

UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO – BACHARELADO

APERFEIÇOAMENTO DE REAÇÕES COMPORTAMENTAIS
DE *NON-PLAYER CHARACTER* (NPC) NO JOGO DOOM

FILIPPE ALBANO MATTEDI

BLUMENAU
2007

2007/2

FILIFE ALBANO MATTEDI

**APERFEIÇOAMENTO DE REAÇÕES COMPORTAMENTAIS
DE *NON-PLAYER CHARACTER* (NPC) NO JOGO DOOM**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Universidade Regional de Blumenau para a
obtenção dos créditos na disciplina Trabalho
de Conclusão de Curso II do curso de Sistemas
de Informação — Bacharelado.

Prof. Dr. Mauro Marcelo Mattos - Orientador

**BLUMENAU
2007**

2007/2

APERFEIÇOAMENTO DE REAÇÕES COMPORTAMENTAIS DE NON-PLAYER CHARACTER (NPC) NO JOGO DOOM

Por

FILIPPE ALBANO MATTEDI

Trabalho aprovado para obtenção dos créditos na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, pela banca examinadora formada por:

Presidente: _____
Prof. Dr. Mauro Marcelo Mattos – Orientador, FURB

Membro: _____
Prof. Dr. Dalton Solano dos Reis – FURB

Membro: _____
Prof^a. Dr^a. Fabiane Barreto Vavassori Benitti – FURB

Blumenau, novembro de 2007

RESUMO

Este trabalho descreve a alteração do código fonte de um jogo já existente – Doom, produzido pela empresa id Software – com o objetivo de aprimorar-se o comportamento dos oponentes que o jogador enfrenta. As modificações efetuadas alteram a jogabilidade minimizando os tiros cruzados entre os NPCs, incrementando assim a dificuldade do jogo. Foram realizados três cenários de testes para validar a alteração.

Palavras-chave: Comportamento de personagens em jogos eletrônicos. Inteligência artificial. Inteligência artificial para jogos (*game AI*).

ABSTRACT

This work describes the source code modification of an already existing game - Doom, produced by id Software - with the objective of an improvement to the behavior of the enemies fought by the player. The changes made alter the gameplay minimizing the cross fire among the NPCs, thus incrementing the game's difficulty. Three test scenarios were made for validating the changes.

Key-words: Game characters behavior. Artificial intelligence. Game artificial intelligence (game AI).

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO	8
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO	8
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
2.1 CONCEITOS E TÉCNICAS.....	9
2.1.1 Inteligência Artificial (IA) e <i>Game AI</i>	9
2.1.2 Técnicas de IA implementadas em jogos eletrônicos	12
2.1.2.1 Máquina de estados finita	12
2.1.2.2 Lógica e máquina de estados <i>fuzzy</i>	13
2.1.2.3 Sistemas baseados em regras	13
2.1.2.4 Algoritmos de busca	14
2.1.2.5 Algoritmos genéticos	14
2.1.2.6 Redes Bayesianas.....	15
2.1.3 Comportamento de personagens em jogos eletrônicos	15
2.2 ENGENHARIA REVERSA.....	17
2.2.1 Aplicações e áreas para a engenharia reversa	19
2.3 DOOM.....	20
2.3.1 Aspectos técnicos de Doom	22
2.3.2 WADs.....	27
2.3.3 Estados dos NPCs de Doom.....	30
2.3.4 Outros jogos com aspectos comportamentais	33
2.4 TRABALHOS CORRELATOS	35
3 DESENVOLVIMENTO	37
3.1 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO.....	38
3.2 ESPECIFICAÇÃO	39
3.3 IMPLEMENTAÇÃO	42
3.3.1 Técnicas e ferramentas utilizadas.....	42
3.3.2 Configuração do ambiente	43
3.3.3 Alterações no código fonte original do Doom	43
3.3.4 Operacionalidade da implementação	50
3.3.5 Testes e validação	51

3.3.6 Resultados dos testes.....	53
3.3.6.1 Cenário 1.....	54
3.3.6.2 Cenário 2.....	57
3.3.6.3 Cenário 3.....	60
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
4 CONCLUSÕES.....	65
4.1 EXTENSÕES	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
APÊNDICE A – Trechos dispensáveis do código fonte	69
APÊNDICE B – Gráficos de todos os NPCs contra o jogador – cenário 3	70
APÊNDICE C – Planilhas utilizadas na confecção dos gráficos e na análise dos testes ..	73

1 INTRODUÇÃO

A indústria de jogos sofreu grande evolução nos últimos anos, continua a crescer a cada ano, e junto cresce seu destaque na área do entretenimento. Jogos que permitem ser jogados em grupo e *Lan Houses* são prováveis fatores que contribuíram para o aumento do público alvo dos jogos, e assim da indústria em si. E, ainda que as pessoas que compõem o público alvo tenham preferências e gostos diferentes quanto ao conteúdo dos jogos, todos buscam um fim comum enquanto jogam: diversão.

Um dos aspectos que influencia na experiência do jogador é o grau de desafio que o jogo oferece. Cada tipo de jogo possui especificações próprias que caracterizam a sua dificuldade, mas, em jogos de ação, o principal fator é o comportamento dos *Non-Player Characters* (NPCs), especialmente quando o jogo os coloca contra o jogador.

Atualmente, ainda que seja possível observar a melhoria da confiabilidade das ações dos NPCs em relação a jogos mais antigos, são poucos os jogos que possuem personagens controlados pela máquina que conseguem expressar de forma convincente a tentativa de simular ações humanas. Em boa parte dos jogos, os NPCs ou são “burros”, ou seja, são previsíveis, possuem número limitado de ações a tomar e, conseqüentemente, são fáceis de serem derrotados; ou tomam ações “sobre-humanas”, atitudes que podem ser consideradas inteligentes e desafiadoras, mas que não seriam normalmente passíveis de serem executadas por um jogador humano. Um exemplo disso poderia ser um NPC atirador com uma mira perfeita.

Com isso, não é preciso questionar um número grande de jogadores para observar-se a preferência de ter-se um adversário humano a um controlado pelo computador. Existem características dos seres humanos que ainda são um desafio quanto a serem representadas por um *NPC*, tal como a imprevisibilidade nas ações, pensar antes de agir, impactos comportamentais oriundos do estado psicológico do jogador, entre outros.

No entanto, também existem as ações que podem ser replicadas, tal como a capacidade de mudar de estratégia de acordo com a situação ou prever o movimento do oponente. Evitando o que costuma ser referido como *AI cheating*¹, os resultados podem ser satisfatórios aos jogadores.

¹ Termo utilizado para descrever situações onde o *NPC* toma vantagem sobre o jogador, como saber a posição exata do jogador mesmo sem que este esteja no campo visual do *NPC* (FUNGE, 2004, p.73).

Com o propósito de aumentar a confiabilidade das reações dos NPCs, este trabalho visa incrementar a jogabilidade de um jogo já existente através do aperfeiçoamento do comportamento dos NPCs que o jogador enfrenta. O jogo selecionado denomina-se Doom, e foi escolhido tendo em vista que o mesmo já foi comercializado no passado, e atualmente seu código fonte encontra-se aberto através da *General Public License* – GNU².

1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo deste trabalho é desenvolver otimizações nas respostas comportamentais dos NPCs de um jogo de tiro em primeira pessoa já existente.

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) realizar a engenharia reversa do código do jogo Doom a fim de entender a mecânica do jogo, em especial da parte que trata as reações comportamentais dos NPCs, através da análise do código e do uso do software Enterprise Architect;
- b) especificar e construir um algoritmo que altere as reações comportamentais de um subconjunto (a ser definido) de NPCs do jogo a ser trabalhado;
- c) realizar, através de testes, uma análise comparativa entre o comportamento dos NPCs do jogo original e do jogo alterado.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

O texto divide-se em capítulos que compreendem a fundamentação teórica para o tema, abrangendo assuntos relevantes ao que foi trabalhado, seguindo para a exposição da documentação relativa ao desenvolvimento do trabalho, incluindo metodologias, ferramentas e a análise da funcionalidade da ferramenta em si.

² Licença que permite a qualquer pessoa copiar, modificar, e distribuir versões modificadas de um programa, mas não permite que a pessoa imponha no software suas próprias restrições (GNU PROJECT, 2007a).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta explicações sobre conceitos, técnicas de inteligência artificial e ferramentas utilizadas e que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho. Apresenta Doom, o jogo que foi trabalhado, com seus aspectos técnicos e sua história, e outros jogos que também possuem mecânica de reação comportamental de NPCs. Por fim, são expostos trabalhos correlatos.

2.1 CONCEITOS E TÉCNICAS

Nesta seção, são expostos conceitos relevantes para o desenvolvimento deste trabalho e para auxiliar na compreensão de quem o lê. São expostas também técnicas e ferramentas envolvidas com o tema.

2.1.1 Inteligência Artificial (IA) e *Game AI*

"Inteligência artificial pode ser definida como o ramo da ciência que se ocupa da automação do comportamento inteligente" (LUGER, 2004, p. 23).

“IA é a parte da ciência computacional com interesse no desenvolvimento de sistemas de computador inteligentes – isto é, sistemas que demonstrem características que associamos com inteligência no comportamento humano” (BARR; FEIGENBAUM, 1981-1982. p. 3, tradução nossa).

Inteligência artificial é por vezes definida como a arte de fazer máquinas realizarem ações que exigiriam inteligência se feitas por um ser humano, como, por exemplo, jogar xadrez ou diagnosticar doenças. No entanto, sistemas de inteligência artificial normalmente são restritos a um pequeno domínio de conhecimento. Portanto, um sistema de IA para jogar xadrez não terá bons resultados em diagnósticos de saúde. Isso se deve porque a IA é programada, e não ensinada ou treinada (FRANKLIN, 1995, p. 11-12, tradução nossa).

A cada livro de inteligência artificial que se consulta, uma nova definição surge diante do leitor. Embora tais definições tenham - felizmente - um ponto comum, cada autor expõe seu conceito de modo que uma pessoa que não interprete devidamente o que leu considere cada descrição algo completamente diferente.

As três citações acima foram escolhidas por representarem três níveis diferentes de detalhamento para explicar a mesma coisa. Luger resume a uma única frase capaz de ser dita sem pausas, e que provavelmente não explicaria muita coisa para muitos; Barr e Feigenbaum dão um pequeno complemento à explicação, sendo talvez o suficiente para que uma pessoa assimile um mínimo sobre IA; e Franklin expõe exemplos e outras características, dando mais informações que ajudam na assimilação da definição e uso da IA.

Esses conceitos de IA que os três autores expõem definem o que se chama de “IA acadêmica”, a inteligência artificial que é ensinada no meio acadêmico, usada na resolução de problemas difíceis em diversas áreas de conhecimento com o nível de desempenho, na busca pela solução, de um *expert* humano (BARR; FEIGENBAUM, 1981-1982. p. 3).

Luger (2004) traz em seu livro o que considera duas das principais preocupações dos pesquisadores de IA:

- a) representação do conhecimento: trata do problema de capturar numa linguagem - manipulável em computador - toda a extensão de conhecimento necessária para um comportamento inteligente;
- b) busca: é uma técnica de solução de problemas que explora sistematicamente os estados do problema, ou seja, os estágios sucessivos e alternativos no processo de solução deste. Esse espaço é explorado através de uma busca para localizar a resposta final para um problema.

E afirma que “como a maioria das ciências, a IA é composta de uma série de disciplinas que estão preocupadas com aplicações diferentes”, apresentando duas das várias destas disciplinas que demonstra em seu livro:

- a) jogos:

“Muitas pesquisas iniciais de IA foram feitas utilizando-se jogos de tabuleiro comuns, como o xadrez, que possuem um conjunto bem definido de regras, facilitando a origem do espaço de busca. No entanto, jogos podem gerar espaços de busca extensos, o que exige o uso de técnicas de busca mais poderosas, mas não necessariamente livre de falhas, como a heurística³” (LUGER, 2004);

³ "Heurística é a arte e a ciência da descoberta e da invenção. A palavra provém do mesmo radical grego que 'eureka', que significa 'encontrar'. A heurística é uma maneira de direcionar sua atenção de forma produtiva" (LABOR LAW TALK DICTIONARY, 2007, tradução nossa).

- b) redes neurais: São sistemas computacionais baseados numa aproximação à computação baseada em ligações, compostas por um grande número de unidades distribuídas numa rede, denominadas “nós”. Tal como os neurônios (daí o nome), cada uma destas unidades computacionais calcula uma função específica de suas entradas, e passa o resultado para as outras unidades da rede que estão conectadas com ela. Os resultados finais são produzidos pelo processamento paralelo desta rede de conexões. A inspiração original para esta técnica advém do exame das estruturas do cérebro, em particular do exame de neurônios.

A inteligência artificial utilizada em jogos adota um conceito diferente, pois possui focos diferentes, embora seja uma derivação do conceito original, e não um conceito novo. Por ser um termo reconhecido internacionalmente, e também por ser um termo pouco extenso, adota-se neste trabalho o termo *game AI*, abreviação de *game artificial intelligence*.

Game AI é o termo utilizado para distinguir a IA utilizada em jogos eletrônicos da IA acadêmica. É frequentemente utilizada para referir-se a qualquer tipo de problema de controle em um jogo (FUNGE, 2004, p. 9).

Esta IA toma conta da física do ambiente (como detecção de colisão, ou interatividade dos personagens com objetos), como os estados do ambiente são atualizados e que estados devem surgir a seguir (por exemplo, como ficará o ambiente depois de um incêndio), a lógica do jogo em geral e, claro, do comportamento do NPC (BAILLIE-DE BYL, 2004, p. 11-12).

“Após realizar a pesquisa sobre o uso de Inteligência Artificial em jogos eletrônicos, foi constatado que existem grandes diferenças entre IA para jogos e IA no meio acadêmico. Enquanto no meio acadêmico é necessário o estudo normal, baseando-se principalmente em teorias, a aplicação de IA para jogos é totalmente prática e, de certa forma, mais simplificada [...], embora ainda existam dúvidas quanto o que é considerado IA ou não [...]” (KISHIMOTO, 2004).

Damian Isla (apud MILLER, 2007), responsável pelo desenvolvimento da inteligência artificial do jogo Halo 3, desenvolvido pela Bungie para as plataformas Xbox 360 e PC, afirma que a IA como uma disciplina acadêmica tem estado estagnada por algum tempo, mas que na indústria de jogos estão sendo feitos grandes progressos num curto espaço de tempo.

Isla diz que a IA não é uma fórmula mágica, e que se pode simplificar as coisas dizendo que, no final das contas, é uma regra que diz que “se A acontece, então faça B”. A complicação e a sofisticação da coisa toda se deve ao fato de terem-se milhares de regras como a tal, e daí surge a necessidade de organizar e modelar o processo de tomada de decisão.

E, quanto aos resultados alcançados pelos desenvolvedores de *game AI*, afirma:

“regularmente me encontro numa discussão: estamos criando inteligência real ou artificial? Honestamente, eu não creio que haja uma diferença muito grande; penso eu que nosso próprio comportamento é amplamente regido por regras desse tipo. Claro, temos maior capacidade de adaptação, mas não penso que exista uma diferença qualitativa” (ISLA, 2007 apud MILLER, 2007).

2.1.2 Técnicas de IA implementadas em jogos eletrônicos

Tradicionalmente, desenvolvedores de jogos digitais fazem uso sempre de um mesmo conjunto de técnicas simples na implementação das funcionalidades de uma IA em jogos eletrônicos (KARLSSON, 2006, p. 19).

Segundo Dalmau (2004 apud KISHIMOTO, 2004), tem-se quatro tipos principais de IA que são implementadas em jogos: máquinas de estado (finita e *fuzzy*), sistemas baseados em regras, algoritmos de busca e algoritmos genéticos. Estes e outros são brevemente descritos nesta seção.

2.1.2.1 Máquina de estados finita

Uma das formas de representação comportamental mais comuns, e a mais largamente utilizada. Uma máquina de estados finita (FSM - *Finite State Machines*) é composta por um conjunto de estados, que representam as ações possíveis do agente (no caso, o NPC), e um conjunto de regras de transição entre estes estados, que representam as condições que fazem o agente mudar de estado (KARLSSON, 2006, p. 19).

O uso de FSMs é popular por exigirem pouco poder de processamento e ser fácil e intuitivo de definir comportamentos. E suas bem conhecidas limitações são explosões combinatórias (maior complexidade gera mais estados e transições, e a FSM precisa prever todas as situações possíveis no ambiente), e comportamentos repetitivos, visto que se uma mesma situação acontece várias vezes, o comportamento em todas será o mesmo (KARLSSON, 2006, p. 20).

Funge (1999) define uma máquina de estados finita hierárquica; como o nome sugere, é uma hierarquia de máquinas de estados finitos. Assim, cada nó da máquina hierárquica

poderia ser outra máquina hierárquica. Isso torna a máquina de estados finita hierárquica uma ferramenta poderosa no desenvolvimento de comportamentos complexos, tornando-a uma escolha popular entre os desenvolvedores.

Vieira Filho (2005) destaca que, devido ao tempo de vida da maioria dos inimigos nesses jogos ser relativamente pequeno, não é necessário um planejamento real. A inteligência artificial nesse caso envolve um número mínimo de estados, geralmente procurar, perseguir e atacar. O resto da inteligência advém do sistema de navegação, modelos de movimentação dos personagens e outras rotinas de suporte.

FSM é a técnica de IA utilizada no Doom. Este assunto é retomado na seção 2.3.

2.1.2.2 Lógica e máquina de estados *fuzzy*

Seres humanos costumam analisar situações com termos que expressam imprecisão como "pouca força" ou "muito longe". A lógica *fuzzy* consegue representar problemas de maneira similar à essa maneira humana de pensar, representando conceitos como "longe" e "pouco" por conjuntos *fuzzy* que permitem que um valor pertença à vários conjuntos com diversos graus de pertinência (KARLSSON, 2006, p. 22).

Os desenvolvedores utilizam a lógica *fuzzy* em máquinas de estado *fuzzy* para criar resultados de ações que são menos previsíveis e para reduzir o grande trabalho de enumerar a grande quantidade de regras (*if-then*). A lógica *fuzzy* permite criar regras usando condições menos precisas, criando agentes com um conhecimento imperfeito, uma vez que essa lógica é baseada em níveis de incerteza e verdades em uma sentença (BOURG, 2004 apud KISHIMOTO, 2004) (WOODCOCK, 1999 apud KISHIMOTO, 2004).

2.1.2.3 Sistemas baseados em regras

Outra forma de representação comportamental muito utilizada. Em um sistema baseado em regras (*Rule Based Systems* - RBS), o conhecimento é definido através de um conjunto de parâmetros e um conjunto de regras que trabalham sobre esses parâmetros. Apesar de suas vantagens, é um método que pode exigir muito espaço da memória e poder de processamento (KARLSSON, 2006, p. 21-22).

Na execução do comportamento representado pelas regras, o conjunto de regras é percorrido e, para cada regra, a situação do mundo é avaliada para determinar se a regra será disparada. Se acontecer, o comportamento do agente será aquele descrito pela regra (KARLSSON, 2006, p. 21).

2.1.2.4 Algoritmos de busca

Busca é um dos problemas mais básicos de IA para jogos. Quando um jogo executa uma busca pobre, o resultado é personagens que parecem totalmente artificiais e sem inteligência de navegar entre locais e desviar de obstáculos, o que acaba com a imersão e a diversão do jogo (BOURG, 2004 apud KISHIMOTO, 2004).

Esse é um ponto em que a IA para jogos aproveita bem as soluções da IA clássica, especificamente na forma do algoritmo de busca A*. Tal algoritmo encontra o caminho com custo mínimo entre dois pontos no mapa, se um caminho existir. Normalmente o mapa é organizado como um grupo de nós, que são estruturas que representam posições (KARLSSON, 2006, p. 24). O A* é direcionado ou dirigido, ou seja, não realiza buscas cegas (como um rato em um labirinto), mas ao contrário disso, determina a melhor direção a ser explorada e algumas vezes realiza “*backtracking*” para tentar alternativas diferentes. Essas características tornam o algoritmo diferente dos demais devido a sua eficiência e flexibilidade (VIEIRA FILHO, 2005).

Como outras abordagens que merecem destaque, têm-se a de malhas de navegação que podem ser descritas como basicamente um conjunto de polígonos convexos que descreve as superfícies caminháveis do mundo; e a de *Path-Planning*, que envolveria a necessidade dos personagens estarem atentos ao ambiente, tanto para evitar colisões, principalmente contra objetos dinâmicos, quanto para escolher a rota mais segura (KARLSSON, 2006, p. 25).

2.1.2.5 Algoritmos genéticos

A abordagem de algoritmos genéticos permite a criação de entidades inteligentes capazes de apresentar comportamentos interessantes, tomarem decisões e se adaptar ao mundo do jogo. É inspirada no processo de seleção natural, e tentam imitar esse processo para encontrar uma solução próxima à ótima para o problema (KARLSSON, 2006, p. 33-34).

São úteis quando é difícil prever as interações entre um conjunto de parâmetros que regula o comportamento dos agentes, e são adequados para tratar problemas em diversos níveis, como a evolução de comportamentos de um time de futebol (KARLSSON, 2006, p. 35).

2.1.2.6 Redes Bayesianas

São grafos direcionados e acíclicos cujos nós e arcos representam variáveis e a dependência de relacionamento entre as variáveis, respectivamente. Redes Bayesianas são comumente utilizadas na modelagem do conhecimento em sistemas de suporte a decisão (RUSSEL e NORVIG, 2003 apud VIEIRA FILHO, 2005).

Matematicamente, uma Rede Bayesiana é uma representação compacta de uma tabela de conjunção de probabilidades do universo do problema. Por outro lado, do ponto de vista de um especialista, Redes Bayesianas constituem um modelo gráfico que representa de forma simples as relações de causalidade das variáveis de um sistema – o que não significa que as relações sejam simples, no entanto (DUTRA e MARQUES, 2003).

2.1.3 Comportamento de personagens em jogos eletrônicos

Comportamento pode ser visto como ações simples, tais como “virar a cabeça para a esquerda”, ou mais complexas, como objetivos definidos, tal como “vá ao banco mais próximo e saque dinheiro suficiente para comprar algo para comer” (MAGNENAT-THALMANN, 2004, p. 261).

Funge (1999) define que “o comportamento de um personagem é completamente determinado pela seqüência de ações que ele toma”, e expõe uma das possibilidades para instruir um personagem a como se comportar: o comportamento pré-definido (*predefined behavior*), que por sua vez pode ser definido por regras de comportamento reativo ou por uma máquina de estados finitos hierárquica, já descrita no item 2.1.2.1.

No caso das regras de comportamento reativo, a reação do personagem é baseada na percepção que ele tem da sua situação, sem qualquer tipo de recordação de situações em que ele se encontrou anteriormente. Embora um conjunto de regras possa ser pequeno, e suas regras simples (*if-then*), Funge (1999) destaca que isso não impede que este mesmo

conjunto de regras, aparentemente simples, resulte num comportamento que possa ser considerado extremamente complexo e sofisticado. No entanto, o método tem seus problemas, como qual o conjunto correto de regras que devem ser utilizadas para atingir-se o objetivo desejado; o trabalho que se pode ter cada vez que se faz necessário fazer uma alteração no comportamento; a falta de uma opção para reconsiderar a ação que foi escolhida, fazendo que no caso de uma escolha errada, o comportamento pode ser impróprio para a situação; e em casos em que um conjunto possui um grande número de regras, elas podem vir a conflitar entre si.

Analisando o Doom como jogador, pode-se constatar que o comportamento padrão dos NPCs é aproximar-se do jogador o suficiente para atacar, e então fazê-lo. Um duelo entre dois jogadores num jogo seguiria o mesmo caminho. A diferença é que jogadores podem pensar em diferentes maneiras de fazê-lo, de acordo com a situação, enquanto que o NPC iria simplesmente tomar a rota mais curta para alcançar o jogador, ainda que isso o deixasse em desvantagem.

É esse tipo de comportamento que distancia o personagem controlado pela máquina de um controlado por um jogador (ao menos por um bom jogador). É uma brecha a ser explorada pelo jogador, o que pode acabar tornando cansativa, ou ao menos pouco desafiadora, a experiência de enfrentar os inimigos controlados pela máquina quando se tem a oportunidade de enfrentar um oponente real.

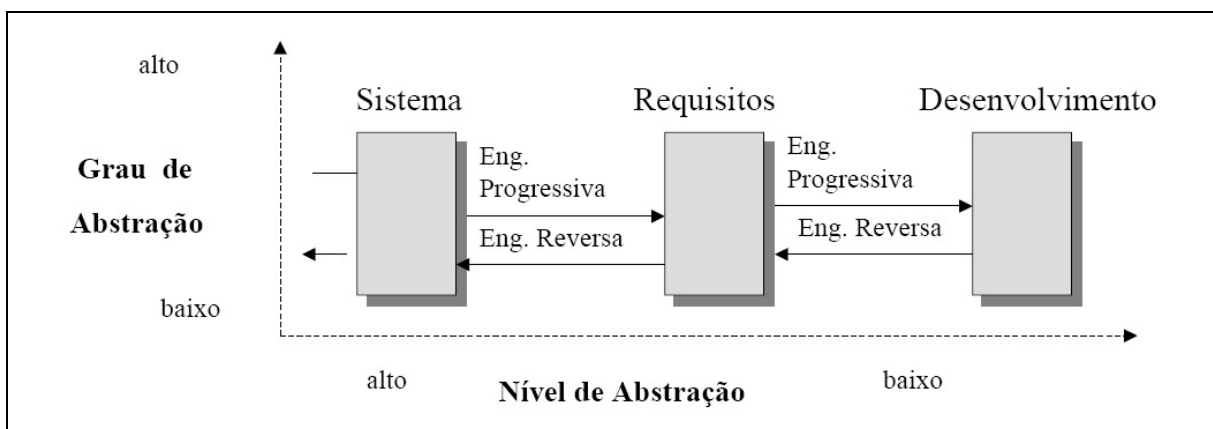
Porém, a finalidade de um NPC é ser interessante, divertido e agradável (FUNGE, 2004, p. 3). O comportamento dos personagens é moldado de modo a contribuir para o resultado final que o jogo quer transmitir ao jogador: diversão. Em vários jogos, dos mais variados gêneros, pode-se observar ações realizadas por NPCs que poderiam ser otimizadas para maior desafio. Essa “falha” pode ter sido intencional, tendo como causa, por exemplo, o consenso da equipe de desenvolvimento de que, se o NPC tivesse um comportamento mais “inteligente”, isso poderia prejudicar a diversão proporcionada pelo jogo (FUNGE, 2004, p. 73-74). E Damian Isla (MILLER, 2007) confirma essa idéia ao falar “estamos desenvolvendo lutadores (NPCs) divertidos, e não lutadores eficientes [...]. Com certa regularidade estamos inserindo nestes NPCs estupidez artificial”.

2.2 ENGENHARIA REVERSA

“Engenharia reversa é o processo de analisar um sistema, identificar seus componentes e a inter-relação destes, criar representações do sistema em outra forma, num nível maior de abstração” (AIKEN, 1996, p. 18).

Engenharia Reversa trata-se da descompilação de um sistema (ou de partes deste) para determinar seu funcionamento e copiá-lo ou aperfeiçoá-lo. Este conceito aplica-se tanto a hardware como a software. No caso de software, a técnica funciona independente da linguagem de programação usada para criá-lo, de modo que se pode obter informações sobre como o software funciona ou como implementa protocolos, até então secretos (BUONANNI; DRIZIN, 2005).

É o processo inverso à engenharia progressiva, que se trata do processo tradicional de engenharia de software. A engenharia reversa é caracterizada pelas atividades retroativas do ciclo de vida, que partem de um baixo nível de abstração para um alto nível de abstração (BRAGA, 2006). A figura 1 demonstra graficamente a mudança do grau de abstração da engenharia progressiva e reversa.



Fonte: BRAGA (2006)

Figura 1 – Representação gráfica da variação do grau de abstração na engenharia progressiva e reversa

Diferentemente do que se pode pensar, esta prática não surgiu com a computação, apenas foi absorvida de outro tipo de indústrias onde ela já existia há décadas. Na indústria automobilística, por exemplo, os fabricantes algumas vezes compram um veículo de outro fabricante para desmontá-lo, examinar suas peças e componentes para aperfeiçoar seus

próprios veículos com componentes ou tecnologias similares (BUONANNI; DRIZIN, 2005).

A Engenharia Reversa, no caso de hardware, requer um nível muito maior de conhecimento, e é muito mais cara que a de software. Um fabricante, por exemplo, se quiser saber como o processador do concorrente funciona, pode comprá-lo, fazer a engenharia reversa, e criar um processador similar (BUONANNI; DRIZIN, 2005).

Segundo Braga (2006), os documentos necessários para realizar engenharia reversa de software são:

- a) código fonte;
- b) informações de usuários ou analista;
- c) documentação existente.

Buonanni e Drizin (2005) destacam as seguintes ferramentas para auxiliar na realização da engenharia reversa:

- a) *hexadecimal dumper/editor*: mostra ou imprime o conteúdo binário de um software em formato hexadecimal. É utilizado para modificação de *strings*, ou instruções. Normalmente as pessoas identificam as instruções a serem modificadas através de um *disassembler*, e então utilizam o hexadecimal editor para modificar os bytes desejados.
- b) *disassembler*: lê o código binário e mostra cada instrução executável referente ao código. Os *disassemblers* mais modernos fazem análises complexas sobre os códigos de máquina e determinam diversas estruturas de programação, como *ifs*, *switchs*, e estruturas de dados comuns;
- c) *debugger*: semelhante ao *disassembler*, mas ao invés de fazer análise do código ele mostra as instruções e permite que o programa seja executado passo a passo, e que o *cracker* faça modificações (em tempo de execução) nas instruções do programa, registradores, *breakpoints*, etc.;
- d) descompilador: para reconstruir código em uma linguagem de alto nível utiliza-se um descompilador, que faz o *disassembly* do programa e após isso faz uma análise baseada em características específicas da linguagem/compilador utilizados na compilação do software;
- e) *system hookers*: um *hooker* é qualquer software que se “anexa” em determinadas posições de memórias do sistema operacional e passa a monitorar chamadas a determinadas funcionalidades. Pode-se monitorar, por exemplo, todas as aberturas

de arquivos, ou leituras do registro do Windows (é uma das técnicas para identificar como o software faz a verificação de autenticidade);

- f) *packers* e *unpackers*: *packers* são softwares criados para “empacotar” e encriptar outro software de forma que ele seja decriptado em memória apenas durante a execução, de modo que não seja possível *crackear* o executável do software em disco. Os *unpackers* se baseiam no princípio inverso, de que em algum instante o software acaba sendo decriptado completamente em memória, e basta fazer um “*snapshot*” (uma fotografia) da memória neste instante para ter-se uma versão decriptada e “crackeável” do software.

2.2.1 Aplicações e áreas para a engenharia reversa

Buonanni e Drizin (2005) expõem em seu trabalho as seguintes aplicações para a engenharia reversa:

- a) *software cracking*: talvez seja o aspecto mais conhecido da engenharia reversa. Trata-se da modificação (ilegal, pois infringe direitos autorais) de um software, para remover a proteção anti-cópias, permitindo que o software seja utilizado sem a posse de uma licença. O *cracking* normalmente (mas nem sempre) é feito através da engenharia reversa;
- b) combate a vírus de computadores: a engenharia reversa é a principal técnica utilizada para examinar como os vírus funcionam. Também é utilizada para simplesmente tentar identificar (através de heurísticas) se há conteúdo maléfico (vírus) em um software. Através da descompilação de arquivos infectados, pode-se detectar seu comportamento, possíveis variações, e determinar assinaturas para reconhecimento destes arquivos maléficos. As empresas de antivírus costumam ter equipes especializadas em receber arquivos infectados e analisá-los para que na próxima versão (das assinaturas) do antivírus haja a detecção do novo vírus;
- c) uso governamental e militar: a espionagem entre governos atinge também o mundo dos bits, e há investimentos pesados para reforçar a segurança dos sistemas governamentais. Em 1989 ocorreu o primeiro caso de “cyberespionagem” a aparecer na mídia: *hackers* de um grupo alemão são presos por invadirem os computadores do governo americano e venderem informações a KGB soviética. Em

1999 Bill Clinton anuncia US\$ 1.46 bilhão para melhorar a segurança dos computadores do governo;

- d) auditoria de segurança: instituições financeiras, que necessitam de uma total certeza sobre a segurança de seus dados, costumam fazer auditoria sobre os principais softwares que utilizam. Quando o código fonte está disponível, este passa por uma auditoria de segurança, que vai avaliar a segurança ou riscos do software. Quando o código fonte não está disponível, costuma-se utilizar a engenharia reversa para atestar a segurança e comportamento do software.

E Braga (2006) menciona o uso da engenharia reversa na manutenção de softwares:

- a) nas manutenções adaptativas⁴ e evolutivas, as técnicas de engenharia reversa são usadas indiretamente, através do fornecimento de visões de software, para localizar os componentes onde serão realizadas as mudanças e adições necessárias, e para auxiliar no controle da estrutura global do sistema modificado;
- b) nas manutenções corretivas, as técnicas de engenharia reversa não servem para detectar ou corrigir erros, mas auxiliar indiretamente o programador na localização do componente defeituoso, através de melhorias da compreensibilidade do software;
- c) nas manutenções preventivas, ferramentas de engenharia reversa podem fornecer embasamento para detectar onde e como realizar mudanças apropriadas, através da produção de visões do software.

2.3 DOOM

Doom é um jogo de computador lançado em 1993 pela id Software, do gênero “tiro em primeira pessoa” (do inglês *First Person Shooter* - FPS), um estilo de jogo de computador e

⁴ Manutenção Adaptativa é o ajuste do software a alterações no seu ambiente. Por exemplo: adaptação a um novo sistema operacional, a um novo dispositivo legal, entre outros (BOLDCRON TECNOLOGIES, 2008). Este trabalho caracteriza uma manutenção adaptativa ajustando a inteligência artificial dos NPCs para que resulte em um comportamento que seria visto apenas em jogos lançados posteriormente.

vídeo game, no qual se enxerga apenas o ponto de vista do protagonista, como se o jogador e personagem do jogo fossem o mesmo observador.

No jogo, o jogador faz papel de um fuzileiro espacial deportado para Marte por problemas de conduta. Ele é forçado a trabalhar para um complexo militar-industrial que está realizando experiências secretas sobre tele transporte entre as luas de Marte, Phobos e Deimos. De súbito, algo dá errado e criaturas do inferno começam a vir das áreas de tele transporte. Uma resposta defensiva da segurança da base falha em deter a invasão, e é rapidamente dominada por demônios, com toda a guarnição morta ou transformada em zumbis (THE PAGE OF DOOM, 2003). O jogo ambienta-se em três cenários: primeiro numa base militar em Phobos, depois em instalações situadas em Deimos, e, finalmente, o último cenário é situado no próprio inferno.

Os demônios e zumbis representam os NPCs que são colocados contra o jogador. A técnica de inteligência artificial empregada em Doom para controlar as ações dos NPCs é a de máquina de estados, uma máquina abstrata que define os estados em que um personagem pode se encontrar e quando o mesmo muda de estado. O estado atual da máquina determina como o personagem deve se comportar no jogo (KISHIMOTO, 2004).

A figura 2 a seguir é imagem *in game*, mostrando a visão pela perspectiva do jogador e os oponentes a serem enfrentados.



Figura 2 – Perspectiva do jogador, com oponentes ao centro da tela.

Combinando gráficos 3D com violência gráfica, ele tornou-se tanto controverso quanto imensamente popular, com um lançamento em versão *shareware* que se estima ter sido jogada por 15 milhões de pessoas. Além de definir muitos elementos de jogo dos *games* de tiro em primeira pessoa, Doom estabeleceu uma sub-cultura por popularizar os jogos em rede e

permitir expansões criadas pelos jogadores. O sucesso do jogo influenciou a explosão de jogos nos anos 90 até o ponto desses jogos serem algumas vezes chamados de “clones do DOOM” (PLANETA DOOM, 2007).

A série perdeu o apelo quando o mecanismo gráfico do Doom se tornou obsoleto no final dos anos 90, mas o interesse surgiu novamente quando o código-fonte do jogo foi lançado ao público em 1997 (sob a GNU) e posteriormente com o lançamento de Doom 3, uma releitura do jogo original utilizando nova tecnologia, e um filme da série (PLANETA DOOM, 2007).

2.3.1 Aspectos técnicos de Doom

Doom é um jogo antigo e pioneiro do gênero. Portanto, após o contato com jogos atuais de ação em primeira pessoa, voltar ao Doom proporciona uma noção clara de quanto a jogabilidade do gênero evoluiu. Atualmente, um jogo de tiro que não possibilite o ajuste vertical da mira ou que limite o jogador ao uso do teclado dificilmente teria um grande número de adeptos, ainda que fosse revolucionário graficamente. E essas são duas das limitações de Doom, se posicioná-lo em paralelo com os jogos atuais.

No entanto, tais limitações podem ser quebradas, e efetivamente foram. A partir do código fonte original de Doom, vários *source ports* – *ports* do código fonte de Doom - foram criados, e muita gente efetuou alterações no código para uso próprio ou estudos, mostrando então a maleabilidade do código do Doom.

Ports são alterações que tornam um software projetado para funcionar em um sistema operacional em específico capaz de executar adequadamente em uma nova plataforma. No caso do Doom, os *source ports* possibilitaram que o código fonte disponibilizado pela id Software pudesse ser utilizado em outros sistemas operacionais. O quadro 1 mostra alguns *ports* de Doom e o sistema operacional para os quais foram desenvolvidos. Pode-se observar que a equipe responsável pelo Doom Legacy criou *source ports* para a maioria dos sistemas operacionais utilizados.

NOME DO SOURCE PORT	SISTEMA OPERACIONAL
Boom 2.02	DOS
Doom Legacy 1.41	DOS
Chocolate Doom 0.0.1	Windows
Doomsday 1.8.3	Windows
PrBoom 2.4.2	Windows
Doom Legacy 1.32 beta 1	OS/2
Doom Legacy 1.40	MacOS
BeOS Doom 1.01	BeOS

Fonte: DOOMWORLD (2007).

Quadro 1 – *source ports* de Doom e sistemas operacionais para os quais foram desenvolvidos

Outra característica de Doom é que os NPCs podem acertar uns aos outros, eventualmente resultando em brigas entre NPCs. Quando dois (ou mais, em situações raras) NPCs começam a lutar entre si, vão parar apenas quando um dos envolvidos morrer, ou se o jogador intervier atirando em um deles, atraindo a atenção do NPC sobre si e tornando-se o novo alvo. Esta foi uma função inserida voluntariamente no jogo, o que traz uma ferramenta para o jogador quando este estiver em grande desvantagem numérica.

No entanto, um NPC não irá verificar se outro NPC já está no caminho de seu ataque antes de atacar. Assim, fazer dois NPCs lutarem entre si acaba exigindo pouca estratégia por parte do jogador - basta se esconder atrás de um deles. As figuras 3 e 4 mostram casos de monstros lutando entre si.



Figura 3 – Dois NPCs lutando entre si



Figura 4 – Duelo entre dois NPCs do tipo *baron of hell*

Quanto ao código fonte de Doom, o correto é dizer “código fonte da *engine* de Doom”, visto que as texturas, as figuras, e a configuração dos mapas são informações contidas nos WADs (seção 2.3.2), arquivos que contém as informações que vão determinar o que vai ser mostrado na tela, e serão melhor explicados em seção própria. Com isso, vários jogos utilizam-se da *engine* do Doom original, incluindo o próprio Doom 2, Hexen e Heretic.

O código fonte é composto por 124 arquivos de C++, totalizando 52.424 linhas de código. No entanto, um pequeno número destes arquivos influenciam significativamente no comportamento dos NPCs, e foram estes os arquivos que exigiram modificações para realizar o que foi proposto neste TCC. Tal fato não dispensou a análise de todas as partes de código para que fossem constatadas quais partes de cada um destes arquivos seriam necessárias ao trabalho. O código possui alguma documentação, o que facilita a sua navegação, embora isso não o torne algo que se consiga assimilar em pouco tempo.

O código fonte é dividido entre seções. Seus arquivos e funções dentro do código possuem prefixos para caracterizar suas funções. Os quadros 2 e 3 mostram como são organizados os arquivos que compõem o código fonte, e a descrição de cada um deles.

PREFIXO	FUNÇÃO
AM_*	Código do mapa
D_*	Código geral/de inicialização
F_*	Códigos do fim do jogo, de tela “derretendo”
G_*	<i>Loop</i> principal do jogo
HU_*	<i>Heads-up display</i>
I_*	Código específico de sistema
M_*	Miscelânea (inclui o menu)
P_*	Lógica e comportamento do jogo

R_*	Engine de renderização
S_*	Código de som
ST_*	Barra de status
V_*	Renderização gráfica geral
WI_*	Telas entre-missão
W_*	WAD <i>loading</i>
Z_*	Sistema de alocação de memória

Fonte: DOOM WIKI (2007d).

Quadro 2 – Prefixos dos arquivos e funções do código fonte

ARQUIVO	DESCRIÇÃO
am_map.c, am_map.h	Mapa
d_english.h	Text strings utilizadas no jogo (em inglês)
d_event.h	Estrutura de eventos
d_french.h	Text strings utilizadas no jogo (traduções para o francês)
d_items.c, d_items.h	Tabela que controla animações das armas
d_main.c, d_main.h	Função principal independente e código de setup
d_net.c, d_net.h	Código de networking
doomdata.h	Dados básicos de estrutura usados para representar fases
doomdef.c, doomdef.h	Constantes utilizadas no código fonte
doomstat.c, doomstat.h	Variável de modos de jogo
doomtype.h	Definições comuns utilizadas no código
d_player.h	Definição da estrutura <i>player_t</i> , que representa os jogadores
dstrings.c, dstrings.h	Mensagens de saída do jogo
d_textur.h	Estrutura não utilizada, provavelmente obsoleta
d_think.h	Definições de <i>thinker structures</i> usadas na IA
d_ticcmd.h	Definição dos comandos de movimentação do jogador
f_finale.c, f_finale.h	Tela de código do final do jogo
f_wipe.c, f_wipe.h	Efeito da tela derretendo
g_game.c, g_game.h	Transições entre estados do jogo, saída das fases, entre outros.
hu_lib.c, hu_lib.h	Bibliotecas para o HUD
hu_stuff.c, hu_stuff.h	Código para o HUD
i_main.c	Função principal
i_net.c, i_net.h	Código de networking (versão UDP Unix)
i_sound.c, i_sound.h	Código de som independente
i_system.c, i_system.h	Códigos dependentes de sistema
i_video.c, i_video.h	Código de vídeo dependente de sistema (versão X11 Unix)
info.c, info.h	Tabelas de dados utilizados pelo jogo
m_argv.c, m_argv.h	Funções de busca de argumentos da linha de comando
m_bbox.c, m_bbox.h	Caixas
m_cheat.c, m_cheat.h	Códigos de <i>cheat</i>
m_fixed.c, m_fixed.h	Funções de números com ponto fixo
m_menu.c, m_menu.h	Menu
m_misc.c, m_misc.h	Funções diversas; miscelânea
m_random.c, m_random.h	Gerador de números pseudo-aleatórios
m_swap.c, m_swap.h	Rotinas de conversão
p_ceilng.c	Movimento do teto

p_doors.c	Movimento de porta
p_enemy.c	IA dos NPCs
p_floor.c	Movimento do chão
p_inter.c, p_inter.h	Interação entre objetos, dano, pegar itens, etc
p_lights.c	Luzes animadas
p_local.h	Header global para funções da seção p_*
p_map.c	Movimentação de objetos
p_maputl.c	Funções de biblioteca para p_map.c
p_mobj.c, p_mobj.h	Fuções básicas de manipulação de objetos
p_plats.c	Elevadores
p_pspr.c, p_pspr.h	Funções Psprite (<i>sprites</i> das armas)
p_saveg.c, p_saveg.h	Savegames
p_setup.c, p_setup.h	<i>Loading</i> de dados do mapa
p_sight.c	Linha de visão / <i>sight check</i> para NPCs
p_spec.c, p_spec.h	Efeitos especiais diversos
p_switch.c	Botões nas paredes
p_telept.c	Teletransporte
p_tick.c, p_tick.h	Código base de thinker
p_user.c	Código de ponto de vista do jogador
r_bsp.c, r_bsp.h	Traversal de árvore BSP
r_data.c, r_data.h	Inicialização de dados (textura, etc) para renderização.
r_defs.h	Definições utilizadas na renderização
r_draw.c, r_draw.h	Funções de desenho rápido
r_local.h	Header global da seção r_*
r_main.c, r_main.h	Entrada para código de renderização
r_plane.c, r_plane.h	Renderização de planos (chão/teto)
r_segs.c, r_segs.h	Renderização de paredes
r_sky.c, r_sky.h	Renderização do céu
r_state.h	Definição de variáveis globais para renderização
r_things.c, r_things.h	Renderização de sprites
sounds.c, sounds.h	Tabelas de som/música
s_sound.c, s_sound.h	Código de áudio independente de sistema
st_lib.c, st_lib.h	Rotinas de barra de status
st_stuff.c, st_stuff.h	Código principal da barra de status
tables.c, tables.h	Tabelas de acesso rápido a seno/cosseno
v_video.c, v_video.h	Renderização genérica de imagens
wi_stuff.c, wi_stuff.h	Telas entre fases
w_wad.c, w_wad.h	Código de loading de WADs
z_zone.c, z_zone.h	Alocador de memória

Fonte: DOOM WIKI (2007a).

Quadro 3 – Arquivos que compõem o código fonte de Doom

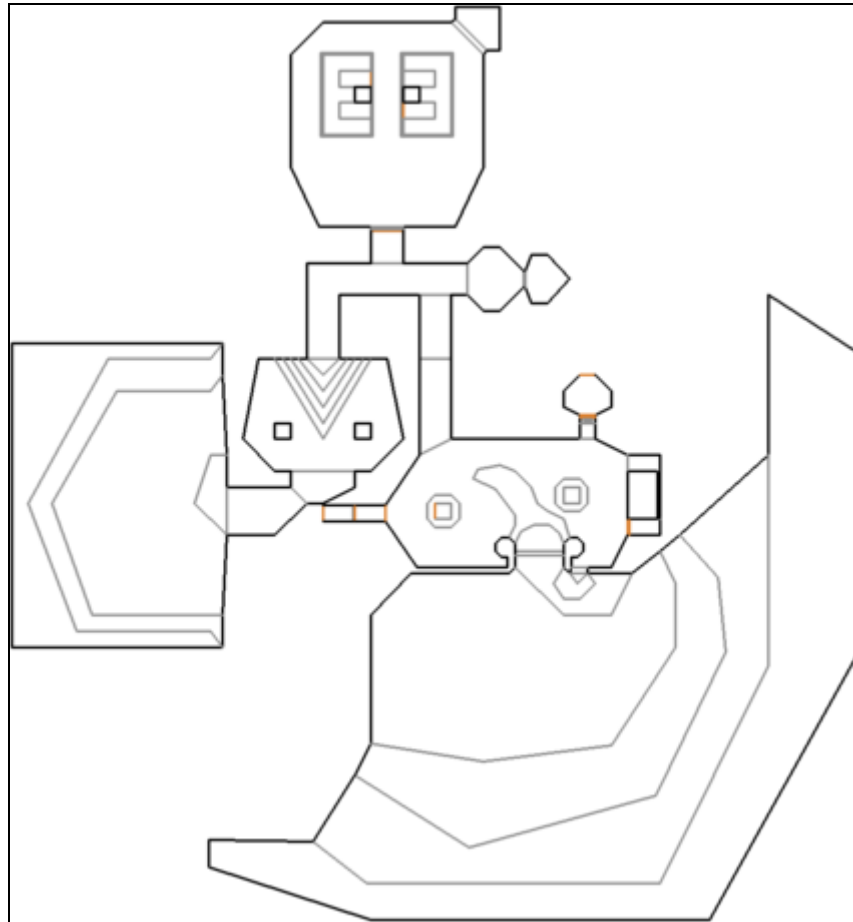
2.3.2 WADs

WAD (acrônimo para "*Where's All the Data?*") é o formato de arquivo adotado para armazenamento de informações por todos os jogos que utilizam a Doom *engine*, como o próprio Doom, Hexen e Heretic. Um arquivo WAD consiste de um *header* de 12 bytes; um diretório, que associa nomes de dados com as informações correspondentes; e as informações propriamente ditas.

WADs podem ser criados e editados com programas específicos. Com isso, qualquer pessoa pode desenhar seu jogo e utilizar a *engine* de Doom. Esse foi um dos atributos que colaboraram para a popularização do jogo.

Um WAD pode ser um IWAD ou um PWAD, conforme a Doom Wiki (2007c).

IWADs são WADs que contém todas as informações de um jogo completo. Pode conter as fases do jogo, texturas, sons, *sprites*, e outros elementos gráficos. Quando o executável do jogo é iniciado, uma das primeiras coisas que ele faz é procurar o IWAD. Um exemplo é o DOOM2.WAD, que é utilizado neste trabalho (os WADs originais de Doom somente são disponibilizados com as cópias originais dos jogos). O IWAD de Doom 2 contém todas as informações acima citadas. A figura 5 mostra o mapa da primeira fase de Doom 2, tal como visualizado por um editor de WADs, o eXtensible WAD Editor (XWE). Esta é a fase do jogo utilizada para a demonstração dos resultados deste trabalho.



Fonte: DOOMWIKI (2007b).

Figura 5 – Mapa do primeiro estágio de Doom 2, visto no XWE

PWAD (*patch WAD*) é um WAD com informações usadas como *add-ons*. Um jogo pode valer-se de vários PWADs, que também são carregados durante a inicialização do jogo. Seus atributos possuem prioridade sobre os de um IWAD, visto que foram feitos especificamente para alterar alguns aspectos em particular do jogo. Normalmente, PWADs contém novos mapas para estágios, substituindo os originais do IWAD, mas pode conter também novas texturas para serem utilizadas nos novos mapas, por exemplo. PWADs, por conterem apenas alterações, são bem menores e mais simples de se desenvolver do que um IWAD, e por esse motivo possuem maior variedade para o usuário baixar.

Como os WADs são de uso exclusivo da Doom Engine, não existem outras *engines* que façam uso de IWADs e PWADs.

As figuras 6 e 7 mostram o editor XWE.

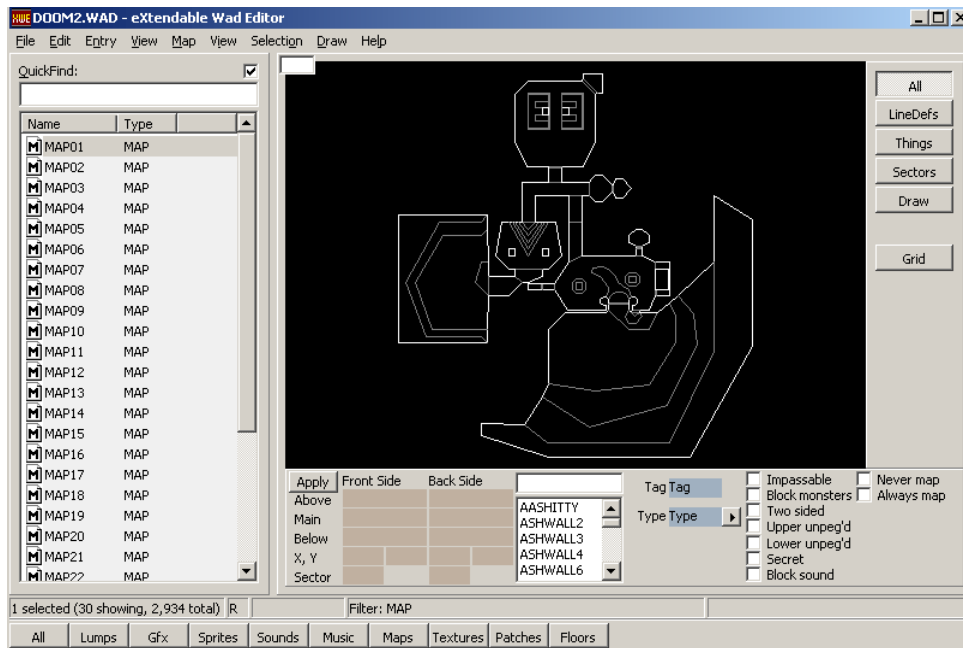


Figura 6 – Edição de mapas no XWE

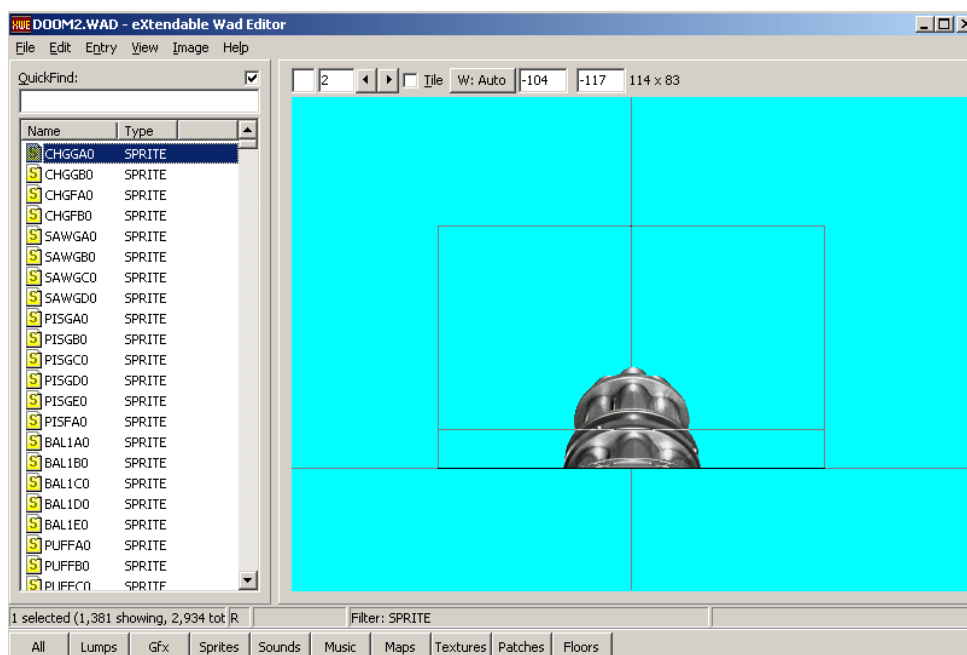


Figura 7 – Edição e controle de sprites no XWE

Além dos exemplos expostos nas figuras, pode-se observar na tela do programa que também há espaço para a edição de sons, músicas, texturas e outros atributos dos estágios e mapas do jogo.

2.3.3 Estados dos NPCs de Doom

Em Doom, a maioria dos NPCs é inserida no jogo sem estar ciente da existência do jogador. Tais NPCs são então inseridos de modo que fiquem na mesma posição até tomar conhecimento da presença do jogador de alguma maneira.

O quadro 4 mostra o código que representa o estado inicial dos NPCs.

```
// A_Look
// Stay in state until a player is sighted.
//
void A_Look (mobj_t* actor)
{
    mobj_t* targ;

    actor->threshold = 0;    // qualquer "estímulo" alertará o NPC
    targ = actor->subsector->sector->soundtarget; //o autor do som que
//                                     alertou o NPC pode vir
//                                     a se tornar um alvo.

    if (targ
        && (targ->flags & MF_SHOOTABLE) ) //se o alvo pode ser atingido...
    {
        actor->target = targ; //...torna-se o alvo do NPC.

        if ( actor->flags & MF_AMBUSH ) //ativado apenas no modo de
//                                     //dificuldade mais fácil.
        {
            if (P_CheckSight (actor, actor->target)) //se o alvo está no
                goto seeyou; //alcance de visão
        }
        else
            goto seeyou; //rotina que faz o NPC tentar localizar o alvo
//pela direção de onde veio o som que o alertou.
    }

    if (!P_LookForPlayers (actor, false) ) //se não há jogadores à vista
        return;
}
```

Fonte: ID SOFTWARE (1997)

Quadro 4 – Estado inicial do NPC

Threshold é uma variável que recebe um valor aleatório quando o NPC encontra algum alvo, e que vai diminuindo gradativamente até zerar. O valor inicial do *threshold* é sempre igual a zero.

Estando com o *threshold* com valor zero, qualquer coisa que pode chamar a atenção do NPC irá fazê-lo. Se ele ouvir algum som de ataque, ele irá assumir a origem do som como possível alvo. Se sofrer algum dano, irá tomar a fonte do dano como alvo.

Se o alvo for um objeto que possa ser atacado (definido pela *flag* MF_SHOOTABLE, do arquivo info.c, quadro 4), este será confirmado como alvo, podendo ser tanto o jogador quanto outro NPC. Com isso, o NPC entra no estado de perseguição, conforme rotina constante no quadro 5.

```
//
// A_Chase
// Actor has a melee attack,
// so it tries to close as fast as possible
//
void A_Chase (mobj_t* actor)
{
    int delta;

    if (actor->reactiontime) //se tempo de reação é diferente de zero
        actor->reactiontime--; //decrece o valor do tempo de reação

    // modify target threshold
    if (actor->threshold)
    {
        if (!actor->target || actor->target->health <= 0)
        {
            actor->threshold = 0; //zera threshold quando o alvo morre
        }
        else
            actor->threshold--; //threshold diminui gradativamente com
//                                //alvo vivo
    }

    // vira-se para a direção a ser percorrida
    if (actor->movedir < 8)
    {
        actor->angle &= (7<<29);
        delta = actor->angle - (actor->movedir << 29);

        if (delta > 0)
            actor->angle -= ANG90/2;
        else if (delta < 0)
            actor->angle += ANG90/2;
    }

    if (!actor->target //se não há alvo
        || !(actor->target->flags&MF_SHOOTABLE)) //ou alvo é inválido
    {
        // look for a new target
        if (P_LookForPlayers(actor,true))
            return; // got a new target

        P_SetMobjState (actor, actor->info->spawnstate);
        return; //se não achou novo alvo, volta para o estado inicial
    }

    // check for melee attack
    if (actor->info->meleestate //se há ataque tipo corpo-a-corpo
        && P_CheckMeleeRange (actor)) //e alvo está no alcance
    {
```



```

    if (actor->info->attacksound) //se há som de ataque...
        S_StartSound (actor, actor->info->attacksound); //...emití-lo

    P_SetMobjState (actor, actor->info->meleestate);
    return; //altera para rotinas de ataque corpo-a-corpo
}

// check for missile attack
if (actor->info->missilestate) //se existe ataque à distância
{
    if (gameskill < sk_nightmare
        && !fastparm && actor->movecount)
    {
        goto nomissile;
    }

    if (!P_CheckMissileRange (actor))
        goto nomissile;

    //vai para rotina de ataque à distância
    P_SetMobjState (actor, actor->info->missilestate);
    actor->flags |= MF_JUSTATTACKED;
    return;
}
}

```

Fonte: ID SOFTWARE (1997)

Quadro 5 – Rotina de perseguição

O estado de perseguição compreende aproximar-se do alvo, verificar se está próximo o suficiente para atacar, e então mudar para as rotinas de ataque.

No caso do NPC possuir ataques a distância, o que é especificado no arquivo info.c, é verificado se a distância é suficiente para o ataque atingir o alvo, e depois o NPC se vira de modo que fique em linha reta com o alvo. Após o posicionamento é feito o ataque, e o alvo recebe o dano do ataque. A rotina responsável pela verificação da distância é P_CheckMissileRange, e, para ficar de frente ao alvo, A_FaceTarget, ambas do arquivo P_Enemy.c.

O quadro 6 mostra informações sobre o NPC tipo “Possessed” que o jogo utiliza. Os trechos em negrito mostram que ele não possui um ataque corpo-a-corpo, possui ataque à distância, e é um alvo válido para ser atacado (*flag* MF_SHOOTABLE).

Ataques feitos com armas que possuem balas como projéteis, causam dano assim que o atacante atira. No caso de ataques com projéteis representados graficamente, como um foguete ou tiro de plasma, o dano só é causado quando o projétil colide com o alvo. Neste caso, o projétil é considerado um novo objeto no cenário, causando dano quando colide com o alvo (a rotina de colisão seria a mesma para quaisquer outros dois objetos se tocando, como o jogador e um NPC). Após a colisão, é aplicado o dano. Isso faz com que esses tipos de projétil

sejam os únicos possíveis de se desviar depois de disparados.

```
{
    // MT_POSSESSED
    3004,           // doomednum - código do objeto
    S_POSS_STND,  // spawnstate - estado inicial
    20,           // spawnhealth - pontos de vida iniciais
    S_POSS_RUN1,  // seestate - estado ao avistar o jogador
    sfx_posit1,   // seesound - som emitido ao ver o jogador
    8,           // reactiontime
    sfx_pistol,   // attacksound - som emitido ao atacar
    S_POSS_PAIN,  // painstate - indica que o NPC pode ficar atordoadado
    200,         // painchance - chance de ficar atordoadado
    sfx_popain,   // painsound - som ao ficar atordoadado
    0,           // meleestate - indica posse de ataque corpo a corpo
    S_POSS_ATK1, // missilestate - indica posse de ataque à distância
    S_POSS_DIE1,  // deathstate - estado ao morrer
    S_POSS_XDIE1, // xdeathstate - estado ao morrer por dano massivo
    sfx_podth1,   // deathsound - som emitido ao morrer
    8,           // speed - velocidade de deslocamento
    20*FRACUNIT,  // radius - medida no objeto no cenário
    56*FRACUNIT,  // height - altura do objeto
    100,         // mass - massa do objeto
    0,           // damage - dano inicial (sofrido)
    sfx_posact,   // activesound - som emitido quando em atividade
    MF_SOLID|MF_SHOOTABLE|MF_COUNTKILL, // flags
    S_POSS_RAISE1 // raisestate - estado ao ser ressuscitado
},
```

Fonte: ID SOFTWARE (1997)

Quadro 6 – Arquivo info.c, com informações do NPC tipo “Possessed”.

Em ataques do tipo corpo a corpo não há a necessidade de o NPC virar-se para o alvo. Basta que o NPC esteja adjacente ao jogador. A verificação para o ataque dá-se pela rotina `P_CheckMeleeRange`, também de `p_enemy.c`. As demais rotinas de pré-ataque são as mesmas.

O NPC atacará o alvo até que o alvo ou o próprio NPC tenham seus pontos de vida reduzidos a zero ou menos, ou se outra fonte o atacar enquanto estiver com o *threshold* zerado. Neste caso, o NPC tomará como alvo a sua nova fonte de dano.

A figura 11 na seção 3.2 é apresenta o diagrama de estados do NPC antes das alterações.

2.3.4 Outros jogos com aspectos comportamentais

Além de Doom, dentre tantos outros jogos que têm no comportamento dos NPCs elemento essencial na experiência proporcionada ao jogador, são apresentados os jogos *The*

Sims e *Winning Eleven 9*, com o objetivo de explicitar outras maneiras de tentar-se representar um comportamento humano nos NPCs.

The Sims é um simulador de uma pessoa em sua vida normal. Durante a criação de um personagem, o signo escolhido, por exemplo, altera sua personalidade. Conta também o resultado de interações com outros personagens (*NPCs*), que moldam o comportamento do personagem que o jogador controla, assim como as atitudes do jogador podem mudar o comportamento dos *NPCs*.

A figura 8 mostra os atributos de um personagem de *The Sims*.



Fonte: GAMETHINK (2005).

Figura 8 – Atributos do personagem controlado pelo jogador em *The Sims*

Já no caso de *Winning Eleven 9*, um jogo de futebol, cada jogador possui atributos medidos numa escala própria, dentre estes resistência, velocidade, aceleração e tantos outros. Conforme o jogador passa tempo no campo ou se machuca, alguns dos atributos caem, piorando o desempenho deste e alterando seu comportamento em campo. Isso tanto para os personagens do jogador quanto para seus oponentes.

A figura 9 expõe os atributos de um personagem em *Winning Eleven*.



Fonte: TARINGA (2006).

Figura 9 – Alguns dos atributos dos personagens em *Winning Eleven*

Além da diferença de gêneros, em *The Sims* as ações do jogador podem influenciar no comportamento dos personagens, enquanto em *Winning Eleven* tem-se a representação da fadiga do jogador.

2.4 TRABALHOS CORRELATOS

Kishimoto (2006) descreve uma pesquisa sobre o uso da inteligência artificial em jogos eletrônicos para computadores e videogames. O trabalho começa com a definição de inteligência artificial e *game AI*, explanando a diferença entre as duas. A seguir, apresenta brevemente a história dos jogos eletrônicos, mencionando jogos e produtoras de destaque na história da indústria de jogos, e dividindo o texto de acordo com as décadas tratadas.

No capítulo seguinte, passa a tratar da inteligência artificial em jogos eletrônicos. Demonstra em uma tabela alguns jogos listados com nome, data de publicação e técnica de IA utilizadas (quadro 7), onde é possível a constatação da evolução nas técnicas empregadas no comportamento dos *NPCs*. Além disso, o trabalho descreve sumariamente cada técnica. Por fim, apresenta benefícios apresentados pela IA em jogos, tal como seus problemas e seu estado da arte.

Ano	Descrição	IA utilizada
1962	Primeiro jogo de computador, Spacewar, para 2 jogadores.	Nenhuma
1972	Lançamento do jogo Pong, para 2 jogadores.	Nenhuma
1974	Jogadores tinham que atirar em alvos móveis em Pursuit e Qwak.	Padrões de movimento
1975	Gun Fight lançado, personagens com movimentos aleatórios.	Padrões de movimento
1978	Space Invaders contém inimigos com movimentos padronizados, mas também atiram contra o jogador.	Padrões de movimento
1980	O jogo Pac-man conta com movimentos padronizados dos inimigos, porém cada fantasma (inimigo) tem uma "personalidade" sobre o modo em que caça o jogador.	Padrões de movimento
1990	O primeiro jogo de estratégia em tempo real, Herzog Wei, é lançado. Junto, os jogadores puderam noticiar uma péssima busca de caminho.	Máquina de estados
1993	Doom é lançado como primeiro jogo de tiro em primeira pessoa.	Máquina de estados
1996	BattleCruiser: 3000AD é publicado como o primeiro jogo a utilizar redes neurais em um jogo comercial.	Redes neurais
1998	Half-Life é lançado e analisado como a melhor IA em jogos até a época, porém, o jogo utiliza IA baseada em scripts.	Máquina de estados / Script
2001	O jogo Black & White é alvo da mídia a respeito de como as criaturas do jogo aprendem com as decisões feitas pelo jogador. Utiliza redes neurais, <i>reinforcement</i> ⁵ e <i>observational learning</i> ⁶ .	Diversos

Fonte: KISHIMOTO (2004)

Quadro 7 – Linha de tempo da IA em jogos

⁵ *Reinforcement learning* é a técnica de IA que envolve o aprendizado obtido através da interação com o ambiente; o agente aprende com as consequências de suas ações (SCHOLARPEDIA, 2008).

⁶ *Observational learning* é o aprendizado pela observação das ações de outros agentes. Tal como uma criança aprende observando os pais, esta técnica de IA faz com que um NPC aprenda observando outros NPCs (RAMALHO, 2008).

Cunha e Giraffa (2003) apresentam o projeto de pesquisa *SCORE (Simulator for COgnitive agent's behavioR)*. Trata-se de uma proposta para aplicação de agentes *BDI (Belief, Desire, Intention)* na modelagem de comportamento de personagens em jogos computadorizados interativos. O jogo trabalhado pelo grupo de pesquisas é o *Unreal Tournament (UT)*, um jogo de tiro em primeira pessoa tal como *Doom*.

O trabalho, após a introdução, trata de explicitar a tecnologia de agentes, contendo definições literárias, aplicações desta tecnologia, jogos existentes no mercado que a utilizam, e trabalhos correlatos sobre esta tecnologia. Conclui falando sobre a integração de jogos interativos com a pesquisa em agentes inteligentes. Apresenta o conceito de *engine* de um jogo, explicita o funcionamento do sistema do *UT*, sua linguagem própria (*UnrealScript - US*) e sua interface programável. Demonstra as ferramentas que auxiliam na modelagem do agente, ambas baseada no conceito de crenças, desejos e intenções (*BDI*). No seu desenvolvimento utilizou-se *X-BDI* (ferramenta de desenvolvimento de teste de agentes) e *E-BDI* (editor de programação de agentes baseado no ambiente *X-BDI*). Por fim, demonstra como foi feita a comunicação do sistema *X-BDI* com o *kernel* do agente.

Vieira Filho (2005) proveu pesquisa sobre técnicas de inteligência artificial utilizadas em jogos eletrônicos, e projetou um motor de IA para jogos, a fim de encapsular as técnicas pesquisadas.

Descreve, além de técnicas de IA, o desenvolvimento de seu motor de IA, que não teve análise prévia de motores já existentes, visto que a maioria destes é proprietária, impossibilitando o ato. Desenvolvido em *C++*, devido à abrangência desta linguagem na indústria de jogos, seu motor buscou manter uma estrutura modular com responsabilidades bem definidas para cada um dos seus componentes, e mostra-se expansível, uma vez que não fez uso de todas as técnicas estudadas pelo autor.

Conclui ressaltando a relação entre a área de IA dos jogos e as demais áreas de desenvolvimentos destes, como gráficos, física e áudio, e a importância desta relação, visto que se pode observar perda de desempenho em IA para priorizar o gráfico e a física do jogo, características que isoladamente já demandam muito do processador.

3 DESENVOLVIMENTO

Sendo o código fonte de Doom livre para divulgação e uso, o próprio site de sua produtora, id Software, disponibiliza o fonte a quem estiver interessado. No entanto, por problemas quanto à biblioteca de som utilizada na versão para DOS, o código fonte disponibilizado pode ser compilado apenas em ambiente Linux. Com isso, o ambiente original previsto para a realização deste TCC teve que ser alterado para o Linux.

Depois de adquirida uma noção básica do código e sua funcionalidade, e de algumas horas jogando o Doom original, identificou-se algumas situações do jogo em que a manutenção do código correspondente ao comportamento dos NPCs pudesse alterar de forma perceptível a jogabilidade do jogo, talvez exigindo uma nova maneira - ou criando outras - de jogá-lo. Algumas destas situações seriam:

- a) o NPC nunca foge do jogador;
- b) os NPCs não verificam a presença de outro NPC na linha de fogo;
- c) os NPCs agem de maneira isolada, sem qualquer tipo de estratégia em grupo;
- d) os NPCs atacam cegamente, sem táticas tipo “bater e correr”;
- e) os NPCs agem da mesma maneira independentemente da arma do jogador. Uma solução seria os NPCs se afastarem uns dos outros quando o jogador está utilizando uma arma que cause dano em área;
- f) os NPCs não fazem “emboscadas”, como saber que o jogador está na sala ao lado e esperar o jogador vir até ele, ao invés de seguir o jogador e aparecer na frente dele.

Dentre as situações listadas, algumas foram escolhidas para explorar-se neste trabalho. Estipulados os resultados a serem alcançados, e identificados os trechos de código que seriam utilizados para alcançá-los, a alteração do código foi iniciada, com testes para verificação das alterações, de modo que os avanços - grandes ou pequenos - pudessem ser verificados individualmente, para que eventuais erros fossem identificados mais facilmente e corrigidos de imediato.

De modo geral, a rotina de testes compreendeu modificar o código, compilar o jogo, jogar o jogo, documentar o efeito das alterações, e voltar à manutenção do código. A figura 10 apresenta o diagrama de atividades para este processo.

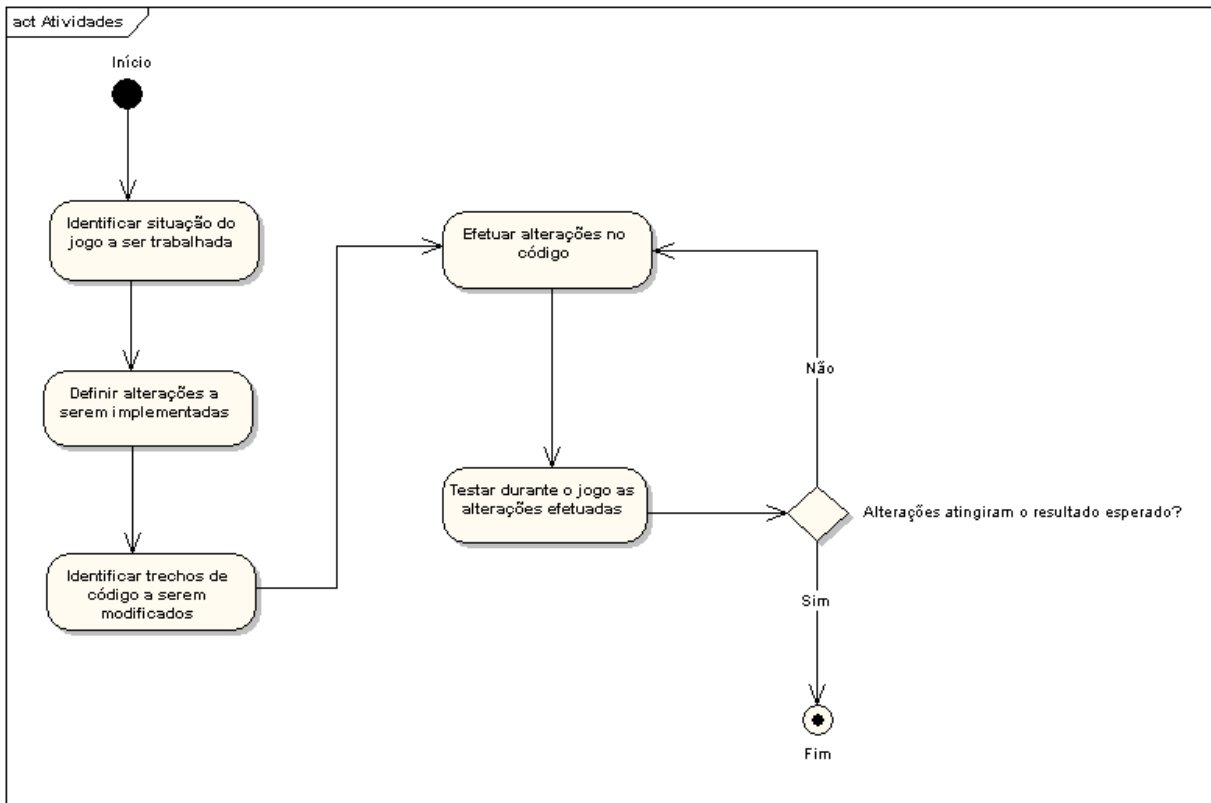


Figura 10 – Diagrama de atividades do desenvolvimento das alterações a serem implementadas

Por fim, iniciou-se a compilação das anotações dos passos percorridos durante o desenvolvimento do trabalho para a confecção desta monografia.

3.1 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

A razão deste trabalho é promover alterações no código fonte do jogo Doom para proporcionar uma jogabilidade diferenciada e respostas comportamentais aprimoradas por parte dos NPCs, durante as situações selecionadas. Dentre as situações listadas no começo do capítulo, foram selecionadas as duas primeiras: o NPC nunca foge do jogador, e não verificam a linha de fogo para evitar atirar em aliados. Foram escolhidas por serem suficientes para mostrar alterações na jogabilidade e comportamento dos NPCs, além do fato de que trabalhar três das situações listadas poderia exigir mais tempo do que o disposto para a realização deste trabalho.

As modificações a serem efetuadas no código fonte de Doom atenderão às especificações e necessidade a seguir:

- a) fazer com que o NPC recue quando o valor de sua *health* estiver dentro de um intervalo de valores previamente estipulado (Requisito Funcional – RF);
- b) fazer com que os NPCs verifiquem se há outro NPC em sua linha de tiro no momento do ataque, para minimizar ocorrências NPCs sendo mortos por seus similares (RF);
- c) fornecer coordenadas dos NPCs e do jogador, a cada movimento dos NPCs, para que os dados sejam utilizados para comparar as ações e o comportamento dos atores entre as duas versões (RF);
- d) ser desenvolvido e operacionalizado no sistema operacional Linux (Requisito Não-Funcional – RNF);
- e) manter a linguagem de programação original, C++ (RNF);
- f) manter a técnica de IA originalmente utilizada, máquina de estados finitos (RNF);

Com isso, o jogador ou espectador, após ter jogado ou assistido o jogo original, deverá ser capaz de perceber as modificações implementadas nas situações particulares selecionadas para o desenvolvimento do trabalho.

Quanto ao impacto na jogabilidade, é importante salientar que o modo de jogar varia de cada pessoa, portanto, o jogador ainda poderá experimentar alterações visualmente, mas isso poderá não impactar significativamente em seu modo de jogar. Por outro lado, um jogador pode descobrir uma estratégia nova de jogo, que pode não ser viável ou eficiente no jogo original, ou ainda verificar que uma estratégia que funciona no jogo original já não é tão eficaz, obtendo uma nova experiência de jogo.

3.2 ESPECIFICAÇÃO

O trabalho compreende dois pontos específicos para seu desenvolvimento. O primeiro compreende o fato de que os NPCs em Doom têm suas ações limitadas a encontrar o jogador, verificar a distância até ele, e atacar, se estiver no alcance. As figuras 11 e 12 expõem esse comportamento em diagramas de estados e atividades. Se ainda estiver fora de alcance, aproxima-se mais, verifica o alcance novamente, e continua nesse ciclo até que a distância seja suficiente para atacar. O NPC não toma nenhum tipo de ação defensiva; então, se o jogador ficar imóvel atirando numa única direção, o NPC pode eventualmente se posicionar

diretamente na linha de fogo ao invés de ficar onde estava, por exemplo. A idéia é evitar esse tipo de comportamento, e também fazer com que o NPC adote ações diferenciadas de acordo com a quantidade de dano que recebeu, podendo tomar ações de modo defensivo ou agressivo.

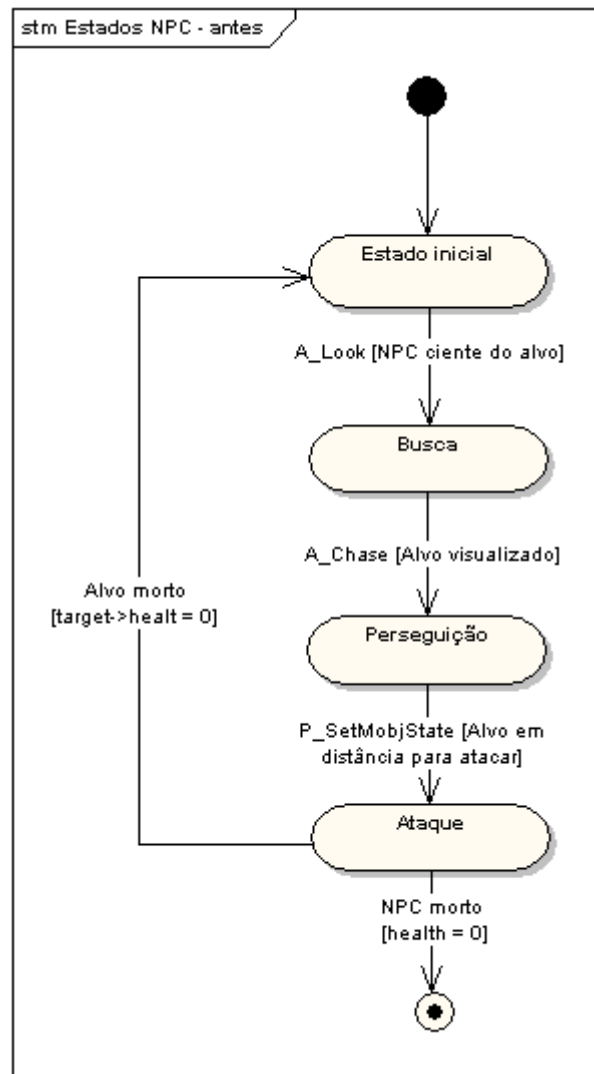


Figura 11 – Diagrama de estados das ações do NPC antes das alterações.

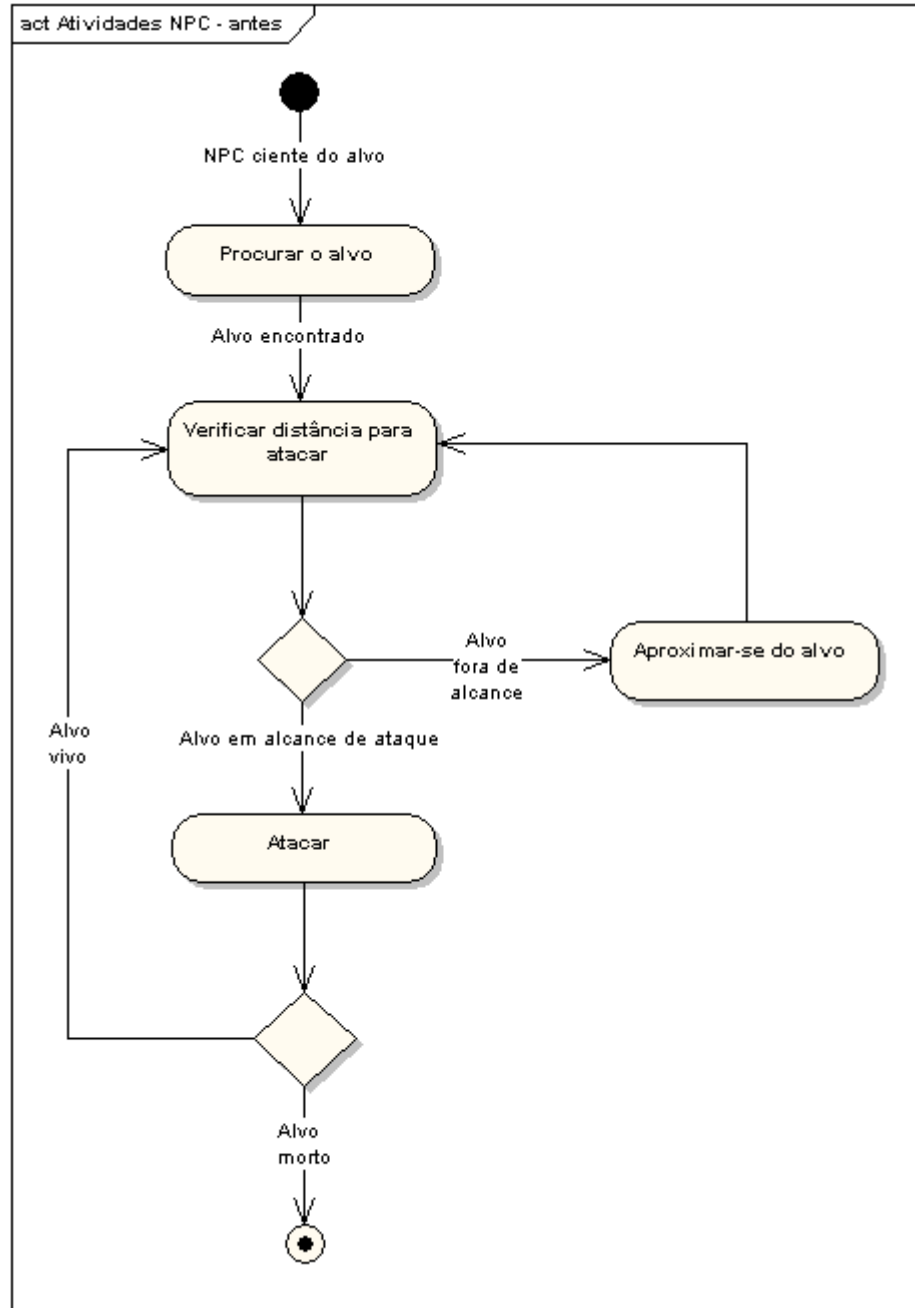


Figura 12 – Diagrama de atividades das ações do NPC antes das alterações feitas neste trabalho.

Na fundamentação teórica foi comentado sobre a possibilidade de dois NPCs lutarem entre si. Sendo esta uma característica da jogabilidade do Doom, retirá-la iria abalar fortemente a maneira de se jogar, e não é essa a intenção. No entanto, fazer com que seja necessário "confundir" os NPCs para que os ataques de um atinja os outros afetaria a jogabilidade, mas sem eliminar uma característica intrínseca do jogo original.

3.3 IMPLEMENTAÇÃO

A implementação foi efetuada em ambiente Linux, visto que o código fonte original não compila em outros sistemas operacionais tal como é disponibilizado aos usuários. Embora possa ser convertido para outros ambientes (ver sobre *source ports*, na seção sobre Doom na fundamentação teórica), tal modificação não é foco deste trabalho e demandaria tempo para ser realizado, prejudicando o desenvolvimento. A confecção desta monografia envolveu utilização de softwares em ambiente Windows.

A seguir são mostradas as técnicas e ferramentas utilizadas e a operacionalidade da implementação.

3.3.1 Técnicas e ferramentas utilizadas

O desenvolvimento do trabalho, em ambiente Linux e Windows, empregou o uso das seguintes ferramentas:

- a) Gedit: é o editor de texto oficial do ambiente de desktop GNOME, utilizado no ambiente Linux. Além de edição de texto, permite a edição de arquivos de diversas linguagens, tal como C/C++, utilizados no trabalho (GNOME Project, 2007, tradução nossa). Com isso, dispensou-se o uso de uma ferramenta específica para edição do código fonte de Doom. Utilizado no Linux;
- b) GCC/G++: GCC significa *GNU Compiler Collection*, e é uma distribuição de compiladores para linguagens de programação diversas, sendo G++ o compilador para as linguagens C e C++ (GNU PROJECT, 2007b, tradução nossa). Utilizado no Linux;
- c) Enterprise Architect: ferramenta CASE produzida pela Sparx Systems, utilizado na confecção dos diagramas de estados e atividades. Utilizado no Windows;
- d) eXtensible WAD Editor: editor de WADs que, além da Doom engine, aceita também arquivos equivalentes a WADs das engines de Wolfenstein 3D, Duke Nukem, Quake, e outras. Utilizado no Windows;
- e) Microsoft Office Excel: editor de planilhas eletrônicas. Utilizado para confecção de gráficos que auxiliam na avaliação dos resultados. Ambiente Windows.

3.3.2 Configuração do ambiente

Para que o código fonte pudesse ser compilado, foram necessárias duas alterações na configuração do sistema:

- a) alteração do padrão de cores para 256: o Doom não compila se o sistema não estiver rodando a 256 cores;
- b) alteração em arquivos de sistema: o arquivo de sistema `ernos.h` pode requerer modificações, por demanda do processo de compilação.

3.3.3 Alterações no código fonte original do Doom

O quadro 8 relaciona os arquivos que sofreram alterações na implementação do TCC e seu papel no sistema como um todo.

ARQUIVO	DESCRIÇÃO
<code>info.c</code>	Tabelas de dados utilizados no jogo
<code>p_enemy.c</code>	IA dos NPCs
<code>p_inter.c</code>	Interação entre objetos, dano a objetos
<code>p_local.h</code>	Cabeçalho global para funções do conjunto <code>p_*</code> (quadro 2)
<code>p_pspr.c</code>	Definições das armas – dano, <i>sprite</i> , etc

Quadro 8 – Arquivos do código fonte que sofreram modificações no trabalho

O novo estado para o NPC, chamado de rotina de fuga, foi elaborado através de uma adaptação do algoritmo de perseguição para que o NPC se afastasse do jogador ao invés de se aproximar quando seu total de pontos de vida caísse para um valor compreendido entre 70% e 30% do valor inicial. Este intervalo foi selecionado tendo em vista que as modificações seriam testadas em uma área pré-definida, com um único tipo de NPC a ser enfrentado, e que não pode recuperar seus pontos de vida de maneira alguma. Embora 70% pareça um valor alto, o NPC ainda pode voltar para atacar o jogador depois de acionada a rotina de fuga. O intervalo termina em 30% para que o NPC, prestes a ser abatido, faça um último sacrifício para tentar derrotar o jogador.

O quadro 9 mostra a rotina de fuga, implementada no arquivo p_enemy.c.

A rotina faz com que o NPC se afaste de seu alvo, o jogador, e fique sem alvos logo após. O NPC, no entanto, voltará a atacar o jogador se for atacado, se ouvir o jogador, ou se outro NPC alertar sobre a existência do jogador.

```
// EVADE/FUGA

void P_Evade (mobj_t*      actor)
{
    fixed_t  deltax;                //Deste ponto...
    fixed_t  deltay;

    dirtytype_td[3];

    dirtytype_tolddir;

    dirtytype_tturnaround;

    deltax = actor->target->x - actor->x;
    deltay = actor->target->y - actor->y;

    if (deltax>10*FRACUNIT)
        d[1]= DI_WEST;
    else if (deltax<-10*FRACUNIT)
        d[1]= DI_EAST;
    else
        d[1]=DI_NODIR;

    if (deltay<-10*FRACUNIT)
        d[2]= DI_NORTH;
    else if (deltay>10*FRACUNIT)
        d[2]= DI_SOUTH;
    else
        d[2]=DI_NODIR;           //..até este, é adaptação da rotina de chase.

    actor->target = NULL;        //o NPC fica sem alvos enquanto foge

    printf(" - %d fugiu",actor->npcid); // mensagem que indica que a função
                                        // foi chamada
}

```

Quadro 9 – Trecho de p_enemy.c – rotina de fuga

O quadro 10 mostra a função responsável por chamar a rotina de fuga.

```
if (target->info->spawnhealth*0.7 > target->health &&
    target->health > target->info->spawnhealth*0.30)

    //se o health do npc estiver abaixo de 70% e acima de 30%...

    {
        target->threshold = 0; //o threshold do npc vai a zero
        P_Evade (target);      //e chama a função P_Evade
        threshold = 0; //threshold do npc zera novamente, por garantia
    }

```

Quadro 10 – Trecho do arquivo p_inter.c, expondo a chamada para P_Evade

A função, inserida no mesmo trecho que trata de alterar a *health* – ou pontos de vida – do NPC quando este leva dano, chama a função P_Evade quando os pontos de vida do NPC estiverem entre 70% e 30% do total, e zera o *threshold*. Enquanto o *threshold* for diferente de zero, se o NPC estiver atacando um alvo, qualquer outra fonte que o ataque não irá chamar a sua atenção, e o NPC continuará atacando o jogador. Quando o *threshold* é igual a zero, se alguma outra fonte atacar o NPC enquanto ele ataca, por exemplo, o jogador, a fonte atacante passa a ser seu novo alvo. Isso pode resultar numa luta entre NPCs, conforme comentado na fundamentação teórica.

Para que a função P_Evade pudesse ser chamada por outro arquivo, é necessário declara-la no arquivo p_local.h, tal como todas as outras funções que recebem chamadas em arquivo diferentes daquele em que foi declarada. O quadro 11 mostra a declaração da função P_Evade no arquivo p_local.h.

```
//
// P_ENEMY
//
void P_NoiseAlert (mobj_t* target, mobj_t* emitter);
void P_Evade (mobj_t* mobj); //com isso, P_Evade vira função global
```

Quadro 11 – Trecho de p_local.h. - declaração da função P_Evade

Embora essas alterações já bastem para que diferenças no comportamento do NPC sejam observadas, para facilitar a análise das alterações efetuadas, alterou-se o *spawnhealth* – quantidade inicial de pontos de vida - do NPC mais comum do jogo, referenciado no código como *possessed*; e o dano da pistola (arma inicial) para valores fixos.

O valor de *spawnhealth*, originalmente “20”, foi alterado para “10”, e o dano da pistola, originalmente aleatório (porém restrito a um valor máximo e mínimo), foi fixado em “1”. Assim, quando um NPC recebe quatro tiros, seu total de pontos de vida baixa de 70% do valor inicial, e a função P_Evade é chamada, ao passo que, originalmente, dada a aleatoriedade do dano causado pela arma do jogador, um NPC poderia ser abatido antes de ser chamada a rotina de fuga (por exemplo, um tiro do jogador que o derrubou direto para menos de 30% do total de seus pontos de vida).

Os quadros 12 e 13 expõem as alterações relativas ao *spawnhealth* e ao dano da pistola.

```

{
    // MT_POSSESSED

    3004, // doomednum - código do objeto
    S_POSS_STND, // spawnstate - estado inicial
    //20, // spawnhealth antigo
    10, // spawnhealth alterado
    S_POSS_RUN1, // seestate - estado ao avistar o jogador
    sfx_posit1, // seesound - som emitido ao ver o jogador
    8, // reactiontime
    sfx_pistol, // attacksound - som emitido ao atacar
    S_POSS_PAIN, // painstate
    200, // painchance
    sfx_popain, // painsound
    0, // meleestate - indica se possui ataque melee
    S_POSS_ATK1, // missilestate - indica existência de ataque ranged
    S_POSS_DIE1, // deathstate - estado ao morrer
    S_POSS_XDIE1, // xdeathstate - estado ao morrer por dano massivo
    sfx_podth1, // deathsound - som ao morrer
    8, // speed - velocidade de deslocamento
    20*FRACUNIT, // radius - medida no objeto no cenário
    56*FRACUNIT, // height - altura do objeto
    100, // mass - massa do objeto
    0, // damage - dano inicial (sofrido)
    sfx_posact, // activesound - som emitido quando em atividade
    MF_SOLID|MF_SHOOTABLE|MF_COUNTKILL, // flags
    S_POSS_RAISE1 // raisestate - estado ao ser ressuscitado
},

```

Quadro 12 – Trecho do arquivo info.c, expondo modificação do *spawnhealth* do NPC do tipo *possessed* para “10”

```

//
// P_GunShot
//

void
P_GunShot
( mobj_t* mo,
  boolean accurate )
{
    angle_t angle;
    int damage;

    //damage = 5*(P_Random ()%3+1); // dano antigo e aleatório
    damage = 1; // novo dano da arma
    angle = mo->angle;

    if (!accurate)
        angle += (P_Random()-P_Random())<<18;

    P_LineAttack (mo, angle, MISSILERANGE, bulletslope, damage);
}

```

Quadro 13 – Trecho do arquivo p_pspr.c, expondo alteração do dano da arma pistola para “1”

A função exposta no quadro 14, inserida no arquivo p_enemy.c, tenta evitar que um NPC atire em outro que esteja na linha de fogo. Ela verifica se entre o NPC ator e o jogador existe algum outro NPC. Se houver, o NPC ator muda de posição, faz a checagem novamente,

até achar uma posição em que possa atirar sem aliados no meio do caminho.

```

//=====
//
// Evitar atirar em aliados (para NPCs)
//
//=====

boolean P_ChecaAliado (mobj_t* actor)
{
    if (actor->flags&MF_FRIENDLY && actor->target != NULL)
    {
        angle_t angle = R_PointToAngle2
            (actor->x, actor->y, actor->target->x, actor->target->y);
        fixed_t dist = P_AproxDistance
            (actor->x-actor->target->x, actor->y-actor->target->y);

        P_AimLineAttack (actor, angle, dist); // determina a linha de fogo até o alvo

        if (linetarget != NULL && linetarget != actor->target)//se personagem na linha de
            //fogo não é o alvo original
        {
            P_NewChaseDir(actor); //muda a posição (função já existente no jogo original)
        }
    }

    return false; //continua onde está e atira
}

```

Quadro 14 – função que tenta prevenir NPCs de atirarem uns nos outros, em p_enemy.c.

A figura 13 mostra o diagrama de estados do NPC após as alterações efetuadas, inserindo o estado de fuga. Não existe um estado que represente a ação de “verificar se há algum aliado na minha linha de fogo”. Essa ação está contida no estado de ataque.

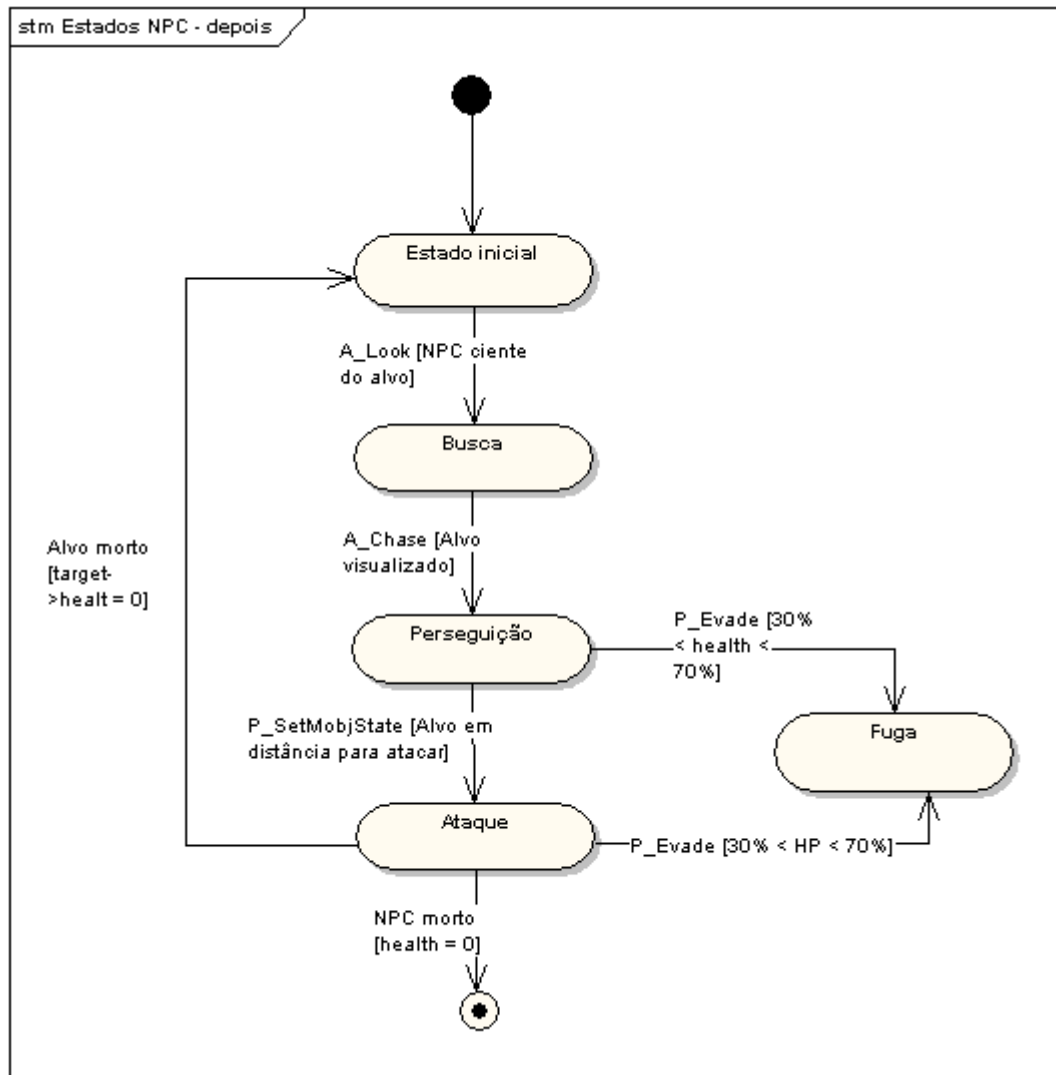


Figura 13 – Diagrama de estados do NPC após sofrer as alterações propostas no trabalho.

O código fonte de Doom não atribui códigos identificadores aos objetos no cenário. Como tal dado mostrou-se necessário para a comprovação dos resultados alcançados, criou-se a variável `npcid` junto ao *struct* de informações do NPC, em `p_mobj.h`, conforme mostra o quadro 15.

Sempre que um novo objeto é inserido no cenário, o seu atributo `npcid` recebe o valor da variável `id`, que é incrementada sempre que seu valor é atribuído a um objeto no cenário. O quadro 16 expõe o código relativo a esse processo, junto à função `P_SpawnMobj`, encontrada no arquivo `p_mobj.c`.

```

typedef struct mobj_s
{
    // List: thinker links.

```

```

thinker_t      thinker;

// Info for drawing: position.
fixed_t        x;
fixed_t        y;
fixed_t        z;

// More list: links in sector (if needed)
struct mobj_s* snext;
struct mobj_s* sprev;

(...)

//velocidade do bicho
int             speed;

//identificacao do NPC
int           npcid;

} mobj_t;

```

Quadro 15 – Criação do atributo npcid em p_mobj.h

```

//
// P_SpawnMobj
//
int id;

mobj_t*
P_SpawnMobj
( fixed_t      x,
  fixed_t      y,
  fixed_t      z,
  mobjtype_t   type )
{
    mobj_t*   mobj;
    state_t*  st;
    mobjinfo_t* info;

    mobj = Z_Malloc (sizeof(*mobj), PU_LEVEL, NULL);

    memset (mobj, 0, sizeof (*mobj));
    info = &mobjinfo[type];

```

```

    mobj->type = type;
    mobj->info = info;
    mobj->x = x;
    mobj->y = y;
    mobj->radius = info->radius;
    mobj->height = info->height;
    mobj->flags = info->flags;
    mobj->health = info->spawnhealth;

    (...)

//Atribuicao de um id para cada novo mobj no momento em que aparece no cenario
    mobj->npcid=id;
    id++;

//esta função faz com que apenas o ponto inicial dos NPCs tipo "possessed" sejam
//mostrados quando o jogo é iniciado.

    if (mobj->info->doomednum == 3004)
    {
        printf("%d iniciou em %d,%d\n", mobj->npcid, mobj->x, mobj->y);
    }
return mobj;
}

```

Quadro 16 – Atribuição do valor de npcid sempre que um novo objeto surge no cenário.

3.3.4 Operacionalidade da implementação

Em função das alterações, o jogo passa a oferecer oponentes que tentam se preservar ao invés de atirar cegamente no jogador até que um dos dois venha a morrer. Quanto à rotina de fuga, da forma como está implementada, as alterações inserem uma nova forma de o jogador interagir com a mecânica do jogo, fazendo proveito do curto tempo que o NPC leva para recuar para desferir mais alguns tiros sem retaliação.

No entanto, isso pode gerar novas maneiras de jogar Doom, como uso de técnicas de jogo novas que envolvem utilizar a rotina de fuga dos NPCs para usa-los como escudo, ou ainda sobreviver com um gasto menor de munição, em uma fase com munição limitada, por exemplo.

Das alterações realizadas, é necessário que sejam desfeitas as aplicadas nos arquivos `info.c` e `p_pspr.c` (alteração do *health* inicial do NPC e do dano da pistola), além das

alterações responsáveis pela criação e atribuição de um código identificador para os objetos do cenário, efetuadas exclusivamente para auxiliar na comprovação da funcionalidade das alterações. Estas alterações não se tornam necessárias para que os objetivos do trabalho sejam alcançados; servem apenas como facilitador, conforme mencionado quando se tratou da explicação da funcionalidade e alterações efetuadas da rotina de fuga.

3.3.5 Testes e validação

Conforme a figura 9 apresentada no começo deste capítulo, depois de identificada a situação do jogo a ser trabalhada, inicia-se o processo de alteração no código, compilação do código fonte, e execução do jogo, a fim de testar se as alterações efetuadas surtiram o efeito esperado. Os primeiros testes tinham seus resultados baseados no que era observado durante o jogo – a validação era puramente visual. Conforme se foi aprimorando as modificações efetuadas, tornou-se necessário obter outras formas de validação dos dados, para constatar se realmente existem diferenças entre a versão modificada e a versão original de Doom.

A alternativa encontrada foi registrar toda a movimentação dos NPC, inclusive quando foram atingidos, quando entraram na rotina de fuga e quando morreram; e também a localização do jogador em cada uma destas ocorrências. As coordenadas em Doom possuem 9 dígitos, e, para gerar gráficos com valores menores, as coordenadas foram truncadas com o Microsoft Excel para valores de três dígitos. Tendo estes dados, na forma de coordenadas, foi possível elaborar gráficos que representam qual foi a movimentação do NPC e do jogador.

Os critérios para a análise do comportamento dos NPCs foram divididos em três cenários de testes, descritos a seguir. Cada cenário foi testado 10 vezes em cada versão do jogo (versão original e versão modificada). Documentados os resultados, observou-se que, em alguns testes, os resultados – todos os dez, ou ao menos a grande maioria – mostraram grandes similaridades entre si, podendo ser agrupados num conjunto. Deste conjunto, retirou-se um dos testes aleatoriamente para servir como resultado para o cenário de testes.

A figura 14 mostra o pedaço do mapa que foi utilizado nos testes (figura 5, seção 2.1.5.2), bem como posicionamento inicial do jogador, dos NPCs, e pontos de localização utilizados nos cenários de testes. A figura 15 mostra a visão que jogador tem no momento em que a fase é inicializada.

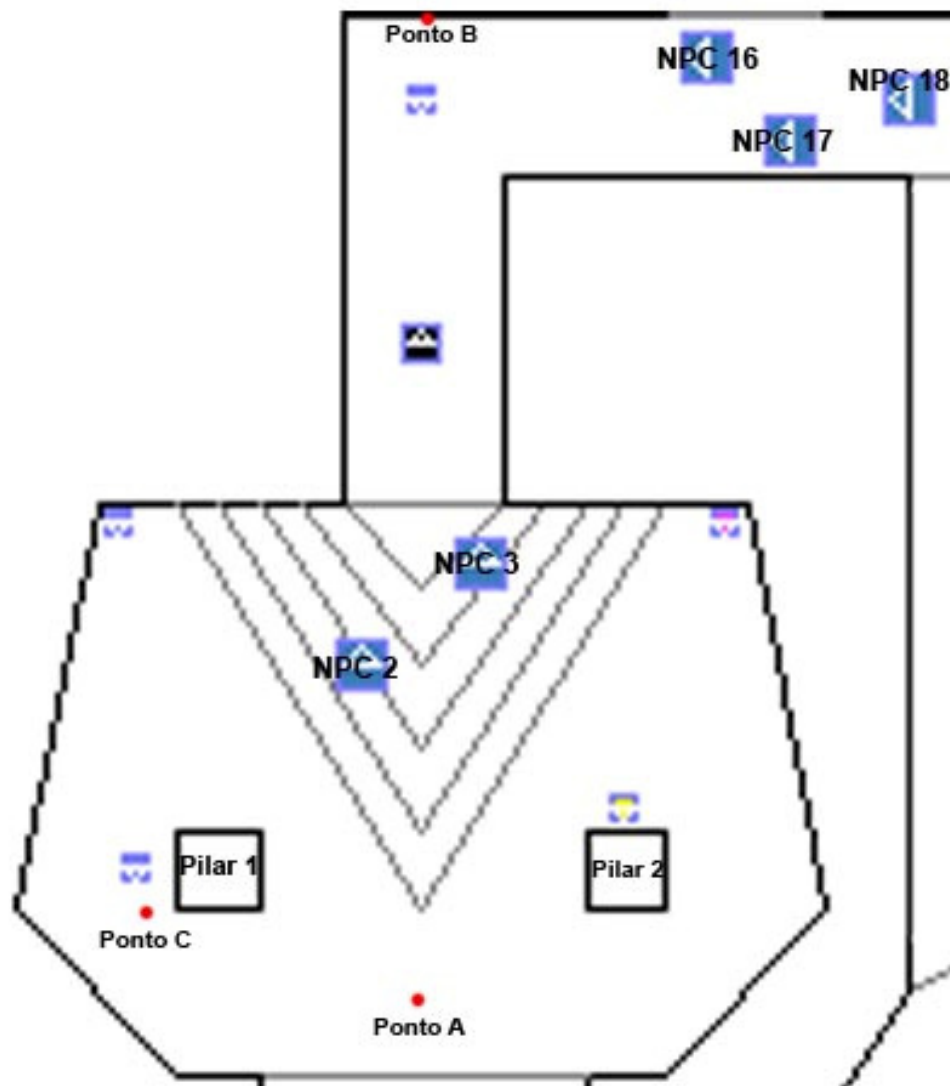


Figura 14 – Área do cenário utilizada nos testes.

Onde os pontos “A”, “B” e “C” são pontos de localização mencionados nos cenários de testes, sendo “A” o local onde o jogador inicia, “B” o final do corredor, e “C” atrás do pilar esquerdo. Os quadrados azuis são os NPCs (cuja numeração é a mesma que o seu código de identificação atribuído pelo jogo).



Figura 15 – Visão do jogador após a inicialização da fase

Os cenários de testes estabelecidos são os que seguem:

- a) cenário 1: o jogador dá um tiro para alertar os NPCs sobre sua presença, e fica parado no ponto “A” no mapa da figura 14. O teste encerra após 5 minutos de atividade, ou até sobrar um único NPC vivo, após os demais terem se matado. Neste caso, o jogador mata o último NPC e o teste se encerra;
- b) cenário 2: o jogador dá um tiro para alertar os NPCs e tenta andar em linha reta, desviando dos NPCs, se estes obstruírem o caminho, até o final do corredor, representado por “Ponto B” na figura 14, encerrando o teste quando o jogador completa o trajeto;
- c) cenário 3: o jogador dá um tiro para alertar os NPCs e busca abrigo atrás do pilar mais próximo à esquerda do ponto inicial (“Pilar 1”), local representado por “Ponto 3” na figura 14, entrando em tiroteio com os NPCs, mas sempre voltando para o abrigo do pilar após atirar. O teste se encerra quando todos os NPCs morrem.

3.3.6 Resultados dos testes

Lançados os dados obtidos nos testes (coordenadas do NPC e do jogador registradas a

cada movimento do NPC, a cada vez que este fosse atingido, ou quando fosse morto), foi possível a construção de gráficos que representam a movimentação de um NPC, identificado no título do gráfico pelo seu código, e do jogador no mapa, representando o posicionamento real de cada um dos atores.

As seções a seguir trazem os gráficos obtidos das duas versões do jogo para os três cenários de testes. As planilhas com as coordenadas do jogador e do NPC compõem o apêndice C.

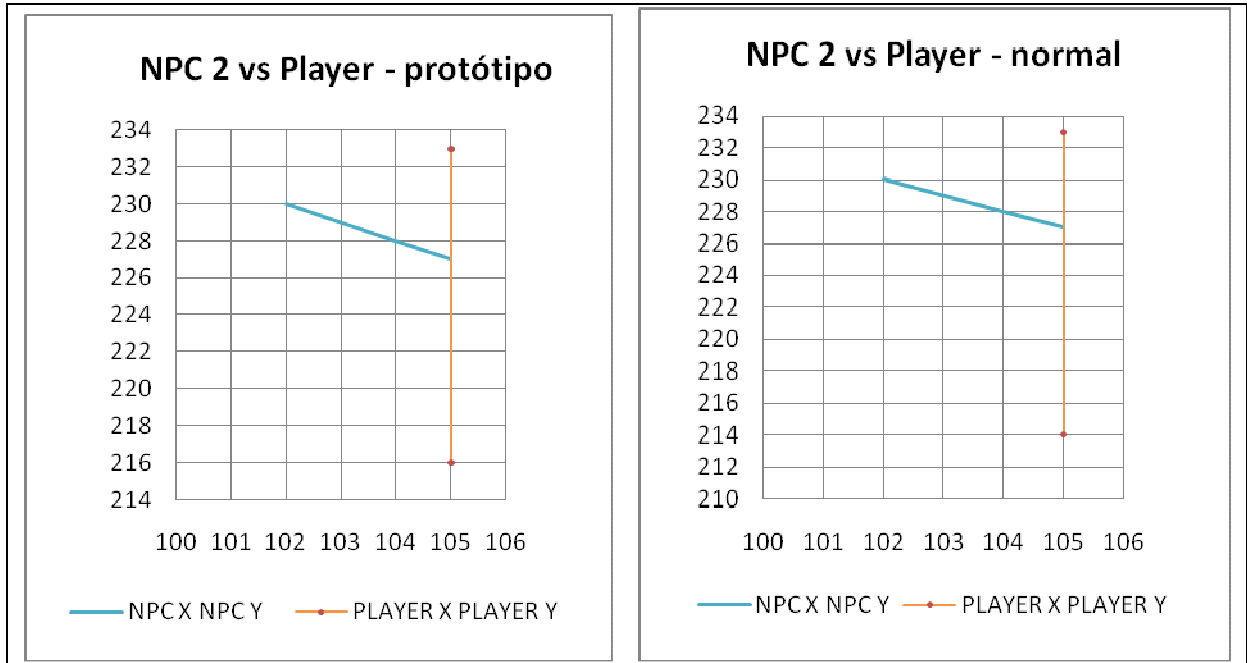
A linha “NPC X NPC Y” representa o NPC, a linha “PLAYER X PLAYER Y” representa o jogador; os gráficos com “prtótipo” no título representam a versão modificada do código, enquanto os que constam “normal” no título representam a versão original do código. Os valores que compõem os eixos “x” e “y” dos gráficos representam os pontos de coordenadas dos atores, truncados para possuírem três dígitos. Os valores dos eixos não iniciam em zero para diminuir o tamanho do gráfico e mostrar apenas as coordenadas onde estiveram o jogador e o NPC.

3.3.6.1 Cenário 1

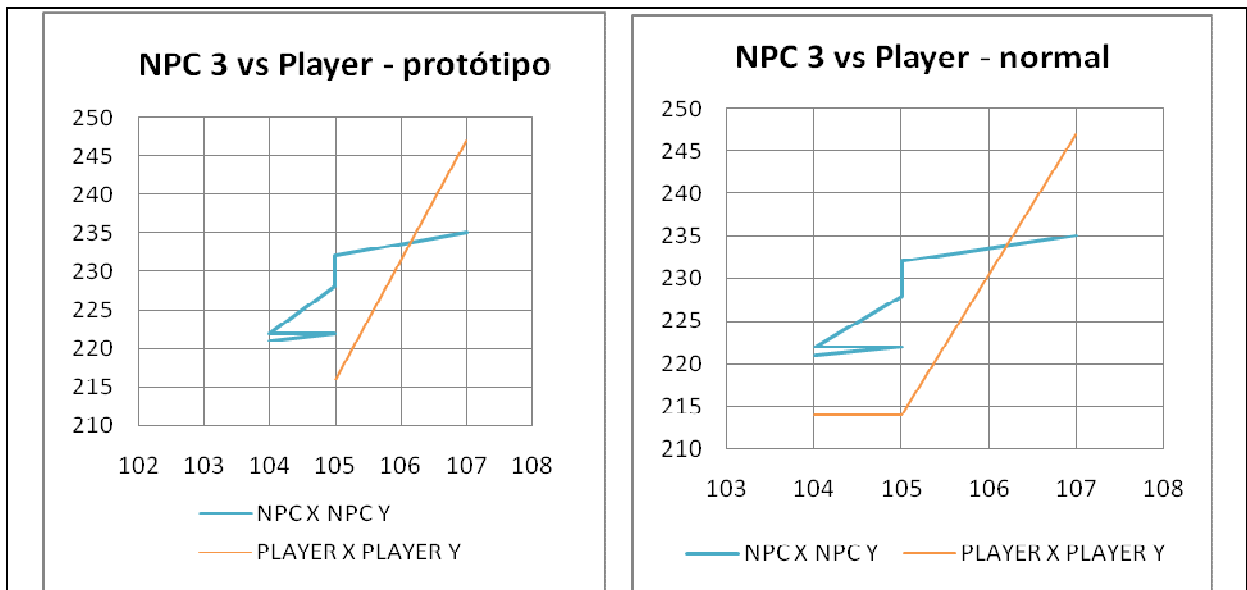
Os quadros 17 a 21 trazem os gráficos representativos para cada um dos 5 NPCs que estiveram presentes na área selecionada para os testes, junto com o posicionamento do jogador.

Neste cenário o jogador permaneceu imóvel em “ponto A”, e qualquer deslocamento que houve por sua parte decorreu do impulso recebido por ter sido atingido com um tiro.

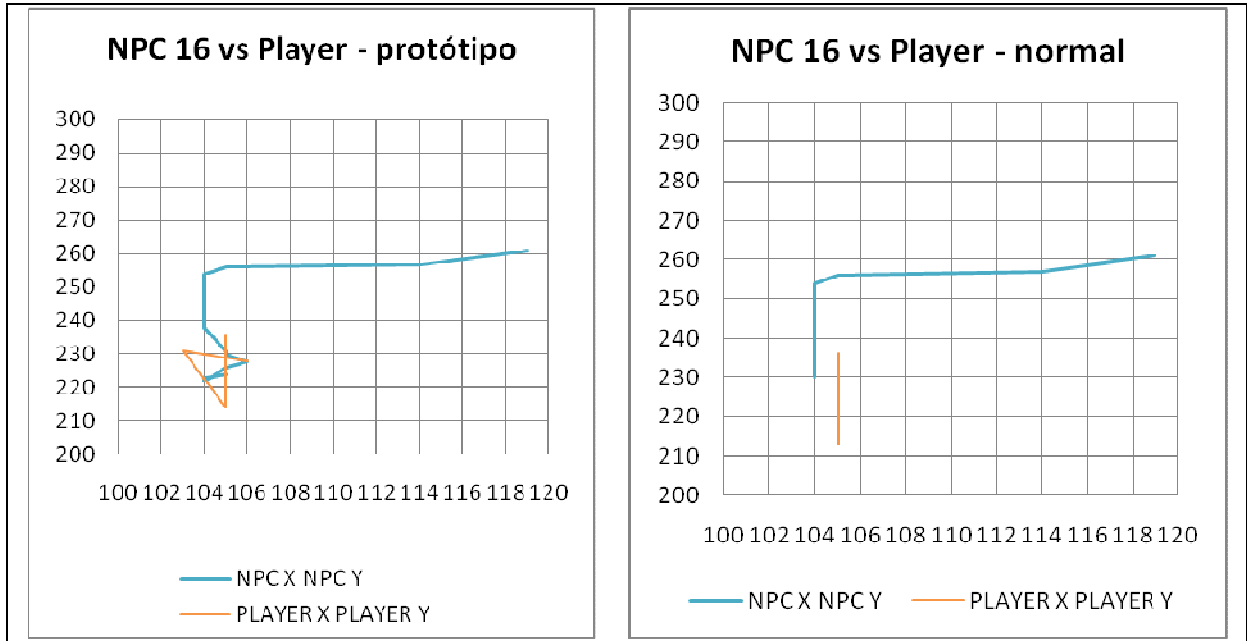
Comparando os gráficos e as planilhas do apêndice C, pode-se constatar que, com o jogador imóvel, o comportamento dos NPCs não sofreu alterações significativas, embora na versão modificada os NPCs tenham levado mais tempo para se matar até que restasse apenas um deles. Com isso, conclui-se que a rotina de verificação de aliados na linha de fogo influenciou o comportamento dos NPCs.



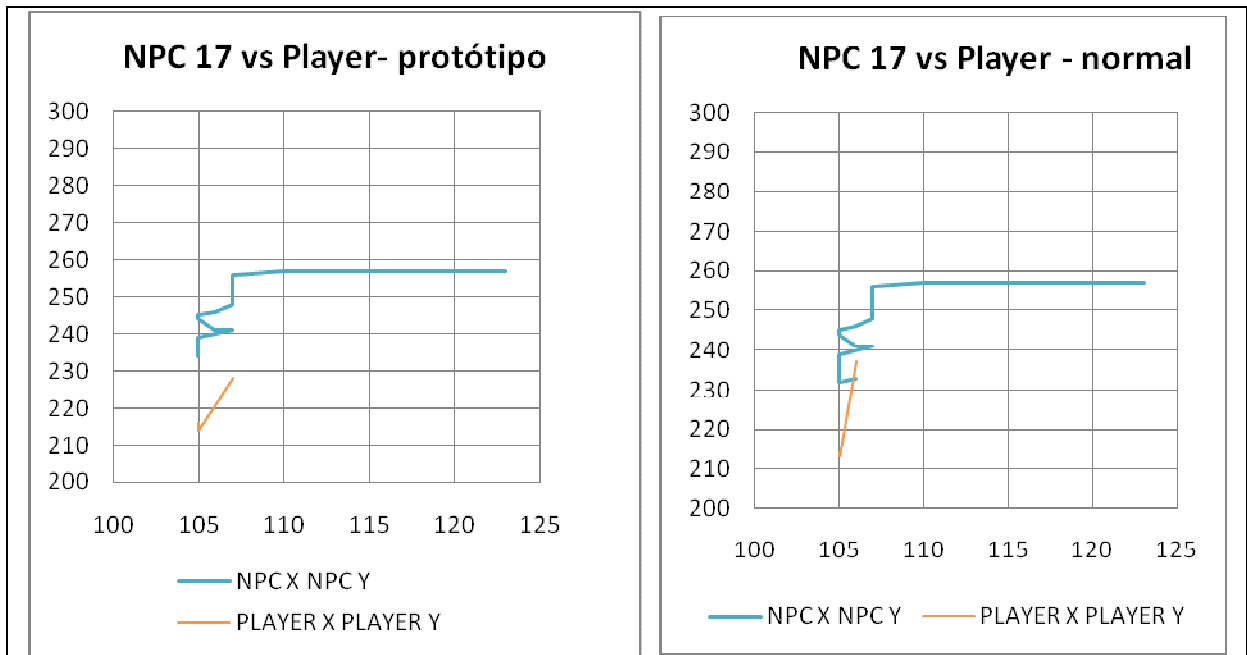
Quadro 17 – Gráficos que retratam a movimentação do jogador e do NPC 2 para o cenário de testes 1.



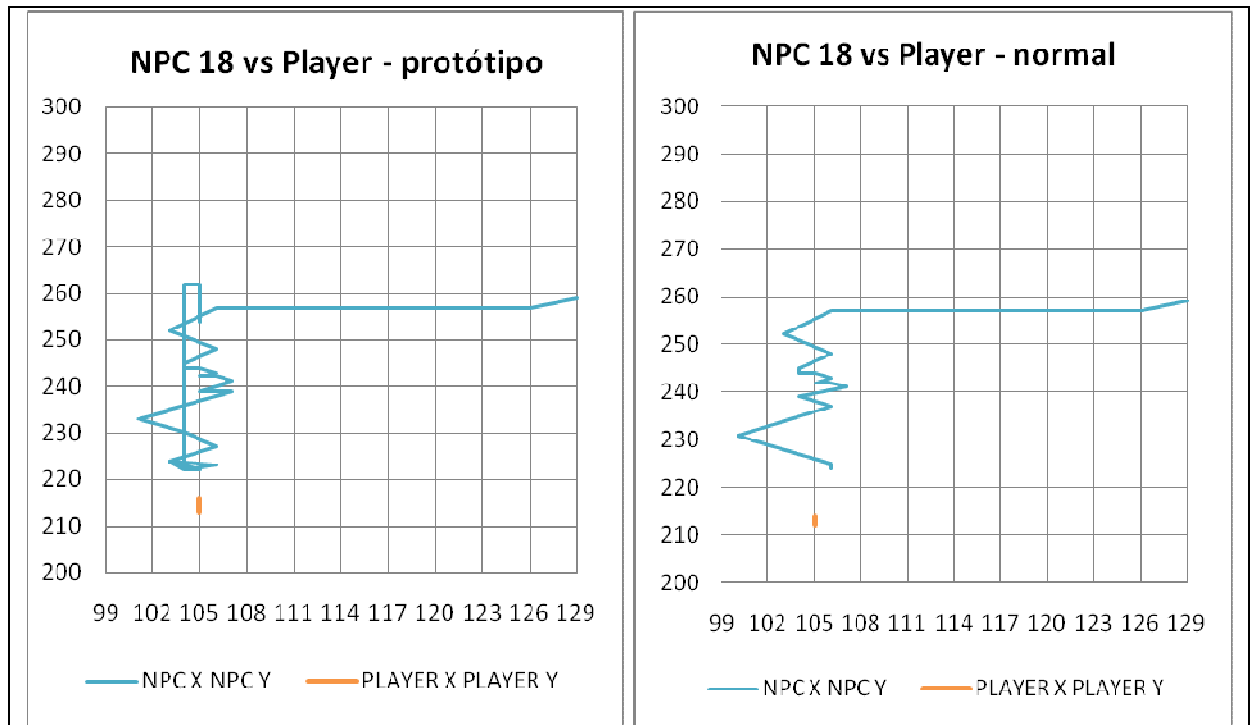
Quadro 18 – Gráficos que retratam a movimentação do jogador e do NPC 3 para o cenário de testes 1.



Quadro 19 – Gráficos que retratam a movimentação do jogador e NPC 16 para o cenário de testes 1.



Quadro 20 – Gráficos que retratam a movimentação do jogador e do NPC 17 para o cenário 1.



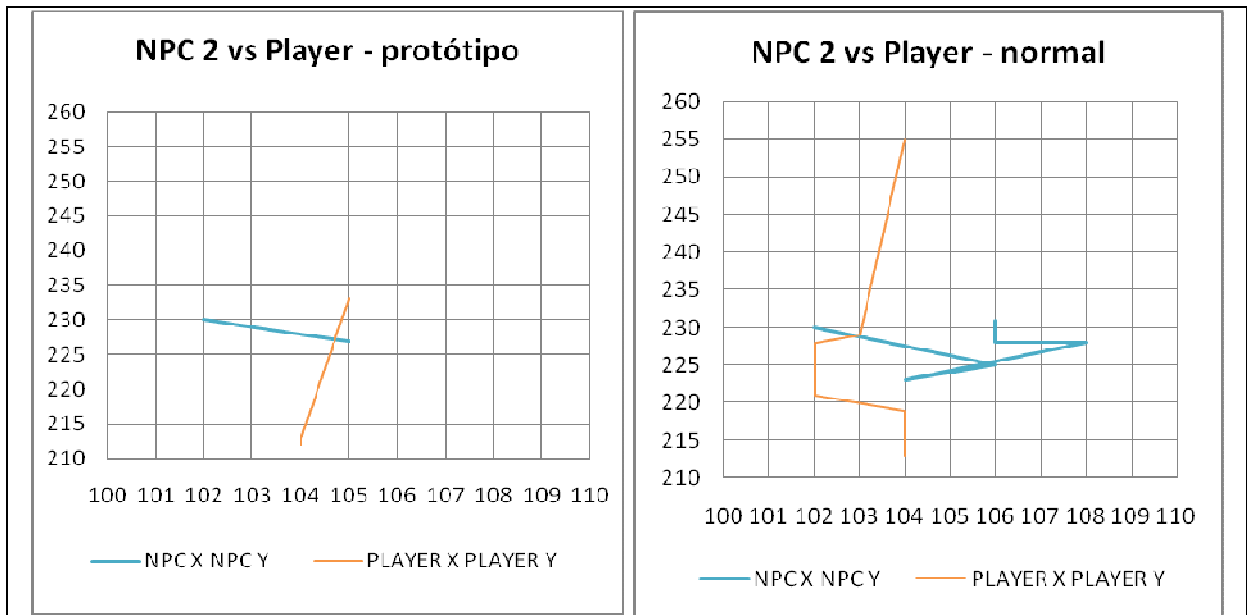
Quadro 21 – Gráficos que retratam a movimentação do jogador e do NPC 18 para o cenário 1.

3.3.6.2 Cenário 2

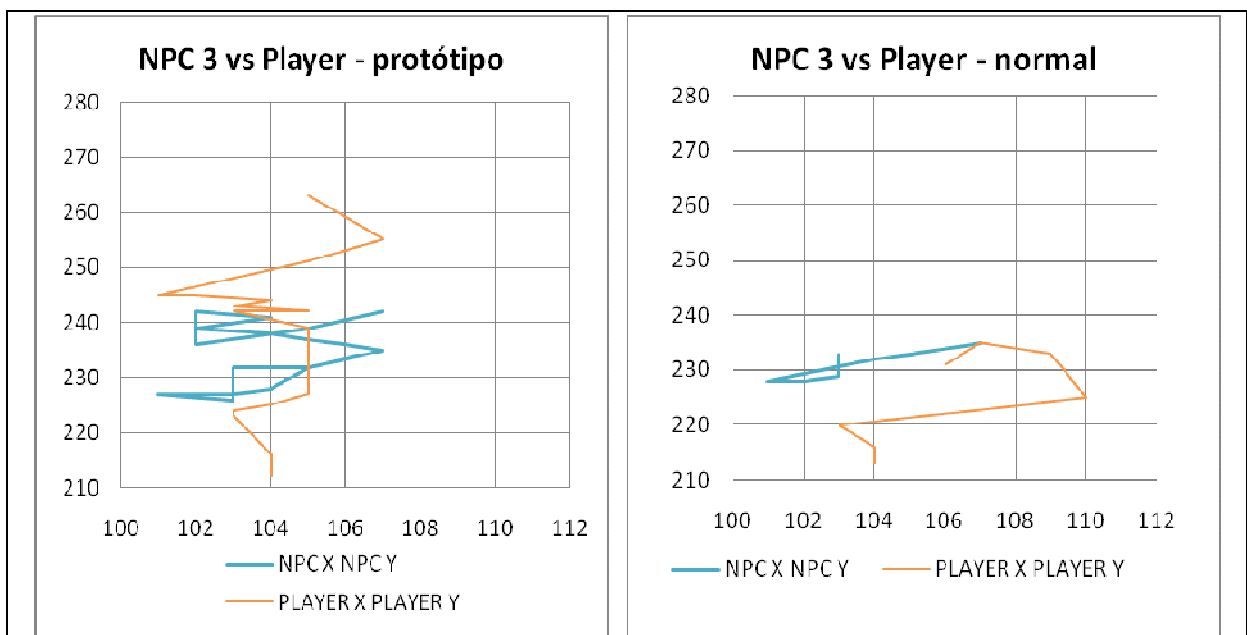
Neste cenário, o jogador percorreu do ponto “A” até o ponto “B” (vide figura 14), eventualmente desviando dos NPCs, se estes lhe bloqueassem o caminho. Com isso, o trajeto percorrido pelo jogador diferiu em todos os cenários. Como parte da movimentação do NPC é decidida pelo posicionamento do jogador, cada teste apresentava movimentação diferente para o NPC, sendo que neste cenário não foi possível ter resultados conclusivos sobre o funcionamento da rotina de fuga, visto que não houve padrão na movimentação dos NPCs para o mesmo cenário de testes.

No entanto, analisando os dados das planilhas contidas no apêndice C, pode-se constatar que, na versão original, houve um maior número de NPCs sendo mortos por seus similares, demonstrando que a função de verificar aliados na linha de fogo surtiu efeito na versão modificada.

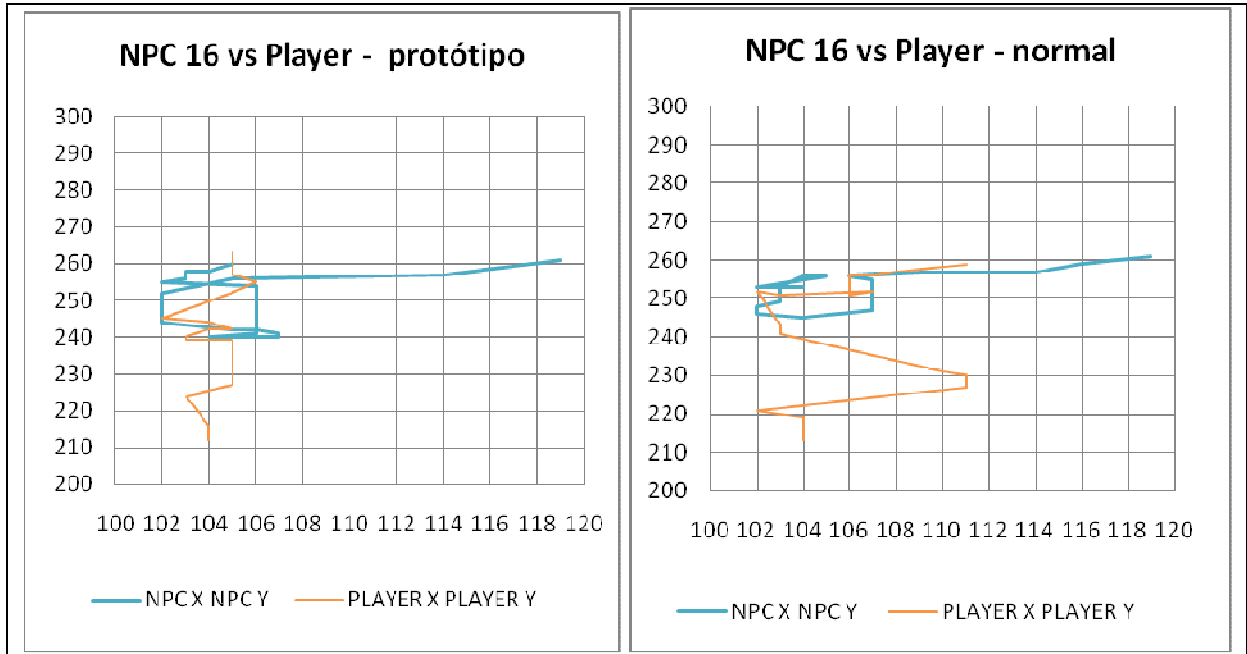
Os quadros 22 a 26 trazem os gráficos correspondentes ao cenário 2.



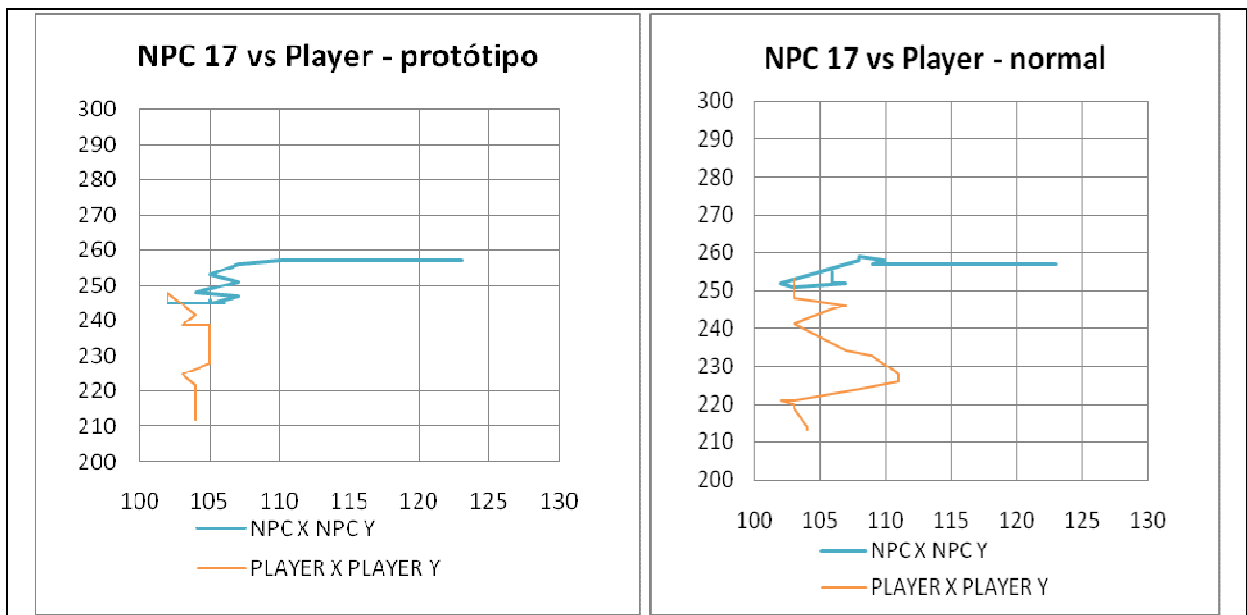
Quadro 22 – Gráficos que retratam a movimentação do jogador e do NPC 2 para o cenário 2.



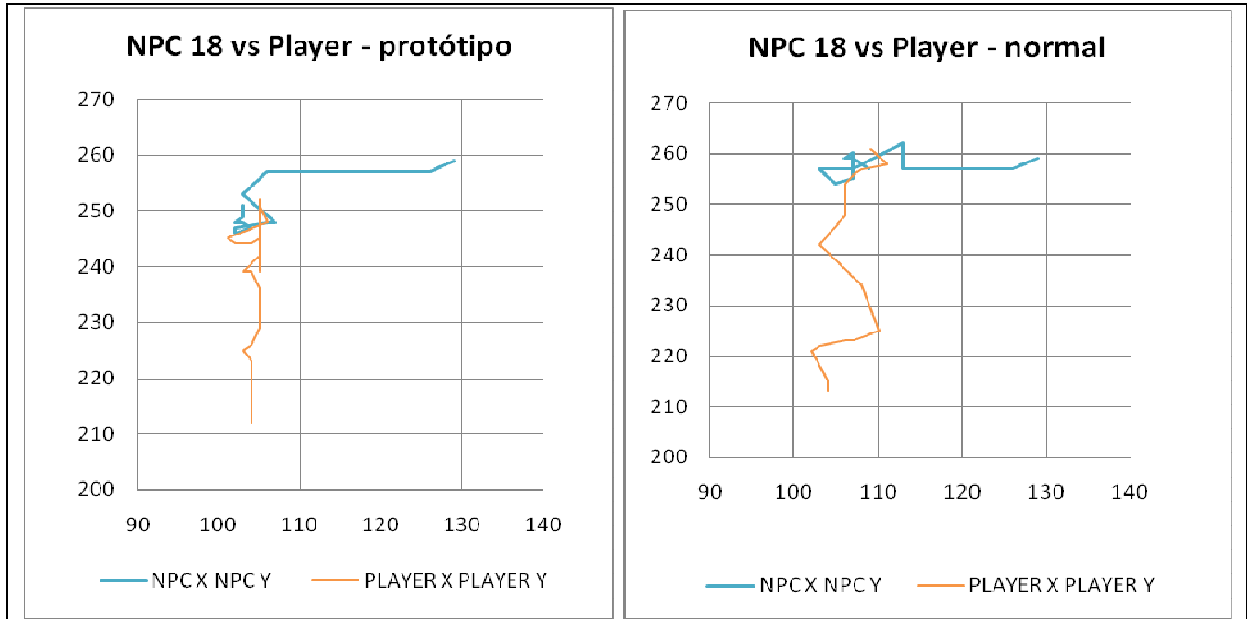
Quadro 23 – Gráficos que retratam a movimentação do jogador e do NPC 3 para o cenário 2.



Quadro 24 – Gráficos que retratam a movimentação do jogador e do NPC 16 para o cenário 2.



Quadro 25 – Gráficos que retratam a movimentação do jogador e do NPC 17 para o cenário 2.



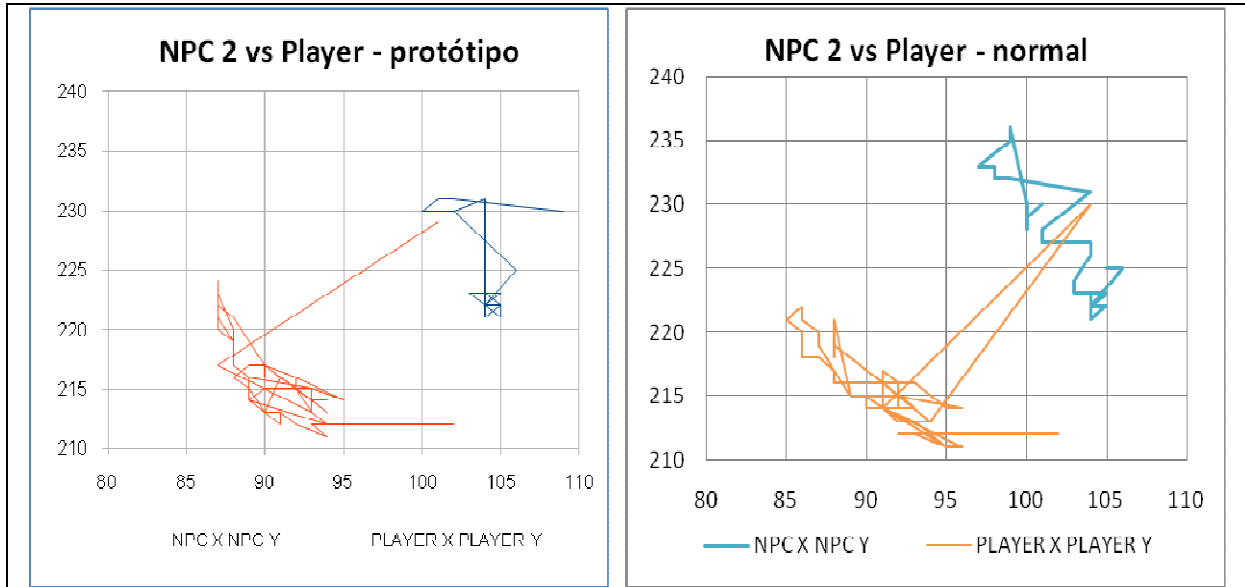
Quadro 26 – Gráficos que retratam a movimentação do jogador e do NPC 18 para o cenário 2.

3.3.6.3 Cenário 3

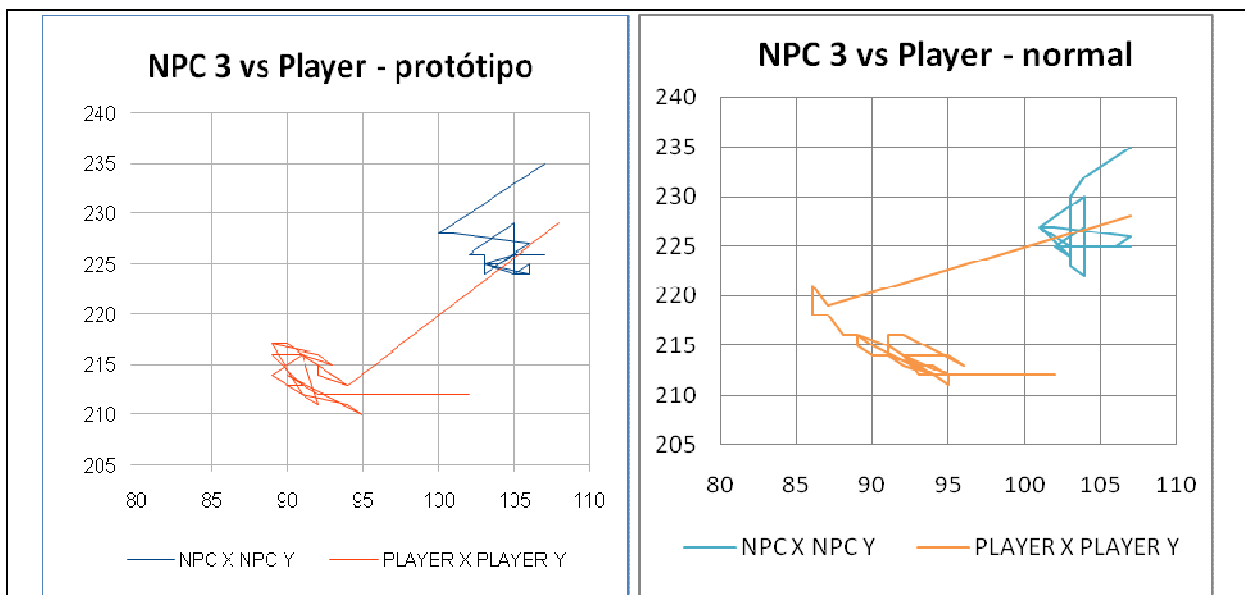
Neste cenário, o jogador efetivamente enfrenta os NPCs, sempre atrás do pilar denominado “Pilar 1”, próximo ao ponto “C” na figura 14, saindo do abrigo pela direita ou esquerda para atacar os NPCs e rapidamente voltar para trás do pilar, com o teste sendo encerrado quando todos os NPCs forem abatidos.

Pelos gráficos, pode-se constatar que, na versão modificada, existe um maior número de ocorrências onde o NPC se afastou do ponto onde se encontrava o jogador (avaliado pela movimentação mais dispersa do NPC, onde na versão original ela é mais concentrada), o que demonstra que a rotina de fuga exerceu alguma influência sobre a movimentação do NPC. Com isso, conclui-se que a rotina de fuga surtiu efeito sobre o comportamento dos NPCs.

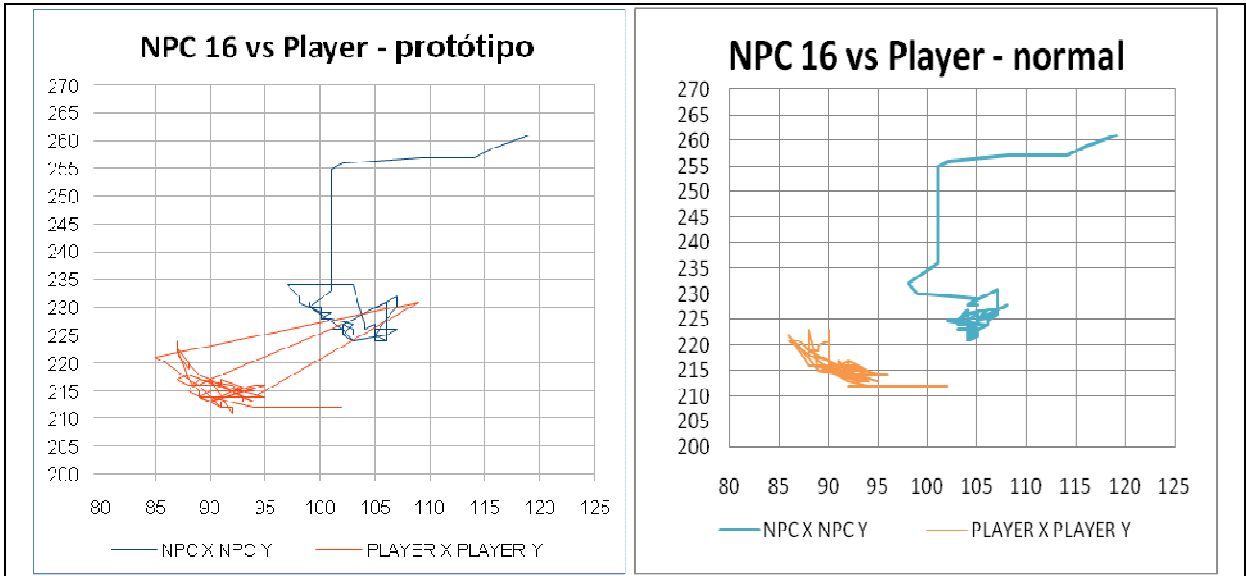
Os quadros 27 a 31 trazem os gráficos que correspondentes ao cenário 3. O apêndice B traz um gráfico contendo o jogador e todos os NPCs para o cenário 3, para ambas as versões do jogo.



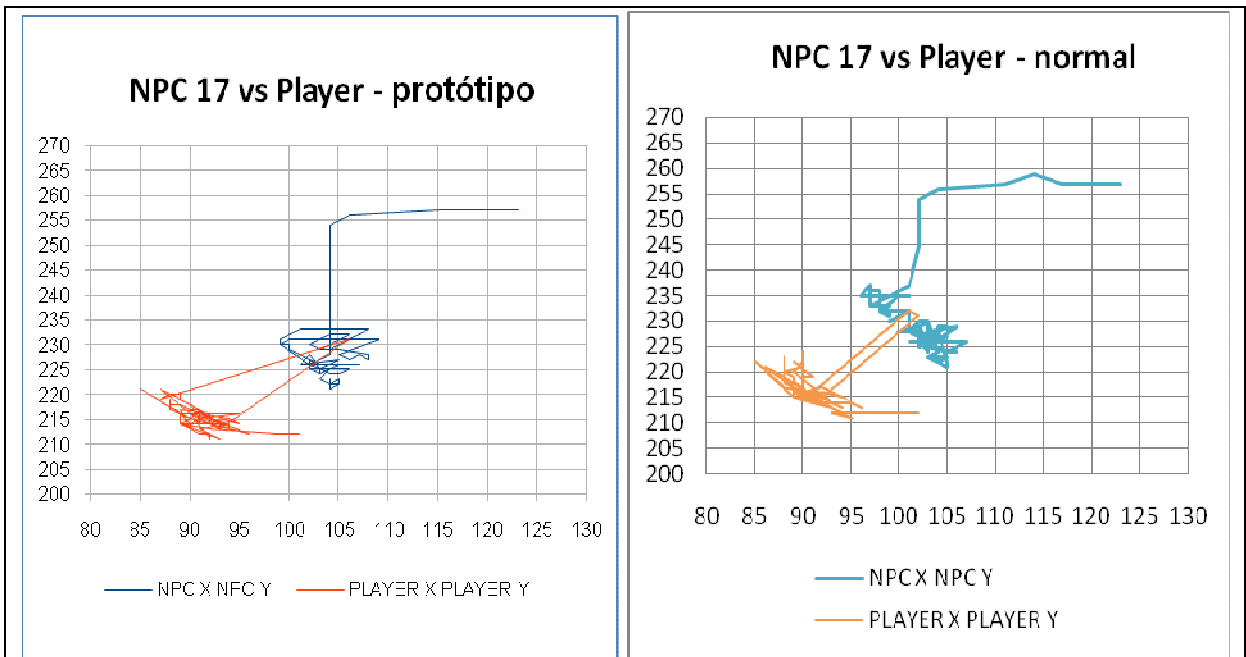
Quadro 27 – Gráficos que retratam a movimentação do jogador e do NPC 2 para o cenário 3.



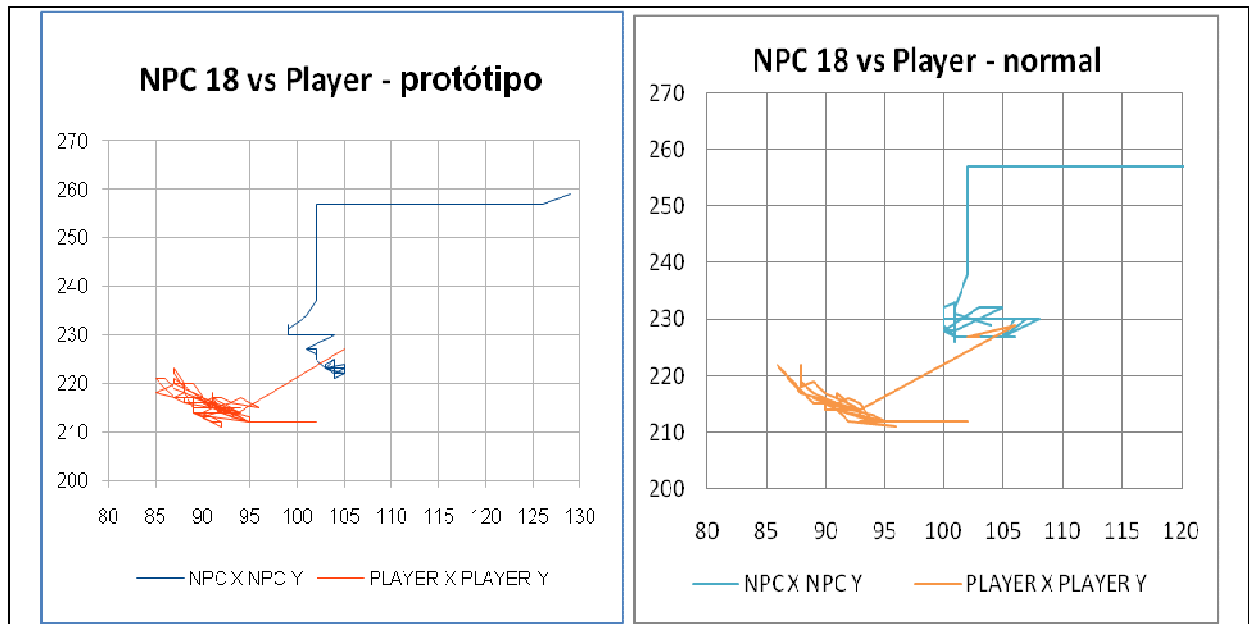
Quadro 28 – Gráficos que retratam a movimentação do jogador e do NPC 3 para o cenário 3.



Quadro 29 – Gráficos que retratam a movimentação do jogador e do NPC 16 para o cenário 3.



Quadro 30 – Gráficos que retratam a movimentação do jogador e do NPC 17 para o cenário 3.



Quadro 31 – Gráficos que retratam a movimentação do jogador e do NPC 18 para o cenário 3.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados demonstram diferença entre as ações dos NPCs entre a versão modificada e a versão original, mesmo considerando-se a aleatoriedade das ações dos NPCs.

A rotina de fuga faz com que os NPCs se afastem do jogador quanto estão com seus pontos de vida dentro de uma faixa que lhes daria um “sentido de preservação”, voltando ao ataque quando estão mais próximos da morte. Embora não tenha sido possível implementar de forma funcional uma rotina que fizesse com que os NPCs fugissem e se escondessem do campo de visão do jogador – o que também dependeria da fase em que se está jogando, para notar-se alguma diferença – as alterações efetuadas proporcionam ao jogador uma nova maneira de jogar, podendo gerenciar sua munição fazendo apenas com que os oponentes se afastem, ao invés de gastar mais balas para matá-los efetivamente. A rotina não impede que o NPC seja estimulado a voltar a atacar o jogador enquanto está “fugindo”. O NPC ainda pode “ouvir” os tiros do jogador ou os “gritos de alerta” dos outros monstros. Isso faz com que sua rotina de fuga possa ser interrompida brevemente, dificultando a comprovação visual. Em

casos em que o jogador enfrenta apenas um NPC (por estar sozinho ou por seus companheiros estarem mortos), a funcionalidade da nova rotina pode ser comprovada mais facilmente, conforme aconteceu nos testes quando se atacava o único NPC ainda vivo.

Quanto à rotina de verificar se existem NPCs aliados na linha de fogo, nos testes efetuados e gráficos aqui apresentados, pode-se constatar que, de modo geral, na versão modificada os NPCs levaram mais tempo para se matar, o que simboliza que a rotina pode ter interferido no momento do NPC atirar. Foi verificada em alguns dos testes situação onde a versão original mostrou NPCs demorando mais para acertar um de seus aliados, mas isso se deve à aleatoriedade de sua movimentação e posicionamento, e foi um caso isolado durante os vários testes efetuados para cada cenário de estudo.

4 CONCLUSÕES

O trabalho, em sua busca pela otimização do comportamento dos NPCs, conseguiu impor reações diferentes em situações iguais, diversificando a jogabilidade. Sendo a proposta do trabalho o aprimoramento do comportamento, a primeira noção de aprimoramento que foi concebida não foi verificada no trabalho, principalmente devido à não conclusão da rotina de fuga que fizesse o NPC sair do campo de visão do jogador para buscar abrigo.

O ambiente Linux exigiu um novo aprendizado, por ser um ambiente novo, e a configuração e familiarização com o sistema tomou tempo não previsto no cronograma. No entanto, essa parte do trabalho contribuiu fortemente com conhecimento sobre a funcionalidade e usabilidade do sistema operacional.

O código fonte do jogo, disponibilizado para o público, poderia ser melhor documentado. Fica evidente no código que o mesmo foi escrito por várias pessoas, e observam-se casos em que os desenvolvedores demonstram desconhecer a utilidade de certas linhas (vide apêndice A).

Todo o trabalho de pesquisa sobre inteligência artificial e jogos na proposta e neste trabalho agregou conhecimento tanto técnico quanto do mercado da área de jogos, e proveu uma nova maneira de avaliar oponentes controlados pelo jogador em jogos eletrônicos, devido ao conhecimento de quais as limitações atuais na IA para jogos.

4.1 EXTENSÕES

Como proposta de extensões do trabalho, sugere-se a manutenção das rotinas de fuga e verificação da linha de tiro; desenvolvimento de um WAD de modo que contribua para o melhor aproveitamento das alterações no código; utilização de outras técnicas de IA para reger o comportamento dos NPCs; empregar outros jogadores para testar as alterações efetuadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIKEN, P. H. **Data reverse engineering: slaying the legacy dragon**. New York: McGraw-Hill, 1996.

BAILLIE-DE BYL, P. **Programming believable characters for computer games**. Hingham, MA : Charles River Media, 2004.

BARR, A.; FEIGENBAUM, E. A. **The handbook of artificial intelligence**. Reading: Addison-Wesley, 1981-1982.

BOLDCRON TECNOLOGIES. Manutenção Adaptativa. [S.l.]: 2008. Disponível em: <http://www.boldcron.com.br/boldcron/produtos/manutencao_adap.jsp>. Acesso em: 16 jul. 2008.

BRAGA, R. T. V. **Engenharia reversa e reengenharia**. [S.l.]: 2006. Disponível em: <<http://www.inf.ufpr.br/silvia/ES/reengenharia/reengenharia.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2007.

BUONANNI U.; DRIZIN R. **Segunda etapa: a cultura cracker e a engenharia Reversa**. [S.l.] 2005. Disponível em: <<http://conhecimento.incubadora.fapesp.br/portal/trabalhos/2005/SegundaEtapaACulturaCrackerEAEngenhariaReversa>>. Acesso em: 12 dez. 2007.

CUNHA, L. S.; GIRAFFA, L. M. M. **SCORE: uma proposta para aplicação de agentes BDI na modelagem de comportamento de personagens em jogos computadorizados interativos**. [S.l.]: [2003?].

DOOMWORLD. **Source ports**. [S.l.]: 2007. Disponível em: <<http://www.doomworld.com/classicdoom/ports/index.php>>. Acesso em: 05 dez. 2007.

DOOM WIKI. **Doom source code files**. [S.l.]: 2007a. Disponível em: <http://doom.wikia.com/wiki/Doom_source_code_files>. Acesso em: 07 dez. 2007.

DOOM WIKI. **MAP 01 - entryway (Doom II)**. [S.l.]: 2007b. Disponível em: <http://doom.wikia.com/wiki/MAP01:_Entryway_%28Doom_II%29>. Acesso em: 01 dez. 2007.

DOOM WIKI. **WAD**. [S.l.]: 2007c. Disponível em: <<http://doom.wikia.com/wiki/WAD>>. Acesso em: 02 dez. 2007.

DOOM WIKI. **Doom source code**. [S.l.]: 2007d. Disponível em: <http://doom.wikia.com/wiki/Doom_source_code>. Acesso em: 07 dez. 2007.

DUTRA, I.; MARQUES, R. L. **Redes bayesianas: o que são, para que servem, algoritmos e exemplos de aplicações.** Rio de Janeiro, [2003?]. Disponível em: <<http://www.cos.ufrj.br/~ines/courses/cos740/leila/cos740/Bayesianas.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2008.

FRANKLIN, S. **Artificial minds.** Cambridge: Bradford Book, c1995. xi, 449p, il.

FUNGE, John David. **AI for games and animation: a cognitive modeling approach.** Natick, Mass: A K Peters, c1999. xvi, 212p, ill.

FUNGE, J. D. **Artificial intelligence for computer games: an introduction.** Wellesley, Mass: Peters, c2004. x, 146 p, il.

GAMETHINK. **2000-2005: 4-player battle?** [S.l.]: 2005. Disponível em: <<http://www.gamethink.net/2000-2005-4-player-battle.html>>. Acesso em: 07 dez. 2007.

GNOME PROJECT. **What is gedit?.** [S.l.]: 2007. Disponível em: <<http://www.gnome.org/projects/gedit/>>. Acesso em: 05 dez. 2007.

GNU PROJECT. **About the GNU project.** [S.l.]: 2007a. Disponível em: <<http://www.gnu.org/gnu/thegnuproject.html>>. Acesso em: 26 nov. 2007.

GNU PROJECT. **Using the GNU compiler collection (GCC).** [S.l.]: 2007b. Disponível em: <http://gcc.gnu.org/onlinedocs/gcc-4.2.2/gcc/G_002b_002b-and-GCC.html#G_002b_002b-and-GCC>. Acesso em: 05 dez. 2007.

ID SOFTWARE. **Doom source code.** [S.l.]: 23 dez. 1997. Disponível em: <<http://www.doomworld.com/idgames/?id=8802>>. Acesso em: 07 mai. 2007.

KARLSSON, B. F. F. **Um middleware de inteligência artificial para jogos digitais.** 2006. 126 f. Dissertação (Mestrado em Computação Gráfica) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

KISHIMOTO, A. **Inteligência artificial em jogos eletrônicos.** [S.l.] [2004]. Disponível em: <<http://www.tupinihon.com/tech/pdf/artigo-ia.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2007.

LABOR LAW TALK DICTIONARY. **Heuristic.** [S.l.], 05 dez 2007. Disponível em: <<http://dictionary.laborlawtalk.com/heuristic>>. Acesso em: 05 dez. 2007.

LUGER, George F. **Inteligência artificial: estruturas e estratégias para a resolução de problemas complexos.** 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004. 774 p, il. Tradução de: Artificial intelligence : structures and strategies for complex problem solving.

MAGNENAT-THALMANN, N. **Handbook of virtual humans.** Chichester : John Wiley & Sons, 2004.

MILLER, N. **Bungie's Halo hordes a huge jump forward**. [S.l.]: 25 nov. 2007. Disponível em: <<http://www.smh.com.au/news/technology/bungies-halo-hordes-a-huge-jump-forward/2007/09/24/1190486224797.html>>. Acesso em: 05 dez. 2007.

MINDFIRE SOLUTIONS. **Porting: A Development Primer**. [S.l.]: 14 jan. 2001. Disponível em: <http://www.mindfiresolutions.com/mindfire/Porting_DevelopmentTechniques.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2007.

PLANETA DOOM. **O que é DOOM?** [S.l.]: 2007. Disponível em: <<http://laetemn.wordpress.com/2007/06/23/o-que-e-doom/>>. Acesso em: 01 dez. 2007.

RAMALHO, D. M. **Como a aprendizagem acontece?** [S.l.]: 17 fev. 2008. Disponível em: <<http://www.profala.com/arteducesp137.htm>>. Acesso em: 13 jul. 2008.

SCHOLARPEDIA. **Reinforcement learning**. [S.l.]: 2008. Disponível em: <http://www.scholarpedia.org/article/Reinforcement_learning>. Acesso em: 13 jul. 2008.

SCHWARTZ, M. **Reverse engineering**. [S.l.]: 2001. Disponível em: <<http://www.computerworld.com/softwaretopics/software/appdev/story/0,10801,65532,00.html>>. Acesso em: 26 nov. 07.

TARINGA. **SuperPatch PES 5 – Excelente (Winning Eleven 9)**. [S.l.]: 2006. Disponível em: <<http://www.taringa.net/post.php?postid=56826>>. Acesso em: 07 dez. 2007.

THE PAGE OF DOOM. **Doom**. [S.l.]: 2003. Disponível em: <<http://www.doomworld.com/pageofdoom/doom.html>>. Acesso em: 26 nov. 2007.

VIEIRA FILHO, V. **Revolution AI engine**: desenvolvimento de um motor de inteligência artificial para a criação de jogos eletrônicos .2005. 75 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Ciência da Computação) - Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

APÊNDICE A – Trechos dispensáveis do código fonte

Os quadros 32 a 35 expõem alguns dos trechos de código que denotam certa desorganização na manutenção do código disponibilizado para o público, ou apenas o senso de humor dos desenvolvedores.

```
// Defines suck. C sucks.
// C++ might suck for OOP, but it sure is a better C.
// So there.
#define SCREENWIDTH 320
```

Quadro 32 – Opinião pessoal de um dos programadores no arquivo doomdef.h

```
// I_UpdateNoBlit
//
void I_UpdateNoBlit (void)
{
    // what is this?
}
```

Quadro 33 – Uma das funções sem uso de Doom, em i_video.c.

```
//
// R_InitPlanes
// Only at game startup.
//
void R_InitPlanes (void)
{
    // Doh!
}
```

Quadro 34 – Função executada na inicialização do jogo, em r_plane.c.

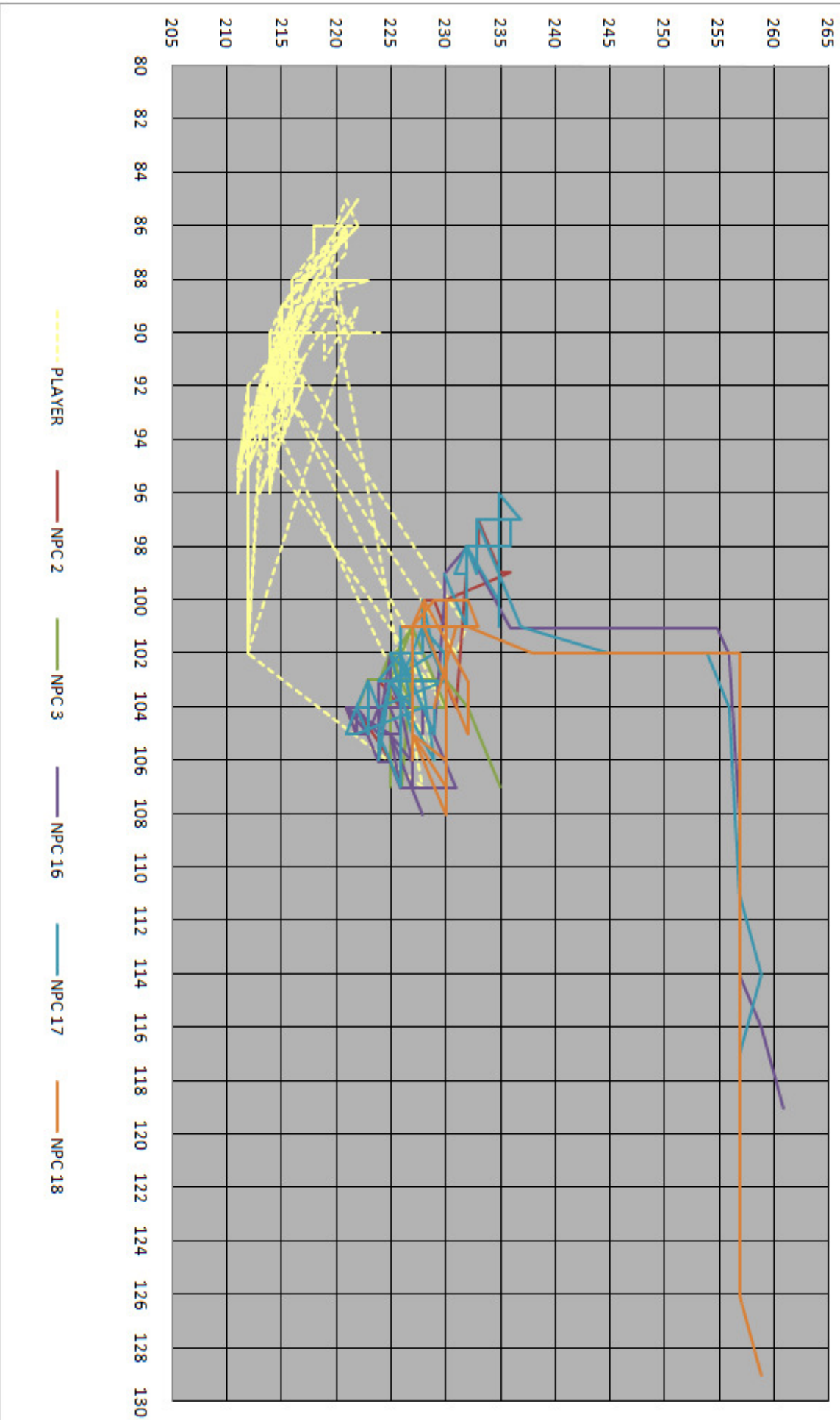
```
//      Zone Memory Allocation, perhaps NeXT ObjectiveC
//      inspired.
//      Remark: this was the only stuff that, according
//      to John Carmack, might have been useful for
//      Quake.
```

Quadro 35 – Considerações de John Carmack, um dos principais desenvolvedores de Doom, em z_zone.c.

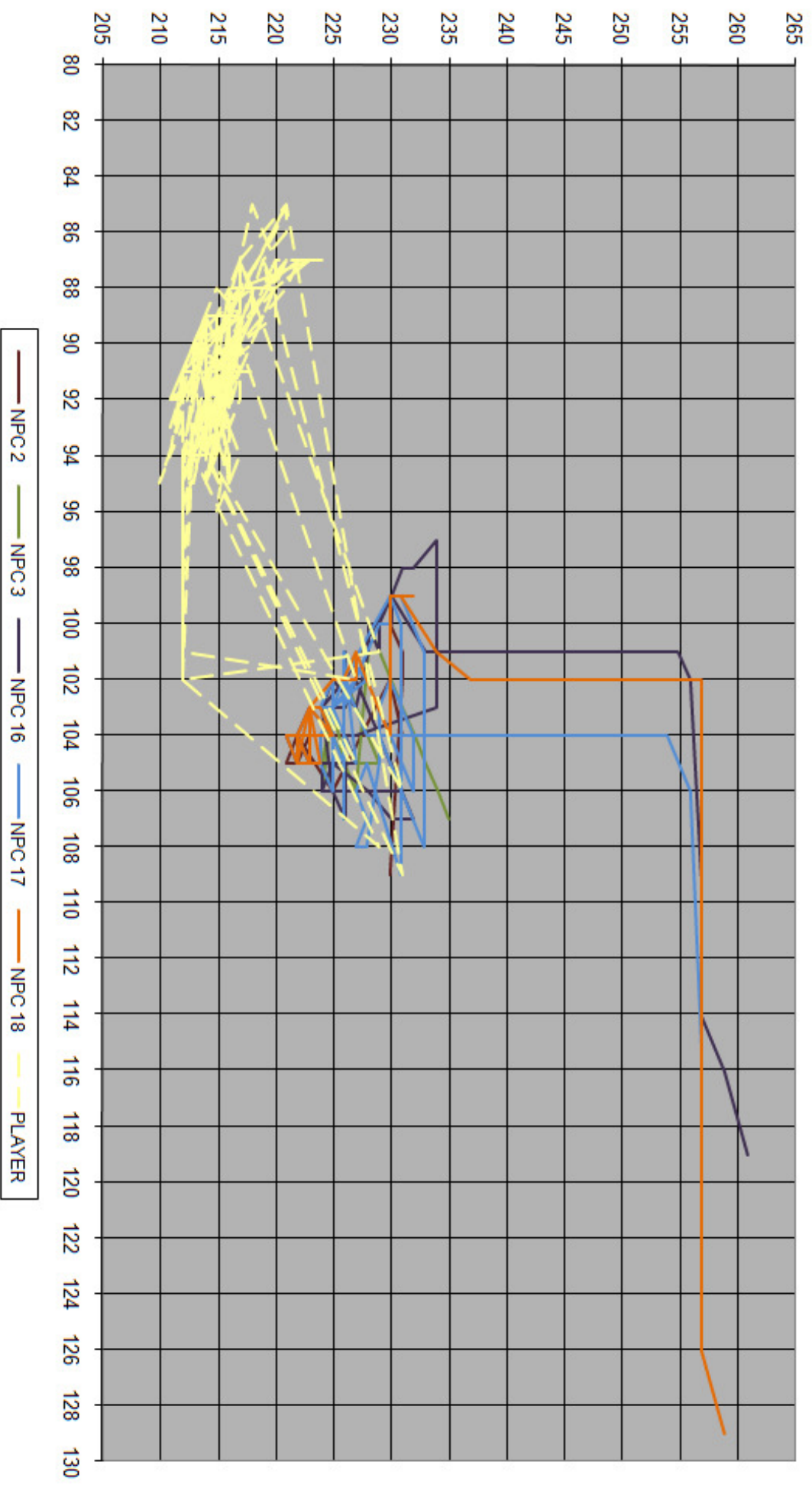
APÊNDICE B – Gráficos de todos os NPCs contra o jogador – cenário 3

Os gráficos a seguir representam a movimentação de todos os NPCs e do jogador para o cenário 3. Somente este cenário foi escolhido para ter tais gráficos por ser o que possui melhor movimentação dos atores.

NPCs vs Player - jogo original



NPCs vs Player - protótipo



APÊNDICE C – Planilhas utilizadas na confecção dos gráficos e na análise dos testes

As planilhas a seguir trazem os dados que deram origem aos gráficos, e permitiram analisar o comportamento dos NPCs com base na sua movimentação e, num nível de importância menor, pela fonte que lhes causou a morte.

As linhas estão ordenadas pela ordem em que apareceram no console, separadas por npcid. O campo “id” é o identificador do NPC (npcid), “npc x/y” e “player x/y” representam as coordenadas x e y do NPC e do jogador. O valor “hit” na segunda coluna indica que o NPC foi atingido por algum outro ator.

A última linha de cada NPC normalmente traz o código de quem o matou (em alguns casos o NPC não morre até o fim do teste). Sempre que um NPC é morto por “0”, ele foi morto pelo jogador.

JOGO MODIFICADO - cenário 1

npcid			npc_x	npc_y		player_x	player_x			
2	está	em	102087872	230310720	jogador	em	105308578	216494154		
2	está	em	104343872	228054720	jogador	em	105339436	216494976		
2	morreu	em	105095872	227302720	jogador	em	105371328	233297600	morto	por 3
3	está	em	107627328	235553600	jogador	em	105275176	216493248		
3	está	em	105371328	232773312	jogador	em	105339436	216494976		
3	está	em	105371328	228054720	jogador	em	105339436	216494976		
3	está	em	104995328	222435840	jogador	em	105339436	216494976		
3	está	em	104619328	222584128	jogador	em	105339436	216494976		
3	está	em	104995328	222208128	jogador	em	105363796	216288500		
3	está	em	105371328	222584128	jogador	em	105365852	216270945		
3	está	em	104847040	222584128	jogador	em	105365852	216270945		
3	está	em	104698752	222208128	jogador	em	105365852	216270945		
3	está	em	105223040	222208128	jogador	em	105365852	216270945		
3	está	em	104847040	221832128	jogador	em	105365852	216270945		
3	morreu	em	104847040	221832128	jogador	em	107023616	247008512	morto	por 17
16	está	em	119161664	261768000	jogador	em	105301418	216493961		
16	está	em	114125376	257256000	jogador	em	105339436	216494976		
16	está	em	105885056	256880000	jogador	em	105339436	216494976		
16	está	em	104381056	254851712	jogador	em	105339436	216494976		
16	está	em	104381056	246463104	jogador	em	105365852	216270945		
16	está	em	104757056	240844224	jogador	em	105381896	215855453		
16	está	em	104757056	240319936	jogador	em	105383245	215820139		
16	está	em	104757056	238222784	jogador	em	105384621	215783685		
16	está	em	105133056	231031040	jogador	em	105418058	214952816		
16	hit	em	105509056	230655040	jogador	em	105360768	236957056	-	16 foge
16	está	em	106642284	228549497	jogador	em	105425215	214772740		
16	está	em	105138284	226521209	jogador	em	105425215	214772740		
16	está	em	104818523	222903654	jogador	em	103756224	231322560		
16	está	em	104845729	223498787	jogador	em	106388224	228690560		
16	morreu	em	105973729	224626787	jogador	em	106764224	228314560	morto	por 18
17	está	em	123355968	257573696	jogador	em	105284798	216493510		
17	está	em	122455680	257197696	jogador	em	105335473	216494871		
17	está	em	119834240	257197696	jogador	em	105339436	216494976		
17	está	em	119161664	257573696	jogador	em	105339436	216494976		
17	está	em	118637376	257573696	jogador	em	105339436	216494976		
17	está	em	111445632	257197696	jogador	em	105339436	216494976		
17	está	em	110921344	257197696	jogador	em	105339436	216494976		
17	está	em	107399616	256821696	jogador	em	105339436	216494976		
17	está	em	107023616	255921408	jogador	em	105339436	216494976		
17	está	em	107023616	248581376	jogador	em	105363141	216294078		
17	está	em	106647616	246632512	jogador	em	105365852	216270945		
17	está	em	105895616	245880512	jogador	em	105381896	215855453		
17	está	em	105519616	244980224	jogador	em	105384148	215796314		
17	está	em	106043904	241834496	jogador	em	105384621	215783685		
17	está	em	107240768	241458496	jogador	em	105384621	215783685		
17	está	em	105360768	239054208	jogador	em	105384621	215783685		
17	está	em	105360768	236432768	jogador	em	105425215	214772740		

17	morreu	em	105360768	234859904	jogador	em	107018284	228925497	morto	por	16
18	está	em	129647424	259670848	jogador	em	105301418	216493961			
18	está	em	126867136	257414848	jogador	em	105339436	216494976			
18	está	em	121099968	257414848	jogador	em	105339436	216494976			
18	está	em	120051392	257414848	jogador	em	105339436	216494976			
18	está	em	116381376	257414848	jogador	em	105339436	216494976			
18	está	em	113235648	257414848	jogador	em	105339436	216494976			
18	está	em	106568192	257038848	jogador	em	105351396	216393778			
18	está	em	103184192	252902848	jogador	em	105365852	216270945			
18	está	em	103560192	252526848	jogador	em	105365852	216270945			
18	está	em	106944192	248390848	jogador	em	105383742	215807058			
18	está	em	104312192	245006848	jogador	em	105384621	215783685			
18	está	em	104688192	244106560	jogador	em	105384621	215783685			
18	está	em	105212480	244106560	jogador	em	105384621	215783685			
18	está	em	106933632	243730560	jogador	em	105384621	215783685			
18	está	em	105953920	242226560	jogador	em	105384621	215783685			
18	está	em	106478208	242226560	jogador	em	105384621	215783685			
18	está	em	107150784	241850560	jogador	em	105384621	215783685			
18	está	em	105419072	239594560	jogador	em	105423482	214816944			
18	está	em	107140224	239218560	jogador	em	105425215	214772740			
18	está	em	101876224	233202560	jogador	em	105425215	214772740			
18	está	em	104132224	230946560	jogador	em	105425215	214772740			
18	está	em	106388224	227938560	jogador	em	105425215	214772740			
18	está	em	103756224	224554560	jogador	em	105425215	214772740			
18	está	em	105260224	222526272	jogador	em	105425215	214772740			
18	está	em	104884224	222150272	jogador	em	105425215	214772740			
18	está	em	104508224	222526272	jogador	em	105425215	214772740			
18	está	em	104656512	222902272	jogador	em	105425215	214772740			
18	está	em	105180800	222377984	jogador	em	105425215	214772740			
18	está	em	104804800	222753984	jogador	em	105425215	214772740			
18	está	em	103825088	224257984	jogador	em	105515795	214366939			
18	está	em	106070528	223881984	jogador	em	105531392	214296842			
18	está	em	104942528	222001984	jogador	em	105531392	214296842			
18	está	em	104942528	222526272	jogador	em	105531392	214296842			
18	hit	em	104942528	223574848	jogador	em	105531392	214296842			
18	hit	em	104939265	227296093	jogador	em	105531392	214296842	-	18	foge
18	está	em	104936904	227871663	jogador	em	105531392	214296842			
18	hit	em	104936904	234687407	jogador	em	105531392	214296842	-	18	foge
18	está	em	104935418	236311583	jogador	em	105531392	214296842			
18	hit	em	104935418	237360159	jogador	em	105531392	214296842	-	18	foge
18	está	em	104934083	241081494	jogador	em	105545439	213673339			
18	hit	em	104934083	243178646	jogador	em	105548205	213547705	-	18	foge
18	hit	em	104933018	247948566	jogador	em	105548205	213547705	-	18	foge
18	está	em	104932876	248481044	jogador	em	105548205	213547705			
18	está	em	104932118	249572758	jogador	em	105548205	213547705			
18	está	em	104932118	251145622	jogador	em	105548205	213547705			
18	hit	em	104932118	257437078	jogador	em	105548205	213547705	-	18	foge
18	está	em	104931415	258012703	jogador	em	105548205	213547705			
18	está	em	104931415	259061279	jogador	em	105548205	213547705			
18	está	em	104930712	262258344	jogador	em	105548205	213547705			
18	está	em	105306712	262406632	jogador	em	105548205	213547705			
18	está	em	105306712	261882344	jogador	em	105548205	213547705			
18	morreu	em	105306441	254069361	jogador	em	105548205	213547705	morto	por	0

JOGO NORMAL - cenário 1

npcid			npc_x	npc_y		player_x	player_x			
2	está	em	102087872	230310720	jogador	em	105103607	214797417		
2	está	em	104343872	228054720	jogador	em	105340158	214849052		
2	morreu	em	105095872	227302720	jogador	em	105371328	233297600	morto	por 3
3	está	em	107627328	235553600	jogador	em	104970906	214768429		
3	está	em	105371328	232773312	jogador	em	105340158	214849052		
3	está	em	105371328	228054720	jogador	em	105340158	214849052		
3	está	em	104995328	222435840	jogador	em	105340158	214849052		
3	está	em	104619328	222584128	jogador	em	105340158	214849052		
3	está	em	104995328	222208128	jogador	em	105359302	214642035		
3	está	em	105371328	222584128	jogador	em	105360914	214624438		
3	está	em	104847040	222584128	jogador	em	105360914	214624438		
3	está	em	104698752	222208128	jogador	em	105360914	214624438		
3	está	em	105223040	222208128	jogador	em	105360914	214624438		
3	está	em	104847040	221832128	jogador	em	105360914	214624438		
3	morreu	em	104847040	221832128	jogador	em	107023616	247008512	morto	por 17
16	está	em	119161664	261768000	jogador	em	105075159	214791203		
16	está	em	114125376	257256000	jogador	em	105340158	214849052		
16	está	em	105885056	256880000	jogador	em	105340158	214849052		
16	está	em	104381056	254851712	jogador	em	105340158	214849052		
16	está	em	104381056	246463104	jogador	em	105360914	214624438		
16	está	em	104757056	240844224	jogador	em	105376017	214208920		
16	está	em	104757056	240319936	jogador	em	105377287	214173606		
16	está	em	104757056	238222784	jogador	em	105378583	214137152		
16	está	em	104757056	230882752	jogador	em	105408185	213306130		
16	morreu	em	104757056	230358464	jogador	em	105360768	236957056	morto	por 17
17	está	em	123355968	257573696	jogador	em	105009129	214776779		
17	está	em	122455680	257197696	jogador	em	105210502	214820762		
17	está	em	119834240	257197696	jogador	em	105340158	214849052		
17	está	em	119161664	257573696	jogador	em	105340158	214849052		
17	está	em	118637376	257573696	jogador	em	105340158	214849052		
17	está	em	111445632	257197696	jogador	em	105340158	214849052		
17	está	em	110921344	257197696	jogador	em	105340158	214849052		
17	está	em	107399616	256821696	jogador	em	105340158	214849052		
17	está	em	107023616	255921408	jogador	em	105340158	214849052		
17	está	em	107023616	248581376	jogador	em	105358788	214647627		
17	está	em	106647616	246632512	jogador	em	105360914	214624438		
17	está	em	105895616	245880512	jogador	em	105376017	214208920		
17	está	em	105519616	244980224	jogador	em	105378137	214149781		
17	está	em	106043904	241834496	jogador	em	105378583	214137152		
17	está	em	107240768	241458496	jogador	em	105378583	214137152		
17	está	em	105360768	239054208	jogador	em	105378583	214137152		
17	está	em	105360768	236432768	jogador	em	105414509	213126004		
17	está	em	105988613	232961397	jogador	em	106448744	237585468		
17	morreu	em	106740613	233713397	jogador	em	106443349	237698139	morto	por 18
18	está	em	129647424	259670848	jogador	em	105075159	214791203		
18	está	em	126867136	257414848	jogador	em	105340158	214849052		

18	está	em	121099968	257414848	jogador	em	105340158	214849052	
18	está	em	120051392	257414848	jogador	em	105340158	214849052	
18	está	em	116381376	257414848	jogador	em	105340158	214849052	
18	está	em	113235648	257414848	jogador	em	105340158	214849052	
18	está	em	106568192	257038848	jogador	em	105349558	214747585	
18	está	em	103184192	252902848	jogador	em	105360914	214624438	
18	está	em	103560192	252526848	jogador	em	105360914	214624438	
18	está	em	106944192	248390848	jogador	em	105377754	214160525	
18	está	em	104312192	245006848	jogador	em	105378583	214137152	
18	está	em	104688192	244106560	jogador	em	105378583	214137152	
18	está	em	105212480	244106560	jogador	em	105378583	214137152	
18	está	em	106933632	243730560	jogador	em	105378583	214137152	
18	está	em	105953920	242226560	jogador	em	105378583	214137152	
18	está	em	106478208	242226560	jogador	em	105378583	214137152	
18	está	em	107150784	241850560	jogador	em	105378583	214137152	
18	está	em	104370496	239594560	jogador	em	105412978	213170223	
18	está	em	104222208	239218560	jogador	em	105414509	213126004	
18	está	em	106066729	237334888	jogador	em	105414509	213126004	
18	está	em	100802729	231318888	jogador	em	105414509	213126004	
18	está	em	101930729	230190888	jogador	em	105593857	212314032	
18	está	em	106066729	225530600	jogador	em	105632651	212138033	
18	morreu	em	106066729	224482024	jogador	em	105632651	212138033	morto por 0

JOGO MODIFICADO - cenário 2

npcid			npc_x	npc_y		player_x	player_x			
2	está	em	102087872	230310720	jogador	em	104983347	212044100		
2	está	em	104343872	228054720	jogador	em	104992487	213313904		
2	morreu	em	105095872	227302720	jogador	em	105371328	233297600	morto	por 3
3	está	em	107627328	235553600	jogador	em	104974785	212003589		
3	está	em	105371328	232773312	jogador	em	104991002	216797218		
3	está	em	104995328	228203008	jogador	em	103872503	223911914		
3	está	em	103719040	227451008	jogador	em	103531581	224868754		
3	está	em	101997888	227075008	jogador	em	104555840	225738956		
3	está	em	103125888	226471296	jogador	em	105701002	227886201		
3	está	em	103650176	232238464	jogador	em	105548140	234635515		
3	está	em	105074752	232614464	jogador	em	105898203	239082933		
3	está	em	107706752	235998464	jogador	em	103342469	242801849		
3	está	em	106430464	236750464	jogador	em	104218246	242801849		
3	está	em	105381888	237274752	jogador	em	105235583	242801849		
3	está	em	104857600	238847616	jogador	em	103491398	243366228		
3	está	em	102612160	239223616	jogador	em	104392598	244143470		
3	está	em	104116160	241479616	jogador	em	102202591	245692866		
3	está	em	102087872	242983616	jogador	em	101892961	245692866		
3	está	em	102087872	242459328	jogador	em	101843698	245692866		
3	está	em	102463872	236543872	jogador	em	105970028	251521666		
3	está	em	105471872	239551872	jogador	em	107078703	255539805		
3	está	em	107351872	242183872	jogador	em	105493058	263187504		
16	está	em	119161664	261768000	jogador	em	104981512	212035416		
16	está	em	114125376	257256000	jogador	em	104990949	216919072		
16	está	em	105885056	256880000	jogador	em	103746743	224246033		
16	está	em	102125056	252595712	jogador	em	105670100	227778404		
16	está	em	102501056	244879680	jogador	em	105699534	234904311		
16	está	em	105657344	242247680	jogador	em	105911223	239549394		
16	está	em	106705920	242247680	jogador	em	103981155	239885907		
16	está	em	106854208	241871680	jogador	em	103679024	240933013		
16	está	em	104598208	240139968	jogador	em	104260264	242801849		
16	está	em	105122496	240139968	jogador	em	104392462	242801849		
16	está	em	107595648	240515968	jogador	em	105067083	242801849		
16	está	em	107595648	241040256	jogador	em	105235583	242801849		
16	está	em	107595648	241564544	jogador	em	105233252	242801849		
16	está	em	107219648	241940544	jogador	em	104103713	244143470		
16	está	em	106843648	242840832	jogador	em	104419842	244143470		
16	está	em	106843648	247559424	jogador	em	102042011	245692866		
16	está	em	106319360	254899456	jogador	em	105970028	252526522		
16	está	em	102501056	255275456	jogador	em	106975341	255650403		
16	está	em	103253056	256551744	jogador	em	105638903	257737534		
16	está	em	103777344	258124608	jogador	em	105599993	260571393		
16	está	em	104153344	258500608	jogador	em	105493058	263187504		
16	está	em	105885056	260756608	jogador	em	105493058	263187504		
17	está	em	123355968	257573696	jogador	em	104977252	212015258		
17	está	em	122455680	257197696	jogador	em	104990235	212076725		
17	está	em	119834240	257197696	jogador	em	104992468	213352738		

17	está	em	119161664	257573696	jogador	em	104991764	215015622			
17	está	em	118637376	257573696	jogador	em	104991630	215307561			
17	está	em	111445632	257197696	jogador	em	104985281	222713111			
17	está	em	110921344	257197696	jogador	em	104832344	222995503			
17	está	em	107399616	256821696	jogador	em	103472607	225003942			
17	está	em	105143616	253813696	jogador	em	105728986	228035091			
17	está	em	107023616	251181696	jogador	em	105510015	229944803			
17	está	em	104539904	248173696	jogador	em	105487063	233713745			
17	está	em	107309632	247797696	jogador	em	105756766	236083189			
17	está	em	105201920	245165696	jogador	em	105922080	239885758			
17	está	em	106923072	245541696	jogador	em	104332164	239810875			
17	está	em	106547072	245165696	jogador	em	104076020	239885907			
17	está	em	106022784	245165696	jogador	em	103903242	239982378			
17	está	em	102877056	245165696	jogador	em	104171881	242801849			
17	hit	em	104449920	245165696	jogador	em	102077312	248014848	-	17	foge
17	está	em	105498496	245689984	jogador	em	102506574	246476375			
17	morreu	em	105498496	246214272	jogador	em	102464598	246510415	morto	por	18
18	está	em	129647424	259670848	jogador	em	104981512	212035416			
18	está	em	126867136	257414848	jogador	em	104992375	213568621			
18	está	em	121099968	257414848	jogador	em	104990003	219066429			
18	está	em	120051392	257414848	jogador	em	104989521	220204232			
18	está	em	116381376	257414848	jogador	em	104185174	223256315			
18	está	em	113235648	257414848	jogador	em	103456011	225003942			
18	está	em	112711360	257414848	jogador	em	103431181	225003942			
18	está	em	112187072	257414848	jogador	em	103691334	225089959			
18	está	em	111138496	257414848	jogador	em	104925118	226414844			
18	está	em	106043904	257038848	jogador	em	105510015	229866244			
18	está	em	103035904	253278848	jogador	em	105756766	236083189			
18	está	em	107171904	248390848	jogador	em	104332164	239810875			
18	está	em	106271616	248014848	jogador	em	103903242	239982378			
18	está	em	102453312	247638848	jogador	em	105235583	242801849			
18	hit	em	102453312	247638848	jogador	em	105498496	245165696	-	18	foge
18	está	em	102671125	246867055	jogador	em	105498496	245165696			
18	está	em	102984917	246513630	jogador	em	104292614	244143470			
18	está	em	104033493	247037918	jogador	em	102427605	244143470			
18	está	em	103509205	248086494	jogador	em	101854274	245692866			
18	está	em	102460629	248086494	jogador	em	106928055	248290994			
18	está	em	102836629	248462494	jogador	em	106826548	248842801			
18	está	em	103588629	249738782	jogador	em	105970028	251111216			
18	está	em	103588629	251311646	jogador	em	105970028	252526522			
18	morreu	em	103588629	251835934	jogador	em	105095872	239175872	morto	por	3

JOGO NORMAL - cenário 2

npcid			npc_x	npc_y			player_x	player_x			
2	está	em	102087872	230310720	e	jogador	em	104614705	213189771		
2	está	em	106599872	225046720	e	jogador	em	104274143	219412623		
2	está	em	104571584	223542720	e	jogador	em	102958743	221179430		
2	está	em	104423296	223918720	e	jogador	em	102836982	221179430		
2	atingido	em	108559296	228054720	e	jogador	em	102363328	228033600		
2	está	em	108151923	228055022	e	jogador	em	102363328	228033600		
2	está	em	106163346	228579551	e	jogador	em	103491328	229161600		
2	morreu	em	106163346	231725279	e	jogador	em	104836480	255100544	morto	por 17
3	está	em	107627328	235553600	e	jogador	em	104487939	213190975		
3	está	em	105371328	233297600	e	jogador	em	104344039	216227408		
3	está	em	104243328	232169600	e	jogador	em	103225281	220347469		
3	está	em	101611328	228785600	e	jogador	em	110576314	225563384		
3	está	em	102739328	228409600	e	jogador	em	109098630	233870077		
3	está	em	103491328	229685888	e	jogador	em	107113695	235582649		
3	morreu	em	103491328	233880192	e	jogador	em	106163346	231725279	morto	por 2
16	está	em	119161664	261768000	e	jogador	em	104644104	213189490		
16	está	em	116529664	259136000	e	jogador	em	104349400	215581506		
16	está	em	114125376	257256000	e	jogador	em	104329797	219272209		
16	está	em	109931072	257256000	e	jogador	em	102847565	221179430		
16	está	em	106637056	256880000	e	jogador	em	111350053	227950361		
16	está	em	107389056	255603712	e	jogador	em	111391385	230702621		
16	está	em	107389056	255079424	e	jogador	em	110908026	231397080		
16	está	em	107013056	247363392	e	jogador	em	103741567	241486120		
16	está	em	104984768	245859392	e	jogador	em	103581821	243404375		
16	está	em	102363328	246383680	e	jogador	em	102204480	252468544		
16	está	em	102887616	248480832	e	jogador	em	103856768	251340544		
16	está	em	103936192	249005120	e	jogador	em	107216341	252123882		
16	está	em	103936192	253723712	e	jogador	em	106296546	251973836		
16	está	em	104312192	256196864	e	jogador	em	106867046	256950823		
16	está	em	105212480	256572864	e	jogador	em	107999138	256984605		
16	está	em	105588480	256196864	e	jogador	em	107999068	256984605		
16	está	em	105588480	256721152	e	jogador	em	107999014	256984605		
16	está	em	105212480	256345152	e	jogador	em	107998953	256984605		
16	está	em	102728768	253337152	e	jogador	em	108053259	257041491		
16	está	em	104153344	253713152	e	jogador	em	111323672	259367084		
17	está	em	123355968	257573696	e	jogador	em	104473177	213191114		
17	está	em	122455680	257197696	e	jogador	em	104395121	213870320		
17	está	em	121931392	257197696	e	jogador	em	104373712	214538444		
17	está	em	116688512	257197696	e	jogador	em	103921553	219436246		
17	está	em	116164224	257197696	e	jogador	em	103536101	219509797		
17	está	em	115115648	257197696	e	jogador	em	103100235	220830249		
17	está	em	114067072	257197696	e	jogador	em	102901784	221179430		
17	está	em	112494208	257197696	e	jogador	em	103062936	221826559		
17	está	em	109724480	257573696	e	jogador	em	108456513	224397617		
17	está	em	110852480	258177408	e	jogador	em	111031180	226297269		
17	está	em	110476480	258029120	e	jogador	em	111543258	228610741		
17	está	em	108596480	259384832	e	jogador	em	109394835	233729881		

17	está	em	108220480	258484544	e	jogador	em	107672773	234596114	
17	está	em	104460480	254724544	e	jogador	em	103781792	241202412	
17	está	em	102580480	252092544	e	jogador	em	106649222	245471865	
17	está	em	103856768	251340544	e	jogador	em	107047422	246793965	
17	está	em	107705745	252084642	e	jogador	em	103936192	248480832	
17	está	em	107216341	252123882	e	jogador	em	103936192	248480832	
17	está	em	107216341	252123882	e	jogador	em	103936192	249529408	
17	está	em	107216341	252123882	e	jogador	em	103936192	250577984	
17	está	em	106692053	252648170	e	jogador	em	103936192	251626560	
17	morreu	em	106692053	255793898	e	jogador	em	103936192	253199424	morto por 16
18	está	em	129647424	259670848	e	jogador	em	104644104	213189490	
18	está	em	126867136	257414848	e	jogador	em	104349400	215581506	
18	está	em	120575680	257414848	e	jogador	em	102981761	221179430	
18	está	em	117954240	257414848	e	jogador	em	103915563	222178102	
18	está	em	116381376	257414848	e	jogador	em	106987208	223176358	
18	está	em	115857088	257414848	e	jogador	em	107479737	223622570	
18	está	em	113759936	257939136	e	jogador	em	110686057	225563384	
18	está	em	113383936	262281728	e	jogador	em	108366458	234216614	
18	está	em	107971648	257393728	e	jogador	em	103625694	242465344	
18	está	em	103104768	257017728	e	jogador	em	106416051	248560878	
18	está	em	105885056	254761728	e	jogador	em	106296546	249752234	
18	está	em	107457920	255286016	e	jogador	em	106296546	249752234	
18	está	em	107081920	260152896	e	jogador	em	106296546	254658898	
18	está	em	106854208	259400896	e	jogador	em	107999014	256984605	
18	está	em	107902784	259400896	e	jogador	em	108004418	257041491	
18	está	em	108951360	258876608	e	jogador	em	111323672	258281551	
18	está	em	109327360	257679744	e	jogador	em	109721282	261631583	

VERSAO MODIFICADA – cenário 3

id			npc x	npc y		player x	player y			
2	está	em	102087872	230310720	jogador	em	102758481	212057258		
2	hit	em	102087872	230310720	jogador	em	102758471	212063709		
2	está	em	106597989	225098017	jogador	em	93942978	212122160		
2	está	em	104717989	222466017	jogador	em	94849845	211035332		
2	está	em	104569701	222090017	jogador	em	92877771	212199431		
2	está	em	104569701	222614305	jogador	em	91613635	213056244		
2	hit	em	104569701	223138593	jogador	em	90961025	213126824	-	2 foge
2	está	em	104225095	222785671	jogador	em	91081465	213035227		
2	está	em	104601095	222409671	jogador	em	90635193	213571532		
2	está	em	104977095	222557959	jogador	em	89119105	215349554		
2	está	em	104601095	222706247	jogador	em	88764083	216808989		
2	está	em	104601095	222181959	jogador	em	89349174	217428070		
2	está	em	105125383	222181959	jogador	em	90189854	217328952		
2	está	em	104749383	221805959	jogador	em	91170814	216782605		
2	está	em	105125383	222181959	jogador	em	92403006	216021585		
2	está	em	104601095	222181959	jogador	em	92737784	215814803		
2	está	em	104977095	222557959	jogador	em	93144536	215465709		
2	está	em	104452807	222557959	jogador	em	93832805	214750748		
2	está	em	104828807	222181959	jogador	em	94371234	214182550		
2	hit	em	104828807	222181959	jogador	em	94475840	214072158	-	2 foge
2	está	em	104859479	221681700	jogador	em	94348400	214266246		
2	está	em	104859479	222205988	jogador	em	93757456	214969544		
2	está	em	105235479	222581988	jogador	em	92912800	215960618		
2	está	em	104711191	222581988	jogador	em	92076836	216709779		
2	está	em	104711191	222057700	jogador	em	91003571	216775354		
2	está	em	105087191	222433700	jogador	em	90699734	213507647		
2	está	em	104938903	222809700	jogador	em	89458164	214962242		
2	está	em	104790615	222433700	jogador	em	89538699	214876332		
2	hit	em	104790615	222433700	jogador	em	94190452	212389280	-	2 foge
2	está	em	104815274	221932762	jogador	em	93620220	213803782		
2	está	em	105191274	222308762	jogador	em	92850280	215000442		
2	está	em	104666986	222308762	jogador	em	90314231	215248493		
2	está	em	105042986	221932762	jogador	em	89997499	214880266		
2	está	em	105042986	222457050	jogador	em	89783852	214631884		
2	está	em	104666986	223653914	jogador	em	90755731	213331682		
2	está	em	104290986	222753626	jogador	em	90965571	213158039		
2	está	em	104815274	222753626	jogador	em	91022576	213101048		
2	está	em	104963562	222377626	jogador	em	91119062	212999447		
2	está	em	104439274	222377626	jogador	em	91396061	212723910		
2	está	em	104815274	222753626	jogador	em	91498532	212621500		
2	hit	em	104815274	222753626	jogador	em	91552827	212567229	-	2 foge
2	está	em	105073894	223529348	jogador	em	89788877	214629261		
2	está	em	104025318	223005060	jogador	em	89405569	216410282		
2	está	em	104549606	223005060	jogador	em	89713521	216980478		
2	está	em	105222182	222629060	jogador	em	91000452	216821028		
2	está	em	104846182	222253060	jogador	em	91378925	216574438		
2	está	em	104846182	221728772	jogador	em	92006047	215977350		
2	hit	em	104846182	221728772	jogador	em	94115162	213768159	-	2 foge
2	está	em	104877474	222276283	jogador	em	91228978	216504497		
2	está	em	104877474	222800571	jogador	em	90805874	216942746		

2	está	em	104501474	222948859	jogador	em	90327968	217437727			
2	está	em	104501474	222424571	jogador	em	90198111	217572206			
2	está	em	105025762	222424571	jogador	em	90315760	217477026			
2	está	em	104649762	222048571	jogador	em	90901038	216954618			
2	está	em	104649762	222572859	jogador	em	91801740	216144040			
2	hit	em	104649762	223621435	jogador	em	94330728	213860649	-	2	foge
2	está	em	104298438	223268765	jogador	em	94311113	213879958			
2	está	em	104298438	222744477	jogador	em	93691322	214441864			
2	está	em	104822726	222744477	jogador	em	92767312	215279069			
2	está	em	104971014	222368477	jogador	em	91026609	216855912			
2	está	em	104446726	222368477	jogador	em	90542724	217294229			
2	está	em	104822726	221992477	jogador	em	90179899	217622868			
2	está	em	104446726	222368477	jogador	em	88101288	221893271			
2	está	em	104446726	222892765	jogador	em	87948093	222897009			
2	está	em	103922438	223417053	jogador	em	87810730	223756099			
2	está	em	104298438	223041053	jogador	em	87875739	223201999			
2	está	em	104674438	221913053	jogador	em	88277582	220032079			
2	está	em	104674438	222437341	jogador	em	88352841	219441638			
2	está	em	104298438	223109917	jogador	em	88209314	219711835			
2	está	em	104298438	222585629	jogador	em	87946352	220827641			
2	está	em	104822726	222585629	jogador	em	87619158	222246205			
2	está	em	104971014	222209629	jogador	em	87194550	224093028			
2	está	em	104595014	222585629	jogador	em	87678287	221918758			
2	está	em	104743302	222961629	jogador	em	88239336	219418689			
2	está	em	104891590	222585629	jogador	em	88511378	218206491			
2	está	em	104891590	221833629	jogador	em	88703280	217529411			
2	está	em	104891590	222357917	jogador	em	89091085	216727139			
2	está	em	104891590	228125085	jogador	em	93859421	215257016			
2	está	em	104515590	231419101	jogador	em	95662929	214291605			
2	está	em	102863302	230291101	jogador	em	92550538	216349626			
2	está	em	100093574	230667101	jogador	em	90849215	217454580			
2	está	em	101597574	231646813	jogador	em	93546801	214299519			
2	está	em	102121862	231122525	jogador	em	93930146	213852708			
2	está	em	109610182	230746525	jogador	em	87588225	217768931			
2	morreu	em	109234182	230370525	jogador	em	101771896	229956219	morto	por	16
3	está	em	107627328	235553600	jogador	em	102107062	212087690			
3	está	em	106123328	234049600	jogador	em	96622654	212115733			
3	está	em	105371328	233297600	jogador	em	95108933	212119409			
3	hit	em	104619328	232545600	jogador	em	93772629	212197135			
3	está	em	104259298	232199569	jogador	em	92899037	212723213			
3	está	em	103135783	231079988	jogador	em	90363496	214271333			
3	está	em	100879783	228299700	jogador	em	95107285	210903524			
3	está	em	101404071	228299700	jogador	em	94478834	211241823			
3	está	em	106795239	227923700	jogador	em	91130348	212972448			
3	está	em	104163239	225291700	jogador	em	89960817	217406746			
3	está	em	103035239	224915700	jogador	em	92296602	216087305			
3	está	em	103183527	225291700	jogador	em	93008525	215597093			
3	está	em	106477543	224915700	jogador	em	91003571	216775354			
3	está	em	105953255	224915700	jogador	em	89959748	216543433			
3	está	em	103707815	225291700	jogador	em	91001692	213143324			
3	hit	em	103707815	225291700	jogador	em	90966839	213187887	-	3	foge
3	está	em	105236436	226294797	jogador	em	89998632	214345099			
3	está	em	104712148	225246221	jogador	em	92977239	211769576			

3	está	em	103139284	225246221	jogador	em	91471072	216735381		
3	está	em	103515284	225622221	jogador	em	91097703	216159354		
3	está	em	103742996	226374221	jogador	em	89880194	214743890		
3	está	em	102546132	226750221	jogador	em	90523635	213586790		
3	está	em	105554132	229233933	jogador	em	91499889	212634963		
3	está	em	105178132	225712205	jogador	em	89773349	217091256		
3	está	em	105702420	225712205	jogador	em	90054927	217331668		
3	está	em	105850708	225336205	jogador	em	91100214	216760720		
3	está	em	105622996	224584205	jogador	em	92939319	215000435		
3	está	em	106523284	224960205	jogador	em	93769568	214127937		
3	está	em	106374996	225336205	jogador	em	94115162	213768159		
3	está	em	105850708	224811917	jogador	em	92971749	214712739		
3	está	em	105474708	224435917	jogador	em	92055603	215648253		
3	está	em	105474708	224960205	jogador	em	91363451	216365207		
3	está	em	105474708	226533069	jogador	em	90369239	217394984		
3	está	em	105474708	227581645	jogador	em	91553281	216367956		
3	está	em	105998996	226533069	jogador	em	94330728	213860649		
3	morreu	em	107047572	226533069	jogador	em	108141056	229251584	morto	por 17
16	está	em	119161664	261768000	jogador	em	102758491	212050139		
16	está	em	116529664	259136000	jogador	em	95543055	212118358		
16	está	em	114125376	257256000	jogador	em	94005150	212122030		
16	está	em	109931072	257256000	jogador	em	90462074	214209158		
16	está	em	102739328	256880000	jogador	em	89700728	214387155		
16	está	em	101987328	255603712	jogador	em	90634943	213452681		
16	está	em	101987328	252457984	jogador	em	88834296	215682715		
16	está	em	101987328	250885120	jogador	em	89743527	217451532		
16	está	em	101987328	249312256	jogador	em	92179190	216159823		
16	está	em	101987328	247739392	jogador	em	93472841	215130607		
16	está	em	101987328	240923648	jogador	em	90854905	213284913		
16	está	em	101611328	233207616	jogador	em	92480803	215541306		
16	está	em	99879616	230951616	jogador	em	90314231	215248493		
16	está	em	100552192	230575616	jogador	em	89639737	214464341		
16	está	em	100176192	229675328	jogador	em	90242969	213901085		
16	está	em	99800192	230051328	jogador	em	90755731	213331682		
16	está	em	99800192	230575616	jogador	em	90881049	213242517		
16	está	em	99424192	231248192	jogador	em	91061020	213062598		
16	está	em	99424192	230723904	jogador	em	91119062	212999447		
16	está	em	99800192	230347904	jogador	em	91396061	212723910		
16	está	em	102432192	226963904	jogador	em	89647503	216858240		
16	está	em	102580480	226587904	jogador	em	90323749	217230095		
16	está	em	102728768	226211904	jogador	em	91272556	216656533		
16	está	em	102352768	226360192	jogador	em	92607844	215348768		
16	está	em	101976768	226508480	jogador	em	93618761	214286423		
16	está	em	102352768	226132480	jogador	em	93893422	213997772		
16	está	em	103104768	224856192	jogador	em	93374731	214329980		
16	está	em	102728768	225232192	jogador	em	92518329	215168940		
16	está	em	102728768	225756480	jogador	em	91675569	216041906		
16	está	em	102352768	226429056	jogador	em	90465029	217295774		
16	está	em	102352768	225904768	jogador	em	90290566	217476462		
16	está	em	102728768	226280768	jogador	em	90172881	217598332		
16	está	em	102204480	226280768	jogador	em	90425223	217380096		
16	está	em	102580480	225904768	jogador	em	91101353	216774686		
16	está	em	102580480	226429056	jogador	em	92063336	215908122		

16	está	em	102204480	227101632	jogador	em	94479882	213726194		
16	está	em	102204480	226349632	jogador	em	93691322	214441864		
16	está	em	102808192	225221632	jogador	em	90542724	217294229		
16	está	em	103184192	224845632	jogador	em	90179899	217622868		
16	está	em	103708480	224845632	jogador	em	89619251	218130629		
16	está	em	106705920	225221632	jogador	em	88306701	220572090		
16	está	em	107081920	226349632	jogador	em	87844754	223574040		
16	está	em	105953920	226953344	jogador	em	88165997	220907419		
16	está	em	106329920	226280768	jogador	em	88403596	219043368		
16	está	em	105805632	226280768	jogador	em	88377047	219044880		
16	está	em	105805632	225756480	jogador	em	88209314	219711835		
16	está	em	106329920	225232192	jogador	em	87619158	222246205		
16	está	em	106854208	225232192	jogador	em	87346870	223432339		
16	está	em	106478208	224856192	jogador	em	87194550	224093028		
16	está	em	105953920	224856192	jogador	em	87233575	223908406		
16	está	em	105953920	225380480	jogador	em	87409694	223117917		
16	está	em	105577920	227625920	jogador	em	88585281	217877122		
16	está	em	104825920	226349632	jogador	em	89610176	215711647		
16	está	em	104449920	226725632	jogador	em	89977761	214994524		
16	está	em	104073920	227625920	jogador	em	90646416	214322140		
16	está	em	103549632	234441664	jogador	em	95361365	214485493		
16	está	em	97634176	234065664	jogador	em	91245086	216984637		
16	está	em	98386176	232561664	jogador	em	93546801	214299519		
16	está	em	98910464	232561664	jogador	em	93775735	214032693		
16	está	em	98534464	232185664	jogador	em	93930146	213852708		
16	está	em	98910464	231809664	jogador	em	93940945	213839430		
16	está	em	99286464	230909376	jogador	em	93225834	214666898		
16	está	em	99810752	230909376	jogador	em	93001641	214926332		
16	está	em	100483328	230533376	jogador	em	92679579	215298935		
16	está	em	100107328	229633088	jogador	em	93595926	214818087		
16	está	em	100483328	229257088	jogador	em	94513275	214091553		
16	hit	em	100859328	228881088	jogador	em	109986182	231122525	-	16 foge
16	está	em	101211459	229251235	jogador	em	109986182	231122525		
16	hit	em	101771896	229956219	jogador	em	85896981	221377987	-	16 foge
16	está	em	101281897	229974732	jogador	em	86634465	220859165		
16	está	em	100237313	229452599	jogador	em	88979007	217263289		
16	está	em	100761601	229452599	jogador	em	89671330	216092172		
16	está	em	100909889	229076599	jogador	em	90584050	214840390		
16	está	em	100909889	228552311	jogador	em	91476075	214849923		
16	está	em	101434177	228552311	jogador	em	92449123	215057967		
16	está	em	101058177	228176311	jogador	em	93105454	215198289		
16	está	em	101582465	228176311	jogador	em	93548155	215292932		
16	está	em	103827905	227800311	jogador	em	94379074	215470499		
16	está	em	102699905	225920311	jogador	em	91725236	217054381		
16	está	em	103224193	225920311	jogador	em	91383539	216950421		
16	está	em	103372481	225544311	jogador	em	90068301	216125208		
16	está	em	102848193	225544311	jogador	em	89185319	216371060		
16	está	em	103224193	225920311	jogador	em	88425523	216705038		
16	está	em	103451905	226672311	jogador	em	87334140	217184733		
16	está	em	102255041	227048311	jogador	em	88303704	218383218		
16	está	em	107895041	232164023	jogador	em	92177823	215693842		
16	está	em	107519041	230215159	jogador	em	94439216	216500402		
16	está	em	106015041	228186871	jogador	em	95431285	216809521		
16	está	em	105639041	225189431	jogador	em	90756095	213959204		

16	está	em	106015041	224813431	jogador	em	91162650	212925920		
16	está	em	106539329	224813431	jogador	em	92169358	212164738		
16	está	em	106915329	225189431	jogador	em	92891938	211429440		
16	está	em	106915329	225713719	jogador	em	92994430	211352599		
16	está	em	106539329	231104887	jogador	em	90310920	217479445		
16	morreu	em	105787329	230352887	jogador	em	102899864	227357445	morto	por 17
17	está	em	123355968	257573696	jogador	em	101873207	212091170		
17	está	em	122455680	257197696	jogador	em	99209067	212108939		
17	está	em	115115648	257197696	jogador	em	92105999	213206710		
17	está	em	106875328	256821696	jogador	em	89700728	214387155		
17	está	em	104619328	254041408	jogador	em	90903670	213251809		
17	está	em	104619328	250895680	jogador	em	89743527	217451532		
17	está	em	104619328	249322816	jogador	em	92179190	216159823		
17	está	em	104619328	248798528	jogador	em	92586821	215908050		
17	está	em	104619328	246701376	jogador	em	94538520	214009321		
17	está	em	104619328	240409920	jogador	em	91004708	213135205		
17	está	em	104619328	235167040	jogador	em	93953857	211847635		
17	está	em	104243328	229023872	jogador	em	89997499	214880266		
17	está	em	103719040	229023872	jogador	em	89783852	214631884		
17	está	em	103570752	229399872	jogador	em	89815370	214281987		
17	está	em	106054464	232407872	jogador	em	91498532	212621500		
17	está	em	104105600	232031872	jogador	em	89944473	214448374		
17	está	em	102977600	230379584	jogador	em	89647503	216858240		
17	está	em	103501888	229331008	jogador	em	90890369	216887574		
17	está	em	105074752	229331008	jogador	em	92607844	215348768		
17	está	em	108893056	228955008	jogador	em	91107111	216630728		
17	está	em	108141056	227678720	jogador	em	90290566	217476462		
17	está	em	108141056	227678720	jogador	em	90425223	217380096		
17	está	em	107765056	228875584	jogador	em	90760927	217096576		
17	está	em	106112768	227747584	jogador	em	89063863	218633603		
17	está	em	105964480	228123584	jogador	em	88687881	218974058		
17	está	em	109200192	231883584	jogador	em	88318905	219707892		
17	está	em	100959872	231507584	jogador	em	88612649	217755137		
17	está	em	100059584	231131584	jogador	em	89364430	216191066		
17	está	em	99535296	230607296	jogador	em	90113893	214728933		
17	está	em	100059584	230607296	jogador	em	90362509	214356082		
17	está	em	100732160	230231296	jogador	em	92689758	214890105		
17	está	em	100207872	230231296	jogador	em	93148460	215034007		
17	está	em	100059584	229855296	jogador	em	93666542	215196523		
17	hit	em	103067584	226847296	jogador	em	95448226	214429648		
17	está	em	102563675	226880505	jogador	em	95591484	214341186		
17	está	em	102417759	227260370	jogador	em	94059259	215354492		
17	está	em	102793759	227112082	jogador	em	91826856	216826850		
17	está	em	103169759	225163218	jogador	em	91146525	217159820		
17	está	em	103021471	224787218	jogador	em	90816345	217496264		
17	está	em	103021471	225311506	jogador	em	91111408	217141929		
17	está	em	102645471	228081234	jogador	em	93979846	213794534		
17	está	em	101893471	226804946	jogador	em	93049704	214870715		
17	está	em	102417759	226804946	jogador	em	92882833	215063803		
17	hit	em	106087775	226804946	jogador	em	96167006	212819395	-	17 foge
17	está	em	107307185	226460723	jogador	em	92242906	214848474		
17	está	em	106931185	226084723	jogador	em	90832044	215643503		
17	está	em	106406897	226084723	jogador	em	89848662	216197969		

17	está	em	102588593	226460723	jogador	em	85896981	221377987		
17	está	em	104320305	228716723	jogador	em	90311249	215009672		
17	está	em	104172017	229092723	jogador	em	92010339	214964153		
17	está	em	108535729	233980723	jogador	em	91596078	217054381		
17	hit	em	101719985	233980723	jogador	em	87347767	221066572	-	17 foge
17	está	em	101372965	233630762	jogador	em	87103365	221469969		
17	está	em	99116965	231374762	jogador	em	90982380	216482623		
17	está	em	99492965	230998762	jogador	em	91382511	215964151		
17	está	em	102876965	226862762	jogador	em	95431285	216809521		
17	está	em	102500965	225962474	jogador	em	93736204	216737595		
17	está	em	102876965	225586474	jogador	em	92604278	216043974		
17	está	em	103252965	225962474	jogador	em	91529510	215290287		
17	está	em	102728677	225962474	jogador	em	90837796	214745698		
17	está	em	102728677	225438186	jogador	em	90756095	213959204		
17	está	em	103104677	225062186	jogador	em	91162650	212925920		
17	está	em	103628965	225062186	jogador	em	92169358	212164738		
17	está	em	103777253	225438186	jogador	em	92994430	211352599		
17	está	em	103025253	225438186	jogador	em	90134970	216717940		
17	está	em	102649253	225814186	jogador	em	90878809	216249590		
17	está	em	102649253	225289898	jogador	em	91842202	215430900		
17	está	em	103025253	224913898	jogador	em	92953689	214375899		
17	está	em	103025253	225438186	jogador	em	93862360	213491158		
17	hit	em	103025253	225962474	jogador	em	106915329	231480887	-	17 foge
17	está	em	102523864	226981445	jogador	em	87205041	219956624		
17	está	em	102523864	226229445	jogador	em	88403943	220541451		
17	está	em	102899864	225329157	jogador	em	89058591	220553035		
17	está	em	102523864	225705157	jogador	em	89549604	219826393		
17	está	em	102523864	226229445	jogador	em	90149960	218708978		
17	está	em	102147864	226902021	jogador	em	91740642	215406470		
17	está	em	102147864	226377733	jogador	em	91970287	214929547		
17	está	em	102672152	226377733	jogador	em	91900774	215130778		
17	está	em	105441880	226001733	jogador	em	91003734	216717547		
17	está	em	104689880	225249733	jogador	em	91647443	216018048		
17	está	em	103789592	224873733	jogador	em	93389825	214121167		
17	está	em	102889304	225249733	jogador	em	94282914	213148796		
17	está	em	103037592	225625733	jogador	em	93328106	214188597		
17	está	em	106855896	225249733	jogador	em	91224869	217558711		
17	está	em	105955608	224873733	jogador	em	90257896	215756796		
17	está	em	104907032	224873733	jogador	em	89496476	214597001		
17	está	em	103710168	225249733	jogador	em	91421349	214930837		
17	está	em	105065880	227129733	jogador	em	90656100	216482191		
17	está	em	101920152	226605445	jogador	em	90271311	216836217		
17	está	em	102444440	226605445	jogador	em	90271311	216836217		
17	está	em	105214168	226229445	jogador	em	91398273	216531530		
17	está	em	104462168	225477445	jogador	em	91515583	216172289		
17	está	em	103710168	223973445	jogador	em	92776616	215154789		
17	está	em	104838168	222093445	jogador	em	93695624	214498275		
17	está	em	104462168	222469445	jogador	em	94120433	214063401		
17	está	em	104986456	222469445	jogador	em	94477488	213681149		
17	está	em	104610456	222093445	jogador	em	94718319	213423307		
17	está	em	105134744	222093445	jogador	em	94880755	213249384		
17	hit	em	105134744	222093445	jogador	em	94940910	213184969	-	17 foge
17	está	em	104788084	221743086	jogador	em	94793067	213408999		
17	está	em	104788084	222267374	jogador	em	94246492	214138852		

17	está	em	104788084	222791662	jogador	em	93434807	214894285				
17	está	em	104442864	222439550	jogador	em	91461298	217011089				
17	está	em	104818864	222063550	jogador	em	91752689	216531973				
17	está	em	104818864	222587838	jogador	em	92362738	215665734				
17	está	em	104472100	223286168	jogador	em	91201948	217057235				
17	está	em	104620388	222910168	jogador	em	91550114	216598581				
17	está	em	104768676	222534168	jogador	em	91708497	216389881				
17	está	em	104768676	222009880	jogador	em	91751522	216333165				
17	está	em	105144676	222385880	jogador	em	91780536	216294904				
17	está	em	104996388	222761880	jogador	em	92084412	215895593				
17	está	em	104848100	222385880	jogador	em	92975205	214725548				
17	está	em	104848100	221861592	jogador	em	93226152	214395909				
17	está	em	105224100	222237592	jogador	em	93395411	214173558				
17	está	em	104699812	222237592	jogador	em	93509574	214023574				
17	está	em	105075812	222613592	jogador	em	93586572	213922400				
17	está	em	105303524	223365592	jogador	em	93697140	213777035				
17	está	em	104254948	222841304	jogador	em	93716158	213751998				
17	morreu	em	104254948	222841304	jogador	em	93716158	213751998	morto	por	0	
18	está	em	129647424	259670848	jogador	em	102758491	212050139				
18	está	em	126867136	257414848	jogador	em	95543055	212118358				
18	está	em	120575680	257414848	jogador	em	91073559	213837830				
18	está	em	112187072	257414848	jogador	em	89700728	214387155				
18	está	em	108517056	257414848	jogador	em	90292240	213975963				
18	está	em	102898176	257038848	jogador	em	93472841	215130607				
18	está	em	102146176	255762560	jogador	em	94443264	214150391				
18	está	em	102146176	251568256	jogador	em	89666163	214908326				
18	está	em	102146176	249471104	jogador	em	90813282	213373000				
18	está	em	102146176	248422528	jogador	em	89585044	214813855				
18	está	em	102146176	245276800	jogador	em	92977239	211769576				
18	está	em	102146176	237936768	jogador	em	89783852	214631884				
18	está	em	101770176	234939328	jogador	em	90965571	213158039				
18	está	em	101394176	234563328	jogador	em	91022576	213101048				
18	está	em	99138176	231555328	jogador	em	89944473	214448374				
18	está	em	99890176	230051328	jogador	em	89647503	216858240				
18	está	em	99890176	230575616	jogador	em	89876703	217282628				
18	está	em	99514176	232821056	jogador	em	93211554	214714352				
18	está	em	99138176	231693056	jogador	em	94078676	213803065				
18	está	em	99514176	230792768	jogador	em	93374731	214329980				
18	está	em	100038464	230792768	jogador	em	92518329	215168940				
18	está	em	104905344	230416768	jogador	em	94020195	214141114				
18	está	em	102125056	228160768	jogador	em	90542724	217294229				
18	está	em	101224768	227784768	jogador	em	89619251	218130629				
18	está	em	101749056	227784768	jogador	em	89213964	218497671				
18	está	em	102945920	227408768	jogador	em	88490192	219544617				
18	está	em	102193920	226132480	jogador	em	87948093	222897009				
18	está	em	102569920	226508480	jogador	em	87844754	223574040				
18	hit	em	102569920	226508480	jogador	em	87812814	223776034				
18	está	em	102992732	226368844	jogador	em	88087515	220224102				
18	está	em	102468444	225844556	jogador	em	88239336	219418689				
18	está	em	102092444	226220556	jogador	em	88401801	218694782				
18	está	em	102092444	226744844	jogador	em	88511378	218206491				
18	está	em	101716444	227941708	jogador	em	89610176	215711647				
18	está	em	101716444	227189708	jogador	em	93572439	215167005				

18	está	em	102092444	226289420	jogador	em	93859421	215257016		
18	está	em	102468444	225913420	jogador	em	93937385	215281460		
18	está	em	103972444	223657420	jogador	em	91428914	217051691		
18	está	em	103972444	223133132	jogador	em	91343685	217051691		
18	está	em	104348444	222757132	jogador	em	91286192	217051691		
18	está	em	104724444	222381132	jogador	em	91569361	216604778		
18	está	em	103972444	223657420	jogador	em	93393747	214477899		
18	hit	em	103972444	224705996	jogador	em	93960144	213817739	-	18 foge
18	está	em	103619432	224354987	jogador	em	93663833	214160015		
18	está	em	103619432	223830699	jogador	em	93297087	214584441		
18	está	em	103995432	223454699	jogador	em	93049704	214870715		
18	está	em	104747432	222178411	jogador	em	95888853	212874334		
18	está	em	105123432	222554411	jogador	em	95091358	213278544		
18	está	em	105351144	223306411	jogador	em	91144590	215467276		
18	está	em	104302568	222782123	jogador	em	88799507	216805301		
18	está	em	104826856	222782123	jogador	em	88145557	217321695		
18	está	em	104975144	222406123	jogador	em	87364111	217948764		
18	está	em	104599144	222554411	jogador	em	86325287	219492515		
18	está	em	104223144	222702699	jogador	em	85823888	221317887		
18	está	em	104599144	222326699	jogador	em	86209770	221283184		
18	está	em	104975144	222474987	jogador	em	87516623	219639595		
18	está	em	104599144	225244715	jogador	em	92638168	215098385		
18	está	em	103847144	223740715	jogador	em	94087286	215408172		
18	hit	em	104599144	222988715	jogador	em	94324160	215458780	-	18 foge
18	está	em	104630571	222259747	jogador	em	93957557	215943670		
18	está	em	105154859	222259747	jogador	em	93214042	216726304		
18	está	em	104778859	221883747	jogador	em	92442083	217054381		
18	está	em	104778859	222408035	jogador	em	91973530	217054381		
18	está	em	104402859	222556323	jogador	em	91237921	216852853		
18	está	em	104778859	222180323	jogador	em	90552656	216324112		
18	está	em	104778859	222704611	jogador	em	89869699	216138958		
18	está	em	104254571	222704611	jogador	em	88966474	216467257		
18	está	em	104630571	223080611	jogador	em	88277907	216769923		
18	está	em	105382571	223308323	jogador	em	87288835	217204643		
18	está	em	105006571	222932323	jogador	em	87187021	217298300		
18	está	em	104630571	222032035	jogador	em	88056481	218153699		
18	está	em	105006571	222408035	jogador	em	88371166	218445848		
18	está	em	105234283	223160035	jogador	em	88128706	219777426		
18	está	em	104858283	222784035	jogador	em	87696194	220491417		
18	está	em	105006571	222408035	jogador	em	87207654	221297841		
18	está	em	104630571	222032035	jogador	em	87104682	221477834		
18	está	em	104630571	222556323	jogador	em	87379950	221146499		
18	está	em	104254571	225326051	jogador	em	91742548	215581109		
18	está	em	103502571	224049763	jogador	em	93252883	216190155		
18	está	em	103878571	223673763	jogador	em	93863695	216572218		
18	hit	em	105006571	222545763	jogador	em	96286483	215500324	-	18 foge
18	está	em	104660891	222194234	jogador	em	96075082	215999664		
18	está	em	105185179	222194234	jogador	em	95431285	216809521		
18	está	em	104809179	221818234	jogador	em	94637888	217052926		
18	está	em	104809179	222342522	jogador	em	93736204	216737595		
18	está	em	104433179	222490810	jogador	em	91529510	215290287		
18	está	em	104957467	222490810	jogador	em	90837796	214745698		
18	está	em	104581467	222114810	jogador	em	90756095	213959204		
18	está	em	105105755	222114810	jogador	em	91162650	212925920		

18	está	em	104581467	222114810	jogador	em	92169358	212164738			
18	está	em	105105755	222114810	jogador	em	92891938	211429440			
18	hit	em	105105755	222114810	jogador	em	92891938	211429440	-	18	foge
18	está	em	104759095	221764451	jogador	em	92848483	211524403			
18	está	em	104759095	222288739	jogador	em	92272579	212170792			
18	está	em	104383095	222437027	jogador	em	90483920	214140300			
18	está	em	104759095	222061027	jogador	em	89826131	214862497			
18	está	em	105135095	222437027	jogador	em	89420147	215384254			
18	está	em	104986807	222813027	jogador	em	89716630	216666893			
18	está	em	104462519	222288739	jogador	em	90878809	216249590			
18	está	em	104986807	222288739	jogador	em	91842202	215430900			
18	hit	em	104986807	222288739	jogador	em	94005653	213355470	-	18	foge
18	está	em	104641031	222689331	jogador	em	90796024	217022412			
18	está	em	104413319	223441331	jogador	em	87238793	217666249			
18	está	em	105085895	223065331	jogador	em	85368654	218984537			
18	está	em	104709895	222165043	jogador	em	86977483	219845619			
18	está	em	105085895	222541043	jogador	em	87767524	220231007			
18	está	em	105837895	223817331	jogador	em	88958624	220653261			
18	está	em	105837895	224341619	jogador	em	89414885	220050818			
18	está	em	105461895	224489907	jogador	em	90650096	217692686			
18	está	em	103809607	223361907	jogador	em	91945135	215018994			
18	está	em	104185607	223737907	jogador	em	91791118	215407087			
18	está	em	103661319	223737907	jogador	em	91687225	215668858			
18	está	em	104037319	223361907	jogador	em	91617143	215845420			
18	está	em	104789319	221857907	jogador	em	93193983	214292800			
18	hit	em	104789319	221857907	jogador	em	93569678	213894620	-	18	foge
18	está	em	104821096	222404741	jogador	em	93754699	213707319			
18	está	em	104445096	223077317	jogador	em	91709088	215947073			
18	está	em	104445096	222553029	jogador	em	91170105	216535741			
18	está	em	104969384	222553029	jogador	em	90993837	216728833			
18	está	em	104593384	222177029	jogador	em	91336606	216356292			
18	está	em	104969384	221801029	jogador	em	92029471	215602221			
18	está	em	104593384	222177029	jogador	em	92958485	214590801			
18	está	em	105117672	222177029	jogador	em	93744078	213735460			
18	está	em	104771934	221825572	jogador	em	93520192	213979419			
18	está	em	104771934	222349860	jogador	em	92666005	214909608			
18	está	em	104395934	222498148	jogador	em	91241730	216460572			
18	está	em	104771934	222122148	jogador	em	90892450	216916588			
18	está	em	104771934	222646436	jogador	em	91055736	217590456			
18	está	em	104247646	222646436	jogador	em	91224728	218121391			
18	está	em	104623646	222270436	jogador	em	91224728	218350955			
18	está	em	104999646	222418724	jogador	em	91224869	217698062			
18	está	em	104623646	222042724	jogador	em	91031241	217000455			
18	está	em	104999646	222418724	jogador	em	92217769	214430779			
18	está	em	105227358	223170724	jogador	em	95249660	212131172			
18	está	em	104580913	223575625	jogador	em	93519187	213845991			
18	morreu	em	104956913	223951625	jogador	em	105590168	227129733	morto	por	17

VERSAO ORIGINAL – cenário 3

id			npc x	npc y			player x	player y
2	hit	em	101711872	230686720	jogador	em	102758510	212331220
2	está	em	101332964	230361972	jogador	em	94782169	212557708
2	está	em	100580964	229085684	jogador	em	93369472	212471979
2	está	em	100204964	229461684	jogador	em	93141619	212459603
2	está	em	100729252	229461684	jogador	em	92987923	212451247
2	está	em	100729252	228937396	jogador	em	93154816	212386700
2	está	em	100353252	229313396	jogador	em	93934334	212197952
2	está	em	100353252	229837684	jogador	em	95079051	211935884
2	hit	em	100353252	230361972	jogador	em	96430044	211628480
2	está	em	99986978	236324028	jogador	em	91584171	214962617
2	está	em	99234978	235572028	jogador	em	93514886	213407712
2	está	em	97730978	233543740	jogador	em	92890653	213898911
2	está	em	98106978	233167740	jogador	em	91907208	214684926
2	está	em	98482978	232267452	jogador	em	90796404	215572701
2	está	em	99007266	232267452	jogador	em	90494584	215813899
2	está	em	104398434	231891452	jogador	em	91989211	214638060
2	está	em	101390434	228131452	jogador	em	91581108	214798616
2	está	em	101390434	227379452	jogador	em	93403840	213515877
2	está	em	101914722	227379452	jogador	em	94032711	213073302
2	hit	em	101914722	227379452	jogador	em	94032711	213073302
2	hit	em	104032857	227417555	jogador	em	104735167	230627193
2	está	em	104146067	226881130	jogador	em	91782503	214801669
2	está	em	103005744	224944866	jogador	em	92632487	214976803
2	está	em	103381744	224568866	jogador	em	92843110	215274730
2	hit	em	103757744	224192866	jogador	em	96210941	214029393
2	está	em	103780967	223699870	jogador	em	96163723	214136571
2	está	em	104305255	223699870	jogador	em	95428737	214590880
2	está	em	104977831	223323870	jogador	em	93038292	216009661
2	está	em	104077543	222947870	jogador	em	92426178	216372239
2	está	em	104453543	222571870	jogador	em	92259855	216470744
2	está	em	104829543	221671582	jogador	em	92071975	216581987
2	está	em	104829543	222195870	jogador	em	92020919	216612204
2	está	em	104453543	222868446	jogador	em	91954627	216651398
2	está	em	104453543	222344158	jogador	em	91954627	216651398
2	está	em	104977831	222344158	jogador	em	91722492	216247078
2	está	em	104977831	221819870	jogador	em	91444003	215762028
2	está	em	104601831	222195870	jogador	em	91256153	215434846
2	está	em	104977831	222571870	jogador	em	91129438	215214149
2	está	em	104829543	222947870	jogador	em	91753973	214524103
2	está	em	104681255	222571870	jogador	em	93999195	213084199
2	está	em	104532967	222195870	jogador	em	95885214	211932709
2	está	em	104908967	222571870	jogador	em	95787490	211970119
2	está	em	105284967	222423582	jogador	em	91116040	214614398
2	está	em	104908967	222047582	jogador	em	91034768	214660575
2	está	em	104908967	222571870	jogador	em	90979941	214691715
2	está	em	104532967	223244446	jogador	em	90048436	215225951
2	está	em	104156967	222868446	jogador	em	89870632	215327931
2	está	em	104532967	222492446	jogador	em	89750695	215396711
2	está	em	105284967	222492446	jogador	em	88049826	217354806
2	está	em	104760679	222492446	jogador	em	87459968	218081979

2	está	em	104760679	221968158	jogador	em	87062092	218572464		
2	está	em	105136679	222344158	jogador	em	86793711	218903299		
2	está	em	104612391	222344158	jogador	em	86535453	219392366		
2	está	em	104988391	221968158	jogador	em	86170880	220377737		
2	está	em	104988391	222492446	jogador	em	85866161	221685424		
2	está	em	104464103	222492446	jogador	em	86018550	222474175		
2	está	em	104840103	222116446	jogador	em	86130762	222778873		
2	está	em	105216103	222492446	jogador	em	86365139	222533939		
2	está	em	104691815	222492446	jogador	em	86713578	221713211		
2	está	em	104691815	221968158	jogador	em	87138953	220504099		
2	está	em	105067815	222344158	jogador	em	87602515	219080219		
2	está	em	104919527	222720158	jogador	em	88179096	217289373		
2	está	em	104771239	223096158	jogador	em	88576276	216537411		
2	está	em	105899239	223699870	jogador	em	91005871	216892694		
2	está	em	105523239	223323870	jogador	em	91627331	216316718		
2	está	em	104277770	222595713	jogador	em	93446014	214111338		
2	está	em	104653770	222219713	jogador	em	92979587	214910178		
2	está	em	104653770	222744001	jogador	em	92301838	216026950		
2	está	em	104277770	223416577	jogador	em	91290378	217049535		
2	está	em	104277770	222892289	jogador	em	91186511	217049535		
2	está	em	104653770	222516289	jogador	em	91116442	217049535		
2	está	em	105405770	222516289	jogador	em	91037288	217049535		
2	está	em	104881482	222516289	jogador	em	91308227	216710750		
2	está	em	104763937	222164224	jogador	em	93495886	214132680		
2	está	em	105139937	222540224	jogador	em	92939152	214774951		
2	está	em	104615649	222540224	jogador	em	92117571	215724857		
2	está	em	104615649	222015936	jogador	em	91409810	216543484		
2	está	em	104991649	222391936	jogador	em	88843599	219036076		
2	está	em	104467361	222391936	jogador	em	88897664	218790880		
2	está	em	104843361	222015936	jogador	em	88934126	218625487		
2	está	em	105219361	222391936	jogador	em	88958713	218513921		
2	está	em	104695073	222391936	jogador	em	88975289	218438664		
2	está	em	105071073	222015936	jogador	em	88942426	218833271		
2	está	em	105071073	222540224	jogador	em	88853091	219778691		
2	está	em	104695073	222164224	jogador	em	88725667	221095643		
2	está	em	104319073	222540224	jogador	em	89379023	215800336		
2	está	em	104695073	222916224	jogador	em	89562874	215489808		
2	está	em	106426785	225172224	jogador	em	92294380	215315510		
2	morreu	em	105378209	225172224	jogador	em	94249946	213434257	morto	por 0
3	está	em	107627328	235553600	jogador	em	102758594	212139088		
3	está	em	104995328	232921600	jogador	em	95638913	212656952		
3	está	em	103491328	230893312	jogador	em	93244368	212465185		
3	está	em	103867328	223701568	jogador	em	92491202	214312029		
3	está	em	104619328	222197568	jogador	em	91095653	215372961		
3	está	em	104619328	222721856	jogador	em	91179359	215293175		
3	hit	em	104619328	224819008	jogador	em	94719563	212439746		
3	está	em	104267664	227619164	jogador	em	90709471	215642175		
3	está	em	102387664	225739164	jogador	em	89986402	216219913		
3	está	em	102911952	225739164	jogador	em	89948194	216250414		
3	está	em	103584528	225363164	jogador	em	91039870	215438700		
3	está	em	103208528	224462876	jogador	em	93505030	213881789		
3	está	em	103584528	224086876	jogador	em	94881340	213053122		
3	hit	em	103960528	223710876	jogador	em	95904040	212434940		

3	está	em	104735167	222238585	jogador	em	92777167	214189449	
3	está	em	104735167	222762873	jogador	em	92202166	214516821	
3	está	em	104359167	230251193	jogador	em	92086438	214654336	
3	está	em	101727167	227094905	jogador	em	95859446	214192115	
3	está	em	102251455	227094905	jogador	em	96375734	213966871	
3	está	em	107118335	226718905	jogador	em	92020919	216612204	
3	está	em	106366335	225966905	jogador	em	91963236	216646313	
3	está	em	105090047	225214905	jogador	em	91722492	216247078	
3	está	em	104417471	225590905	jogador	em	91129438	215214149	
3	está	em	103893183	225590905	jogador	em	91167841	214994152	
3	está	em	103220607	225966905	jogador	em	93999195	213084199	
3	hit	em	103972607	226718905	jogador	em	95926239	211903774	
3	está	em	103983265	226214252	jogador	em	95787490	211970119	
3	está	em	103617358	225856846	jogador	em	95129592	212335196	
3	está	em	103093070	225856846	jogador	em	94093850	212921292	
3	está	em	102192782	226232846	jogador	em	92334844	213921482	
3	está	em	102192782	226757134	jogador	em	91856904	214193227	
3	está	em	101816782	227953998	jogador	em	91071418	214639754	
3	está	em	101816782	227201998	jogador	em	90917006	214727717	
3	está	em	103548494	224945998	jogador	em	89594990	215485956	
3	está	em	102648206	225321998	jogador	em	89544340	215514952	
3	está	em	103024206	224945998	jogador	em	89130048	216023084	
3	está	em	103024206	225470286	jogador	em	88444163	216868661	
3	está	em	102648206	225618574	jogador	em	87241511	218351286	
3	está	em	103024206	225242574	jogador	em	86914735	218754114	
3	está	em	103548494	225242574	jogador	em	86680607	219073022	
3	está	em	107070222	225618574	jogador	em	86918443	221148143	
3	está	em	106545934	225618574	jogador	em	87372311	219795193	
3	morreu	em	106021646	225618574	jogador	em	107811198	228273021	morto por 16
16	está	em	119161664	261768000	jogador	em	102758473	212413997	
16	está	em	116529664	259136000	jogador	em	95147745	212600057	
16	está	em	114125376	257256000	jogador	em	92958062	212449623	
16	está	em	113601088	257256000	jogador	em	93301411	212349302	
16	está	em	108882496	257256000	jogador	em	92870110	212868581	
16	está	em	102739328	256880000	jogador	em	94763877	212403871	
16	está	em	101987328	255603712	jogador	em	92890653	213898911	
16	está	em	101987328	250885120	jogador	em	89956386	216243876	
16	está	em	101987328	244069376	jogador	em	92202166	214516821	
16	está	em	101611328	236353344	jogador	em	94081286	213039058	
16	está	em	98603328	232593344	jogador	em	92348349	214584101	
16	está	em	99731328	230713344	jogador	em	95431465	214390242	
16	está	em	99731328	230189056	jogador	em	96210941	214029393	
16	está	em	100255616	230189056	jogador	em	96348559	214008821	
16	está	em	105646784	229813056	jogador	em	91973717	216640120	
16	está	em	104518784	228160768	jogador	em	91569585	215980757	
16	está	em	104894784	228536768	jogador	em	91340863	215582386	
16	está	em	105270784	228388480	jogador	em	91082506	215132410	
16	está	em	104746496	228388480	jogador	em	91400436	214787296	
16	está	em	104598208	228764480	jogador	em	93342726	213488504	
16	está	em	107606208	231248192	jogador	em	91679895	214293865	
16	está	em	107230208	226153600	jogador	em	89750695	215396711	
16	está	em	106854208	225253312	jogador	em	89615206	215474374	
16	está	em	106478208	224877312	jogador	em	89578386	215495466	

16	está	em	105953920	224877312	jogador	em	89553544	215509687
16	está	em	105805632	225253312	jogador	em	89365933	215732278
16	está	em	108289344	228261312	jogador	em	86018550	222474175
16	hit	em	108289344	228261312	jogador	em	86072636	222603193
16	está	em	107435198	227897021	jogador	em	88903109	216549901
16	está	em	106158910	227145021	jogador	em	90777764	216978057
16	está	em	104061758	226620733	jogador	em	93598661	213811414
16	está	em	104061758	226096445	jogador	em	91131464	217049535
16	está	em	103685758	225196157	jogador	em	91044124	217049535
16	está	em	103161470	225196157	jogador	em	91201332	216839924
16	está	em	103685758	225196157	jogador	em	91753397	216181841
16	está	em	106455486	224820157	jogador	em	91409810	216543484
16	está	em	105931198	224820157	jogador	em	90932406	217095655
16	está	em	102933758	225196157	jogador	em	88763436	219399580
16	está	em	103458046	225196157	jogador	em	88843599	219036076
16	está	em	106227774	224820157	jogador	em	88725667	221095643
16	está	em	105703486	224820157	jogador	em	88586605	222521048
16	hit	em	105179198	224820157	jogador	em	88475112	223663856
16	está	em	105606405	225199662	jogador	em	89363456	215919002
16	está	em	107110405	226703662	jogador	em	91123932	215674122
16	está	em	107714117	227831662	jogador	em	93763016	213908038
16	está	em	106289541	227455662	jogador	em	94082374	213648348
16	está	em	105161541	225803374	jogador	em	91407716	216410860
16	está	em	104785541	221757358	jogador	em	89730976	216442749
16	está	em	104785541	222281646	jogador	em	89909305	216641201
16	hit	em	104785541	225427374	jogador	em	93515320	214134605
16	está	em	105185522	226123991	jogador	em	93053490	214692896
16	está	em	105937522	224619991	jogador	em	91349548	216467690
16	está	em	104433522	222591703	jogador	em	91650527	216352977
16	está	em	104809522	222215703	jogador	em	91817174	216233734
16	está	em	104809522	221691415	jogador	em	91929571	216153297
16	está	em	104809522	222215703	jogador	em	92005377	216099033
16	está	em	104433522	222888279	jogador	em	92114225	216021047
16	está	em	104433522	222363991	jogador	em	92503641	215763578
16	está	em	104957810	222363991	jogador	em	93336306	215214391
16	está	em	104957810	221839703	jogador	em	92446638	215798896
16	está	em	104581810	222215703	jogador	em	91784006	216235352
16	está	em	105106098	222215703	jogador	em	91337043	216529743
16	está	em	104730098	221839703	jogador	em	91067672	216691103
16	está	em	104730098	222363991	jogador	em	91257815	216369186
16	está	em	104354098	223036567	jogador	em	93095211	214094637
16	hit	em	104354098	223036567	jogador	em	93164714	214008053
16	está	em	104371494	222526298	jogador	em	93155561	214003641
16	está	em	104908726	222536730	jogador	em	92750216	214458948
16	está	em	104532726	222160730	jogador	em	92030753	215282745
16	está	em	105057014	222160730	jogador	em	91099410	216355093
16	está	em	105057014	222685018	jogador	em	90118494	217486962
16	está	em	104681014	222833306	jogador	em	88970511	218811747
16	está	em	104156726	222833306	jogador	em	88784761	219250568
16	está	em	104532726	223209306	jogador	em	89230041	219903282
16	está	em	104532726	222685018	jogador	em	89862636	220609236
16	está	em	104532726	222160730	jogador	em	90134451	221333116
16	está	em	104908726	221784730	jogador	em	90317790	221821378
16	está	em	104908726	222309018	jogador	em	90441449	222150708

16	está	em	104908726	221784730	jogador	em	90457971	222670120
16	está	em	104532726	222160730	jogador	em	90461080	223056157
16	está	em	105057014	222160730	jogador	em	90463170	223316538
16	está	em	104532726	222160730	jogador	em	90464574	223492162
16	está	em	104908726	221784730	jogador	em	90465513	223610619
16	está	em	104908726	222309018	jogador	em	90466141	223690513
16	está	em	104532726	222685018	jogador	em	90466557	223744396
16	hit	em	104532726	222685018	jogador	em	90466707	223764350
16	está	em	104356209	223433088	jogador	em	90486794	221054321
16	está	em	105553073	223057088	jogador	em	90695338	216707333
16	está	em	104801073	221780800	jogador	em	90741844	215858403
16	está	em	105177073	222156800	jogador	em	90748536	215736049
16	está	em	104652785	222156800	jogador	em	90753044	215653513
16	está	em	104652785	222681088	jogador	em	90756077	215597832
16	está	em	104276785	224926528	jogador	em	92621763	216399226
16	está	em	104049073	224174528	jogador	em	94897137	214822553
16	hit	em	104573361	224174528	jogador	em	95394547	214461931
16	está	em	105793555	223823204	jogador	em	93476671	216564029
16	está	em	104665555	222170916	jogador	em	93598998	216390776
16	está	em	104289555	222546916	jogador	em	93740555	216239253
16	está	em	104813843	222546916	jogador	em	93801690	216172208
16	está	em	104962131	222170916	jogador	em	93040787	216946372
16	está	em	104586131	222546916	jogador	em	92819166	217053126
16	está	em	104734419	222922916	jogador	em	92827223	216855006
16	está	em	104882707	222546916	jogador	em	94202436	215360249
16	está	em	104358419	222546916	jogador	em	94833660	214690327
16	hit	em	104358419	222546916	jogador	em	95067432	214442219
16	está	em	104763775	222948537	jogador	em	95233913	214253852
16	está	em	105515775	223176249	jogador	em	93099730	216423925
16	está	em	105139775	222800249	jogador	em	92539937	216994933
16	está	em	104763775	221899961	jogador	em	92196155	217051883
16	está	em	105139775	222275961	jogador	em	92117910	217051883
16	está	em	104615487	222275961	jogador	em	92028493	217016112
16	está	em	104991487	221899961	jogador	em	91580701	216613614
16	está	em	104991487	222424249	jogador	em	91194039	216259491
16	está	em	104615487	222048249	jogador	em	90933225	216020624
16	está	em	104615487	222572537	jogador	em	90757294	215859497
16	está	em	105139775	222572537	jogador	em	90808358	215916558
16	está	em	104763775	222196537	jogador	em	90927408	216037663
16	está	em	104417751	222597428	jogador	em	91507582	215944676
16	está	em	104041751	223497716	jogador	em	91325579	216131978
16	está	em	103665751	223646004	jogador	em	91242752	216217165
16	está	em	104041751	223270004	jogador	em	91532916	215920093
16	está	em	104793751	221766004	jogador	em	93823883	213573990
16	está	em	104793751	222290292	jogador	em	93483059	213922986
16	está	em	104793751	221766004	jogador	em	92776273	214646744
16	está	em	105169751	222142004	jogador	em	92016101	215425168
16	está	em	104645463	222142004	jogador	em	91503345	215950220
16	está	em	105169751	222142004	jogador	em	91350933	216106250
16	está	em	104793751	221766004	jogador	em	91724997	215723126
16	está	em	104793751	222290292	jogador	em	92454176	214976333
16	está	em	104440566	227182323	jogador	em	89386474	218117244
16	está	em	103688566	225906035	jogador	em	88271505	219314642
16	está	em	103312566	224481459	jogador	em	87155171	221107884

16	está	em	103836854	224481459	jogador	em	86982707	221387618		
16	está	em	106082294	224105459	jogador	em	89154496	217315780		
16	está	em	104578294	222077171	jogador	em	91165116	214527572		
16	está	em	104954294	222453171	jogador	em	91749516	214908322		
16	está	em	105182006	223205171	jogador	em	93878679	214287088		
16	morreu	em	104133430	223205171	jogador	em	95284421	213329340	morto	por 0
17	está	em	123355968	257573696	jogador	em	102758550	212239879		
17	está	em	122455680	257197696	jogador	em	101873097	212770547		
17	está	em	118409664	257573696	jogador	em	93814626	212496143		
17	está	em	118033664	257197696	jogador	em	93441889	212475911		
17	está	em	117657664	257573696	jogador	em	93190467	212462257		
17	está	em	114649664	259829696	jogador	em	95773126	211764142		
17	está	em	111493376	257197696	jogador	em	91499575	215089017		
17	está	em	104301632	256821696	jogador	em	90630687	215705135		
17	está	em	102045632	254041408	jogador	em	89955794	216244276		
17	está	em	102045632	245652800	jogador	em	91213101	215079866		
17	está	em	101669632	237412480	jogador	em	91634222	214873543		
17	está	em	97909632	233652480	jogador	em	95859446	214192115		
17	está	em	98433920	233652480	jogador	em	96375734	213966871		
17	está	em	99106496	233276480	jogador	em	94383626	215212692		
17	está	em	98878784	232524480	jogador	em	92672750	216226192		
17	está	em	99027072	232148480	jogador	em	92259855	216470744		
17	está	em	99027072	231624192	jogador	em	92147660	216537181		
17	está	em	98651072	232000192	jogador	em	92071975	216581987		
17	está	em	98651072	232524480	jogador	em	92020919	216612204		
17	está	em	98275072	236867072	jogador	em	91753973	214524103		
17	está	em	97523072	236115072	jogador	em	93999195	213084199		
17	está	em	97295360	235363072	jogador	em	95787490	211970119		
17	está	em	97967936	234987072	jogador	em	93043397	213518597		
17	está	em	97591936	234086784	jogador	em	91856904	214193227		
17	está	em	97967936	233710784	jogador	em	91534518	214376516		
17	está	em	97967936	233186496	jogador	em	91317058	214500141		
17	está	em	97967936	233710784	jogador	em	91170369	214583521		
17	está	em	97591936	237004800	jogador	em	89706273	215422180		
17	está	em	96988224	235876800	jogador	em	89544340	215514952		
17	está	em	101330816	235500800	jogador	em	85952693	222143738		
17	está	em	100954816	235124800	jogador	em	88179096	217289373		
17	está	em	98847104	232492800	jogador	em	92408356	215349425		
17	está	em	101616832	232116800	jogador	em	91493289	217049535		
17	está	em	99588544	230612800	jogador	em	91044124	217049535		
17	está	em	99964544	230988800	jogador	em	91201332	216839924		
17	está	em	101844544	232344512	jogador	em	92939152	214774951		
17	está	em	101320256	228150208	jogador	em	88763436	219399580		
17	está	em	100944256	228526208	jogador	em	88843599	219036076		
17	está	em	101092544	228902208	jogador	em	88934126	218625487		
17	está	em	100716544	228526208	jogador	em	88958713	218513921		
17	está	em	101240832	228526208	jogador	em	88975289	218438664		
17	está	em	102961984	228150208	jogador	em	88489201	223518904		
17	está	em	102209984	226646208	jogador	em	88758993	220810362		
17	está	em	102209984	226121920	jogador	em	88932373	219204377		
17	está	em	102585984	226497920	jogador	em	89126749	217723075		
17	está	em	102585984	225973632	jogador	em	89257852	216723907		
17	está	em	102961984	225825344	jogador	em	89405914	215595334		

17	está	em	105593984	227933056	jogador	em	92669661	214965839
17	está	em	105069696	227933056	jogador	em	93566023	214099709
17	está	em	103645120	227557056	jogador	em	94221563	213502731
17	está	em	102517120	225904768	jogador	em	91497581	216318205
17	está	em	102141120	226280768	jogador	em	91185582	216639886
17	está	em	102517120	226656768	jogador	em	90975127	216856861
17	está	em	101992832	226656768	jogador	em	90833166	217003211
17	está	em	102368832	226280768	jogador	em	90737406	217101919
17	está	em	102368832	225756480	jogador	em	90636174	217132721
17	está	em	102744832	226132480	jogador	em	90250240	216843313
17	está	em	105604544	229516480	jogador	em	91307846	216511120
17	está	em	104179968	229140480	jogador	em	91142657	216716328
17	está	em	104179968	228616192	jogador	em	91474619	216478833
17	está	em	103803968	227715904	jogador	em	91849549	216210566
17	hit	em	102675968	226587904	jogador	em	101540434	232235022
17	está	em	102340104	226536379	jogador	em	101540434	232235022
17	está	em	102770348	227987117	jogador	em	102668434	231107022
17	está	em	103147914	226851267	jogador	em	92020021	215404328
17	está	em	102920202	226099267	jogador	em	93090929	214074410
17	está	em	107114506	226099267	jogador	em	89419755	220094616
17	está	em	106738506	225723267	jogador	em	89940928	220817738
17	está	em	105462218	224971267	jogador	em	90454684	222262643
17	está	em	103216778	225347267	jogador	em	90466262	223706034
17	está	em	106452490	229107267	jogador	em	90734775	215987543
17	está	em	103455050	228731267	jogador	em	90759746	215530003
17	está	em	102178762	227979267	jogador	em	92077833	216582740
17	está	em	101506186	228355267	jogador	em	94513996	215100315
17	está	em	103762186	230086979	jogador	em	92992961	217050619
17	está	em	103237898	225892675	jogador	em	92686939	217053126
17	está	em	103089610	226268675	jogador	em	93574052	216028558
17	está	em	103465610	226120387	jogador	em	92349012	217051883
17	está	em	103089610	225220099	jogador	em	92134685	217051883
17	está	em	103613898	225220099	jogador	em	92076442	217051883
17	está	em	106383626	224844099	jogador	em	90990489	216101836
17	está	em	105859338	224844099	jogador	em	91243706	215964512
17	está	em	103613898	225220099	jogador	em	94542099	212815475
17	está	em	104969610	227100099	jogador	em	91580239	215869890
17	está	em	102199882	226724099	jogador	em	92644547	214781740
17	está	em	103555594	224844099	jogador	em	91734568	215713455
17	está	em	103031306	225368387	jogador	em	91484437	215969505
17	está	em	103031306	225892675	jogador	em	92053481	215386705
17	está	em	102655306	229186691	jogador	em	92920168	214498705
17	está	em	102131018	229186691	jogador	em	91800333	215645428
17	está	em	100934154	228810691	jogador	em	88712847	218807008
17	está	em	100934154	228286403	jogador	em	88440521	219085842
17	está	em	101310154	228662403	jogador	em	88043281	219667232
17	hit	em	102814154	230166403	jogador	em	86866370	221576296
17	está	em	103604445	230414744	jogador	em	91165116	214527572
17	está	em	104128733	224123288	jogador	em	90565276	217849456
17	está	em	103752733	223747288	jogador	em	89700483	218638042
17	está	em	104277021	223747288	jogador	em	89117156	219169947
17	está	em	105473885	223371288	jogador	em	88302583	220081116
17	está	em	104721885	222095000	jogador	em	90051742	221020094
17	está	em	104345885	222471000	jogador	em	90159920	221924097

17	está	em	104345885	222995288	jogador	em	90204577	222643800		
17	está	em	103869181	223517905	jogador	em	90295553	224033554		
17	está	em	104248903	223141773	jogador	em	90318978	223448825		
17	está	em	104624903	222241485	jogador	em	90411451	221013150		
17	está	em	105000903	221865485	jogador	em	90450273	219982924		
17	está	em	105000903	222389773	jogador	em	90476453	219288013		
17	está	em	104624903	228829517	jogador	em	91171725	219850433		
17	morreu	em	102414931	226585686	jogador	em	89975358	222660766	morto	por 0
18	está	em	129647424	259670848	jogador	em	102758473	212413997		
18	está	em	126867136	257414848	jogador	em	95147745	212600057		
18	está	em	125294272	257414848	jogador	em	93609971	212485035		
18	está	em	121099968	257414848	jogador	em	96533876	211603474		
18	está	em	118478528	257414848	jogador	em	92870110	212868581		
18	está	em	116381376	257414848	jogador	em	91676075	214964934		
18	está	em	109041344	257414848	jogador	em	90796404	215572701		
18	está	em	107992768	257414848	jogador	em	90290998	215976581		
18	está	em	102898176	257038848	jogador	em	94576203	213236562		
18	está	em	102146176	255762560	jogador	em	95590198	212593316		
18	está	em	102146176	253141120	jogador	em	91814312	214737631		
18	está	em	102146176	246325376	jogador	em	94225413	212937679		
18	está	em	102146176	238985344	jogador	em	93373306	215252839		
18	está	em	101770176	232842176	jogador	em	92198254	216507223		
18	está	em	101770176	232317888	jogador	em	92106105	216561783		
18	está	em	101394176	227747584	jogador	em	91186580	215313671		
18	está	em	101394176	228271872	jogador	em	91082506	215132410		
18	está	em	101018176	233138752	jogador	em	92072427	214070688		
18	está	em	100642176	232238464	jogador	em	91415120	214444395		
18	está	em	100266176	230289600	jogador	em	90979941	214691715		
18	está	em	100266176	229537600	jogador	em	90312028	215074752		
18	está	em	101621888	227657600	jogador	em	89578386	215495466		
18	está	em	101997888	228033600	jogador	em	89553544	215509687		
18	está	em	105985600	232545600	jogador	em	86365139	222533939		
18	está	em	103512448	232169600	jogador	em	88179096	217289373		
18	está	em	100880448	228785600	jogador	em	93150218	214352980		
18	está	em	101256448	227885312	jogador	em	93518847	213978054		
18	está	em	100880448	228261312	jogador	em	93119181	214675585		
18	está	em	101404736	228261312	jogador	em	92487730	215724842		
18	está	em	101404736	227737024	jogador	em	91842342	216773708		
18	está	em	101028736	228113024	jogador	em	91493289	217049535		
18	está	em	101404736	228489024	jogador	em	91323388	217049535		
18	está	em	101404736	227964736	jogador	em	91208779	217049535		
18	está	em	101404736	227964736	jogador	em	91079308	217049535		
18	está	em	101929024	227964736	jogador	em	91044124	217049535		
18	está	em	103501888	227964736	jogador	em	92571800	215221256		
18	está	em	106271616	227588736	jogador	em	90932406	217095655		
18	está	em	105747328	227588736	jogador	em	90578265	217505301		
18	está	em	105074752	227964736	jogador	em	89027762	219314916		
18	está	em	107182464	230596736	jogador	em	88942426	218833271		
18	está	em	106133888	230072448	jogador	em	88586605	222521048		
18	está	em	105609600	227451008	jogador	em	88932373	219204377		
18	está	em	105985600	227827008	jogador	em	89126749	217723075		
18	está	em	108469312	230835008	jogador	em	91706332	215761579		
18	está	em	108845312	230459008	jogador	em	91996840	215578022		

18	está	em	108321024	230459008	jogador	em	92669661	214965839	
18	está	em	100080704	230083008	jogador	em	89768665	216471824	
18	está	em	100456704	229707008	jogador	em	89844183	216572397	
18	está	em	101960704	227451008	jogador	em	93368551	214272158	
18	está	em	101960704	226699008	jogador	em	93766732	213938481	
18	está	em	101960704	227223296	jogador	em	93237875	214500171	
18	hit	em	101960704	227223296	jogador	em	106128832	229516480	
18	está	em	101916434	231859022	jogador	em	102381821	227377110	
18	está	em	104320722	229979022	jogador	em	103523914	227227267	
18	morreu	em	104845010	229979022	jogador	em	103523914	227227267	morto por 17