéticos se tornam uma ótima escolha, pois apenas os melhores indivíduos são combinados para gerar uma nova população, sendo assim um AG bem projetado, amplia as chances de obter um ótimo global excelente (FERNANDES, 2005).

5.1 O ALGORITMO

Para formular um AG, é preciso passar pelos seguintes processos, que são descritos por Coppin (2013) da seguinte maneira:

- a) Gerar uma nova população de forma aleatória;
- b) Analisar se o critério de terminação é satisfeito, caso não continuar;
- c) Determinar o grau de aptidão de cada indivíduo (cromossomo);
- d) Avaliar os melhores indivíduos, para gerar o cruzamento dos pais, para assim gerar uma nova população com características herdadas de seus pais;
- e) Retornar à etapa “b”, e avaliar se a nova população é satisfatória, caso não, repetir o processo.

Dentro do algoritmo genético a população pode ser enxergada como parte principal para todo funcionamento do algoritmo, já que todos os cálculos e análises são feitos em cima da população. Em cada indivíduo da população estão guardados códigos, também chamados de genes, e são neles que estão todas as plausíveis soluções (NETO, 2011).

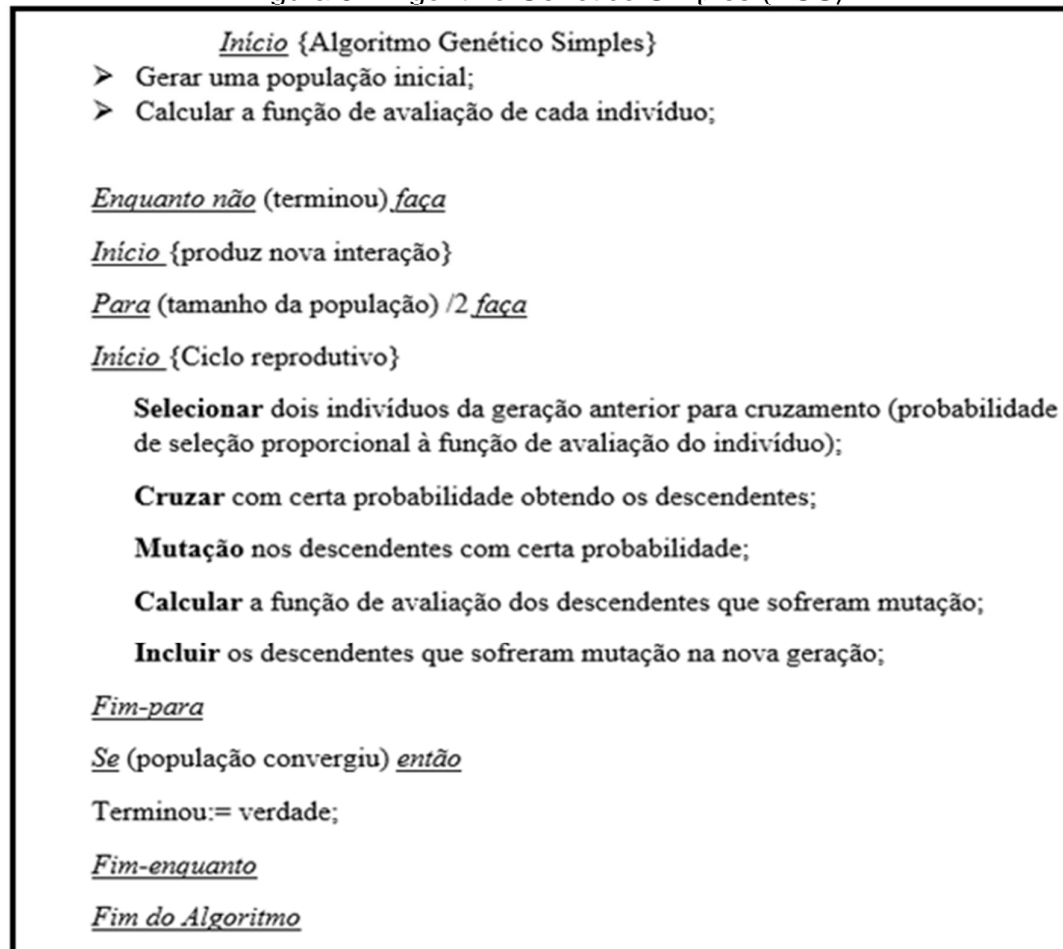
Deve ser definido o tamanho da população antes do AGs ser iniciado. A forma como vai ser feita a escolha do tamanho da população, vai de acordo com o problema em questão, tendo em vista que na maioria dos casos, o tamanho da população se mantém constante o tempo todo, mas em outros casos, é útil ocorrer essa variação de tamanho. Entretanto, isso não se aplica ao tamanho do cromossomo, já que ele tem que permanecer do mesmo tamanho durante todo o processo, uma vez que o cromossomo se trata de uma cadeia de características de cada indivíduo (COPPIN, 2013).

É comum serem utilizadas denominações e definições da biologia genética no contexto de AG, mesmo sendo um estudo voltado para a área da tecnologia sua derivação como o próprio nome do algoritmo diz, vem da genética. Termos como fenótipo, gene e cromossomos podem ser muito utilizados para definições dentro do AG (NETO, 2001).

Os cromossomos mais aptos passam suas características para as próximas gerações, com a união dos dois indivíduos mais aptos de cada fase. Com essa produção, o resultante desses cruzamentos, vai substituindo a geração anterior. Na maioria dos casos, quando os pais geram novos filhos, esses filhos substituem seus pais dentro da população, mas também é possível permitir que membros de uma geração anterior sobrevivam dentro da nova população (COPPIN, 2013).

Na Figura 8 é demonstrada uma representação simples de um AG.

Figura 8 - Algoritmo Genético Simples (AGS)



Fonte: Fernandes, (2005, p.117.).

5.2 APTIDÃO

Dentro de um algoritmo genético, a aptidão serve como uma métrica para os cromossomos, colocando uma objetividade para o mesmo dentro de sua implementação. Um exemplo simples para demonstrar a classificação dos números em ordem numérica, é definir uma aptidão para contar quando os números se posicionam no local correto, e para tornar o algoritmo ainda mais completo, seria possível verificar quando o número está no seu local incorreto e qual sua distância do local correto (COPPIN, 2013).

Em 1994, Karl Sims, desenvolveu “Criaturas” capazes de realizar movimentos e ações dentro de um ambiente. Sua intenção era demonstrar essa interação entre as diferentes partes do corpo de suas “criaturas” com as demais, e sua interação

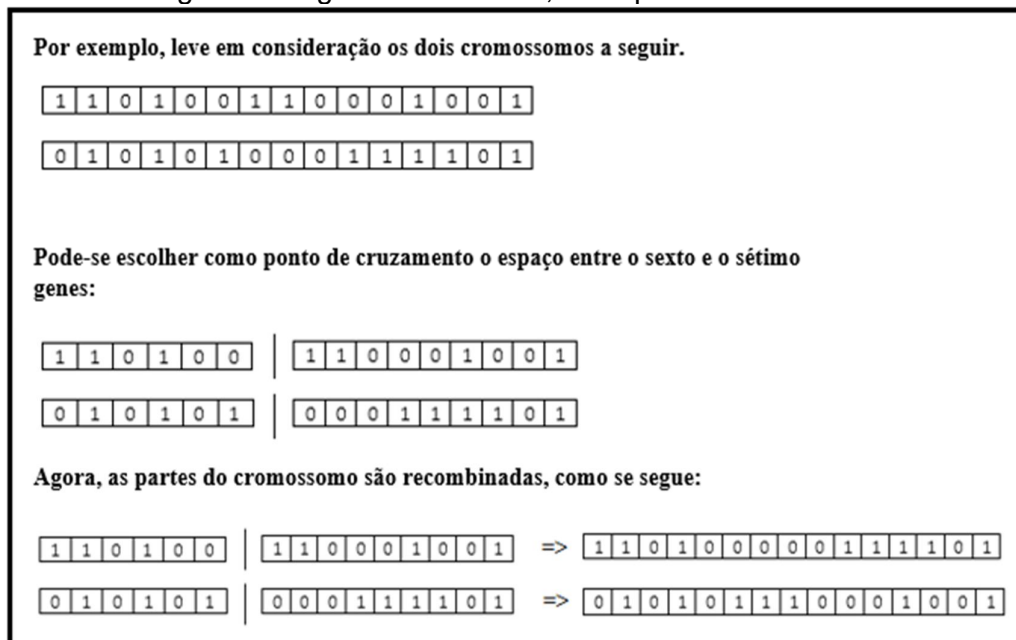
dentro do ambiente. A aptidão usada por Sims foi para definir como a forma física, representadas por informações genéticas das criaturas, atendia a certos critérios (COPPIN, 2013).

Dessa forma, fica claro que aptidão dentro de um AG, é uma forma de avaliar os indivíduos (representados por cromossomos) presentes no algoritmo, determinando qual o melhor indivíduo para a situação. Como definido anteriormente, para isso é usada uma métrica, e é por essa métrica que será baseado todo o algoritmo genético.

5.3 CRUZAMENTO

O cruzamento dentro de um Algoritmo Genético se trata da junção de dois cromossomos do mesmo tamanho. Como o próprio nome sugere é cruzar partes específicas de um cromossomo, para assim gerar um novo com características dos pais. Essa junção pode ser feita escolhendo pontos aleatórios de um cromossomo, porém, ao escolher qual trecho do cromossomo será cruzado, deve-se respeitar a regra nos dois cromossomos, e fazer o cruzamento, assim como é explicado na Figura 9 (COPPIN, 2013).

Figura 9 - Algoritmo Genético, exemplo de Cruzamento

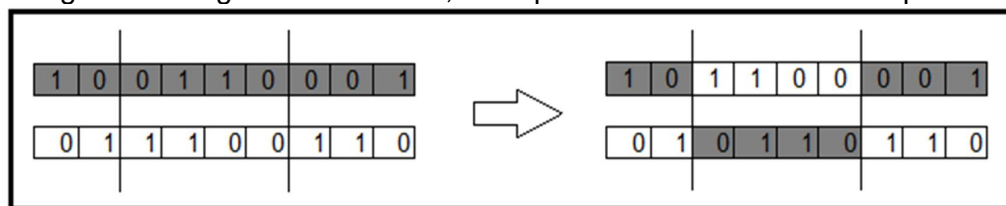


Fonte: Coppin, (2013, p.337.).

O processo de cruzamento (crossover) se trata de uma técnica para misturar o gene de dois pais, para assim formar um novo filho. Para realizar essa mistura é necessário criar uma máscara, onde é definido em quais partes do cromossomo acontecerá essa “mistura” dos cromossomos, e assim gerar um novo filho com características dos pais (NETO, 2011).

Segundo Coppin (2013), esse processo de cruzamento é muito parecido com o cruzamento de DNA humano. Ele funciona da mesma forma que ocorre nos humanos, em que herda-se material genético dos pais formando um novo DNA com base no cruzamento de ambos. Embora no exemplo anterior tenha sido usado apenas um ponto de cruzamento, também podem ser usados dois ou mais pontos dos cromossomos, assim como mostrado na Figura 10, onde é feito um cruzamento de dois pontos, embora o mais comum e utilizado seja o cruzamento de um ponto.

Figura 10 - Algoritmo Genético, exemplo de Cruzamento de dois pontos



Fonte: Coppin, (2013, p.337.).

Também existem outras formas de cruzamentos presentes nos algoritmos genéticos, mas ainda assim, o mais utilizado é o cruzamento de um ponto, ou ainda, mesmo que um pouco menos comum o de dois. Existem outras formas, como o cruzamento uniforme, mas não é muito comum sua utilização (COPPIN, 2013).

5.4 MUTAÇÃO

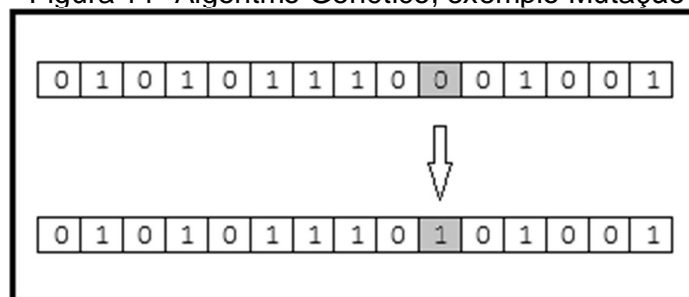
A mutação de um gene acontece de forma aleatória e individual em cada gene da população. De certa forma ela funciona de maneira semelhante ao cruzamento, mas de forma menos eficaz, já que ela faz uma modificação muito pequena e com uma probabilidade de mutação em cada gene muito baixa. O que não deixa de ser importante, já que ocorre de forma aleatória e em cada indivíduo (gene) de uma população, ao contrário do cruzamento onde normalmente são

escolhidos dois pais que possuem melhor aptidão para formar um novo filho com características melhores (FERNANDES, 2005).

Segundo Coppin (2013), a mutação envolve o valor de um bit no cromossomo, mas com a utilização de uma taxa bem pequena na probabilidade daquele cromossomo sofrer a mutação, como exemplo, uma taxa de 0,01 para um cromossomo de 100 genes, o esperado seria reverter o valor de um gene.

Dessa forma o AG terá grande evolução dentro de suas gerações, já que causa evoluções em todos os genes presentes dentro da população, assim como mostrado na Figura 11, um exemplo de mutação, onde é alterado um gene do cromossomo.

Figura 11- Algoritmo Genético, exemplo Mutação



Fonte: Coppin, (2013, p.339.).

5.5 SELEÇÃO

Segundo Fernandes (2005), a função de seleção mais usada é chamada de "função de seleção proporcional" – $f(o)$, onde cada indivíduo da população tem chances proporcionais de se tornarem pai, proporcional ao valor de sua $f(o)$.

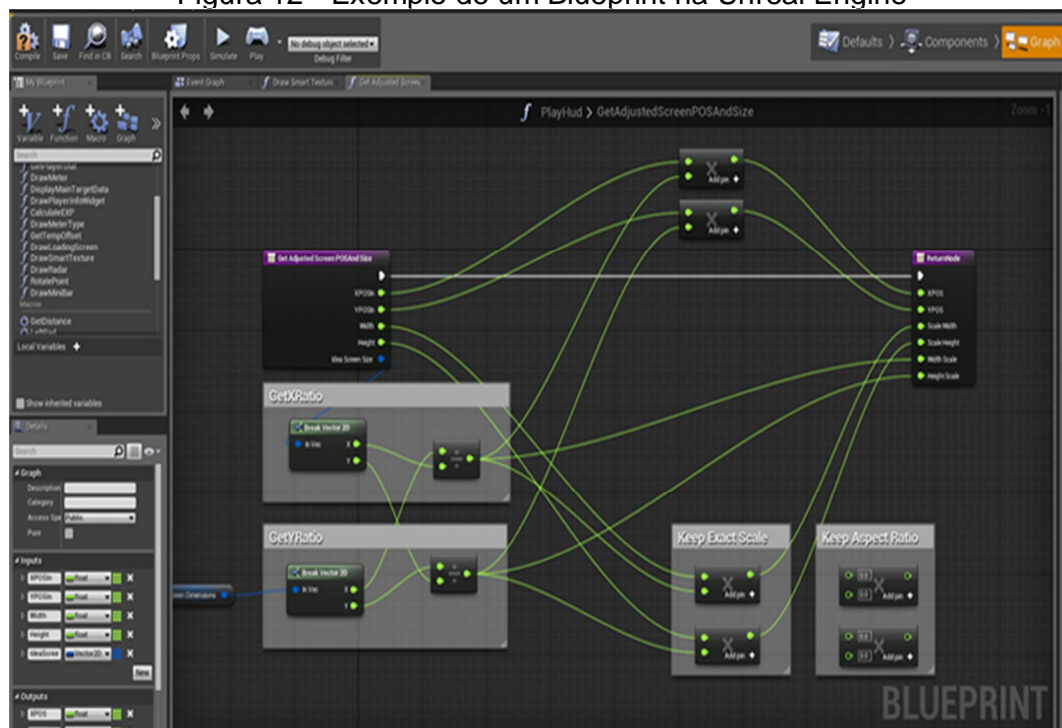
Alguns métodos usados para seleção são tratados por Baker (1987) e Brindle (1991), em que cada um trata de maneira diferente a forma como será feita a seleção. Baker faz uso de vetores circulares proporcionais a $f(o)$, funciona como o giro de uma roleta em que cada indivíduo é selecionado entre espaçamentos iguais, e com inícios aleatórios, já o de Brindle, consiste na alternância de cada cromossomo na população, onde cada indivíduo sofre um determinado número de seleção, e esse número de vezes selecionado corresponde com o número esperado de ocorrências do evento todo, assim competindo os indivíduos pelo resto (FERNANDES, 2005).

6 UNREAL ENGINE 4

A Unreal Engine (UE) é um motor gráfico, voltado para criação de jogos, desde jogos simples 2D para smartphones, até o desenvolvimento de jogos para consoles e até mesmo RV (Realidade Virtual). Ela se torna útil por se adaptar tanto para desenvolvedores leigos, que ainda estão dando seus primeiros no mundo de desenvolvimentos de jogos, até grandes empresas desenvolvedoras de jogos (UNREALENGINE.COM, 2016).

A UnrealEngine, é uma ferramenta desenvolvida em C++, o que torna o desenvolvimento do jogo ainda mais fácil para quem já está familiarizado com linhas de programação. Embora a UE tenha por base C++, a ferramenta dá ao usuário a opção de utilizar Blueprint, que se trata de utilizar um modo gráfico para gerar atributos e liga-los, facilitando o uso para pessoa que não conhece ou não goste de linhas de códigos. Na Figura 12 segue um exemplo de Blueprint dentro da ferramenta (UNREALENGINE.COM, 2016).

Figura 12 - Exemplo de um Blueprint na Unreal Engine



Fonte: Unrealengine.com (2016).

A empresa por trás da criação da UnrealEngine é a Epic Games, a qual faz uso da ferramenta em seus jogos, porém, só após um tempo que a empresa lançou seu motor gráfico no mercado, para diversos desenvolvedores novatos poderem se aprofundar na ferramenta. Alguns títulos muito famosos lançados pela empresa foram: Gears of War (Figura 13) e Paragon, ambos desenvolvidos dentro da UnrealEngine, e capazes de demonstrar todo seu poder gráfico com texturas e iluminações robustas (UNREALENGINE.COM, 2016).

Figura 13 – Gears of War 3, desenvolvido na Unreal Engine



Fonte: Techtudo (2012).

Além de contar com uma vasta biblioteca de downloads dentro da própria ferramenta, com pacotes de texturas, objetos e animações prontas, a desenvolvedora ainda fornece diversos tutoriais ensinando quem está começando na área com mini cursos gratuitos que vão desde simples ações dentro do motor gráfico, até o desenvolvimento de algo mais complexo dentro da ferramenta (UNREALENGINE.COM, 2016).

A ferramenta que por ventura tem como público principal desenvolvedores de jogos, também possui outras abrangências muito exploradas dentro do mercado, dentre elas no desenvolvimento de Arte e Animação, projetos de arquitetura e engenharia, tudo isso sem que seja necessária uma linha de programação dentro da ferramenta. Hoje no mercado existem diversas empresas muito conhecidas que fazem o uso da ferramenta, na Figura 14 é possível ver algumas dessas empresas (UNREALENGINE.COM, 2016).

Figura 14 - Empresas que fazem uso da ferramenta



Fonte: UNREALENGINE.COM (2016).

6.1 REQUISITOS DO SISTEMA

Segundo a desenvolvedora da ferramenta, os requisitos recomendados para funcionar o motor gráfico envolvem um sistema operacional Windows 7/8 de 64 bits, um processador Quad-Core da Intel ou AMD com velocidade de 2,5GHz ou mais, memória RAM de 8GB, e compatibilidade com DirectX 11 (UNREALENGINE.COM, 2015).

Pode-se considerar que quanto melhor as características da máquina, melhor o desempenho da ferramenta, caso contrário, o usuário terá maior dificuldade em obter um bom resultado com cenários cheios de elementos.

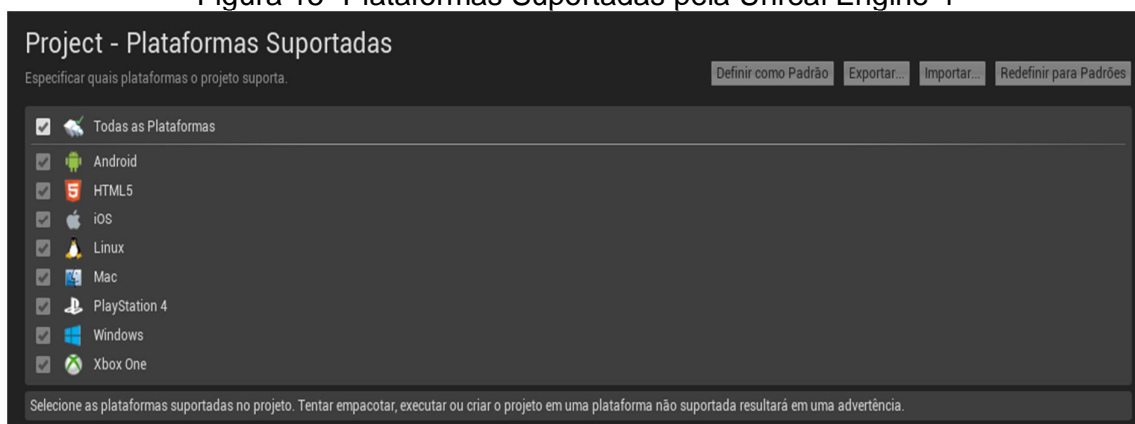
6.2 PORTABILIDADE

A UnrealEngine também é capaz de fazer portabilidade dos projetos, para outros sistemas, como o Android, IOS, Linux entre outras, além da possibilidade de

desenvolver para os consoles de mesa, como PlayStation e Xbox (UNREALENGINE.COM, 2016).

O procedimento para fazer a portabilidade de um projeto é simples, bastando baixar e configurar os pacotes disponibilizados dentro da própria ferramenta. Após o download e portabilidade feitos, o projeto (jogo) deverá ser compilado dentro da plataforma em que foi feita a portabilidade. A Figura 15 mostra algumas plataformas de portabilidade que a ferramenta suporta. (UNREALENGINE.COM, 2016).

Figura 15- Plataformas Suportadas pela Unreal Engine 4



Fonte: Elaborada pelo Autor.

7 TRABALHOS CORRELATOS

Seguindo o conceito apresentado, outros projetos foram usados como base para construir de conceitos e ideias no desenvolvimento deste TCC, seja pelo uso da mesma IA, ou motor gráfico.

7.1 A UTILIZAÇÃO DE ALGORITMOS GENÉTICOS NO CONTROLE DO MOVIMENTO DE PERSONAGENS

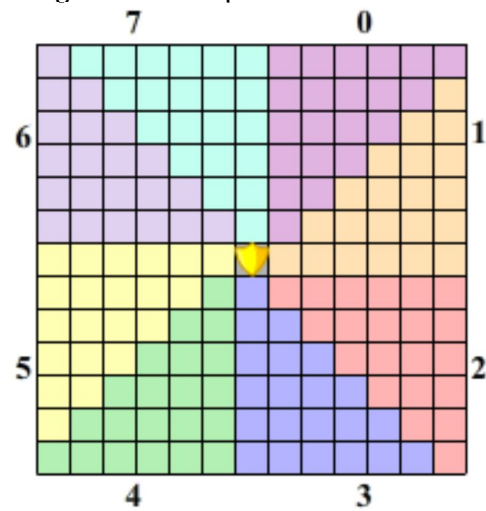
Este projeto desenvolvido por Neto (2011) com objetivos de criar um jogo capaz de mapear os movimentos do personagem para assim melhorar o desempenho do mesmo dentro cenário.

Uma das principais áreas em destaque e crescimento dentro do mundo da Tecnologia da Informação (TI), é o de entretenimento. Esse crescimento criou um interesse muito grande no desenvolvimento de jogos, para com isso explorar à área de interação do jogador com os NPC's (personagens não jogáveis).

Com esse foco de interação, jogador e NPC, aplicar a técnica de IA (Inteligência artificial) e Algoritmo Genético para demonstrar essa interação entre os dois, se torna plenamente plausível. O Algoritmo Genético se aplica mapeando toda a movimentação e ação do NPC, dentro do cenário e de acordo com cada desafio gerado ao NPC deve gerar uma movimentação mais precisa e específica. Esse conceito é aplicado a diversos NPC's distintos, com características diferentes, podem gerar resultados com comportamentos diferentes para cada NPC do jogo.

O objetivo do jogo é guiar o personagem do ponto inicial até o final, desviando ao máximo dos perigos existentes no meio do caminho. Para estruturar a movimentação do personagem foi utilizada uma cadeia de gene e para mapear a quantia de passos e movimentação do personagem, foi preciso criar um mapa de movimentos, esquematizando as possíveis posições que o jogador pode atingir. O AG esquematiza todos os 20 movimentos transformando-os em um vetor, que será transformado em um individuo da população. Na Figura 16 é possível ver o mapa de movimentos elaborado pelo autor, onde em cada quadrado é uma casa que os personagens podem se movimentar no decorrer da partida.

Figura 16 - Mapa de movimentos



Fonte: Neto (2011).

Após mapear a população, são selecionados os pais, e assim aplicada uma máscara para realizar o cruzamento deles (pais), gerando mais dois filhos para a população. Dessa forma, procura-se a otimização do processo de movimentos, isso torna a população mais diversificada, criando novas combinações de movimentos.

Também foi utilizada a técnica de mutação, como forma de analisar o desempenho do AG com e sem a mutação na população. Para o desenvolvimento foi utilizada a ferramenta Unity, um motor gráfico capaz de demonstrar toda interação do NPC's de forma clara, e totalmente dentro do contexto do desenvolvimento de um jogo. Essa ferramenta dá completo suporte, desde à criação de personagens e cenários, até aplicação do Algoritmo Genético nos NPC's criado dentro da Unity (NETO, 2011).

7.2 DESENVOLVIMENTO DE JOGOS INDEPENDENTES PROJETO – MATER

Esta pesquisa desenvolvida por Claus (2014) teve como proposta demonstrar todas as etapas do desenvolvimento de um jogo, desde criação de uma história, até a modelagem e criação de cenários dentro de um motor gráfico escolhido. Também objetivou mostrar diferenças e comparativos entre motores gráficos existentes no mercado, entre eles a Unity e UnrealEngine e apresentar diferenças entre as duas plataformas de desenvolvimento de jogos. O projeto também demonstrou cada etapa da criação, como captura e aplicação de som no jogo, modelagem e criação

de objetos 3D, inserção de animações para ligar pontos da história, definição do gênero do jogo (CLAUS, 2014)

Um ponto crucial é desmitificar as dúvidas referentes à criação de um jogo, como quantas pessoas são necessárias para criação de um jogo, ou ainda, qual a melhor plataforma de desenvolvimento para escolher, o nível de conhecimento em programação, bem como, o que é necessário para começar o desenvolvimento de um jogo. O projeto visa responder todas as questões demonstrando passo a passo cada etapa do desenvolvimento (CLAUS, 2014).

Para construção de um jogo, é necessário se atentar a diversos fatos, primeiro, a escolha do gênero para assim preparar toda a temática e ambientação do jogo. A criação do cenário deve se aproximar do realismo, já que o jogador precisa se convencer que esta na “pele” do personagem que o representa no jogo. Tão importante quanto o cenário é sua sonoridade, cada detalhe como som dos movimentos, interação com o cenário como: portas abrindo, disparo da arma e barulho dos inimigos, cada som emitido no cenário colabora ainda mais para uma imersão do jogador. Outro ponto importante no desenvolvimento do jogo é a criação das animações, dos inimigos, do personagem principal, tudo isso compõe a jogabilidade do jogo, tornando-o fluido. Na Figura 17 uma comparação entre uma sala de estar real, e sua réplica feita na Unreal Engine (CLAUS, 2014).

Figura 17- Comparação entre sala de estar real e projetada



Fonte: Claus (2014).

8 METODOLOGIA

Toda a construção e desenvolvimento deste projeto podem ser divididas nas seguintes etapas: revisão da literatura e no desenvolvimento do jogo. O levantamento teórico já mostrado nos capítulos anteriores (4, 5, 6, 7 e 8) aborda todos os conceitos relacionados à teoria de funcionamento do algoritmo genético que foi utilizado no projeto e o ambiente onde o jogo foi desenvolvido.

Para construção de todo o ambiente (cenário) do jogo, foram utilizados diversos pacotes de conteúdo (personagens, objetos, texturas) oferecidos dentro da própria plataforma Unreal Engine 4, que conta com um Marketplace onde desenvolvedores e empresas colocam à venda, ou oferecem de forma gratuita alguns pacotes de conteúdo. Todo o conteúdo a ser visto no jogo, derivará dos próprios conteúdos oferecidos no Marketplace, com ressalva de alguns objetos.

Todo o avanço do jogo (nível de dificuldade) é controlado por um algoritmo genético. O jogo é dividido por *rounds* (rodadas), e cada rodada tem um nível de dificuldade de acordo com o desempenho do jogador, com o intuito de criar uma dificuldade única para cada jogador. O jogo é do gênero de ação e FPS (First Person Shooter), embora o jogo não tenha um modo campanha (uma história introduzindo e explicando como tudo aconteceu), todo seu ambiente e contexto é pós-apocalípticos, onde os zumbis estão devastando a terra.

8.1 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS

Como parte fundamental para dar início ao trabalho, foi feito um levantamento de requisitos de sistema, onde foi analisado se a máquina para o qual o jogo foi desenvolvido atendia aos requisitos recomendados, para que houvesse um bom desempenho durante o desenvolvimento e conclusão de todo o projeto. Primeiramente, por se tratar de uma ferramenta desconhecida pelo autor, foi realizado o teste por meio de tutoriais encontrados em canais do Youtube, e no próprio site do desenvolvedor da ferramenta. Assim como mostra na Figura 18, esse foi o primeiro teste para definir se a máquina que foi utilizada durante o projeto, suportaria a ferramenta sem problemas.

Figura 18 - Primeiro teste feito na Unreal Engine



Fonte: Elaborada pelo autor.

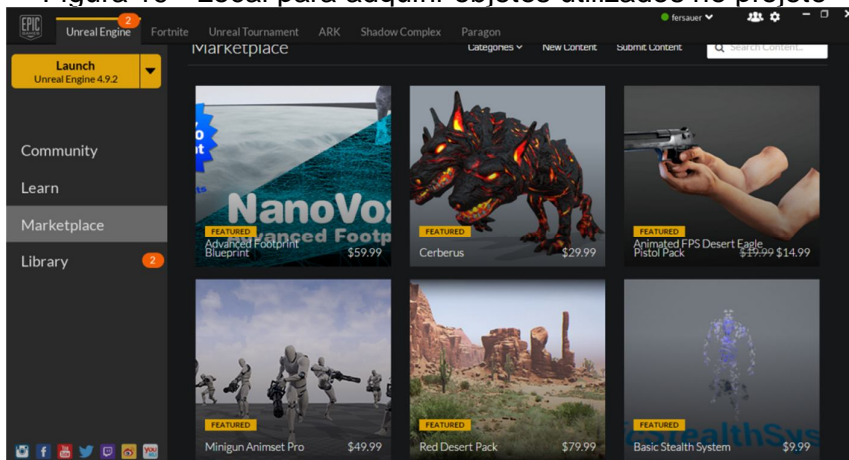
As configurações da máquina utilizada na etapa de desenvolvimento do jogo, são as seguintes: 5ª geração do processador Intel Core I7 2.4 GHz, memória RAM 8GB DDR3 1600MHz, placa de vídeo dedicada AMD Radeon™ HD R7 M265 com 2GB de memória dedicada DDR3, disco híbrido de 1T SSHD, Windows 10 Home64 bits.

Assim ficou concluído que a máquina usada na criação de todo o trabalho, atendia aos requisitos. Entretanto, cabe destacar que o teste realizado foi aplicado com as configurações de desempenho no máximo, mas o ambiente criado no teste era pequeno, comparado ao que foi criado no projeto (um cenário com espaço superior e com muitos objetos e personagens interagindo).

8.2 CONSTRUÇÃO DO CENÁRIO

Com a construção do primeiro projeto teste, mostrado na Figura 18, foi dado início a produção do cenário, onde toda a parte da ambientação e aplicação do algoritmo genético foi aplicada e é explicada no tópico seguinte. Toda a etapa de construção e elaboração do cenário foi composta por objetos encontrados em sites e pelo próprio conteúdo disponibilizado no Marketplace (Figura 19) da Unreal Engine.

Figura 19 - Local para adquirir objetos utilizados no projeto

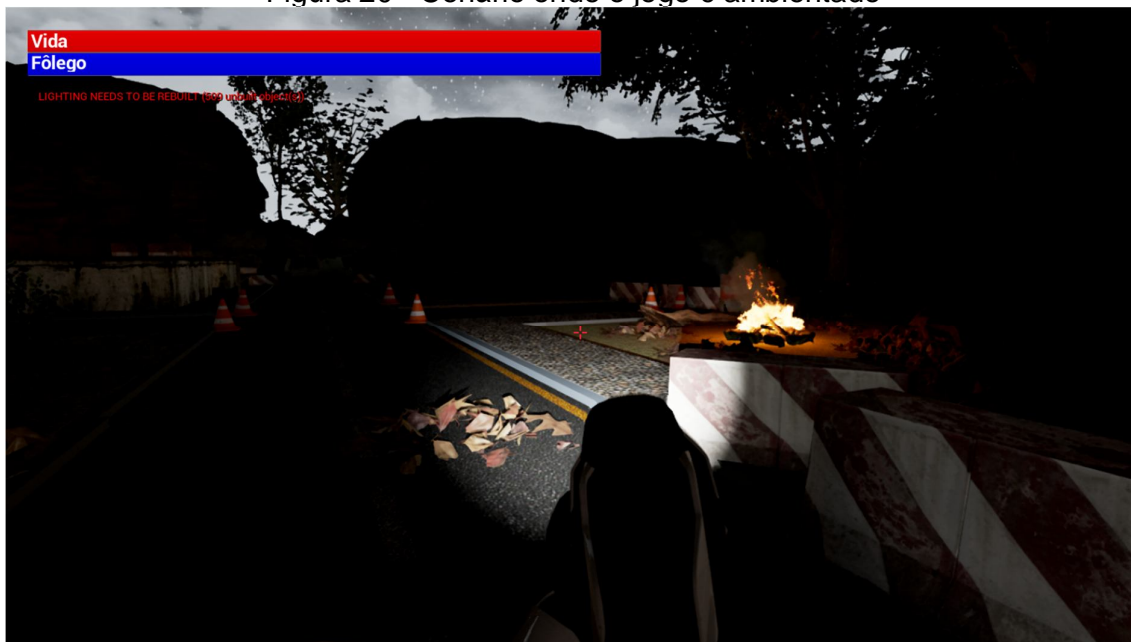


Fonte: Marketplace (2016).

Foi possível encontrar diversos conteúdos espalhados pela internet e até mesmo em pacotes gratuitos disponíveis no marketplace da Unreal Engine, para compor o cenário, como gramas, rochas, árvores, e toda parte da natureza encontrada no cenário, com ressalva de algumas árvores e objetos que foram encontradas em sites, como: tf3dm.com, turbosquid.com, archive3d.net.

Para adaptar o jogo ao contexto pós apocalíptico, foram adicionados alguns componentes ao cenário e ao jogador, entre eles uma lanterna (Figura 20) que está presente o tempo todo com o jogador, já que foi em um ambiente noturno e a lanterna foi fundamental para encontrar e combater os inimigos, outro ponto adicionado foi sons dos inimigos e no cenário, para contribuir com a imersão do jogador no cenário.

Figura 20 - Cenário onde o jogo é ambientado



Fonte: Elaborada pelo autor.

8.3 CRIAÇÃO DOS PERSONAGENS (NPC's)

Para a criação dos inimigos existentes dentro do jogo, foram utilizados alguns modelos prontos, fornecidos em um pacote da Mixamo (desenvolvedora), encontrado de forma gratuita dentro do marketplace da UnrealEngine.

Toda parte de movimentação e Inteligência Artificial foram elaborados dentro de cada personagem que existe no jogo, sendo assim, ao passar de cada rodada cada personagem ganha características únicas. Animação de corrida, caminhada e ataque também foram fornecidas pela Mixamo, dentro do pacote, sendo necessário apenas instanciar os movimentos dentro de cada personagem.

Dentro do cenário do jogo, e ao decorrer de todas as rodadas, os inimigos permanecerão os mesmos, e assim como mostrado na Figura 21 existem apenas três modelos de personagens, e dentro de cada rodada existe um par de cada modelo para o jogador enfrentar, totalizando seis inimigos.

Figura 21 - Personagens 3D



Fonte: Mixamo (2016).

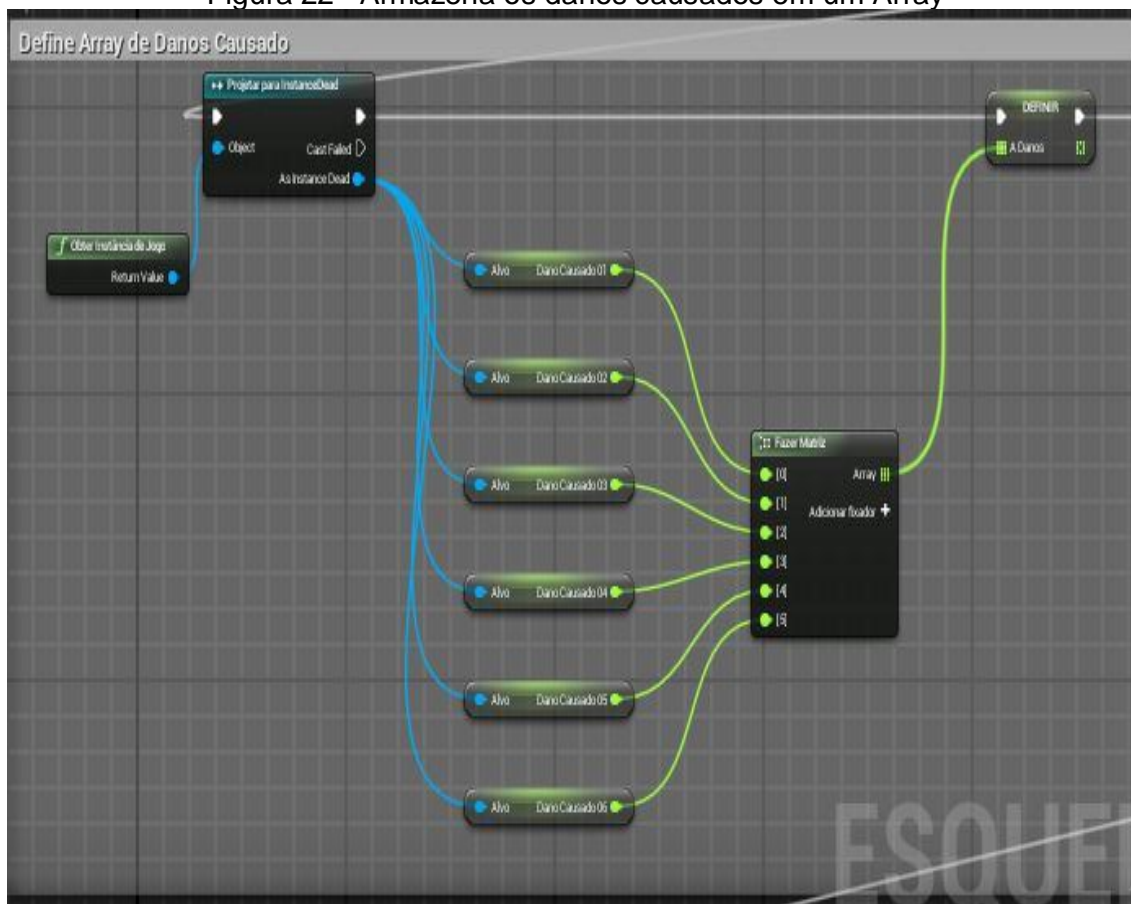
8.4 APLICAÇÃO DO ALGORITMO GENÉTICO

O algoritmo genético dentro do jogo desenvolvido tem como papel criar uma IA para controlar níveis de dificuldade. O jogo ocorre em forma de rounds, onde em cada *round* do jogo é feita uma análise de quais inimigos tiveram melhor desempenho para que, assim, o algoritmo genético possa otimizá-los e sempre buscar a melhora de sua população de inimigos para vencer seu adversário (jogador).

Dentro do contexto do jogo existem três tipos diferentes de inimigos, em que cada um conta com características específicas (força, velocidade, resistência). Essas características são denominadas em forma de cromossomos, e o gene dentro dos cromossomos determinará as características dos inimigos. A seguir é demonstrado como funciona essa divisão dentro do cromossomo. Existem seis inimigos dentro do cenário (seis por rodada), sendo que na primeira rodada são dois pares de inimigos com as mesmas características, e ao decorrer das rodas ocorre o cruzamento e mutação entre seus genes. Lembrando que a mutação e cruzamento interferem apenas no comportamento (gene) de cada inimigo, o visual continua o mesmo por toda rodada.

Com os cromossomos definidos, em cada *round* é avaliado quais são os pais, ou seja, os dois inimigos que obtiveram melhor desempenho contra o jogador. Na Figura 22, 23 e 24 é mostrado como o jogo encontra os dois pais (inimigos que obtiveram o melhor desempenho na rodada).

Figura 22– Armazena os danos causados em um Array

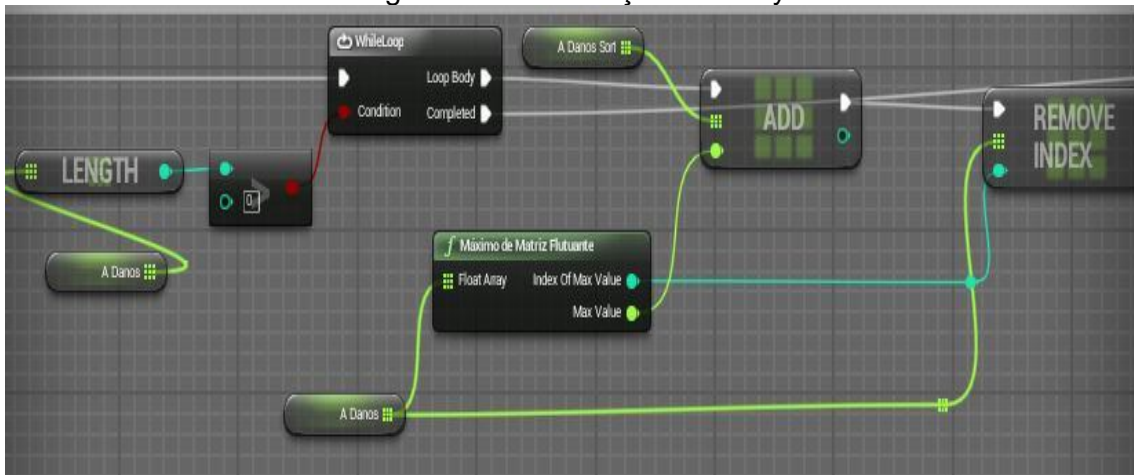


Fonte: Elaborada pelo autor.

O método para avaliar os inimigos que tiveram o melhor desempenho considera o dano causado no jogador. A Figura 22 mostra todos os danos causados por cada inimigo, sendo armazenado dentro do Array “aDanos”.

Na Figura 23 é realizada a ordenação do array por ordem crescente, para encontrar os dois melhores e piores inimigos dentro do jogo, para isso utiliza-se o array “aDanos” onde estão todos os danos causados e, então é feito um *loop* para sempre verificar qual seu maior valor dentro do array, feito isso é adicionado em um array seguinte “aDanosSort”, a cada ciclo do loop, ele adiciona o maior valor dentro “aDanosSort” e remove do “aDanos” até não existir nenhum valor dentro de “aDanos” e, por consequência, ordenar todos os danos dentro de “aDanosSort”

Figura 23 – Ordenação do array

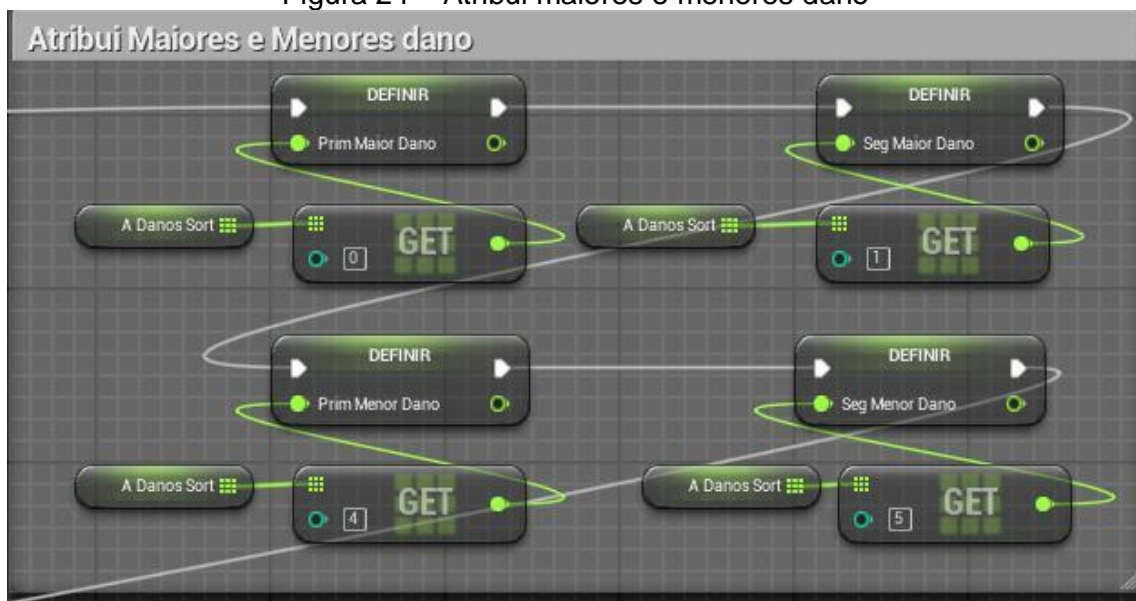


Fonte: Elaborada pelo autor.

Com o array ordenado basta retirar os dois primeiros valores e os dois últimos para obter os dois melhores (usados para cruzamento) e piores (que são eliminados), assim como mostra a Figura 24.

Para os melhores inimigos armazena-se em “PrimMaiorDano” e “SegMaiorDano” utilizando os dados do array, indicado pelo índice 0 e 1, para os dois piores armazena-se em “PrimMenorDano” e “SegMenorDano” utilizando os índices 4 e 5 do array.

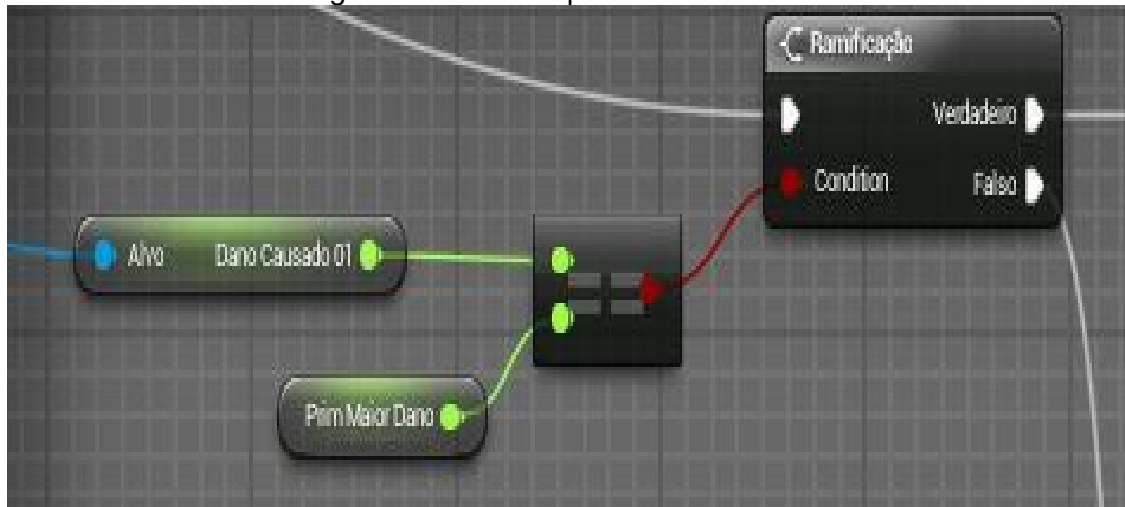
Figura 24 – Atribui maiores e menores dano



Fonte: Elaborada pelo autor.

Com os valores definidos é preciso encontrar a quem pertence cada valor, por exemplo: se maior dano causado ao jogador for 45, é necessário verificar que personagem causou esse dano. Esse processo é mostrado na Figura 25.

Figura 25 - Verifica primeiro maior dano

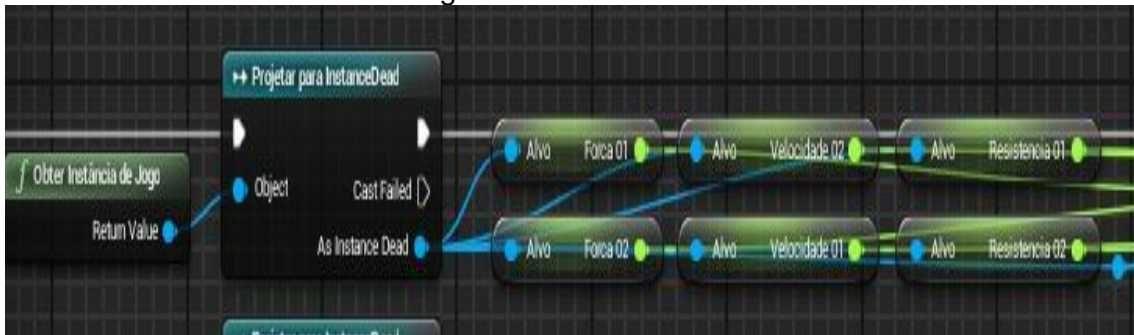


Fonte: Elaborada pelo autor.

Na Figura 25 é definido uma “Ramificação” semelhante ao “If” em uma linguagem de programação, a condição passada para validar se é verdadeiro ou não é, se “DanoCausado01” (variável que se refere ao dano causado pelo inimigo “01”) é igual ao “PrimMaiorDano”, se for verdadeiro continua a verificação para encontrar o segundo maior dano, para isso descarta-se o “Inimigo 01” e faz uma busca nos cinco restantes, e o mesmo se aplica para encontrar os dois inimigos de menor desempenho na rodada. Caso a condição seja falsa, verifica-se o próximo “Dano Causado 02” e, assim, segue até encontrar quem causou o “PrimMaiorDano”, e quando encontrado valida o segundo maior dano, e os dois menores danos da rodada.

Considerando que o “Inimigo 01” e “Inimigo 02” tenham sido os melhores da partida, eles serão os pais do algoritmo genético, os dois serão usados no cruzamento. O ponto de corte escolhido na hora de realizar a mutação foi força e resistência, assim como apresentado na Figura 26.

Figura 26 - Cruzamento



Fonte: Elaborada pelo autor.

Como mostra a Figura 26, com o ponto de cruzamento em força e resistência, ficou definido os filhos de forma semelhante a forma que esta organizado, Filho 1: “Força 02, Velocidade 01, Resistencia 02” e Filho 2: “Força 01, Velocidade 02, Resistencia 01” . Deste modo, garante-se a mistura dos genes dos pais escolhidos, gerando filhos que trazem características de ambos.

Com os dois filhos definidos, eles substituem os dois que possuem menor desempenho na rodada, no exemplo da Figura 27, os dois piores são os “Inimigos 03” e “Inimigo 04”, sendo assim, todos os atributos deles passam a ser os mesmos dos filhos. Para melhor exemplificar, “Filho 1” atribui todas as suas características ao “Inimigo 03”, ficando: “Força 02” é atribuído a “Força 04”, “Velocidade 01” é atribuído a “Velocidade 04” e “Resistência 02” é atribuído a “Velocidade 04”

Figura 27- Atribuição dos filhos nos inimigos de pior desempenho

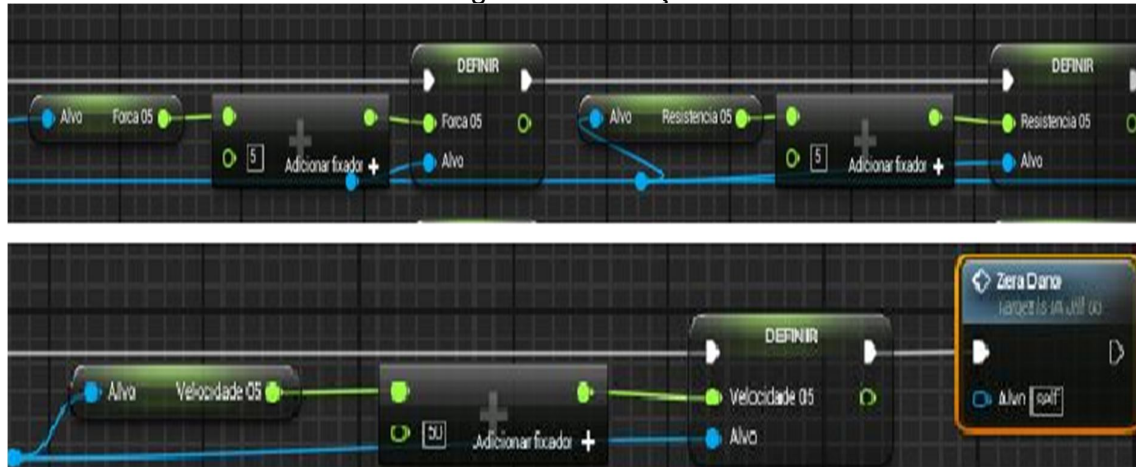


Fonte: Elaborada pelo autor.

O processo de mutação ocorre de forma “aleatória”, assim que o processo de cruzamento se encerra, é definido um valor fixo de qual inimigo irá ocorrer a mutação, como existe inúmeras combinações, o processo de mutação se torna “aleatório”. Na Figura 28 é mostrado os valores que são adicionados às

características do inimigo determinado. O intuito é aperfeiçoar a dificuldade do jogo, em poucas rodas é necessário à percepção da dificuldade, o processo de mutação contribui para ocorrer um acréscimo nos atributos, buscando populações que beiram o ataque, velocidade e resistência máximo.

Figura 28- Mutação



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na Figura 28, é escolhido o “Inimigo 05” para fazer a mutação, de forma simples, é somado 5 nos atributos força e resistência, para velocidade o valor somado é 50.

Ao finalizar o processo de mutação, é chamado o evento “Zera Dano” ele é responsável por zerar os danos que alimentam o array, para que no início da próxima rodada eles sejam preenchidos sem interferência da rodada anterior.

9 AVALIAÇÃO DO JOGO

Para determinar se o jogo realmente atingiu o objetivo, foi realizada uma avaliação qualitativa com 6 usuários (jogadores), onde cada um foi colocado diante da mesma situação, que foi chegar a rodada 8 ou até ser derrotado (morte do personagem). Como o início do jogo é igual para todos, cada um teve uma evolução diferente ao decorrer das rodadas, com ressalva de alguns jogadores que não foram atingidos em qualquer momento do jogo, assim ambos tiveram os mesmos resultados. Ao fim do teste com cada jogador, foi entregue uma ficha com questões, onde cada usuário respondeu e passou suas impressões sobre o jogo. Mesmo com objetivo principal de avaliar a aplicação do algoritmo genético, perguntas relacionadas ao desempenho, jogabilidade e visual foram aplicadas no questionário, para assim servir de referência para futuras alterações no projeto.

Para o objetivo principal, de avaliar o grau de dificuldade, foram definidas 5 perguntas objetivas de sim ou não, para que o usuário avaliasse com clareza suas impressões, como: “foi notado algum aumento na dificuldade do jogo?”, “Se sim, foi notado a diferença de dificuldade de uma rodada para outra?”, “Foi notada alguma mudança de características dos inimigos ao decorrer das rodadas, como: força, velocidade e resistência?”, “Você achou a dificuldade do jogo eficiente?”, “De 0 a 10, como você classifica a ambientação do jogo (gráfico, som, jogabilidade)?”. Dessa forma, foi possível concluir se o Algoritmo Genético é não apenas aceitável, mas também, uma ótima escolha para aplicação dentro de um jogo.

Ao relacionar a dificuldade de um jogo, ao conteúdo proposto neste projeto, foi possível avaliar de forma isolada o comportamento de um algoritmo genético dentro de um jogo.

Ao se tratar da pesquisa e estudos mais aprofundados sobre a área de jogos, ficou clara o potencial da inteligência artificial dentro de um jogo eletrônico, já que a mesma se encarrega de definir objetivos dentro deste ambiente.

Com o estudo detalhado sobre algoritmos genéticos ficou claro a importância que o mesmo teria diante da aplicação em um jogo, por se tratar de um algoritmo que gera novas populações, buscando a melhoria da mesma.

No decorrer da construção até sua conclusão, o algoritmo genético teve que sofrer adaptações para se encaixar ao contexto do jogo, e também para se extrair o

maior resultado aliado ao desempenho, mas só foi possível ter a certeza de que o objetivo principal foi atingido ao aplicar os questionários e expor o projeto a testes feito pelos usuários. Por meio dos questionários e observação dos usuários jogando, foi possível notar que o objetivo principal do jogo, que era verificar a eficiência do algoritmo genético, foi concluído, e unânime a percepção da alteração dos personagens e aumento na dificuldade ao decorrer das rodadas, mas também foi observado que ajustes técnicos ainda são necessários, como movimentação, adição de um sistema de munição no jogo, melhorias nos inimigos na forma de detecção do personagem e no desempenho do jogo, por conter telas de carregamento demoradas.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por todos os aspectos elucidados na pesquisa, foi possível comprovar que o algoritmo genético foi eficiente ao ser aplicado como nível de dificuldade em um jogo.

Em um primeiro momento através da base bibliográfica, com embasamento em livros e artigos sobre os temas, foi possível notar, inúmeras vezes a ênfase que os autores dão ao uso da Inteligência Artificial aplicada aos jogos eletrônicos.

Para elaboração do processo de desenvolvimento gráfico e da estrutura dos personagens, foi possível concluir uma grande carência de informações, principalmente em nossa língua nativa. Por ser uma ferramenta estrangeira, e nova no mercado, ainda existe pouco conteúdo. Embora estudos realizados possibilitassem a utilização de outras ferramentas, não foi necessária a utilização, já que a própria Unreal Engine oferecia uma grande gama de personagens em sua loja, de forma gratuita.

Com base nos estudos feitos sobre o algoritmo genético, foi necessário passar de forma adaptada para a construção dos personagens no jogo, elaborando suas características de forma que fosse possível manipula-los, seguindo as etapas do algoritmo genético.

De acordo com a biblioteca gráfica disponível de forma gratuita pela Unreal Engine, e em alguns sites que disponibilizavam objetos para integrar na construção do cenário, além das opções de manipulações de iluminação também disponível na ferramenta, foi possível concluir um cenário de acordo com as expectativas.

Após a conclusão de todo processo de construção do algoritmo genético dentro de cada personagem, e passar pela fase de teste, foi possível concluir que o objetivo de aumentar dificuldade foi atingido com sucesso, por meio de testes e questionários aplicados nos usuários (jogadores), foi unânime a opinião de todos em relação ao aumento de dificuldade em cada rodada do jogo, mas alguns ajustes ainda são necessários, desde ajustes técnicos, até adição de características em personagens, assim possibilitando uma maior gama de combinações ao decorrer das rodadas.

Como possíveis trabalhos futuros, é possível explorar outros algoritmos na área de Inteligência Artificial, para assim buscar novos conceitos aplicados à dificuldade, ou até mesmo outra forma de implementar juntamente a um jogo eletrônico uma nova Inteligência Artificial.

Visando um aperfeiçoamento deste trabalho realizado, existem pontos que merecem destaque para melhorias, já que o tempo e conhecimento da ferramenta acabaram se tornando uma barreira para conclusão de algumas etapas importantes. Entre elas, desenvolver uma maior quantidade de características nos inimigos, assim tornando seu cromossomo vasto e, conseqüentemente, contribuindo no cruzamento para geração de populações com uma gama maior de características, outro ponto ainda relacionado ao algoritmo genético que merece destaque é a forma de avaliar os pais, como obter os dois melhores de cada população, já que assim como citado o único fator utilizado para medir é o dano causado pelos inimigos, não sendo suficiente para determinar em casos onde o jogador não sofre nenhum dano durante toda rodada.

Pontos técnicos relacionados à ferramenta que também colabora com o resultado final também podem ser implementados, como sistema de munição, assim evitando disparos excessivos do jogador e servindo como fator de dificuldade, melhoras na precisão do disparo, criar movimentações e reações nos inimigos. Aspectos visuais como iluminações e física do cenário também são ajustes necessários para compor um resultado final melhorado.

REFERÊNCIAS

- A HISTÓRIA do videogame. **UOL**, 2004 Disponível em: <<http://jogos.uol.com.br/reportagens/historia/1961.jhtm>>. Acesso em: 15 fev.2016.
- ADOBE MIXAMO. **MIXAMO ANIMATION**: Criação de personagens 3D, c2016. Animação de personagens 3D. Disponível em: <<https://www.mixamo.com/>>. Acesso em 20 mar. 2016.
- Bungie faz de 'Halo: reach' o melhor de toda a franquia do Xbox 360. **G1**, c2010. Disponível em: <<http://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2010/09/bungie-faz-de-halo-reach-o-melhor-de-toda-franquia-do-xbox-360.html/>>. Acesso em: 20 mar. 2016.
- COPPIN, B. **Inteligência Artificial**.Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- EPIC GAMES. **UNREAL ENGINE**: Ferramenta UnrealEngine 4, c2016. O que é UnrealEngine 4. Disponível em: <<https://www.unrealengine.com/what-is-unreal-engine-4/>>. Acesso em: 20 mar. 2016.
- FACELI, K. et al. **Inteligência Artificial**: Uma abordagem de Aprendizado de Maquina. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- FERNANDES, A. M. da R. **Inteligência Artificial**: noções gerais. Florianópolis: VisualBooks, 2005.
- FUNGE, J. D. **Artificial Intelligence for Computer Games**: anintroduction. Natick: AK Peters, 2004.
- GLOBO COMUNICAÇÃO E PARTICIPAÇÕES. **G1**: o portal de notícias da Globo, c2016. Apresenta notícias do Brasil e do mundo. Disponível em: <<http://g1.globo.com/>>. Acesso em: 22 fev.2016.
- 'GTA V' quebra seis recordes de vendas e entra para o Guinness. **G1.GLOBO**, 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/tecnologia/games/noticia/2013/10/gta-v-quebra-seis-recordes-de-vendas-e-entra-para-o-guinness.html/>>. Acesso em: 20 mar. 2016.
- HISTÓRIA do playstation. **TECHTUDO**, 2013. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2013/02/conheca-historia-do-playstation-o-console-que-revolucionou-industria.html/>>. Acesso em: 05 mar. 2016.
- INFORMAÇÕES DE PRODUTOS XBOX. **XBOX**: notícias e informações sobre produtos e acessórios do Xbox, c2016. Apresenta informações sobre o Kinect. Disponível em: <<http://www.xbox.com/pt-BR/Kinect/Kinect-Effect/>>. Acesso em 18 mar. 2016.

KENT, S. L. **The Ultimate History Of Video Games**. New York: Three Rivers Press, 2001.

KISHIMOTO, A. **Inteligência Artificial em Jogos Eletrônicos**. 2004. São Paulo.
LUGER, G., F. **Inteligência Artificial**. 4. ed. Porto Alegre :Bookman 2004.

MENDES, C. L. **Jogos Eletrônicos: Diversão, Poder e Subjetivação**. Campinas: Papyrus Editora, 2006.

MERCADO de games movimenta R\$ 44 milhões e deve crescer em 2015.

G1.GLOBO, 2015. Disponível em:

<<http://g1.globo.com/pernambuco/noticia/2015/02/mercado-de-games-movimenta-r-44-mi-em-pe-e-quer-crescer-em-2015.html/>>. Acesso em: 20 mar.2016.

NETO, V. **Utilização de Algoritmos Genéticos no controle do movimento de personagens**. 2011. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Ciência da Computação) - Universidade Sagrado Coração - Bauru - SP, 1986.

REVIEW FIFA 15. **TECHTUDO**, c2015. Disponível em:

<<http://www.techtudo.com.br/review/fifa-15.html/>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

RICH, E. **Inteligência Artificial**. São Paulo: McGraw, 1988.

ROSA, J. L. G. **Fundamentos da Inteligência Artificial**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Inteligência Artificial**. 2.ed.Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

TEIXEIRA, J. F. **Filosofia da Mente e Inteligência Artificial**. Campinas: UNICAMP, 1996.

APÊNDICE A- ROTEIRO DE PERGUNTAS USADO NA ENTREVISTA QUESTIONÁRIO

Questionário Avaliação do Jogo :

- 1) Foi notado algum aumento na dificuldade do jogo?
SIM () NÃO ()

- 2) Se sim, foi notado o aumento da dificuldade de uma rodada para outra?
SIM () NÃO ()

- 3) Foi notada alguma mudança de características dos inimigos ao decorrer das rodadas, como: força, velocidade e resistência?
SIM () NÃO ()

- 4) Você achou a dificuldade do jogo eficiente?
SIM () NÃO ()

- 5) De 0 a 10, como você classifica a ambientação do jogo (gráfico, som, jogabilidade)?
R: