

**UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL**

**ULBRA - CAMPUS GUAÍBA**

**CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**



**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SUA APLICABILIDADE NOS JOGOS**

**ALINE FERRAZ DA SILVA**

**CARINE BUEIRA LOUREIRO**

**ORIENTADORA**

**GUAÍBA,**

**2009/2**

## **DADOS DE IDENTIFICAÇÃO**

### **DADOS DO ALUNO**

**Acadêmico(a):** Aline Ferraz da Silva

**E-mail:** aline.ferraz.silva@gmail.com

### **DADOS DO ORIENTADOR**

**Professor(a) Orientador(a):** Carine Bueira Loureiro

**E-mail:** profa.carine@gmail.com

### **INFORMAÇÕES DO PROJETO**

**Título do Projeto:** Inteligência Artificial e sua aplicabilidade nos jogos

**Período de realização:** Agosto à Dezembro de 2009

## RESUMO

Este artigo trata do projeto de Trabalho de Conclusão de Curso, da área de Sistemas de Informação. O projeto tem como foco analisar a Inteligência Artificial e a área dos jogos, assim como a relação entre estas áreas, para que ao final seja apresentada uma metodologia que auxilie desenvolvedores e designers a definir qual a técnica de Inteligência Artificial é mais adequada para cada tipo de jogo.

Este projeto auxiliará tanto a área dos jogos, a qual hoje está diretamente condicionada à Inteligência Artificial, quanto a Inteligência Artificial, pois esta além de ser um dos ramos com importantes pesquisas na Ciência da Computação encontra nos jogos interessantes técnicas a serem aplicadas.

**Palavras-chave:** Inteligência Artificial, Jogos.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>05</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS .....</b>	<b>06</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>07</b>
<b>1 DEFINIÇÃO DO TEMA .....</b>	<b>08</b>
1.1 TÍTULO DO TCC .....	08
1.2 TEMA .....	08
1.3 DELIMITAÇÃO DO TEMA .....	08
<b>2 PROBLEMA DE PESQUISA .....</b>	<b>09</b>
2.1 MOTIVAÇÃO .....	10
<b>3 HIPÓTESES DE SOLUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>4 OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>5 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>13</b>
<b>6 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
6.1 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL .....	14
<b>6.1.1 Nascimento da Inteligência Artificial .....</b>	<b>14</b>
<b>6.1.2 Inteligência Artificial nos jogos .....</b>	<b>15</b>
6.2 JOGOS .....	18
<b>6.2.1 Tipos de Jogos .....</b>	<b>19</b>

6.2.1.1 <i>Jogos de Esporte</i> .....	20
6.2.1.2 <i>Jogos de Ação</i> .....	22
6.2.1.3 <i>Jogos de Tiro</i> .....	23
6.2.1.4 <i>Jogos de Luta</i> .....	24
6.2.1.5 <i>Jogos de Corrida</i> .....	25
6.2.1.6 <i>Jogos de Aventura</i> .....	27
6.2.1.7 <i>Jogos de Estratégia</i> .....	28
<b>6.3 ALGORITMOS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA JOGOS</b> .....	<b>29</b>
<b>6.3.1 Algoritmos de IA determinísticos e padrões de movimento</b> .....	<b>29</b>
6.3.1.1 <i>Perseguição e Fuga</i> .....	30
<b>6.3.2 Máquina de estado finita</b> .....	<b>30</b>
6.3.2.1 <i>Fuzzy</i> .....	31
<b>6.3.3 Sistemas Baseados em Regras</b> .....	<b>31</b>
<b>6.3.4 Algoritmos de busca</b> .....	<b>32</b>
6.3.4.1 <i>Busca Heurística</i> .....	33
6.3.4.2 <i>Pathfinding</i> .....	33
<b>6.3.5 Algoritmos genéticos</b> .....	<b>35</b>
<b>6.3.6 Outras técnicas</b> .....	<b>35</b>
6.3.6.1 <i>Redes neurais</i> .....	36
<b>7 METODOLOGIA</b> .....	<b>38</b>
7.1 FASE 1 - PESQUISA E ESTUDOS .....	38
7.2 FASE 2 - AVALIAÇÃO .....	38
<b>8 RESULTADOS</b> .....	<b>40</b>
<b>9 TCC II</b> .....	<b>41</b>
<b>10 CONCLUSÃO</b> .....	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>43</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Freestyle - Street Basketball.....	21
Figura 2: Blood Bowl.....	21
Figura 3: Major League Baseball 2K9.....	21
Figura 4: Pro Evolution Soccer 2009.....	22
Figura 5: Dream Match Tennis.....	22
Figura 6: Pac-Man.....	23
Figura 7: Super Mario World.....	23
Figura 8: Counter Strike: Condition Zero.....	24
Figura 9: Doom III.....	24
Figura 10: David Douillet Judo.....	25
Figura 11: UFC 2009.....	25
Figura 12: KwonHo.....	25
Figura 13: Sega Rally Revo.....	26
Figura 14: Moto Racer.....	26
Figura 15: Star Racing.....	26
Figura 16: The Legend of Zelda.....	27
Figura 17: Grim Fandango.....	27
Figura 18: Gabriel Knight.....	28
Figura 19: Civilization 3.....	28
Figura 20: Warcraft 3.....	28
Figura 21: Outlive.....	29
Figura 22: “Perseguição com linha de visão” ( <i>line-ofsight chasing</i> ).....	30

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Utilização das nomenclaturas de jogos.....	20
---	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Linha de tempo da IA em jogos.....	16
--	----

# **1 DEFINIÇÃO DO TEMA**

## **1.1 TÍTULO DO TCC**

Inteligência Artificial e sua aplicabilidade nos jogos

## **1.2 TEMA**

O presente projeto tem como temas Jogos e a Inteligência Artificial, bem como o estudo de seus históricos e das categorias que melhor representam as diferenças existentes em cada área, e através destes a identificação das relações existentes entre elas.

## **1.3 DELIMITAÇÃO DO TEMA**

Este projeto trata-se de uma pesquisa, que pretende através do estudo dos casos encontrados e também de questionários a serem aplicados com jogadores, desenvolvedores e designers, analisar os resultados e desvendar o método escolhido para a seleção da técnica de Inteligência Artificial (IA). Identificando assim qual característica do jogo é mais relevante na seleção da IA a ser utilizada, apresentando com isso uma metodologia que auxilie na definição da técnica de IA mais adequada a cada jogo.

## 2 INTRODUÇÃO

O crescente avanço dos jogos traz consigo a necessidade da utilização de técnicas de IA, algumas simples outras mais complexas dependendo da necessidade encontrada, porém trata-se de uma área difícil e desafiadora, e por este motivo deve-se dar especial atenção no momento de escolher as técnicas a serem utilizadas. Quanto ao ramo da IA, segundo Flausino (2007), é um dos ramos mais interessantes da ciência, e uma das áreas mais interessantes em se aplicar a IA é em jogos eletrônicos.

Por isso, a análise de como melhor selecionar a técnica a ser utilizada será de grande valia para estas duas áreas, auxiliando os programadores e designers na tomada de decisão e ainda divulgando assim a IA.

Para melhorar a apresentação, este projeto será desenvolvido em quatro ramificações principais, a primeira está incluída nos capítulos 2, 3, 4 e 5 e apresenta a defesa deste projeto exibindo a problemática encontrada, a motivação, hipóteses de solução, objetivo geral e objetivos específicos que devem ser alcançados até o final do projeto e por fim a justificativa para escolha desta temática.

Na sequência é encontrada a fundamentação teórica que preenche o capítulo 6 que, por sua vez, está dividido em três partes: a primeira exibe um resumo da história da IA, enfocando sua ligação com os jogos, na segunda será apresentada brevemente a história dos jogos, incluindo os principais gêneros utilizados para definição dos estilos de jogos. Em seguida na terceira estão às principais técnicas de IA aplicadas aos jogos, assim como alguns exemplos de suas aplicações.

No capítulo 7 é definida a metodologia utilizada através da explicação das fases de estudo, será descrito tanto o sistema utilizado para seleção dos gêneros de jogos a serem exibidos, quanto a metodologia utilizada para a avaliação das técnicas de IA aplicadas sobre os jogos eletrônicos e quais destas apresentam os resultados mais favoráveis para cada tipo de jogo.

Em seguida no capítulo 8, são abordados os resultados encontrados com a execução do projeto até o momento, e, por fim no capítulo 9 é apresentado o trabalho que deverá ser

realizado no decorrer do Trabalho de Conclusão II (TCC II). E, por fim, no capítulo 10 são apresentadas as Conclusões.

## 2.1 MOTIVAÇÃO

A motivação para este trabalho veio da grande dificuldade encontrada por programadores e designers para definição da técnica de IA a ser utilizada para cada tipo de jogo, e como este fator influi na qualidade dos jogos, já que os jogadores procuram cada vez mais um nível de dificuldade compatível com a de um ser humano.

Através da análise dos métodos de seleção utilizados atualmente será possível apresentar uma metodologia que consiga atender mais eficientemente a esta questão, obtendo com isto menor gasto de tempo para este processo e conseqüentemente melhora na qualidade dos jogos desenvolvidos.

### **3 HIPÓTESES DE SOLUÇÃO**

Como dito anteriormente, este projeto trata-se de uma pesquisa a ser realizada em forma de estudo dos casos encontrados e também na aplicação de questionários com jogadores de diferentes faixas etárias para avaliação da importância da IA nos jogos, e também com desenvolvedores e designers para analisar seus métodos de seleção no momento da escolha da IA. Com isso pretende-se, ao final do projeto, apresentar uma metodologia que auxilie desenvolvedores e designers a definirem a melhor técnica de IA a ser utilizada para cada tipo de jogo.

## 4 OBJETIVOS

O objetivo geral do trabalho é analisar os métodos de seleção utilizados atualmente para definição de qual técnica de IA será utilizada, esta pesquisa incluirá tanto programadores e designers profissionais quanto iniciantes. Os iniciantes têm um nível de curiosidade interessante a esta pesquisa, e que pode exibir questões não encontradas através da pesquisa bibliográfica. Quanto aos profissionais, estes apresentam uma carga maior de conhecimentos e experiências, material necessário para a avaliação da eficácia dos métodos utilizados atualmente. Porém é previsível que alguns destes possam apresentar limitações quanto ao conteúdo a ser liberado. Por este motivo, durante a pesquisa serão utilizados, além dos questionários a serem aplicados com os profissionais e iniciantes, a participação em fóruns da área, buscando uma maior variedade de opiniões e experiências.

### 4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Quanto aos objetivos específicos pode-se citar:

- Identificar as principais categorizações dos jogos;
- Identificar as principais técnicas de IA utilizadas em jogos;
- Identificar as relações utilizadas para ligação destas áreas no desenvolvimento dos jogos.
- Desenvolver uma metodologia que inclui estas relações da melhor maneira possível, sendo qualificada para cada tipo de jogo.

## **5 JUSTIFICATIVA**

A principal justificativa deste projeto é a facilidade que uma metodologia, para escolha da técnica de IA a ser utilizada em cada tipo de jogo, proporcionaria no cenário atual do desenvolvimento de jogos. Sendo uma ferramenta de auxílio tanto para programadores, responsáveis pela codificação dos sistemas, quanto para os designers no momento da definição dos papéis que cada NPC (sigla inglesa para Non-Player Character - personagem não jogável) terá no desenrolar da história do jogo.

## 6 REFERENCIAL TEÓRICO

### 6.1 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

#### 6.1.1 Nascimento da Inteligência Artificial

"Basicamente, IA é fazer com que os computadores pensem como os seres humanos ou que sejam tão inteligentes quanto o homem. Assim, o objetivo final das pesquisas sobre esse tema é conseguir desenvolver uma máquina que possa simular algumas habilidades humanas e que os substitua em algumas atividades". (REVISTA ESCOLA, 2009)

A IA teve seu grande impulso com a invenção do moderno computador digital, na década de 40, as pesquisas, principalmente nos Estados Unidos e no Japão, fixaram-se produção de computadores capazes não somente de calcular, mas de produzir processos intelectuais de alto nível, no nível da inteligência humana.

IBM (2009) apresenta uma experiência interessante nesse sentido, foi o confronto promovido entre Gary Kasparov, tido como o maior jogador de xadrez de todos os tempos, e o computador Deep Blue, da IBM, capaz de avaliar entre 100 e 200 bilhões de movimentos em três minutos. Na primeira série de seis partidas, em 1996, Kasparov adotou táticas de defesa e levou a melhor, vencendo três, empatando duas e perdendo uma. Na revanche, no ano seguinte, a máquina conseguiu superar o homem por 2 a 1 e houve três empates na série.

Com o passar do tempo, as máquinas demonstraram poderem ser programadas para executar, com eficiência, tarefas logicamente complexas, como demonstração de teoremas e jogo de xadrez. A pesquisa neste setor produziu resultados de valor prático imediato, sem os mais importantes os que se relacionam à tomada de decisões, compreensão da linguagem natural, visão computadorizada e robótica.

Porém, mesmo ao final do século XX, ainda não havia sido produzido computador capaz de simular a inteligência humana, mesmo aqueles que executavam dez bilhões de operações por segundo, de forma seqüencial, não conseguiam alcançar a velocidade do pensamento humano quanto à elaboração de associações e generalizações. Para os

pesquisadores, a solução desta questão, estaria na pesquisa de máquinas que permitissem o processamento paralelo, ou seja, a execução simultânea de várias operações.

Foi já nos longínquos anos 50 do século XX que o matemático Inglês Alan Turing propôs um teste muito simples para verificar se uma máquina era inteligente: colocar uma pessoa a fazer perguntas a um interlocutor desconhecido. As perguntas são feitas por escrito, e quem responde tanto pode ser uma pessoa como um computador. Obviamente, quem pergunta não sabe se quem responde é humano ou não: o objetivo é precisamente descobri-lo. Alan Turing propôs que quando um computador fosse confundido com um humano, então esse computador deveria ser considerado uma máquina inteligente. (TECNO CIENCIA, 2008)

O teste consiste em uma conversa entre dois humanos e um computador, todos os três tentando parecer humanos. Todos os participantes são colocados em ambientes isolados. Se um árbitro não puder identificar de maneira definitiva qual dos participantes é o computador, então se diz que o computador passou o teste com sucesso. A fim de testar a inteligência do programa de computador, e não simplesmente a sua habilidade em transformar palavras em sons, a conversa é limitada a um canal de texto, como um teclado e tela de computador.

### **6.1.2 Inteligência Artificial nos jogos**

Segundo Karlsson (2005), o termo "IA em Jogos" (ou "*Game AI*") varia desde a representação e controle dos NPCs a problemas de controle de mais baixo nível, os primeiros jogos que tentaram implementar uma certa "inteligência" nos personagens controlados pelo computador o faziam de maneiras bastante precárias, através de "regras" estímulo-resposta implementadas por meio de estruturas do tipo if-then-else *hardcoded* dentro do código. Esta abordagem causava grandes problemas no caso de necessidade de alterações e não permitia grande flexibilidade.

A Tabela 1 contém alguns exemplos de como a IA foi utilizada em jogos com o passar do tempo.

Ano	Descrição	IA utilizada
1962	Primeiro jogo de computador, <i>Spacewar</i> , para 2 jogadores.	Nenhuma
1972	Lançamento do jogo <i>Pong</i> , para 2 jogadores.	Nenhuma
1974	Jogadores tinham que atirar em alvos móveis em <i>Pursuit</i> e <i>Owak</i> .	Padrões de movimento
1975	<i>Gun Fight</i> lançado, personagens com movimentos aleatórios.	Padrões de movimento
1978	<i>Space Invaders</i> contém inimigos com movimentos padronizados, mas também atiram contra o jogador.	Padrões de movimento
1980	O jogo <i>Pac-man</i> 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, <i>Herzog Wei</i> , é lançado. Junto, os jogadores puderam noticiar uma péssima busca de caminho.	Máquina de estados
1993	<i>Doom</i> é lançado como primeiro jogo de tiro em primeira pessoa.	Máquina de estados
1996	<i>BattleCruiser: 3000AD</i> é publicado como o primeiro jogo a utilizar redes neurais em um jogo comercial	Redes neurais
1998	<i>Half-Life</i> é lançado e analisado como a melhor IA em jogos até a época, porém, o jogo utiliza IA baseada em <i>scripts</i> .	Máquina de estados/ <i>Script</i>
2001	O jogo <i>Black &amp; White</i> 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> e <i>observational learning</i> .	Diversos

**Tabela 1: Linha de tempo da IA em jogos (KISHIMOTO, 2004 apud SCHWAB, 2004)**

"Com o avanço nos videogames, tornou-se possível criar uma IA aprimorada em jogos eletrônicos. Mas, muitas vezes, o desenvolvedor iniciante não sabe quais áreas ele deve estudar para conseguir criar a IA de seu game. Algumas vezes ele acaba não dando a devida atenção e parte para outras técnicas, como gráficos, jogabilidade, e outros". (FLAUSINO, 2007)

Com isto pode-se perceber a dificuldade encontrada na seleção da técnica de IA o que acarreta em diminuição da qualidade do jogo, já que quanto mais as reações dos

personagens se assemelhem com a reação que um humano teria, mais interessante se tornará o jogo.

Também não se pode esquecer que cada vez mais o público se identifica com jogos que simulam não só as reações, mas também o cotidiano, como exemplo o jogo *The Sims* que explora bastante a IA. Neste, o jogador pode criar uma vida virtual (viajar, namorar, casar, ter filhos).

A IA, por sua vez, também recebe benefícios quando utilizada em jogos, pois, "para pesquisadores de IA, a natureza abstrata dos jogos os torna um assunto atraente para estudo" (FLAUSINO, 2007 apud RUSSEL e NORVIG, 2004).

"Existem várias áreas de IA que o artista pode aprender e usar em seus jogos. Ele não precisa saber todas profundamente, mas ele deve ter um conhecimento de cada para que ele aplique a melhor estratégia de IA em seus games. Também o designer deve ter em mente se o personagem será contra o jogador ou um ajudante. Deve-se ter em mente que não existe uma lógica padrão para todos os tipos de entidades em um game. Um gato executa ações que um cachorro não faria, e o mesmo vale para seres humanos. O designer pode implementar o mesmo tipo de lógica para várias entidades, mas ele deve adaptar parte dela para que consiga o efeito desejado". (FLAUSINO, 2007)

Através desta citação pode-se visualizar outro fato interessante, e que deve ser considerado, que tanto os desenvolvedores quanto os designers devem estar familiarizados com a IA, o que é novamente enfatizado na citação abaixo:

"Em ambientes no qual a equipe de desenvolvedores cria o protocolo de comunicação e a base de conhecimento dos agentes a IA fica mais rica, porque permite maior flexibilidade aos desenvolvedores. Mas, não se iludam, não é trabalho para apenas um nerd sentado em um micro na garagem de casa. Eu creio que em muitos games são os engenheiros de software que criam esses protocolos e as ações básicas que cada agente sabe executar, e eles com certeza são uma equipe. Onde o designer entra nisso? Ele diz para os engenheiros "o que" o agente deve fazer e "como" cada NPC deve agir, reagir, etc. Por isso trata-se de um trabalho conjunto". (RANHEL, 2009)

Na prática, o propósito da IA em um jogo é controlar cada aspecto do NPC, provendo as seguintes facilidades (FUJITA, 2005 apud CHAMPANDARD, 2003):

- **Comportamentos primitivos:** capturar itens, apertar botões, usar objetos, gesticular, entre outros;
- **Movimento:** entre determinadas áreas do cenário, desviando-se de obstáculos, plataformas, entre outros;
- **Tomada de decisão:** situa-se um nível acima das outras facilidades, computando as ações necessárias para cumprir seus objetivos.

## 6.2 JOGOS

"Os jogos podem ser classificados em dois grandes grupos: os sedentários, em que predomina a atividade mental, e os de movimento, que envolvem esforço físico". (NOVA BARSA, 2002)

Para este projeto serão avaliados os jogos sedentários, nos quais o mais importante é a atividade intelectual. No desenrolar do projeto serão definidos pelo termo jogos eletrônicos por ser mais utilizado e por representarem melhor o assunto abordado.

A história dos jogos eletrônicos envolve milhares de pessoas, empresas, produtos e acontecimentos, porém, como o propósito deste projeto é analisar as técnicas de IA aplicadas em jogos eletrônicos, será feita uma breve história dos jogos enfocando os principais acontecimentos ao longo dos anos. (KISHIMOTO, 2004 apud KENT, 2001, KUSHNER, 2003 e DEMARIA, 2004)

O primeiro marco da história dos jogos eletrônicos é a *Nintendo*, uma das principais empresas da indústria que começou fabricando cartas de baralho em 1889. (KISHIMOTO, 2004 apud KENT, 2001)

Máquinas como a *Gottlieb Baffle Ball* são tidas como os precursores das máquinas de *pinball*, que hoje em dia são máquinas de jogos eletrônicos. (KISHIMOTO, 2004 apud KENT, 2001 e DEMARIA, 2004)

O primeiro jogo eletrônico interativo criado na história foi o *Spacewar*, um jogo onde duas pessoas controlavam dois tipos diferentes de espaço-nave que deveriam combater entre si (KISHIMOTO, 2004 apud DEMARIA, 2004). Existem alguns historiadores, porém, que argumentam que o primeiro jogo eletrônico foi criado por *Willy Higinbotham*, um cientista do *Brookhaven National Laboratory*. Higinbotham programou, em 1958, um osciloscópio onde era possível jogar uma partida de tênis interativa (KISHIMOTO, 2004 apud KENT, 2001).

Em 1970, *Nolan Bushnell* começou a trabalhar em uma versão fliperama do jogo *Spacewar*, chamada *Computer Space*. No ano seguinte, a empresa *Nutting Associates* comprou o jogo de Bushnell, colocando no mercado a primeira máquina de fliperama da história. Em 1972, Bushnell abre sua própria empresa, a *Atari*, famosa pelo jogo *Pong* (criado pelo engenheiro *Al Alcorn*). Até o fim da dessa década, muitas empresas entraram no mercado

de jogos, como *Taito*, *Midway* e *Capcom*, além da *Magnavox* lançar em 1972 o computador *Odyssey* (KISHIMOTO, 2004 apud KENT, 2001).

Nos anos 80 as máquinas de fliperama estavam em seu auge, com muitos jogos sendo lançados (*Donkey Kong*, *Tron* e *Q\*Bert* são alguns exemplos) ao mesmo tempo em que surgiram os primeiros videogames 8-bit: *Famicom*, da *Nintendo* e *Master System*, da *SEGA* (*Service Games*) (KISHIMOTO, 2004 apud KENT, 2001).

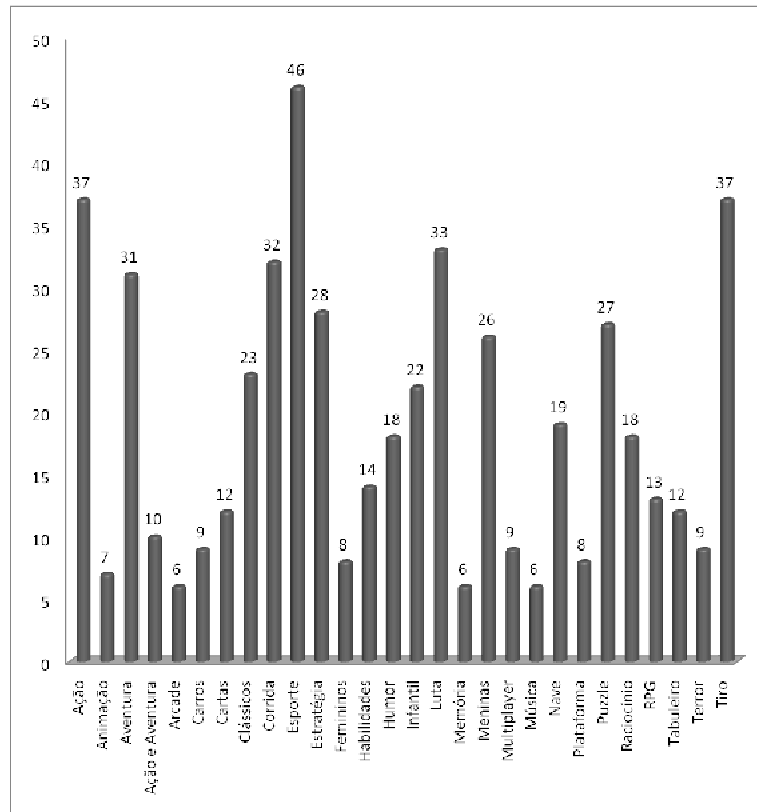
Na área de jogos para computador, houve também um grande lançamento de jogos e criação de empresas, sendo a *On-Line Systems* (atual *Sierra Online*) uma das pioneiras no setor de jogos para computador (KISHIMOTO, 2004 apud DEMARIA, 2004). Em março de 1986, *Chris Crawford* (KISHIMOTO, 2004 apud CRAWFORD, 2003) reuniu alguns amigos desenvolvedores em sua casa para a primeira *Computer Game Developers Conference* (atual GDC), onde discutiram assuntos sobre *game design* e negócios.

A década de 90 foi marcada pelo lançamento e batalhas de videogames de 16-bit (*Sega Genesis* e *Super Famicom*, da *Nintendo*), de 32-bit (*PlayStation* da *Sony* e *Sega Saturn*) e o lançamento de videogames como *3DO* da *Panasonic* e *Nintendo64* da *Nintendo* (esse de 64-bit) (KISHIMOTO, 2004 apud KENT, 2001). Um grande marco para a história de jogos para computador foi o lançamento do jogo *Wolfstein 3D* pela *id Software* em 1991, o primeiro jogo de tiro em primeira pessoa, atualmente um dos gêneros de jogos mais famosos entre os jogadores (KISHIMOTO, 2004 apud KUSHNER, 2003).

No final da década de 90 para 2000, *Sonye Nintendo* divulgaram seus novos videogames de 128-bit (*PlayStation 2* e *GameCube*, respectivamente), enquanto a *Microsoft* também entrou para esse segmento. Atualmente, a atenção da mídia e dos jogadores está voltada aos jogos *online multiplayer* massivos (centenas a milhares de pessoas jogando ao mesmo tempo num mundo virtual via internet) e aos videogames portáteis *Sony PSP* e *Nintendo DS* (esse inovando com duas telas, sendo uma delas sensíveis ao toque, como em PDA's) (KISHIMOTO, 2004 apud EGM, 2004).

### 6.2.1 Tipos de Jogos

Em análise realizada através do sistema de buscas Google, foram encontradas diversas nomenclaturas para os gêneros dos jogos, dentre estes os que mais se destacaram foram: Esporte, Ação, Tiro, Luta, Corrida, Aventura e Estratégia, como pode ser visto abaixo no Gráfico 1.



**Gráfico 1: Utilização das nomenclaturas de jogos.**

### 6.2.1.1 Jogos de Esporte

Estes jogos modelam jogos de esporte populares, e também servem a um propósito de marketing útil: por que um consumidor conservador compraria um jogo com um título e assunto completamente diferentes da experiência dele? Melhor lhe oferecer um jogo com que ele já esteja familiarizado. Assim nós temos jogos baseado em basquetebol, futebol americano, baseball, futebol, tênis, boxe, e outros. (CRAWFORD, 1996)

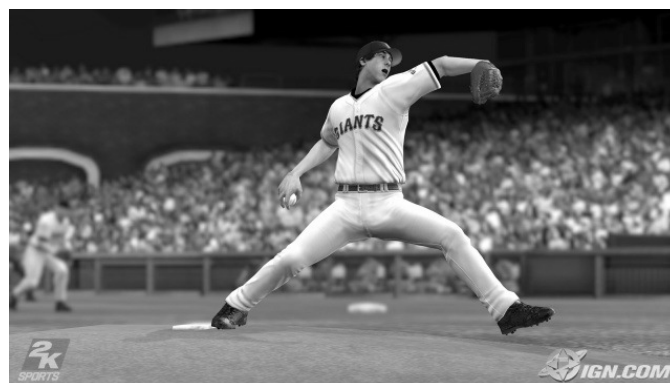
Exemplos de jogos desse gênero incluem Freestyle - Street Basketball, Blood Bowl, Major League Baseball 2K9, Pro Evolution Soccer 2009, Dream Match Tennis, entre outros. Imagens dos jogos citados podem ser vistas nas Figuras 1, 2, 3, 4, e 5.



**Figura 1: Freestyle - Street Basketball. Fonte: <http://clickjogos.uol.com.br/downloads/freestyle-street-basketball/>**



**Figura 2: Blood Bowl. Fonte: <http://vacadodemonho.blogspot.com/2009/04/blood-bowl-cadastro-do-beta-aberto.html>**



**Figura 3: Major League Baseball 2K9. Fonte: <http://downloadbado.blogspot.com/2009/10/major-league-baseball-2k9.html>**



**Figura 4: Pro Evolution Soccer 2009. Fonte: <http://www.ibaixa.com.br/download/292/pro-evolution-soccer-2009/pesquisa?q=futebol&t=programas>**



**Figura 5: Dream Match Tennis. Fonte: <http://angusdownloads.blogspot.com/2008/09/dream-match-tennis-download.html>**

### *6.2.1.2 Jogos de Ação*

Esta é facilmente a classe maior e mais popular de jogos de computador. Esta classe de jogos é caracterizada através de jogos em tempo real, ênfase pesada em gráficos e som, e uso de joysticks em lugar de um teclado. As habilidades primárias exigidas do jogador são coordenação de mão-olho e tempo de reação rápido. (CRAWFORD, 1996)

Fazem parte desse gênero jogos tipo labirinto, como Pac-Man e Super Mario World, exibidos, respectivamente, nas Figuras 6 e 7 dentre outros tipos de jogos.

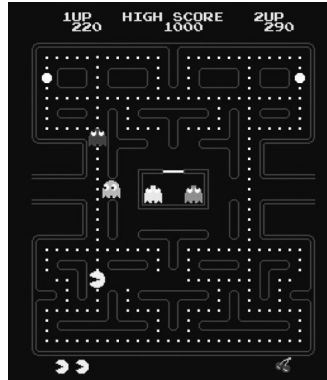


Figura 6: Pac-Man. Fonte: <http://colunistas.ig.com.br/gamegirl/2009/04/27/pac-man-rules/>

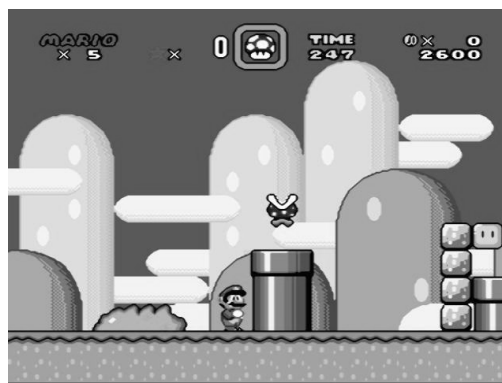


Figura 7: Super Mario World. Fonte: [http://forum.jogos.uol.com.br/Os-10-Games-mais-influentes-de-todos-os-tempos\\_t\\_389032](http://forum.jogos.uol.com.br/Os-10-Games-mais-influentes-de-todos-os-tempos_t_389032)

### 6.2.1.3 Jogos de Tiro

Jogos de tiro representam uma confrontação direta, violenta. O jogador humano tem que atirar e tem que destruir os sujeitos ruins controlados pelo computador. O desafio é posicionar a si mesmo corretamente para evitar ser batido pelo inimigo enquanto o atirando. (CRAWFORD, 1996)

Como exemplos de jogos de tiro têm Counter Strike: Condition Zero e Doom III, vistos nas Figuras 8 e 9.



**Figura 8: Counter Strike: Condition Zero. Fonte:**  
<http://gamestart.uol.com.br/forum/viewtopic.php?t=13892>



**Figura 9: Doom III. Fonte:** <http://maxforum.forumeiros.com/portal.htm>

#### *6.2.1.4 Jogos de Luta*

Reúne fãs de todo o mundo em partidas emocionantes ou mesmo em jogos solitários onde o divertimento é a luta incessante do bem contra o mal através de muita pancadaria e ação empolgante e constante. Esportes olímpicos também estão presentes no universo vasto dos jogos de luta online. Judô, boxe, Tae Kwon Do, Muay Thai, vale tudo e muitos outros. (ARTIGONAL, 2009)

David Douillet Judo, UFC 2009 e KwonHo fazem parte deste gênero. Imagens dos jogos podem ser vistas nas Figuras 10, 11, 12.



Figura 10: David Douillet Judo. Fonte: <http://delio.tblog.com/archive/2006/01/>



Figura 11: UFC 2009. Fonte: <http://universodosgamers.blogspot.com/2009/10/baixar-jogo-download-ufc-2009.html>



Figura 12: KwonHo. Fonte: <http://rennanchagas.wordpress.com/page/18/>

#### 6.2.1.5 Jogos de Corrida

Alguns jogos de computador envolvem uma corrida direta. A maioria destes jogos permite ao jogador se mover a velocidade constante, mas com penalidades de tempo extra para fracasso em desviar dos diversos de perigos com habilidade. Realmente, é difícil de identificar o oponente nestes jogos. (CRAWFORD, 1996)

Jogos como Sega Rally Revo, Moto Racer e Star Racing, dentre outros, fazem parte desse gênero. Os quais podem ser vistos nas Figuras 13, 14 e 15.



Figura 13: Sega Rally Revo. Fonte: <http://www.clickinformacao.com/jogos/baixar-jogo-sega-rally-revo-download-gratis.html>



Figura 14: Moto Racer. Fonte: <http://bomebonito.com/jogos-de-corrída-de-motos-carros-e-formula-1>



Figura 15: Star Racing. Fonte: [http://www.pointdogame.com/2008\\_07\\_01\\_archive.html](http://www.pointdogame.com/2008_07_01_archive.html)

### 6.2.1.6 Jogos de Aventura

Nestes jogos o aventureiro tem que mover por um mundo complexo, enquanto acumulando ferramentas e saques adequados para superar cada obstáculo, até finalmente o aventureiro alcançam o tesouro ou meta. (CRAWFORD, 1996)

Podemos citar jogos como The Legend of Zelda, Grim Fandango, Gabriel Knight etc. como do gênero, exibidos nas Figuras 16, 17 e 18 respectivamente.



**Figura 16: The Legend of Zelda. Fonte: <http://forums.gametrailers.com/thread/what-game-had-best-console-gra/817800>**



**Figura 17: Grim Fandango. Fonte: [http://www.gamasutra.com/features/20061103/quantum\\_05.shtml](http://www.gamasutra.com/features/20061103/quantum_05.shtml)**



Figura 18: Gabriel Knight. Fonte: <http://wnfeliz.wordpress.com/2009/05/16/sins-of-the-father/>

### 6.2.1.7 Jogos de Estratégia

Jogos de estratégia incluem o segundo classe larga de jogos de computador. Estes jogos enfatizam cogitação em lugar de manipulação. Jogos de estratégia requerem mais tempo tipicamente para jogar e, eles quase são restringidos exclusivamente a computadores pessoais (CRAWFORD, 1996). Dentro desse gênero destacam-se títulos como Civilization 3, Warcraft 3 e Outlive, que podem ser visualizados consequentemente nas Figuras 19, 20 e 21.

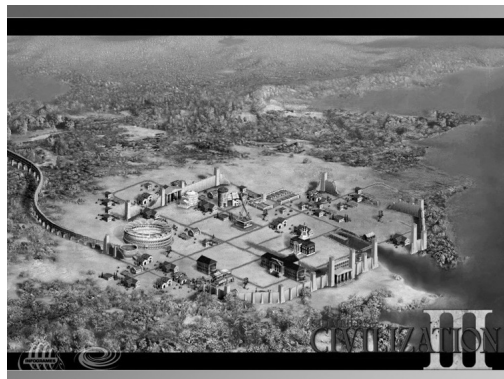


Figura 19: Civilization 3. Fonte: [http://gsmtlk.blogspot.com/2007\\_06\\_01\\_archive.html](http://gsmtlk.blogspot.com/2007_06_01_archive.html)



Figura 20: Warcraft 3. Fonte: <http://www.movietome.com/users/Miroku32/>



Figura 21: Outlive. Fonte: <http://www.gamershell.com/pc/outlive/screenshots.html?id=45187>

## 6.3 ALGORITMOS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA JOGOS

Segundo (KISHIMOTO, 2004 apud LAMOTHE, 1999), um dos princípios básicos de IA para jogos são os algoritmos de IA determinísticos e padrões de movimento, onde os comportamentos são pré-programados ou pré-processados. Ainda, (KISHIMOTO, 2004 apud DALMAU, 2004) cita quatro tipos principais de IA que são implementadas em jogos: máquinas de estado, sistemas baseados em regras, algoritmos de busca e algoritmos genéticos.

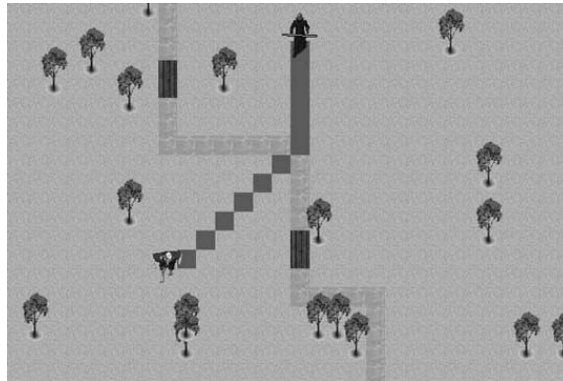
### 6.3.1 Algoritmos de IA determinísticos e padrões de movimento

Os algoritmos de IA determinísticos, junto com padrões de movimento, foram utilizados nos primeiros jogos eletrônicos da história, e são compostos por movimentos aleatórios, algoritmos de perseguição e evasão. Movimentos aleatórios podem ser implementados simplesmente obtendo um valor aleatório e incrementando a posição de um personagem com tal valor. O algoritmo de perseguição verifica a posição de um personagem 1 em relação à posição de um personagem 2, e avança em direção a ele. O algoritmo de evasão faz o personagem 1 se distanciar do personagem 2. Os padrões de movimento fazem com que um personagem se movimente em um determinado padrão, por exemplo, um personagem pode fazer uma ronda em uma área retangular (KISHIMOTO, 2004 apud LAMOTHE, 1999).

### 6.3.1.1 Perseguição e Fuga

A locomoção é uma das premissas básicas de um agente. Tal característica é fundamental para que este consiga atingir seus objetivos. Um algoritmo de perseguição e fuga pode ser dividido em duas partes (FUJITA, 2005 apud BOURG e SEEMAN, 2004): uma, é a tomada de decisão para que se inicie o processo, e outra é a ação propriamente dita. Pode-se dizer também que existe um terceiro processo a ser considerado, que é a evasão de possíveis obstáculos que possam estar no caminho encontrado pelo algoritmo.

É um algoritmo de busca simples envolve o decremento das distâncias entre as coordenadas do caçador e da presa, não considera a situação atual do cenário, ou seja, não leva em conta os obstáculos que possam estar no caminho do movimento entre o caçador e a presa (FUJITA, 2005 apud BOURG e SEEMAN, 2004). Veja um exemplo na figura 26.



**Figura 22: “Perseguição com linha de visão” (*line-ofsight chasing*). Fonte: (FUJITA, 2005 apud BOURG e SEEMAN, 2004)**

### 6.3.2 Máquina de estado finita

Uma máquina de estado finita é 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 atuar no jogo. Máquinas de estado foram usadas no início da criação de jogos (com IA) e são usadas até hoje por serem de fácil entendimento, implementação e depuração de erros. No jogo *Pac-man*, por exemplo, uma máquina de estado é implementada para cada fantasma do jogo. Um fantasma pode estar nos seguintes estados: “procurando jogador”, “perseguido jogador” e “fugindo do jogador”. Quando o fantasma está procurando o jogador, ele apenas se movimenta pelo labirinto até encontrar o jogador. Quando ele se depara com o jogador, verifica se ele pode perseguir o jogador ou se precisa fugir (isso acontece quando o jogador obtém poder de “engolir” o fantasma), e troca de estado

conforme a situação. Se o fantasma pode seguir o jogador, ele muda seu estado para “perseguido jogador” e tenta alcançar o jogador. Se durante esse tempo o jogador ganha a habilidade de engolir o fantasma, o fantasma muda seu estado para “fugindo do jogador”. (KISHIMOTO, 2004 apud BOURG, 2004)

### 6.3.2.1 Fuzzy

Os desenvolvedores também 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 (KISHIMOTO, 2004 apud WOODCOCK, 1999 e BOURG, 2004).

Seres humanos frequentemente analisam situações de maneiras imprecisas, isto é, fazem uso de termos como "pouca força", "muito longe" ou "bastante apertado". A lógica *fuzzy* (KARLSSON, 2005 apud KZADEH, 1965) consegue então representar problemas de uma maneira similar à maneira com que humanos pensam sobre eles, pois conceitos (termos) como longe e pouco não são representados por intervalos discretos, mas por conjuntos *fuzzy* que permitem que um valor pertença a vários conjuntos com diversos graus de pertinência. Por exemplo, um certo personagem de um jogo pode ter seu estado emocional pertencente ao conjunto feliz com grau de pertinência 0.7 e ao conjunto frustrado com grau 0.5.

### 6.3.3 Sistemas Baseados em Regras

Sistemas baseados em regras (RBC) são muito utilizados, tanto para aplicações da vida real quanto para jogos. São sistemas que consistem de inúmeras regras do tipo “se-então”, que serão aplicadas a um conjunto de entradas. De acordo com o conjunto de entrada, a parte “então” da regra define qual ação será tomada. Em IA, estes sistemas também são chamados de “Sistemas Especialistas”, e são utilizados para substituir um especialista humano em uma determinada área do conhecimento, como o diagnóstico de doenças, classificação de doenças em determinada cultura, diagnóstico de erros de engenharia, entre outras. Uma grande vantagem dos sistemas especialistas é que eles imitam a maneira como o ser humano tende a pensar e raciocinar, dado um conjunto de fatos e seu próprio conhecimento sobre um domínio de conhecimento (FUJITA, 2005 apud BOURG e SEEMAN, 2004).

Segundo Kishimoto (2004) alguns fenômenos não são fáceis de serem modelados em termos de estados e transições. Considerando como exemplo os seguintes fenômenos de um cachorro virtual:

- Se há um osso por perto e o cachorro está com fome, ele irá comê-lo;
- Se o cachorro está com fome, mas não há nenhum osso por perto, ele procura por um;
- Se o cachorro não está com fome, mas está com sono, ele irá dormir;
- Se o cachorro não está com fome e não está com sono, o cachorro irá andar e latir.

Ainda segundo Kishimoto (2004), essas quatro sentenças são difíceis de serem representadas através de uma máquina de estados, pois cada sentença leva a um estado da máquina e cada estado pode transitar para qualquer um dos outros estados. Esse tipo de problema é conhecido por comportamento global. Máquinas de estado são úteis para situações locais (onde dado um estado, apenas algumas condições podem ser aplicadas como saída). Nesse exemplo, o cachorro se comporta de acordo com um conjunto de prioridades ou regras. Um sistema baseado em regras tem a forma “Condição → Ação”. No exemplo citado, as regras teriam a seguinte forma:

- Fome & osso por perto → comer;
- Fome & não osso por perto → procurar;
- Não fome & com sono → dormir;
- Não fome & sem sono → andar e latir.

Dessa maneira, são especificadas as condições que ativam as regras assim como quais ações devem ser tomadas caso a regra seja ativada (KISHIMOTO, 2004 apud DALMAU, 2004).

### 6.3.4 Algoritmos de busca

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

Para solucionar o problema de busca (sair de um ponto e chegar a um destino), diversos algoritmos podem ser utilizados, sendo o algoritmo  $A^*$  o mais famoso e

implementado em jogos, embora soluções como o algoritmo de *Dijkstra* e *waypoints* também são utilizados (KISHIMOTO, 2004 apud LAMOTHE, 1999 e DALMAU, 2004). Em muitos jogos, os desenvolvedores representam o mundo virtual por onde um personagem caminha através de “grades” (*grids*), onde cada célula pode representar um nó de um grafo. Um custo é associado para cada célula do *grid*, utilizado pela heurística do *A\** (KISHIMOTO, 2004 apud LAMOTHE, 1999).

Como o uso de busca pode consumir muito tempo do processador, é possível contornar esse problema através de caminhos pré-calculados, chamados de *waypoints*, quando o jogo permite esse tipo de solução. Os *waypoints* são nós em locais do mundo virtual que auxiliam no deslocamento de um lugar (nó atual) para outro (nó destino) através de caminhos pré-calculados ou métodos de busca de baixo custo (KISHIMOTO, 2004 apud BOURG, 2004).

#### 6.3.4.1 Busca Heurística

As heurísticas agilizam a busca de uma solução pois utilizam de informações para escolher os ramos, dentre todos os ramos de uma árvore de espaço de estados, que possuem uma maior probabilidade de levarem a uma solução aceitável para o problema (FUJITA, 2005 apud LUGER, 2004).

Um algoritmo que utiliza a heurística do maior número de vitórias é a “subida de encosta”:

“As estratégias de subida de encosta expandem o estado corrente da busca e avaliam os seus filhos. O melhor filho é selecionado para expansão futura; nem os seus irmãos nem os seus pais são considerados. A busca pára quando ela alcança um estado que é melhor que qualquer um de seus filhos” (FUJITA, 2005 apud LUGER, 2004).

#### 6.3.4.2 Pathfinding

Mover-se de um lugar a outro utilizando um caminho razoável, ao mesmo tempo em que se desvia de obstáculos, é um requisito fundamental para qualquer entidade que queira demonstrar algum sinal de inteligência em um jogo. Um dos aspectos mais importantes relacionados à implementação de funcionalidades de IA em jogos, e de impacto visual mais óbvio, é então a determinação de caminhos (*pathfinding*). De modo a tratar esse problema, a abordagem geralmente utilizada é executar um algoritmo de busca sobre os dados da cena de

modo a encontrar um caminho entre a posição de origem e a posição de destino. (KARLSSON, 2005)

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\* (KARLSSON, 2005 apud RUSSEL, 2002). Tal algoritmo é relativamente fácil de implementar e rapidamente encontra o caminho com custo mínimo entre dois pontos no mapa, se um caminho existir (KARLSSON, 2005 apud MATTHEWS, 2002). Normalmente o mapa é organizado como um grupo de nós, que são estruturas que representam posições. Uma vez que a busca é realizada sobre esse grafo, o caminho resultante é uma lista de nós a serem percorridos para se chegar ao destino.

Embora seja um algoritmo robusto e utilizado em diversos jogos (KARLSSON, 2005 apud STOUT, 2000 e LOPES, 2002), implementar o A\* num contexto de jogos digitais requer diversas melhorias/adaptações (KARLSSON, 2005 apud CAIN, 2002 e RABIN, 2000).

(FUJITA, 2005 apud LESTER, 2003), propõe o uso de algumas melhorias para o algoritmo A\* se tornar ainda mais eficiente:

- Custo de terreno variável: nem sempre o menor custo significa encontrar a menor distância entre os dois pontos. Certos mapas possuem certas características como rampas, relevo acidentado, armadilhas, entre outras. Pode-se adaptar o algoritmo acima para este problema adicionando o custo de atravessar tais empecilhos à função custo G de um dado ladrilho;
- Caminhos suaves: o caminho resultante do A\* é ótimo, mas nem sempre é o mais visualmente aceitável. No cálculo do caminho, pode-se penalizar a escolha de ladrilhos que resultariam numa mudança brusca de direção, adicionando um custo à sua função G;
- Lidar com áreas inexploradas: dependendo do jogo, seria muito irrealístico o computador ter conhecimento de toda a topologia do mapa, sabendo exatamente que caminho percorrer em todas as ocasiões; uma solução é manter um vetor de “nós conhecidos” para o computador, ou seja, todos os nós contidos neste vetor já foram explorados por ele, e o resto do mapa é presumido “andável”, até provado o contrário. Com esta abordagem, as unidades irão cometer erros, entrar em becos, até explorarem o espaço ao seu redor. Quando o mapa for explorado em toda sua extensão, o *pathfinding* será executado normalmente;

- Outras unidades: o A\* considera apenas a topologia do terreno, ignorando outras unidades. Por isso, é necessário adaptá-lo para que detecte a colisão com outros elementos do jogo.

### 6.3.5 Algoritmos genéticos

(KISHIMOTO, 2004 apud DALMAU, 2004) cita que um dos usos de algoritmos genéticos em jogos pode ser a geração de uma população, criando diferentes indivíduos de acordo com um DNA virtual, sendo esse representado por um vetor de valores, cada um sendo um parâmetro da espécie a ser modelada. Essa técnica pode ser utilizada para a criação de pedestres em um jogo onde o mundo virtual seja uma cidade. (KISHIMOTO, 2004 apud DALMAU, 2004 e LAMOTHE, 1999) também citam o uso de algoritmos genéticos para mutação ou evolução de personagens.

Algoritmos genéticos usam uma abordagem inspirada no processo de seleção natural e tentam imitar esse processo para evoluir até encontrar uma solução próxima à ótima para o problema. Esta abordagem aos poucos vem chamando a atenção dos desenvolvedores de jogos e ganhando popularidade tanto por permitir a modelagem do comportamento de agentes através de sua evolução como pré-processamento quanto para modelar esta mesma evolução durante o jogo. (KARLSSON, 2005 apud LARAMÉE, 2002 e SWEETSER, 2004)

Ao utilizar algoritmos genéticos para "evoluir" um personagem, certas propriedades do agente podem ser modeladas como sendo os genes e cada possível valor do gene é chamado alelo (por exemplo, sendo o gene cor dos olhos, os valores azul e verde seriam dois alelos). O conjunto dos genes que definem um personagem forma um cromossomo que representa um indivíduo. (KARLSSON, 2005)

### 6.3.6 Outras técnicas

A IA para jogos não pára por aqui. Existem outras técnicas que não foram discutidas e que são aplicadas nos jogos. O uso de *A-Life* é uma delas. Alguns jogos utilizam algoritmos de *flocking* para simular o movimento em grupo de monstros, pássaros, peixes, entre outros (KARLSSON, 2005 apud WOODCOCK, 1999). A implementação de redes neurais em jogos também é realizada, onde os personagens necessitam de aprendizado através das escolhas do jogador, como no jogo *Black & White* (um gênero onde o jogador assume a posição de deus e controla o ambiente do jogo) (KARLSSON, 2005 apud BOURG, 2004). Ainda, há jogos (por

exemplo, *Baldur's Gate* e *Unreal*) que implementam a IA através de *scripts*, possibilitando que qualquer pessoa possa criar novos tipos de NPC's (*non-player characters*) ou modificar um personagem já existente de acordo com o seu estilo de jogo. Esse tipo de IA (também conhecido por *Extensible AI*) é baseada fortemente em sistemas de regras (KARLSSON, 2005 apud WOODCOCK, 1999).

#### 6.3.6.1 Redes neurais

Uma dessas abordagens promissoras, e que vêm recebendo crescente interesse dos desenvolvedores de jogos (KARLSSON, 2005 apud LAMOTHE, 2000), é a de redes neurais (RN), pois provê benefícios de aprendizado por exemplos e pode ser implementada de maneira relativamente simples (KARLSSON, 2005 apud SWEETSER, 2004).

Uma rede neural artificial é uma simulação de um modelo simplificado do cérebro e é composta por unidades chamadas neurônios (nós da rede) e conexões com pesos entre esses nós. A RN adquire conhecimento do mundo e o mantém, representando-o nos pesos de suas conexões. Estes pesos são refinados através de uma fase de treinamento de modo que a rede "aprenda" a se comportar em um dado cenário. (KARLSSON, 2005)

(KARLSSON, 2005 apud CHAMPANDARD, 2002) sugere dividir as abordagens da aplicação de redes neurais em jogos digitais em dois ramos, reconhecimento (que pode ser visto como um processo de decisão) e controladores robóticos (redes para controlar o comportamento físico das entidades usando o método de regressão. (KARLSSON, 2005 apud GEHLOT, 1992) alega que utilizar essa diferenciação no projeto conceitual traz grandes benefícios mesmo o funcionamento interno da rede sendo igual.

Para problemas que podem ser classificados como reconhecimento, Champandard recomenda que uma boa abordagem inicial seria limitar o número de camadas em três e representar a camada interna com uma quantidade de nós igual ao dobro do número de entradas, pois essa configuração é suficiente para classificar qualquer padrão (KARLSSON, 2005 apud CHAMPANDARD, 2002) e apresenta bom desempenho com o uso de *back-propagation*.

Já no caso do uso como controlador, deve-se tentar diminuir ao máximo o número de entradas da rede e deve-se utilizar ao menos quatro camadas internas com número de nós por camada também igual a duas vezes o número de entradas. Essa configuração torna a rede mais flexível e a diminuição do número de entradas contribui para amenizar o problema de treinar a

rede, deste modo tornado-a mais adequada ao problema de controle que faz uso intensivo da rede. (KARLSSON, 2005)

## **7 METODOLOGIA**

### **7.1 FASE 1 - PESQUISA E ESTUDOS**

Para proceder com a pesquisa foi inicialmente investigado o histórico dos temas em questão, para encontrar os quesitos que melhor caracterizam as categorias existentes em cada área e com isso obter o material necessário para criação dos questionários.

Vista a grande variedade de nomenclaturas existentes para definição dos gêneros de jogos, foi realizada uma pesquisa visando à identificação dos nomes de gêneros mais utilizados. Esta pesquisa foi desenvolvida através da avaliação da incidência dos gêneros mais utilizados nos sites pesquisados. Para analisar os sites mais visitados foi utilizada a ferramenta de busca do Google, de onde foram retirados para análise os 50 primeiros sites listados na procura por "JOGOS". No final foi criado um gráfico para melhor visualização dos gêneros mais utilizados.

### **7.2 FASE 2 - AVALIAÇÃO**

Quanto à avaliação das técnicas de IA, inicialmente seria feita a aplicação de questionários com desenvolvedores e designers de jogos, tanto profissionais, devido a sua base de conhecimentos e experiências bem desenvolvida e diversificada, quanto com iniciantes, que poderiam apresentar pontos de vista diferenciados, além da participação em fóruns da área. Porém, vista a dificuldade de acesso aos profissionais da área, já que para eles este se trata de um assunto sigiloso, esta análise tornou-se inviável, pois se contasse somente com a opinião dos iniciantes não consolidaria material suficiente para a finalização da pesquisa.

Para tanto, será, então, realizada uma pesquisa visualizando diretamente o funcionamento dos jogos, através da utilização do conhecimento obtido durante a exploração dos conteúdos e também da experiência acumulada com a prática de jogos.

Durante a pesquisa dos gêneros, realizada através do Google, foi visto que uma grande parcela dos títulos era de jogos em Flash, e como estes, no geral, apresentam interfaces e interações mais simples, com pouco ou nenhuma técnica de IA aplicada sobre o mesmo, os jogos em Flash serão descartados da pesquisa dos jogos a serem analisados.

Para a seleção dos jogos que serão analisados será primeiramente realizada uma pesquisa no Google, com buscas por "Jogos" e, dentre os sites encontrados, serão verificados os que possuem ligação com empresas de desenvolvimento desta área. Como para estas empresas os jogos são produtos, elas são uma grande fonte de pesquisa e verificação da inovação existente nesta área, e conseqüentemente das técnicas de IA para jogos.

Com a definição dos jogos finalizada, será iniciada a avaliação dos jogos, a qual contará com os seguintes critérios de avaliação:

- Gráfico.
- Som.
- Jogabilidade.
- Interação com o Usuário (NPC).
- Interação com o Usuário (Oponentes).
- Movimentação do Usuário.
- Navegação.

Ao final da pesquisa, será realizada a análise dos resultados e posteriormente a criação de uma metodologia que atenda às necessidades encontradas e que sirva de auxílio para a seleção da técnica de IA mais adequada para cada tipo de jogo.

## **8 RESULTADOS**

O presente trabalho consistiu inicialmente, de pesquisas e estudos, os quais serão de grande valia para a continuidade do mesmo, servindo de base para as avaliações que estão por vir.

Porém foi visto que a metodologia adotada, no primeiro momento, para realização da pesquisa não seria o método mais apropriado, já que, como foi dito anteriormente o público alvo da investigação, os profissionais da área, provavelmente não poderão participar das pesquisas, por estas causarem um conflito de interesses ao tratar de um assunto que para ele profissionais é de caráter sigiloso.

Por este será adotada uma nova metodologia que, terá como base não a visão dos criadores, mas sim uma análise avaliando o andamento dos jogos, e através desta a identificação das técnicas utilizadas para o funcionamento dos mesmos.

## **9 TCC II**

No TCC II, serão realizadas as avaliações dos jogos, através do conhecimento adquirido durante as pesquisas e estudos, juntamente com a experiência obtida com o passar dos anos, pretende-se com isso identificar as técnicas de IA utilizadas em cada gênero de jogo, e posteriormente avaliar qual representa a solução mais apropriada para cada tipo de jogo.

## 10 CONCLUSÃO

Com isto, no encerramento desta pesquisa, pretende-se apresentar uma metodologia que terá como base as experiências adquiridas e também os resultados obtidos com cada aplicação bem ou mal sucedida. Esta metodologia servirá de auxílio tanto para desenvolvedores quanto para designers de jogos, para que estes, no momento da seleção da técnica de IA, possam contar com uma ferramenta de ajuda e consigam assim em definir qual a técnica de IA é mais adequada para cada tipo de jogo.

Pretende-se com isto facilitar a tomada de decisão e ao mesmo tempo divulgar a importância das técnicas de IA utilizadas nos jogos, e como esta relação pode ser favorável para as duas áreas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTIGONAL. **Jogos de Luta**. Disponível em: <<http://www.artigonal.com/jogos-de-computador-artigos/jogos-de-luta-on-line-acao-e-pancadaria-a-todo-instante-1053237.html>>. Acesso em: 22 nov. 2009.

CRAWFORD, Chris. **The art of Computer Game Design**. 1982. Disponível em: <<http://www.vancouver.wsu.edu/fac/peabody/game-book/Chapter3.html>>. Acesso em: 15 nov. 1996.

DINIZIO, Clailson Soares. **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM JOGOS DE TIRO EM PRIMEIRA PESSOA**. Disponível em: <<http://www.sbc.org.br/reic/edicoes/2003e1/informativos/InteligenciaArtificialEmJogosDeTiroEmPrimeiraPessoa.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2009.

FERREIRA, Kátia Gomes. **TESTE DE USABILIDADE**. 2002. 60f. Universidade Federal de Minas Gerais - Departamento de Ciência da Computação - Especialização em Informática: Ênfase: Engenharia de Software, Minas Gerais.

FLAUSINO, Rodrigo. **ESTADO DA ARTE DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA JOGOS ELETRÔNICOS**. 2007. Disponível em: <<http://www.rodrigoflausino.com/blog/artigos-e-tutoriais/estado-da-arte-da-inteligencia-artificial-para-jogos-eletronicos/>>. Acesso em: 26 ago. 2009.

FUJITA, Eduardo. **ALGORITMOS DE IA PARA JOGOS**. 2005. 80f. Dissertação (Bacharel em Ciência da Computação) - Universidade Estadual de Londrina - Departamento de Computação, Londrina.

GALDINO, Carlos Henrique Silva. **Inteligência ARTIFICIAL APLICADA NO DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DE COMPUTADOR**. 2007. 14f. Universidade Federal de Itajubá - Instituto de Ciências Exatas, Itajubá.

IBM. **CONFRONTO ENTRE KASPAROV E DEEP BLUE**. Disponível em: <<http://www.research.ibm.com/deepblue/watch/html/c.shtml>>. Acesso em: 15 nov. 2009.

KARLSSON, Börje Felipe Fernandes. **UM MIDDLEWARE DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA JOGOS DIGITAIS**. 2005. 126f. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Informática) Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC/RJ - Departamento de Informática, Rio de Janeiro.

KISHIMOTO, André. **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM JOGOS ELETRÔNICOS**. Disponível em:

<[http://www.programadoresdejogos.com/trab\\_academicos/andre\\_kishimoto.pdf](http://www.programadoresdejogos.com/trab_academicos/andre_kishimoto.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2009.

LUZ, Mairlo Hideyoshi Guibo Carneiro da. **DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DE COMPUTADOR**. 2004. 117f. Monografia (Bacharel em Ciência da Computação) Universidade Federal de Itajubá - Instituto de Ciências - Departamento de Matemática e Computação, Minas Gerais.

MEDRADO, Adonai Estrela. **ESTUDO SOBRE JOGOS E ASSUNTOS CORRELATOS FOCANDO A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**. Disponível em: <[http://www.adonaimedrado.pro.br/principal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=59&Itemid=90](http://www.adonaimedrado.pro.br/principal/index.php?option=com_content&view=article&id=59&Itemid=90)>. Acesso em: 22 ago. 2009.

Nova Enciclopédia Barsa. **Jogos**. São Paulo: Barsa Planeta Internacional LTDA, 2002.

OSÓRIO, Fernando; PESSIN, Gustavo; FERREIRA, Sandro; NONNENMACHER, Vinícius. **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA JOGOS: AGENTES ESPECIAIS COM PERMISSÃO PARA MATAR... E RACIOCINAR!** Disponível em: <<http://www.inf.unisinos.br/~sbgames/anais/tutorials/Tutorial3.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2009.

OSWALD, Jones V.; VARGAS, Vinícius G.. **ANÁLISE DE JOGOS DIGITAIS - UM COMEÇO**. Disponível em: <[http://www.programadoresdejogos.com/trab\\_academicos/Analise\\_de\\_Jogos\\_Digitais.pdf](http://www.programadoresdejogos.com/trab_academicos/Analise_de_Jogos_Digitais.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2009.

RANEL, João. **OS GAME DESIGNERS E A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**. Disponível em: <[http://www.gamecultura.com.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=410&Itemid=1](http://www.gamecultura.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=410&Itemid=1)>. Acesso em: 26 ago. 2009.

REVISTA ESCOLA. **Inteligência Artificial**. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/ciencias/fundamentos/inteligencia-artificial-onde-ela-aplicada-476528.shtml>>. Acesso em: 15 nov. 2009.

RICARDO. **JOGOS E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**. Disponível em: <[http://pontomidia.com.br/ricardo/arquivos/jogos\\_e\\_inteligencia\\_artificial.html](http://pontomidia.com.br/ricardo/arquivos/jogos_e_inteligencia_artificial.html)>. Acesso em: 20 out. 2009.

SANTANA, Roberto Tengan de. **I.A. EM JOGOS A BUSCA COMPETITIVA ENTRE O HOMEM E A MÁQUINA**. 2006. 162f. Monografia (Tecnólogo em Informática com ênfase em Gestão de Negócios) Faculdade de Tecnologia de Praia Grande.

SILVA, Diogo Anderson de O. **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM JOGOS**. Disponível em: <[http://www.dsc.ufcg.edu.br/~pet/atividades/ciclo\\_seminarios/tecnicos/2007/GameIA.pdf](http://www.dsc.ufcg.edu.br/~pet/atividades/ciclo_seminarios/tecnicos/2007/GameIA.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2009.

TECNO CIENCIA. **Teste de Turing.** Disponível em:  
<<http://tecnociencia.etikweb.com/Article-34-Voc%EA+passa+o+teste+de+Turing%3F.html>>.  
Acesso em: 15 nov. 2009.