

RAINIER AUGUSTO FERREIRA SALES

APLICAÇÃO DE NPC AFETIVO EM JOGOS DE SIMULAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Computação da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre. Área de Concentração: Inteligência Artificial.

Orientador:

Prof. D.Sc. DANIEL CARDOSO MORAES DE OLIVEIRA

Co-orientadora:

Prof.<sup>a</sup> D.Sc. ALINE MARINS PAES CARVALHO

Niterói

2014

Ficha Catalográfica – Esta página deve ser removida na versão a ser entregue para a banca, mas deve ser reinsertada na versão final, com a ficha catalográfica fornecida pela biblioteca. Informações sobre este processo devem ser obtidas na secretaria da pós-graduação.

RAINIER AUGUSTO FERREIRA SALES

APLICAÇÃO DE NPC AFETIVO EM JOGOS DE SIMULAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Computação da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre. Área de Concentração: Inteligência Artificial.

Aprovada em Fevereiro de 2014.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. D.Sc. DANIEL CARDOSO DE OLIVEIRA – Orientador  
UFF

---

Profª. D.Sc. ALINE MARINS PAES CARVALHO – Co-orientadora  
UFF

---

Prof. D.Sc. ESTEBAN WALTER GONZALEZ CLUA  
UFF

---

Profª. Dr. DANIELA GORSKI TREVISAN  
UFF

---

Prof. Ph.D. MARIO ROBERTO FOLHADELA BENEVIDES  
COPPE/UFRJ

Niterói  
2014

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus e a muitas pessoas que direta ou indiretamente tornaram este trabalho possível e/ou de alguma forma me fizeram crescer nestes anos de pesquisa:

Muito tenho a agradecer aos meus orientadores: Daniel de Oliveira, Aline Paes e Esteban Clua por todo tempo, dedicação, conselhos e orientação a respeito desta pesquisa, da minha vida acadêmica e profissional, este trabalho não é meu, é nosso. Estendo o agradecimento a professora Daniela Trevisan e ao professor Mario Benevides pela pronta disposição de tempo e esforço na leitura e avaliação desta dissertação.

Agradeço a toda minha família pelos bons momentos que me proporcionaram. Meus pais, Norma e Rainier por me ensinarem valores e a importância de ser feliz, aos meus irmãos, João Eduardo e Waldomiro Neto, que me ensinaram a lutar sem desistir e sempre acreditar em mim mesmo. Agradeço também a minha nova família que me recebeu tão bem quando cheguei ao Rio de Janeiro: meu primo Sebastião por toda ajuda e confiança, a sua esposa Jane por me tratar como um filho e me dar conselhos que levarei para toda a minha vida, e aos meus primos João e Arthur pelos momentos de diversão e por me fazer não levar a vida tão a sério.

Agradeço a Flávia Cristina pelo apoio incondicional sem hora e nem lugar, seu companheirismo e principalmente por me dar força nos momentos mais difíceis nesses dois anos.

Um agradecimento muito especial aos muitos amigos que fiz no Rio de Janeiro, Tarcis, Felipe, Russo, Daniel, Gabriela, Ilou, Alex e Marco, de tudo que eu mais gosto no Rio, vocês estão em primeiro lugar.

A todos que passaram em minha vida durante os anos que realizei esta pesquisa, só tenho a dizer um sincero muito obrigado, “*se eu vi mais longe, foi por estar de pé sobre ombros de gigantes*” – Isaac Newton.

“O mundo é um livro, e aqueles que não viajam leem somente uma página” – Santo Agostinho.

## RESUMO

Na última década diversos jogos seguem a tendência de oferecerem versões online, ou pelo menos aceitando múltiplos jogadores simultâneos. Esse fato vem acontecendo devido a forte e inigualável experiência de confrontos contra pessoas que ainda supera o mesmo confronto contra um agente com inteligência artificial, fazendo com que o jogador alcance um maior nível de diversão e imersão. Assim, fazer com que um agente provido de inteligência artificial consiga promover divertimento semelhante ao que um ser humano atinge jogando contra outro ser humano é um importante desafio. De um modo geral essa dissertação busca contribuir nos estudos de simulação de humanos em agentes da inteligência artificial, ou seja NPC (*i.e. non-player character*) em jogos digitais, na perspectiva de aumentar os níveis de diversão proporcionados com essa experiência. Essa dissertação trata da aplicação do nível teórico ao prático do desenvolvimento de NPC com atributos que o tornam um agente provido de personalidade, humor e emoção, simulando uma das formas de como os seres humanos são modelados na psicologia. Em seu desenvolvimento prático foi construído um módulo nomeado como *MANPC – Module for Affective Non-Person Control*, o qual tem como objetivo inserir o conceito de um agente afetivo, desenvolvido da área de computação afetiva, no cenário de jogos digitais. A pesquisa desenvolvida, além de ser fundamentada em modelos da psicologia, desenvolveu toda uma estrutura teórica e computacional do módulo MANPC na busca de contribuir com o cenário de jogos digitais de maneira verídica e substancial. Com os resultados obtidos, esta dissertação contribui principalmente na maneira de se interpretar um NPC em um jogo, fazendo com que a relação homem-máquina em jogos digitais caminhe no sentido de simular cada vez mais os aspectos humanos que vão além dos claramente percebidos pela visão, para aspectos já bem fundamentados em áreas mais antigas que a computação, que tratam dos íntimo do ser humano no que tange características como personalidade, humor e emoção.

Palavras-chave: inteligência artificial, computação afetiva, jogos digitais, proveniência.

## **ABSTRACT**

In the last decade many games tend to follow are increasingly connected, or at least to accept multiple simultaneous players. This fact has been happening due to the strong interaction and unequaled experience of people against people who still beats the same comparison against an artificial intelligence agent, causing the player reaches a higher level of fun and immersion. Getting an agent artificial intelligence can promote fun similar to a human affect playing together is an open challenge. Generally this dissertation seeks to contribute in simulation studies of human agents in artificial intelligence, namely NPC (non-player character) in digital games, in order to increase the level of fun offered by this experience. Concretely, this dissertation deals with the application from the theoretical to the practical development of NPC with attributes that make it fitted personality, mood and emotion, one way of simulating how humans are modeled in psychology. In its practical development was built as a named module MANPC - Affective Module for Non-Person Control, in which aims to embed the concept of an affective agent, developed in the area of affective computing, for the scenario of digital games. The research developed in addition to being based on strong models of psychology developed an entire theoretical and computational structure of MANPC, seeking to contribute to the setting of digital games in a substantial way. With the results, this dissertation contributes mainly in the way they interpret an NPC in a game, making the man-machine interface in digital games walk towards increasingly simulate the human aspects that go beyond the clearly perceived to aspects already well grounded in older areas that computation, regarding characteristics such as personality, mood and emotion.

**Keywords:** artificial intelligence, affective computing, digital games, provenance.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Ronaldinho representado nos jogos PES™ e FIFA™ (UOL, 2012) .....	15
Figura 2: Atributos de um agente FIFA 14™ (MAGAZINE, 2013).....	16
Figura 3: Representação gráfica macroscópica do módulo .....	23
Figura 4: Estrutura modelo OCC – Adaptado (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988).....	31
Figura 5: Resumo pós-jogo FIFA 13™ (CRAVEONLINE MEDIA et al.et al., 2013) .....	41
Figura 6: Arquitetura geral do MANPC .....	44
Figura 7: Comunicação entre a arquitetura do jogo e MANPC .....	46
Figura 8: <i>Workflow</i> dos submódulos e atividades internas do MANPC .....	47
Figura 9: <i>Workflow</i> do submódulo de criação .....	48
Figura 10: Análise combinatória dos valores de emoção no agente afetivo .....	55
Figura 11: <i>Workflow</i> do submódulo de percepção .....	59
Figura 12: <i>Workflow</i> do submódulo de organismo.....	61
Figura 13: <i>Workflow</i> do submódulo de resposta .....	65
Figura 14: Curva de resposta vs. Curva de desempenho .....	69
Figura 15: Comunicação do desempenho ou resposta com os componentes da emoção .....	70
Figura 16: Comunicação do desempenho e componentes da emoção no jogo FIFA 13™ .....	72
Figura 17: <i>Workflow</i> do submódulo de Proveniência.....	76
Figura 18: Modelo PROVAA adaptado do modelo PROV .....	78
Figura 19: Unidade de definição do agente .....	81
Figura 20: Unidade de processamento de eventos.....	83
Figura 21: Unidade de resultado.....	85
Figura 22: Ambiente do jogo Memory Game Test.....	89
Figura 23: Fluxograma de funcionamento do agente perfeito.....	90
Figura 24: Fluxograma de funcionamento do agente randômico .....	90
Figura 25: Fluxograma de funcionamento do agente afetivo .....	91
Figura 26: Exemplo de combinação do jogo Memory Game Test.....	92
Figura 27: Descrição do teste de Turing.....	93
Figura 28: Fluxograma de funcionamento do agente repetitivo.....	96
Figura 29: Turnos para vitória em todos os agentes .....	102
Figura 30: Distribuição dos níveis de dificuldade .....	109
Figura 31: Distribuição dos níveis de dificuldade (humano vs agente afetivo).....	110
Figura 32: Comparativo de índices de diversão/frustração entre humano e agentes.....	112

Figura 33: Definição do agente FIFA 13™ .....	114
Figura 34: Definição de proveniência do agente FIFA 13™ .....	121
Figura 35: Validação de desempenho do agente FIFA 13™ .....	127
Figura 36: Classe da arquitetura MANPC .....	162
Figura 37: Organização computacional do simulador .....	168
Figura 38: Organização computacional do Memory Game Test .....	174
Figura 39: Hierarquia da classe dos agentes .....	176
Figura 40: Organização computacional do simulador do jogo FIFA .....	179
Figura 41: NPC com atributos alterados pelo desempenho .....	181
Figura 42: Organização computacional da extensão do simulador do jogo FIFA .....	184

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: As 22 emoções do OCC - Adaptado (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988).....	31
Tabela 2: Os oito estados de humor do modelo PAD - Adaptado (MEHRABIAN, 1991).....	33
Tabela 3: Correção do humor – Adaptado (GEBHARD, 2005).....	33
Tabela 4: Fator de Correção – Humor Exuberante.....	49
Tabela 5: Fator de correção – Humor dependente.....	50
Tabela 6: Fator de correção – Humor relaxado.....	50
Tabela 7: Fator de correção – Humor hostil.....	51
Tabela 8: Fator de correção – Humor dócil.....	51
Tabela 9: Fator de correção – Humor ansioso.....	52
Tabela 10: Fator de correção – Humor arrogante.....	52
Tabela 11: Fator de correção – Humor entediado.....	53
Tabela 12: Análise combinatória dos valores de humor e emoção no agente afetivo.....	54
Tabela 13: Mapeamento das emoções entre os modelos OCC e PAD (GEBHARD, 2005)....	63
Tabela 14: Distribuição do desempenho pelos níveis de humor.....	66
Tabela 15: Distribuição do desempenho pelos níveis de emoção.....	66
Tabela 16: Distribuição do desempenho pela resposta.....	68
Tabela 17: Testes de comportamento do agente perfeito.....	97
Tabela 18: Testes de turnos do agente perfeito.....	97
Tabela 19: Testes de comportamento do agente randômico.....	97
Tabela 20: Testes de turnos do agente randômico.....	98
Tabela 21: Testes de comportamento do agente afetivo.....	99
Tabela 22: Testes de turnos do agente afetivo.....	99
Tabela 23: Fase alpha – Ranking entre jogadores.....	104
Tabela 24: Fase beta – Confronto entre humanos e agentes.....	104
Tabela 25: Tabulação das respostas de Q1.....	105
Tabela 26: Tabulação das respostas de Q2.....	107
Tabela 27: Tabulação das respostas de Q3.....	110
Tabela 28: Primeiro aspecto.....	116
Tabela 29: Segundo aspecto.....	117
Tabela 30: Terceiro aspecto.....	117
Tabela 31: Quarto aspecto.....	118
Tabela 32: Quinto aspecto.....	119

Tabela 33: Brasil vs. Espanha – Primeiro tempo.....	123
Tabela 34: Brasil vs. Espanha – Segundo tempo.....	125
Tabela 35: Brasil vs. Espanha – Cinco principais eventos .....	126
Tabela 36: Facetas no NEO PI-R - Adaptado (COSTA; MCCRAE, 2000).....	153
Tabela 37: Amplitude da personalidade - Adaptado (LIMA <i>et al.</i> , 2003). .....	155
Tabela 38: Cinco domínios da personalidade e facetas - Adaptado (LIMA <i>et al.</i> , 2003). .....	160
Tabela 39: Confrontos fase alpha .....	189
Tabela 40: Confrontos fase beta .....	189
Tabela 41: Tabulação dos dados do teste humano convincente .....	190

## SUMÁRIO

Capítulo 1 – Introdução .....	14
1.1 Problema .....	16
1.2 Motivação .....	17
1.3 Objetivos.....	17
1.4 Contribuições .....	17
1.5 Estrutura.....	18
Capítulo 2 – Representação e Modelagem de Aspectos Psicológicos.....	19
2.1 Agente com comportamento convincente .....	19
2.2 Componente da personalidade .....	24
2.3 Componente da emoção.....	28
2.4 Componente do humor .....	32
2.5 Componente de resposta .....	34
2.6 Componente de proveniência de dados .....	38
Capítulo 3 – Uma abordagem para inclusão de agentes afetivos em jogos de simulação ...	43
3.1 Visão Geral .....	43
3.2 Submódulo de Criação.....	48
3.3 Submódulo de Percepção.....	59
3.4 Submódulo de Organismo .....	61
3.5 Submódulo de Resposta.....	64
3.6 Submódulo de proveniência .....	75
3.7 Simulando o uso do MANPC .....	79
Capítulo 4 – Análise Experimental.....	87
4.1 Prova de conceito: Jogo da memória .....	87
4.1.1 Visão Geral .....	87
4.1.2 Critérios de avaliação .....	92
4.1.3 Resultados.....	96

4.2 Prova de conceito: FIFA 13™ .....	113
4.2.1 Visão Geral .....	113
4.2.2 Critérios de avaliação .....	115
4.2.3 Resultados .....	116
4.2.4 Construção do gráfico de proveniência .....	119
Capítulo 5 – Trabalhos Relacionados .....	130
5.1 Arquiteturas genéricas .....	131
5.2 Arquiteturas fisiológicas .....	132
5.3 Arquiteturas cognitivas .....	133
Capítulo 6 – Conclusões .....	138
6.1 Trabalhos futuros .....	140
Apêndice A – Análise do Questionário NEO-PI-R .....	153
Apêndice B – Arquitetura do módulo MANPC.....	162
Apêndice C – Simulação do módulo MANPC .....	167
Apêndice D – Arquitetura do Memory Game Test.....	174
Apêndice E – Arquitetura de simulação do jogo FIFA™.....	179
Apêndice F – Arquitetura da extensão do simulador do jogo FIFA™ .....	184
Anexo A – Questionário do teste de verificação humano convincente .....	187
Anexo B – Descrição dos testes.....	188
Anexo C – Tabulação dos testes humano convincente.....	190
Anexo D – Publicações.....	192

## CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Em jogos digitais, o desenvolvimento de personagens não jogáveis nomeados como NPC<sup>1</sup> (*i.e. non-player character*) são objetos de extrema importância, exigindo cada vez mais a utilização de técnicas complexas e arquiteturas bem fundamentadas. Em muitos tipos de jogos, onde estes realizam forte interação com humanos, o NPC é uma das principais influências no nível de diversão e prazer tornando-se um diferencial em jogos modernos (BAILLIE-DE BYL, 2004).

Quando trata-se de objetivos mapeados computacionalmente para um NPC, o comportamento tende a se tornar previsível quanto menos fatores nebulosos, ou seja, eventos externos ao comportamento do NPC alterarem as ações tomadas pelo mesmo. No entanto no mundo real, diversos eventos externos acontecem a todo tempo alterando o cenário e o comportamento dos humanos na execução de suas ações. A todo o momento os humanos são afetados por eventos que estão fora de seu controle, atuando internamente em seu inconsciente emocional, por exemplo, quando uma pessoa tem uma reunião importante, mas não consegue se concentrar devido ao falecimento de um familiar, ou quando um jogador de futebol vai bater um pênalti e sente o “peso” das manifestações da torcida adversária. No entanto, nos jogos atuais, quando observamos um NPC executando uma ação na maioria das vezes pouco valor é dado ao estado emocional do mesmo, fazendo com que seja claramente perceptível ao jogador que este é um agente provido de inteligência artificial, e não um ser humano. Fazer um NPC simular os estado emocional de um ser humano tende no sentido de inserir níveis de imprevisibilidade semelhantes aos esperados dos humanos na interação em determinados cenários de eventos, no entanto simular um humano exige base fundamentada em áreas como a psicologia e a neurociência, que buscam entender o ser humano há séculos no que tange a mente e a percepção e interpretação de eventos.

Não é difícil encontrar uma gama de jogos que procuram simular situações do mundo real. Jogos de esporte procuram especialmente recriar estas condições, podendo destacar FIFA 13™, PES 2013™, NBA2K13™, UFC UNDISPUTED 3™, NHL 13™ entre outros. Uma das características de simular o mundo real é a busca constante da representação do NPC o mais próximo possível de um humano na vida real. Essa representação pode ser dividida em dois ramos complementares de pesquisa em jogos, a representação gráfica de um agente real, no

---

<sup>1</sup> Em jogos digitais NPC é definido como um personagem não jogável

formato de um NPC, e a representação dos atributos que controlam o comportamento específico desse mesmo agente novamente no NPC. No quesito representação gráfica, cada vez mais os jogos competem na busca de representar o melhor possível pessoas reais dentro de jogos, como por exemplo, na representação do jogador Ronaldinho dentro dos jogos PES™ e FIFA™, conforme a Figura 1.



**Figura 1: Ronaldinho representado nos jogos PES™ e FIFA™ (UOL, 2012)**

A representação gráfica no formato de um NPC, leva em conta diversos fatores, como cor de pele, altura, aparência física, postura e muitas outras características observadas no agente real que são esperadas pelo jogador. Enquanto a representação gráfica de personagens evoluiu drasticamente em função do avanço das GPU (*i.e. Graphics Processing Unit*) o mesmo não ocorreu em relação aos comportamentos mais realistas dos NPC. Esta modelagem de comportamento basicamente consiste na representação dos atributos por meio de valores numéricos dentro de uma faixa de domínio que mapeia o desempenho das ações de um NPC dentro de um jogo, tal como exemplificado na Figura 2.



**Figura 2: Atributos de um agente FIFA 14™ (MAGAZINE, 2013)**

Neste capítulo iremos discutir a respeito do problema que envolve o tema, das motivações de pesquisa na área, dos objetivos da pesquisa, das contribuições alcançadas e da estrutura do trabalho.

## 1.1 PROBLEMA

Uma vertente de pesquisa recentemente explorada é a busca para manter consistente o estado atual do NPC em comparação ao comportamento de um humano no mundo real. Em jogos de simulação esportiva são comuns as atualizações periódicas (normalmente anuais) e intrusivas, ou seja, tendo de alterar o código do jogo de acordo com as mudanças dos eventos do mundo real, como por exemplo, transferências de jogadores, aposentadorias, troca de técnico, patrocinadores, melhoria de desempenho em algum tipo de técnica, etc.

No entanto, a representação direta da resultante dessas atualizações não são suficientes para representar psicologicamente o impacto de mudanças de cenário na realidade de um NPC durante um jogo. Em síntese, a pesquisa apresentada nessa dissertação busca solucionar o seguinte problema: “Como representar internamente a jogos de simulação o impacto emocional de eventos na tomada de decisão do NPC?”. Na busca de solucionar esse problema, esta pesquisa se aprofunda em como eventos são interpretados na mente humana, o que vincula a pesquisa a jogos de simulação onde é possível capturar e avaliar eventos reais.

## **1.2 MOTIVAÇÃO**

A principal motivação dessa dissertação consiste em buscar melhorias no fator diversão de se jogar contra NPC, uma vez que os NPC usuais tendem a ter um comportamento muito previsível em comparação aos humanos. Para tal propósito serão modelados agentes afetivos, que simulam o comportamento humano por meio de modelos da personalidade, do humor e da emoção desenvolvidos pela psicologia.

## **1.3 OBJETIVOS**

O objetivo geral pode ser sintetizado em: desenvolver NPC que reflitam eventos do mundo real de forma a inserir maior realismo no jogo. Do ponto de vista específico, podemos destacar outros objetivos complementares a construção desta pesquisa:

- Criação de um arcabouço, por meio de uma codificação utilizável por jogos de terceiros, no formato de classe e biblioteca de vínculo dinâmico.
- Testes que busquem avaliar a aplicabilidade e os ganhos da utilização do arcabouço a partir de provas de conceito.

Os objetivos e as soluções apresentadas aqui servem de base para sustentar e defender a pesquisa desenvolvida, assim como gerir contribuições relevantes a área acadêmica e do mercado de jogos digitais.

## **1.4 CONTRIBUIÇÕES**

Como contribuição principal, esta pesquisa busca a construção de um módulo que não seja intrusivo nos jogos existentes, de forma que a partir deste seja possível o NPC reagir emocionalmente a eventos do jogo. O módulo está baseado em uma forte fundamentação de modelos psicológicos e busca ter uma independência de aplicação, para poder ser utilizado em diversas aplicações diferentes. As contribuições podem ser detalhadas em:

- Validação de meios de comunicação entre diferentes modelos da psicologia.
- Desenvolvimento do simulador do módulo servindo como base para o correto entendimento da lógica aplicada na construção e manipulação de agentes afetivos.
- Desenvolvimento de provas de conceito que ao utilizarem da arquitetura auxiliem de base no correto entendimento e uso do módulo.

## **1.5 ESTRUTURA**

Esta dissertação está organizada da seguinte forma: no Capítulo 2 é aprofundada a fundamentação teórica necessária na construção de agentes afetivos, delineando os diferentes modelos da psicologia analisados e utilizados. No Capítulo 3 o módulo MANPC e seus submódulos são detalhados, onde estes são responsáveis pela interpretação dos modelos escolhidos e pela comunicação interna dos mesmos. Com a construção do módulo MANPC, no Capítulo 4 iniciamos a aplicação de provas de conceito com objetivo de avaliar a aplicabilidade e os benefícios do uso do módulo, a primeira prova de conceito desenvolvida apresenta o uso do módulo em um completo jogo da memória, realizando testes diretos sobre a percepção de uma amostra de humanos em confrontos diretos contra NPC fazendo uso do módulo criado. A segunda prova de conceito apresenta uma simulação do uso do módulo no jogo FIFA 13™, tendo como objetivo principal demonstrar sua aplicabilidade em jogos comerciais, sendo também apresentado uma abordagem do uso de proveniência dos dados gerados a partir do módulo, no sentido de apresentar outros benefícios diretos ao jogador, como conseguir analisar confrontos contra NPC que utilizem de afetividade em seu comportamento. No Capítulo 5 são apresentados alguns dos trabalhos relacionados a construção de arquiteturas de agentes providos de emoções que de alguma maneira contribuíram para a construção dessa dissertação. No Capítulo 6 são apresentadas as considerações finais a respeito desta pesquisa, ressaltando os resultados atingidos e os pontos possíveis de pesquisa futura.

## **CAPÍTULO 2 – REPRESENTAÇÃO E MODELAGEM DE ASPECTOS PSICOLÓGICOS**

Este capítulo é organizado em seis tópicos, no primeiro tópico, *agente com comportamento convincente*, é abordado o conceito de agente inteligente e sua relação com agentes afetivos, no segundo, terceiro e quarto tópico (*componente da personalidade*, *componente da emoção* e *componente do humor* respectivamente), são introduzidos os conceitos de personalidade, emoção e humor, assim como o modelo adotado na construção de cada um desses componentes. No quinto tópico, componente de resposta, é introduzido o mapeamento de resposta adotado pelo agente afetivo, e no sexto tópico, *componente de proveniência* é apresentado a importância do uso de proveniência dos dados e seu valor significativo de análise a partir de um gráfico de proveniência.

Quando adicionamos aspectos usualmente associados à personagens, humanos ou animais em agentes NPC, estamos diretamente relacionando a subárea de inteligência artificial definida como agentes com comportamento convincente (*believable agent*), ou em sua abreviação ACC, como defende os estudos de diversos autores (BADLER; BARSKY; ZELTZER, 1991; BATES, 1994; BLUMBERG, 1994; THALMANN; NOSER; HUANG, 1997; THALMANN; VOLINO, 1997; DEBENHAM; SIMOFF, 2012).

### **2.1 AGENTE COM COMPORTAMENTO CONVINCENTE**

Analisando um jogo como um produto comercial é possível mapear certas características que fazem estes obterem maior sucesso do que outros, entre elas a mais evidente é o quanto os jogadores gostam do jogo, ou seja, qual a quantidade e a duração do prazer de um jogador ao jogar certo jogo, definido como diversão de se jogar (MENDES, 2006), ou simplesmente diversão. Dentre muitas características que compõem o jogo, a interação entre humanos e agentes no formato de NPC é uma das mais importantes no fator diversão, já que este formato de agente não é controlável pelo jogador durante o jogo, mas sim exclusivamente pela inteligência artificial. Medir o prazer de se jogar um jogo, conforme destaca Adams e Dormans (2012) é diretamente vinculado ao nível de previsibilidade dos oponentes, ou seja, um jogo não pode ser totalmente previsível e conseqüentemente isso inclui a inteligência artificial do NPC. Conforme ressalta Adams e Dormans (2012), quando um jogo é muito previsível, normalmente ele não é muito divertido, pois do ponto de vista do jogador as escolhas e decisões que ele toma pouco interferem no resultado final, e quando os

jogadores sentem que as decisões que tomam durante o jogo, ou mesmo o crescimento que obteve dentro do jogo não alteram os resultados, estes tendem a rapidamente ficarem frustrados. Imprevisibilidade em jogos é diferente de aleatoriedade, já que não busca produzir resultados aleatórios, mas sim assemelhar a tomada de decisões e ações realizadas por humanos, que devido a grande quantidade de diferenças, são imprevisíveis (VON FOERSTER, 2003). Segundo Adams e Dormans (2012) existem dois caminhos gerais para se produzir jogos com características de imprevisibilidade: quando as escolhas são feitas por mais jogadores e quando o jogo tem um conjunto de regras complexas de funcionamento. Jogos onde a escolhas são feitas pelos jogadores tendem a ser imprevisíveis, isso fica muito perceptível em jogos do tipo MMOG (*Massively multiplayer online game*) onde muitos jogadores interagem entre si de modo online possibilitando infinitas possibilidades de confrontos, desafios e objetivos, sendo muitos destes criados pelos próprios jogadores. Devido aos jogadores produzirem seu próprio movimento no jogo, em comparação ao NPC o nível da previsibilidade do oponente é muito maior no primeiro caso, o que torna este cenário atualmente bastante atrativo a jogadores. No segundo caso, quando o jogo possui um conjunto de regras complexas, este busca ser imprevisível em sua complexidade, fazendo com que o jogador não consiga mapear o comportamento do NPC, pelo menos no longo prazo, como acontece por exemplo, em um jogo de xadrez. Tornar jogos complexos tendendo a se tornarem mais imprevisíveis nas ações dos NPC simulando do segundo para o primeiro caso conforme destaca Abt (1987), Bergeron (2006), Michael e Chen (2005), é uma tarefa extremamente difícil, complexa e muito explorada em trabalhos de jogos digitais, e o sucesso nessa tarefa faz com que jogos caminhem no sentido de produzirem NPC que consigam de certa forma serem imprevisíveis de modo similar ao que os humanos são, e consequentemente produzindo jogos mais divertidos. Essa dissertação trabalha no desenvolvimento do segundo caso, ou seja, desenvolver agentes no formato de NPC que consigam atribuir complexidade a arquitetura do jogo no sentido de diminuir a previsibilidade de suas ações e tornar o agente inteligente.

Quando tratamos de agentes em jogos, é comum encontrarmos a abordagem de agentes inteligentes. Russell *et al.* (2010) definem agentes inteligentes como algo que pode perceber e interpretar o ambiente a partir dos seus sensores, e responder com seus atuadores. Um ser humano também pode ser considerado como um agente, uma vez que este possui ouvidos, olhos e outros órgãos como sensores, e mãos, pernas e voz como atuadores (responsáveis por executar uma ação). Um NPC em um jogo é uma versão artística da

representação de um agente do mundo real, já que este é uma representação virtual de um personagem e da mesma maneira possui sensores e atuadores semelhantes aos encontrados em humanos. O ato de “Perceber” para um agente é o termo usado na captura do estado do ambiente em determinado instante, assim o agente utiliza de seus atuadores na execução, ou escolha de ações.

O ACC é uma derivação de agentes inteligentes. Segundo Bates (1994), ACC proveem a ilusão da vida a seus expectadores. Segundo Mateas e Stern (2002), ACC não são simulações de pessoas, exibindo comportamentos indistinguíveis dos humanos em condições controladas de laboratório. Ao contrário disso, estes são abstrações artísticas de pessoas cujo comportamento, motivações e seu interior foram simplificados (para que sejam possíveis de representação, por exemplo, computacional) e exagerados (para que sejam claros e perceptíveis a seus expectadores) de maneira controlada para atrair a audiência na visão que o artista deseja. Em síntese, ACC são a junção de agentes autônomos e agentes ricos em personalidade, provenientes de áreas como cinema e teatro, no formato de personagens. Baseando-se nas pesquisas do Oz group, referência na área de ACC (LOYALL; BRYAN; BATES, 1991; BATES; LOYALL; REILLY, 1992; LOYALL; REILLY, 1992; LOYALL, 1997), foram enumeradas as seguintes definições como requisitos na construção de agentes ACC:

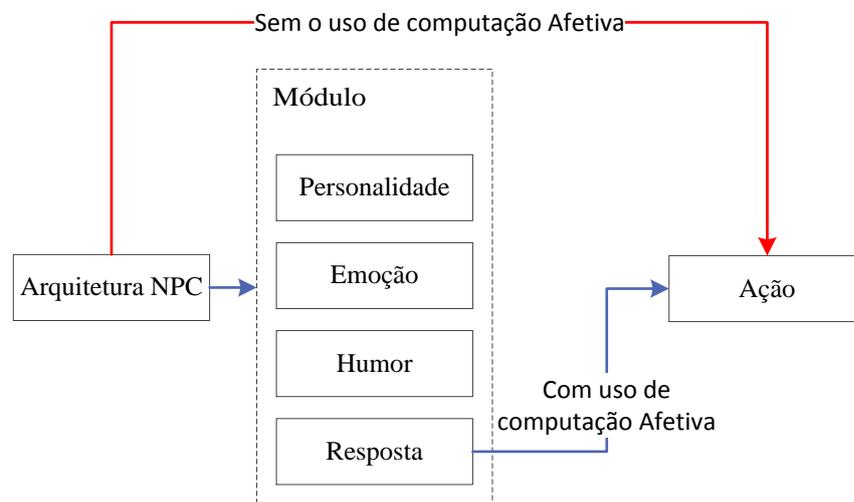
- Personalidade: são características consistentes e duradouras que determinam o caráter original e único de cada personagem. A personalidade influencia os processos cognitivos e a expressão emocional para transmitir ao usuário alguma expectativa de como ele agirá.
- Emoção: o agente precisa ter uma reação emocional à eventos, agentes e objetos além de compreendê-los de alguma forma, seja por meio de expressão facial, gestos ou entonação de voz. A emoção no agente deve ser um processo dinâmico e que esteja de acordo com a sua personalidade.
- Automotivação: a automotivação é um sinônimo para comportamento baseado em objetivos. Ao usuário é importante perceber que além de reativo, um agente consegue agir por conta própria. Na expressão emocional o agente será motivado a realizar tarefas de acordo com sua personalidade.
- Mudança: com o passar do tempo, a expectativa é de que os agentes mudem não somente o aspecto físico, mas também suas atitudes e comportamentos. Mesmo em jogos onde normalmente o tempo de interação é pequeno, mudanças consistentes devem ocorrer para mostrar que a personagem está inserida no ambiente e é afetada por ele.

- Relacionamento social: a maneira com que pessoas se relacionam e interagem apresenta uma visão sobre o seu comportamento. Quando um agente se relaciona com outros agentes e com o usuário, cria-se a ideia de que ele possui emoção, e pode influenciar os outros.
- Ilusão à vida: complementando e sintetizando as definições anteriores, o personagem deve possuir características inerentes aos seres humanos, para transmitir a sensação de ilusão de vida como: multitarefa, metas, objetivos, resposta a estímulos, limites físicos e psicológicos, resposta a estímulos etc.

Sendo assim, na busca de modelar aspectos humanos à um NPC, interpretamos este como um ACC. Inevitavelmente, ao tentar adicionar as diretrizes anteriores na arquitetura padrão de um NPC, buscamos adicionar emoções em sistemas computacionais. O estudo da computação, ou robótica capaz de reconhecer, sintetizar ou expressar emoções deu origem a uma nova área de pesquisa, definida por Picard (1997) como computação afetiva (*Affective Computing*). Esta computação é composta de paradigmas de lógica, racionalidade e previsibilidade, esses paradigmas são, de muitas maneiras a base da inteligência e o foco de muita pesquisa na área da computação com o objetivo de tornar as máquinas “inteligentes”. No entanto por outra vertente, pesquisadores não obtiveram sucesso em construir uma máquina inteligente para solucionar problemas difíceis ou que no caso conseguissem ser inteligente atuando com pessoas. Ser inteligente com pessoas neste caso é conseguir apresentar um comportamento convincente que é esperado entre seres humanos, ou seja, inserir emoções normais em humanos. Picard (1997) destaca como a inserção de emoções não única e exclusivamente contribuem no enriquecimento da qualidade da interação entre NPC e usuário, como diretamente impacta na habilidade pessoal de interpretar de forma inteligente as ações tomadas pelo NPC. A habilidade emocional, especialmente de reconhecer e expressar emoções é essencial para comunicação natural entre humanos. Atualmente em jogos, na construção e definição de um NPC, seus desenvolvedores buscam um comportamento convincente em suas ações, simulando ao máximo o comportamento esperado de um humano.

A inclusão de emoção em NPC na teoria da computação afetiva tende a aumentar dois pontos muito interessantes ao mercado de jogos: qualidade de interação entre usuário e NPC e interpretação de forma inteligente das ações do NPC. Em síntese, tornar convincente o NPC tende à vertente em jogos de interação humano contra máquina em simular a interação humano contra humano, com objetivo de tornar o jogo menos previsível. Tornar convincente

segue no sentido aos estudos de Adams e Dormans (2012) de que o resultado de um jogo não deve ser claro desde o início. A maioria dos jogos complexos misturam três fontes de imprevisibilidade: a primeira é a aleatoriedade, a mesma utilizada em jogos pequenos na busca de conseguir certo dinamismo incontrolado, normalmente não sendo a melhor fonte para jogos grandes e complexos; a segunda é um conjunto de regras complexas, onde a complexidade do problema gera inúmeras possibilidades nas quais minimizam a formação de padrões por parte do jogador; e a terceira, na qual esta pesquisa se aplica, é o conjunto de escolhas dos jogadores. De maneira macroscópica e bastante simplificada, temos a adição de personalidade, emoção, humor e resposta vinculadas ao NPC, conforme ilustra na Figura 3.



**Figura 3: Representação gráfica macroscópica do módulo**

As arquiteturas de NPC, de jogos baseados em simulação, se comunicam diretamente com as ações do NPC, por exemplo, no jogo FIFA 13™ temos a arquitetura dos jogadores montadas para executar ações predeterminadas, como cobrar um pênalti, bater uma falta, tocar a bola, etc. O módulo que será proposto no Capítulo 3 entende toda a complexidade existente na arquitetura do comportamento do NPC do jogo e não age no sentido de modificar o comportamento esperado do agente de forma não coerente ao cenário atual do jogo. Basicamente, onde o módulo se encaixa é na complementação da resposta que normalmente seria dada (linha em vermelho) pelo tratamento dessa ação (linha em azul), levando em consideração, o estado afetivo do agente, proveniente de eventos do jogo, gerindo um tratamento, chamado de resposta à ação do NPC.

## 2.2 COMPONENTE DA PERSONALIDADE

Esta seção tem como objetivo analisar o uso do componente da personalidade juntamente com um modelo de personalidade da psicologia que melhor se adequa ao cenário de jogos de simulação. Nas últimas décadas muitos foram os modelos delineados com objetivo de explicar ou exemplificar as diferenças básicas entre indivíduos. Segundo Gazzaniga et al. (2005) as principais diferenças entre estes modelos é a origem da personalidade, metodologia de coleta de dados, e a forma como os dados são interpretados.

Aplicada ao cenário computacional, a personalidade é compreendida como um sistema no qual um conjunto de padrões inatos do agente em interação com o ambiente social nas dimensões afetivas, cognitivas e comportamentais, para produzir as ações e as experiências de uma vida individual (FLORES-MENDOZA; COLOM, 2006). Segundo Flores-Mendonza e Colom (2006) a grande maioria dos teóricos concorda na definição de personalidade, variando dependendo da abordagem utilizada, o foco a aspectos mais específicos como genética, biologia, maneira de pensar, experiências passadas, ambiente, cultura e ao inconsciente. Para conseguir escolher a abordagem ideal para ser utilizada no módulo, iremos utilizar a classificação de John *et al.* (2010), no qual em seu estudo a fundo a respeito da personalidade, classificaram as diferentes abordagens até então utilizadas em psicanalítica, humanista, cognitiva, biológica e dos traços:

- Abordagem psicanalítica: esta abordagem explica a personalidade examinando como as forças do inconsciente, desejos, motivos e necessidades físicas e biológicas influenciam os pensamentos, sentimentos e comportamentos.
- Abordagem humanista: esta abordagem enfatiza a experiência pessoal, sentimentos e os valores básicos individuais dos sujeitos. Dessa forma, a personalidade de cada indivíduo é formada pela maneira particular de observar e interpretar o mundo.
- Abordagem cognitiva: esta abordagem ressalta como as crenças, experiências passadas, aprendizagens, histórias pessoais, interação com ambiente e a interpretação moldam o comportamento da personalidade.
- Abordagem biológica: a abordagem biológica enfatiza como os fatores neuroquímicos e genéticos explicam a predisposição de indivíduo a determinados comportamentos.
- Abordagem dos traços: esta abordagem adota as palavras utilizadas pelas pessoas para descrever a personalidade uma das outras, ou seja, os traços de personalidade. A

abordagem dos traços busca investigar como as pessoas são únicas, ou seja, quais os traços que melhor as descreve, e o quanto elas se diferem.

Analisando as cinco abordagens descritas por John *et al.* (2010), a abordagem dos traços é a que melhor se enquadra no uso de um jogo de simulação em um NPC com personalidade. Comparando as demais, a abordagem psicanalítica produz um alto nível de dificuldade de análise dos desejos, motivos e necessidades físicas e biológicas do agente real a ser representado no jogo. A abordagem humanista gera infinitas interpretações do indivíduo com o mundo, sendo inviável de aplicação. A abordagem cognitiva por sua vez, realiza interpretação de dados relativos ao histórico do agente, experiências passadas e aprendizagem, sendo um custo complexo e alto despendido em pesquisa do passado do agente sendo pouco provável a obtenção destes dados de forma fidedigna sem uma análise profunda junto ao agente alvo e até pessoas próximas deste, despendendo um alto custo em comparação as demais abordagens. A abordagem biológica, semelhante à psicanalítica necessita de um alto grau de dificuldade de análise, assim como na obtenção individual dos fatores neuroquímicos e genéticos. Sendo assim, a abordagem dos traços é a atualmente que melhor se configura no cenário de descrever uma pessoa do mundo real internamente em um jogo, em exemplo de simulação de futebol, a análise não necessita ser diretamente com os jogadores, considerando a dificuldade de uma análise onde estes se encontram espalhados pelo mundo, mas sim como estes são representados ao público, ou seja, quais os principais traços da personalidade que os caracterizam individualmente.

A abordagem dos traços dentre todas é a mais fácil do entendimento comum, por exemplo, se um indivíduo descreve outro, provavelmente não se aprofundará em questões biológicas, de interpretação do ambiente ou conflitos do ambiente, mas provavelmente descreverá a pessoa utilizando alguma característica. Segundo Garcia *et al.* (2006) os traços são características da personalidade que se tornam estáveis com o tempo e em diferentes situações. Segundo os estudos de John *et al.* (2010) os pesquisadores da abordagem dos traços definem a personalidade com um modelo matemático, sendo assim facilmente implementável computacionalmente por representar uma síntese das características básicas, considerando suas propriedades principais e a relação entre elas. Muitos autores buscaram maneiras de minimizar o número de traços para classificar a personalidade de um indivíduo, dentre estes os mais influentes foram o modelo dos 16 fatores de Cattell (ANDRADE; ALVES, 1993), modelo dos três grandes fatores de Eysenck (EYSENCK, 1990) e modelo dos cinco grandes fatores (DIGMAN, 1990), escolhido para uso aplicado no módulo devido a sua vasta

utilização em muitos dos trabalhos relacionados (KSHIRSAGAR, 2002; GEBHARD, 2005; KASAP *et al.*, 2009), evolução durante os anos, validade de construção computacional e plausível de simulação a partir da coleta de dados pelo questionário NEO PI-R (Apêndice A).

Por meio da abordagem léxica em linguagem natural foi desenvolvido o modelo que descreve e classifica a personalidade humana em cinco grandes fatores, onde cada fator reúne uma variedade de traços psicológicos (FIORAVANTI, 2006). Segundo Lima *et al.* (2003), o modelo dos cinco grandes fatores de fato se destaca dos demais por apresentar flexibilidade riqueza de informações, auxiliando na definição de certos aspectos da vida dos indivíduos, a compreensão da diversidade cultural, bem como da capacidade de adaptação do sujeito às mudanças de vida, para além de possibilitar a avaliação da personalidade, permite compreender o modo global de funcionamento das pessoas. Os cinco fatores são detalhados a seguir:

- **Neuroticismo:** o neuroticismo prende-se com a adaptação versus a instabilidade emocional e identifica indivíduos preocupados, nervosos, hipocondríacos, emocionalmente inseguros, com sentimento de incompetência e tendência para descompensar emocionalmente, com ideias irrealistas, desejos e necessidades excessivas, em um funcionamento que se verifica a não adequação de respostas. (EYSENCK; EYSENCK, 1975; COSTA; MCCRAE, 2000; FJELL *et al.*, 2005). Indivíduos com altos valores apresentam hipersensibilidade emocional, reações muito intensas a todo tipo de estímulo e têm dificuldades para retornar a normalidade depois de experiências fortes. Geralmente são ansiosos, preocupados, depressivos, com mudança de humor e propensos a sofrimento psicológico. Já os indivíduos mais equilibrados, calmos, controlados e que respondem a estímulos emocionais de maneira mais controlada e proporcionada apresenta baixos valores nesse fator.
- **Extroversão:** a extroversão é o domínio que assinala a capacidade do indivíduo se relacionar com os outros, nomeadamente com grupos, sendo sujeitos otimistas alegres e energéticos. O polo oposto da extroversão é a introversão, que inclui sujeitos reservados, menos exuberantes, distantes, silenciosos, que apreciam estar sozinhos, sendo mais orientados para a realização e independentes nos processos de tomada de decisão. Essas distinções são fortemente amparadas por pesquisas (JUNG; BAYNES; HULL, 1991; COSTA; MCCRAE; KAY, 1995; MCCRAE; COSTA JR, 1997; COSTA; MCCRAE, 2000) e formam um dos avanços conceituais mais importantes no modelo dos cinco grandes fatores.

- Abertura à experiência: a abertura à experiência é o domínio que permite a possibilidade de prever a tendência para a procura de mudanças, estando relacionado positivamente com a exploração de identidade e, negativamente, com a intensidade de compromisso com a identidade (JUNG; BAYNES; HULL, 1991; COSTA; MCCRAE, 2000). As pessoas com altos valores nesse fator são liberais, criativas, curiosas e imaginativas e tolerantes. Tendem a ter fantasias, emoções, ideias e valores não convencionais. Já indivíduos com baixos valores são essencialmente conservadores e convencionais em suas crenças e atitudes, não gostam de ideias que provoquem mudanças profundas. (COSTA; MCCRAE, 1992; COSTA; MCCRAE; KAY, 1995).
- Cordialidade: tal como a extroversão, também a cordialidade diz respeito a tendências interpessoais, mediante uma variação entre o amigável e o hostil (COSTA; MCCRAE, 2000). Pessoas com alta cordialidade tendem a serem amáveis, agradáveis, cordiais, prestativas, altruístas, confiantes. Percebem e interpretam adequadamente tanto as próprias emoções quanto as dos outros. No outro extremo, temos as pessoas frias, egocêntricas, não cooperativas, cínicas, rudes e irritáveis. Segundo Costa e McCrae (COSTA; MCCRAE, 1992; COSTA; MCCRAE, 1992; COSTA; MCCRAE; KAY, 1995), a pessoa amável é fundamentalmente altruísta. Em contraste, a pessoa antagonista, ou não cordial, é egocêntrica, cética sobre as intenções dos outros e mais competitiva do que cooperativa.
- Responsabilidade: o domínio de responsabilidade se prende com o grau de organização, persistência e motivação, mediante compromissos orientados a objetivos (COSTA; MCCRAE, 2000). Altos valores em responsabilidade indicam uma pessoa metódica, reflexiva, organizada e persistente, possuem forte sentido de dever, respeitam regras sociais e controlam seus impulsos. Baixos valores sinalizam uma pessoa pouco capaz de controlar seus impulsos, não tem objetivos claros e tende a ser desorganizada, irresponsável, preguiçosa e não respeita as obrigações pessoais ou sociais (DIGMAN; TAKEMOTO-CHOCK, 1981; MCCRAE; COSTA; BUSCH, 1986; COSTA; MCCRAE, 1992; ZUCKERMAN, 1993).

Segundo Roberts *et al.* (2006) os domínios da personalidade definidos no modelo são apresentados como tendo a possibilidade de sofrer alterações, não sendo, portanto, traços imutáveis. Tudo parece indicar que, mesmo após ter sido atingida a fase adulta há evidências de uma mutabilidade ao nível dos traços, em função de acontecimentos da vida e do meio, que não se prendem a aspectos biológicos e intrínsecos. No entanto, Costa Jr. e McCrae (2006), os

traços de personalidade pouco mudam, principalmente a partir dos 30 anos de idade. A partir da descrição da personalidade, assim como o modelo de entrada dos dados (o modelo dos cinco grandes fatores), fica pendente a maneira de entrada dos dados no módulo. Buscando solução que não acarrete a perda do valor psicológico do modelo, optamos como mecanismo de entrada a utilização do questionário NEO-PI-R dos autores Costa e McCrae (2000), sendo amplamente utilizado e recomendado na psicologia.

### **2.3 COMPONENTE DA EMOÇÃO**

Na Inteligência artificial, os estudos e pesquisas com emoções em sistemas não biológicos começam a tomar corpo de tal maneira que se criou a expressão computação afetiva. A expressão, cunhada Picard (1997), congrega as pesquisas que visam o uso das emoções em diferentes aspectos nos sistemas computacionais, desde o controle até a personalização de interfaces da simulação de sistemas com emoções à representação de emoções nas interações homem máquina. O apoio científico e básico é buscado fortemente nas Ciências Cognitivas, na Psicologia, Filosofia, Neurologia e Biologia. Dentre os centros de pesquisa e pesquisadores (mas não se limitando a estes) nos quais de algum modo, com seus trabalhos, contribuem com emoções em inteligência artificial e/ou computação afetiva é possível destacar: MIT Media Laboratory (MEDIA LAB, 2013), GERG - Geneva Emotion Research Group (SCHERER; SANDER; GRANDJEAN, 2013)

Segundo Fehr e Russel (1984), todas as pessoas sabem o que é emoção, até pedirem para defini-la. Há anos a emoção tem sido objeto de estudo em diversas áreas do conhecimento tais como Psicologia, Neurociência, Filosofia e Inteligência Artificial. Entretanto, não existe um consenso sobre a definição de emoção, devido a sua natureza subjetiva, a divergência dos pesquisadores quanto a sua origem e pelo termo ser empregado para descrever uma ampla gama de estados cognitivos e fisiológicos (GAZZANIGA; HEATHERTON; VERONESE, 2005). Emoções podem ser caracterizadas por reações expressivas, como sorrisos, dentes cerrados, ou reações fisiológicas por comportamentos instrumentais, como correr, busca de um local seguro e juntar as mãos. A maioria dos estudiosos concorda que as experiências e reações (expressivas, fisiológicas, comportamentos de vários tipos e tipos especiais de cognição) compreendem o domínio das emoções.

A perspectiva cognitivista enfatiza o papel do pensamento na gênese da emoção e persegue o caminho de como os indivíduos estimam os eventos, sejam externos (no ambiente) ou internos (sensações, projeções, lembranças etc.). Avaliação ou estimativa se refere ao

processo de julgamento de importância individual de um evento, sendo claramente demonstrado que as emoções dependem do modo crucial de como os eventos são avaliados de pessoa para pessoa (CORNELIUS, 1996; DAMÁSIO, 1996; PICARD, 1997). Sendo assim as emoções são internas da pessoa, sendo associadas com diferentes padrões de estimativa e avaliação, mudando o modo como um evento é avaliado, se muda a emoção percebida. A visão cognitivista de se estudar emoções tem se mostrado especialmente importante para simulações em computador para pesquisas em Psicologia (SCHERER, 1993), Sociologia e também a versão computacional interna a área de Inteligência Artificial, conhecida como Computação Afetiva (PICARD, 1997). Pode-se observar assim uma tendência a visão cognitivista para a representação de emoções computacionalmente, mesmo pertencente a trabalhos que tenham como o enfoque a neurologia. A perspectiva cognitiva, apesar de ser uma linha muito mais recente, tem tido um impacto enorme nas atuais teorizações sobre emoções. Muitos são os trabalhos que seguem essa linha, abordando diferentes aspectos sobre como as percepções humanas são influenciadas pelas emoções (EYSENCK; KEANE; FRANÇA, 2007), ou como se dão os processos para as emergências de emoções (ORTONY, 1990). Em síntese, se pode concluir que de certa forma existe uma ideia comum nas diferentes perspectivas, a qual toma versões diferentes devido a cada paradigma. Esse denominador comum é a noção de que a emoção é dinâmica sendo constituída de eventos físicos, fisiológicos e cognitivos. Por definição das características computacionais desta pesquisa, iremos adotar a perspectiva cognitivista na definição das emoções. As definições dos autores (LEDOUX, 1999; DAMÁSIO, 2002; DEL NERO, 2002) integram as diferentes abordagens científicas, no geral tais abordagens envolvem uma triangulação dos universos tradicionais da Filosofia, Psicologia e Biologia, hoje conhecida como neurociência cognitiva. Atualmente, as pesquisas que envolvem a perspectiva cognitiva se enquadram em três áreas: a primeira definida como emoções básicas, a segunda composta pelo grupo de emoções primárias, secundárias, terciárias e a terceira como emoções na teoria da avaliação:

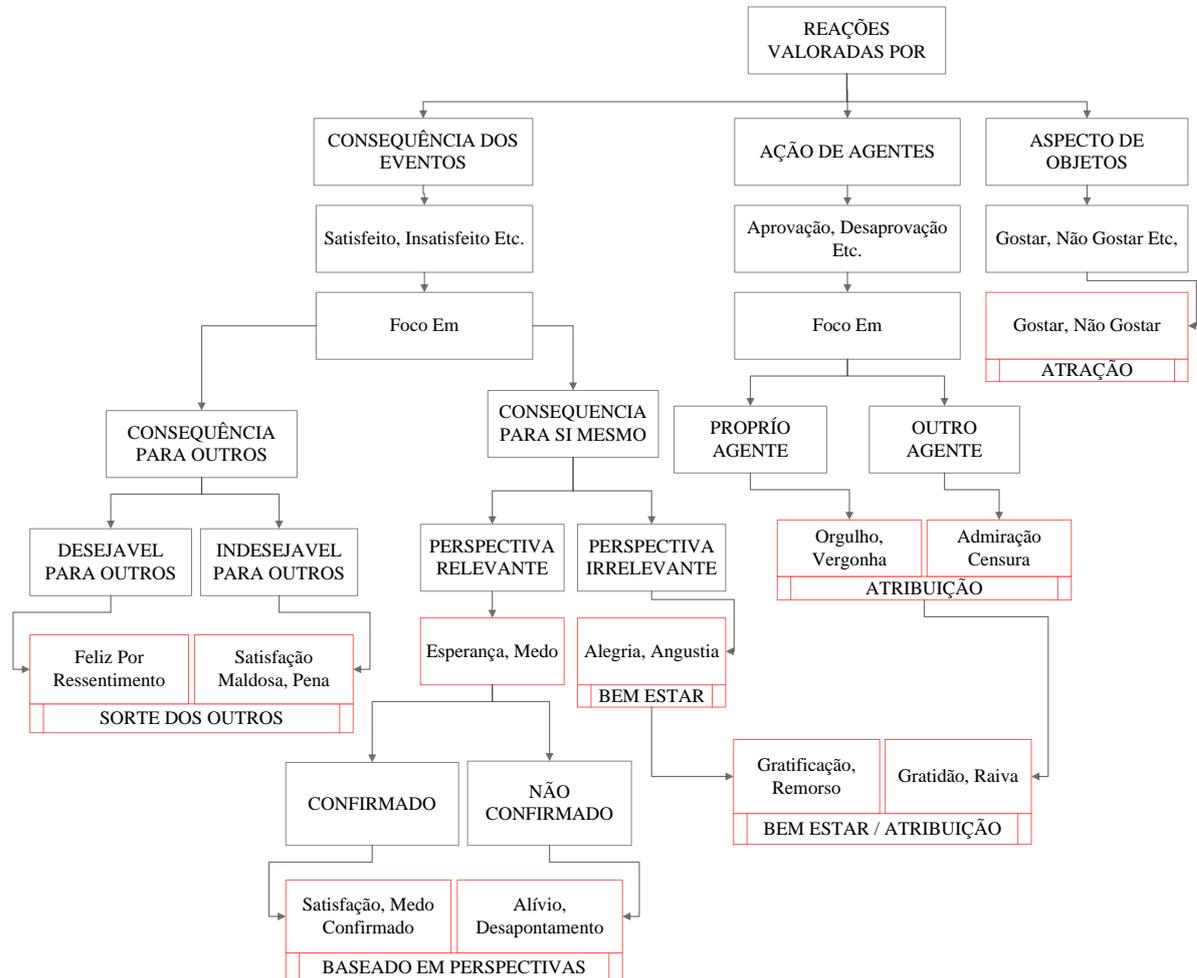
- Emoções básicas: emoções básicas é um conceito inicialmente proposto pelo que se tem notícia por Ekman *et al.* (1978) no qual utilizam um modelo e seis emoções básicas. Esse modelo apresenta duras críticas a respeito do número insuficiente para descrever as demais expressões emocionais e a maior quantidade de emoções negativas em comparação com as positivas. Posteriormente Plutchik (1980) desenvolveu um modelo, que recebe o nome do autor e apresenta oito emoções básicas, apresentando um melhor equilíbrio entre a disponibilidade das emoções positivas e negativas, no entanto não

resolvendo o problema do número insuficiente de emoções para descrever as demais expressões emocionais.

- Emoções primárias, secundárias, terciárias: os estudos realizados por Damásio (1996) e acrescidos por Sloman (2001) dividiram as emoções nas três categorias, primárias secundárias e terciárias. Assim como as emoções básicas, as emoções primárias são inatas, evolutivamente adaptativas, compartilhadas por todas as culturas e associadas a estados fisiológicos específicas. Essas emoções são produzidas por mecanismos reativos que expressam comportamento em função do mapeamento de estímulos externo (GAZZANIGA; HEATHERTON; VERONESE, 2005). As emoções secundárias são compreendidas como o resultado da união do mapeamento de estímulos externos, realizado pelas emoções primárias, com uma análise de circunstâncias onde ocorrem essas emoções. Já as emoções terciárias surgem da interação da emoção com outros processos cognitivos (VINAYAGAMOORTHY *et al.*, 2006).
- Emoções na teoria da avaliação: uma abordagem bem comum de uso em sistemas computacionais são os modelos avaliativos da emoção. Conforme define Strongman (2003), nessa abordagem a emoção é uma reação que resulta da avaliação de eventos, indivíduos e objetos do ambiente. Durante o processo de avaliação, os eventos emocionais são classificados e sua intensidade é determinada em função dos objetivos, crenças, riscos e atitudes da pessoa ou agente. Dois são os principais modelos atuais mais utilizados, o modelo Cognitivo de Roseman (ROSEMAN, 1996) e o modelo cognitivo de Ortony, Clore e Collins (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988) sendo este segundo adotado na construção do módulo devido à arquitetura bem definida e estrutura clara do acionamento por meio de gatilhos.

Segundo os autores Ortony, Clore e Collins (1988) sistemas de inteligência artificial devem ser capazes de raciocinar sobre emoções, especialmente para compreensão de linguagem natural, solução cooperativa de problemas e de planejamento. Ao contrário dos demais modelos, o OCC não utiliza do conjunto de emoções básicas, ou utiliza de um espaço explicitamente dimensionado, mas sim realiza um agrupamento de acordo com as características do evento recebido. Esse modelo descreve 22 tipos de emoções (correspondente aos retângulos em vermelho na Figura 4). Para essas emoções são atribuídos valores variando entre o positivo e o negativo de acordo com as características do evento produzido. Conforme delinea Picard (1997), os eventos são resultantes de três tipos de e

estímulos: eventos que acontecem no ambiente, interação do agente com objetos do ambiente e interação com outros agentes.



**Figura 4: Estrutura modelo OCC – Adaptado (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988)**

Além da estrutura clara e bem definida, este foi o primeiro modelo que apresentou aos pesquisadores um conjunto definido de regras que podem ser desenvolvidas em uma linguagem de programação, conforme Tabela 1.

**Tabela 1: As 22 emoções do OCC - Adaptado (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988)**

Classe	Emoção	Eventos de Ativação
(+)	Admiração	Sobre um ato louvável iniciado por outro indivíduo
(+)	Alegria	Porque algo de bom aconteceu
(+)	Alívio	A não confirmação da perspectiva de um evento não desejado
(-)	Angústia	Porque algo de ruim aconteceu
(-)	Censura	Sobre um ato censurável iniciado por outro indivíduo
(-)	Desapontamento	A não confirmação da perspectiva do acontecimento de um evento desejado
(-)	Desgosto	Porque encontra um indivíduo ou um objeto desagradável
(+)	Esperança	A perspectiva do acontecimento de um evento desejável

(+)	Feliz por	Porque algo de bom aconteceu com uma pessoa querida
(+)	Gosto	Porque encontra um indivíduo ou um objeto agradável
(+)	Gratidão	Sobre um ato louvável iniciado por outro indivíduo em um evento desejável
(+)	Gratificação	Sobre um ato louvável iniciado pelo próprio indivíduo em um evento desejável
(-)	Medo	A perspectiva do acontecimento de um evento não desejável
(-)	Medo Confirmado	A confirmação da perspectiva do acontecimento de um evento não desejado
(+)	Orgulho	Sobre um ato louvável iniciado pelo próprio indivíduo
(-)	Pena	Porque algo de ruim aconteceu com uma pessoa querida
(-)	Raiva	Sobre um ato censurável iniciado por outro indivíduo em um evento desejável
(-)	Remorso	Sobre um ato censurável iniciado pelo próprio indivíduo em um evento desejado
(-)	Ressentimento	Porque algo de bom aconteceu com uma pessoa não querida
(+)	Satisfação	A confirmação da perspectiva do acontecimento de um evento desejado
(+)	Satisfação Maldosa	Porque algo de ruim aconteceu com uma pessoa não querida
(-)	Vergonha	Sobre um ato censurável iniciado pelo próprio indivíduo

Apesar de abordar somente a geração cognitiva da emoção, o modelo tornou-se o padrão para sintetizar emoções em máquinas (KASAP; MAGNENAT-THALMANN, 2007). Claramente o modelo OCC é de fácil codificação em lógica computacional, devido ao número claro de regras definidas além da plausível comunicação entre o modelo OCC e o modelo escolhido na representação do humor do agente, detalhado a seguir.

## 2.4 COMPONENTE DO HUMOR

O ser humano tende a empregar as palavras humor e emoção de maneira igual na linguagem coloquial. No entanto humor e emoção se distinguem em termos de intensidade e em termos de duração (VINAYAGAMOORTHY *et al.*, 2006). Para Gazzaniga *et al.* (2005) o humor é um estado emocional difuso e duradouro, que influencia as atividades cognitivas humanas. Conforme o humor altera diretamente as atividades cognitivas humanas, temos uma relação direta entre o desempenho das atividades cognitivas e o humor do agente. Várias são as formas de representar o humor, a mais tradicional, segundo Picard (1997) é a representação unidimensional, onde no extremo negativo está o “mau humor”, e no extremo positivo o “bom humor”, onde o ponto central é chamado de humor neutro.

O modelo mais difundido de humor na literatura, sendo amplamente utilizado em diversas áreas e trabalhos (MICHON; CHEBAT, 2004; BONNIN, 2006; CARNEIRO *et al.*, 2008; ILLANES; IKEDA, 2009; KRISHNA; LWIN; MORRIN, 2010) é o modelo PAD (*pleasure, arousal e dominance*) desenvolvido por Mehrabian e Russell (1974), sendo utilizado para medir as respostas emocionais aos estímulos ambientais. O PAD é uma

tentativa de definir o humor em termos de dimensões contínuas, tais como prazer, excitação e dominância. De acordo com os autores, os estados emocionais foram posicionados como mediadores significativos entre os estímulos ambientais e o comportamento das pessoas. Essa abordagem sustenta que as percepções individuais e comportamentos em um dado meio resultam dos estados emocionais criados por esse ambiente (MEHRABIAN; RUSSELL, 1974), garantindo assim como comunicar o modelo de humor (PAD) com o modelo de emoção (OCC). O modelo PAD consiste em três dimensões independentes utilizadas para avaliar e descrever os estados de humor: o desprazer/prazer, tranquilidade/excitação e a submissão/dominância. A definição de um ponto nesse espaço tridimensional representa o humor de um agente afetivo. Mehrabian (1991) classifica o modelo de humor em oito estados de humor, conforme apresenta a Tabela 2.

**Tabela 2: Os oito estados de humor do modelo PAD - Adaptado (MEHRABIAN, 1991)**

Dimensão (PAD)			Humor
P	A	D	
+	+	+	Exuberante
+	+	-	Dependente
+	-	+	Relaxado
+	-	-	Dócil
-	-	-	Entediado
-	-	+	Arrogante
-	+	-	Ansioso
-	+	+	Hostil

O modelo PAD e o modelo OCC obtiveram a comunicação estabelecida no trabalho de Gebhard (2005) onde o autor mapeou todas as vinte e duas emoções nas dimensões do modelo PAD de variação entre -1 e 1, conforme sintetizado na Tabela 3.

**Tabela 3: Correção do humor – Adaptado (GEBHARD, 2005)**

Emoção	P	A	D
Admiração	0,5	0,3	-0,2
Alegria	0,4	0,2	0,1
Alívio	0,2	-0,3	0,4
Angústia	-0,4	-0,2	-0,5
Censura	-0,3	-0,1	0,4
Desapontamento	-0,3	0,1	-0,4
Desgosto	-0,6	0,6	0,3
Esperança	0,2	0,2	-0,1
Feliz por	0,4	0,2	0,2
Gosto	0,3	0,1	0,2
Gratidão	0,4	0,2	-0,3

Gratificação	0,6	0,5	0,4
Medo	-0,64	0,6	-0,43
Medo Confirmado	-0,5	-0,3	-0,7
Orgulho	0,4	0,3	0,3
Pena	-0,4	-0,2	-0,5
Raiva	-0,51	0,59	0,25
Remorso	-0,3	0,1	-0,6
Ressentimento	-0,2	-0,3	-0,2
Satisfação	0,3	-0,2	0,4
Satisfação Maldosa	0,3	-0,3	-0,1
Vergonha	-0,3	0,1	-0,6

Conforme o modelo PAD comunica com o modelo de personalidade (cinco grandes fatores) e com o modelo de emoção (OCC), temos o agente afetivo formado. No entanto para mapear como o desempenho da resposta acontece, tornou-se necessário um quarto modelo além dos já apresentados (personalidade, humor e emoção), sendo um dos diferenciais do módulo em relação às arquiteturas analisadas, conforme detalhado no tópico a seguir.

## 2.5 COMPONENTE DE RESPOSTA

Estabelecer um módulo de resposta em síntese busca garantir a comunicação entre o agente afetivo e as respostas (ações) que este desempenha durante o jogo, onde as respostas ocorrem por que estão vinculadas como reações do indivíduo descritas no modelo PAD. Na busca de estabelecer um padrão de comportamento das respostas dos modelos apresentados, estamos adentrando na ciência da lógica. O filósofo grego Aristóteles (384-322 AC) é considerado o pai da lógica atual, na qual segue a linha de premissas na busca de conclusões (SMITH, 2012). Por consequência, a lógica de Aristóteles (também conhecida como lógica ocidental) é binária, ou seja, somente é aceita estados verdadeiros (*true*) ou falsos (*false*). Estados verdadeiros e falsos simultaneamente não são permitidos. O comportamento de um indivíduo torna-se limitado se representado em lógica booleana, sendo todo o tratamento entre os componentes anteriores minimamente relevantes para simplesmente definir o desempenho de um agente entre bom ou ruim, erro ou acerto. Na busca de representar de maneira mais parecida com o pensamento humano, da possibilidade de infinitos resultados do comportamento, este componente faz uso de lógica fuzzy (LUKASIEWICZ, 1968; LUKASIEWICZ; BORKOWSKI, 1970).

Conforme esclarece Sandri e Correa (1999), a lógica fuzzy utiliza como base a teoria clássica de Aristóteles, com objetivo de estender seu uso em mapear a informação vaga e

ambígua, ou seja, a imprecisão característica do ser humano. Em síntese, a lógica fuzzy ao contrário da lógica clássica consegue mapear termos como “muito”, “Pouco”, “pequeno”, “às vezes”, “quase sempre” e muitos outros tornando a linguagem menos lógica e inevitavelmente mais natural à mente humana. Para um agente clássico é complicado entender termos ambíguos, no entanto são de fácil entendimento para a mente humana, já que nós humanos lidamos com esses padrões diariamente em nossas experiências diárias. Para sistemas de computadores é complicado resolver sistemas com elevado grau de complexidade humana, estando mais suscetíveis a falhas (SANDRI; CORREA, 1999; SANDRI, 2000). A lógica fuzzy se difere das demais por não ser totalmente exata e precisa, não existindo uma classificação exclusiva para o certo ou errado, verdadeiro ou falso. Na vida real, as respostas dos humanos tendem a ser bastante imprecisas. A lógica *fuzzy* entende, classifica e soluciona os infinitos graus de imprecisão existente entre a lógica clássica, tratando matematicamente e estatisticamente os aspectos intrínsecos da linguagem. Em síntese, usaremos a definição da lógica fuzzy como uma ferramenta capaz de capturar a informação vaga, geralmente descrita na linguagem natural humana, neste caso específico os resultados obtidos do modelo de humor PAD e do modelo de emoção OCC em um formato numérico, facilmente manipulável nos computadores atuais, para que seja possível uma tomada de decisão do agente.

O modelo em alto nível da lógica fuzzy é dividido em dois processos descritos a seguir, esses processos variam de acordo com o ambiente utilizado, sendo que no formato aqui apresentado é exclusivo para o módulo. Os processos descritos são os mesmos em todo modelo de lógica fuzzy, definidos como Fuzzificação e Defuzzificação:

- Fuzzificação, conforme descreve Sandri (2000), Kosko e Lupoli (1996), Veronesi e Visioli (2001), é a etapa na qual são identificados e normalizados os valores das variáveis, e ativados os procedimentos de inferência, a partir das regras que são a base do problema. O processo de fuzzificação no componente de resposta busca a maneira na qual converter a intensidade percebida de uma emoção em um evento e padroniza-la em um espaço determinado de valores fixos. Conforme são 22 emoções definidas no modelo OCC, nesta etapa é necessária a conversão deste modelo no modelo correlacionado de oito estados do humor (PAD) e de ambos os conjuntos (OCC e PAD) classificar o impacto, ou seja um valor numérico dessa modificação nas ações do NPC.
- Defuzzificação, conforme descreve Sandri (2000), Kosko e Lupoli (1996), Veronesi e Visioli (2001), é a etapa complementar ao processo de fuzzificação. Neste ponto os resultados mapeados são interpretados em linguagem computacional abrindo mecanismos

possíveis de resposta ao usuário final. O processo de defuzzificação no componente de resposta busca a maneira da lógica fuzzy de converter o valor numérico em desempenho do NPC, este desempenho do NPC é o valor final a ser interpretado pelo NPC, portanto o valor numérico afeta diretamente no resultado final apresentando ao jogador pelo NPC.

Os processos internos da lógica fuzzy aqui apresentados são um simples resumo macroscópico do funcionamento interno ao componente, para o correto entendimento do funcionamento do módulo. O resultado de desempenho é apresentado em uma variável interna com duas heurísticas de base, tendo seus valores mapeados entre -1 a 1, e 0 a 1. A representação matemática pouco informa ao desenvolvedor que utiliza o módulo junto a arquitetura de um jogo, sendo assim de maneira a complementar a resposta numérica apresentada, é relacionado o fator de importância da variável desempenho nos componentes da emoção no NPC. Segundo Picard (1997) os componentes da emoção podem ser analisados em termos de dois componentes, cognitivo e fisiológico.

Conforme este módulo busca se acoplar a uma arquitetura qualquer de um NPC em um jogo de simulação, iremos realizar um foco exclusivo aos componentes cognitivos, considerados como internos ao agente. Nos componentes cognitivos as emoções alteram as prioridades do indivíduo, ou seja, servindo para alocar recursos a múltiplos planos e objetivos (OATLEY; JOHNSON-LAIRD, 1987). Normalmente desenvolvedores investigam o processo cognitivo sem considerarem o processo emocional, realizando preposições em uma perspectiva racional, no entanto essas entradas e saídas acabam não se tornando totalmente racionais (GAZZANIGA; HEATHERTON; VERONESE, 2005). Quando um evento acontece, este está diretamente vinculado aos componentes cognitivos do agente e como este ira responde (ou mesmo se irá responder), cada um destes dez componentes cognitivos é descrito e sintetizado de maneira a fornecer a influência do módulo aos atributos do NPC:

- **Memória:** a memória, segundo Sternberg e Osório (2000), é um dos principais componentes cognitivos influenciados pelas emoções, recentes estudos mostram que o armazenamento da informação pelo contexto individual do agente. Bower (1981, 1987) anteriormente apontou pesquisa no mesmo sentido, onde afirma como a intensidade de estados afetivos influencia substancialmente na maneira de recuperação de informação na mente humana, sendo as informações gravadas em certo estado de humor mais facilmente de acordo com determinados aspectos.
- **Percepção:** segundo Jayant *et al.* (1993), percepção é a função cerebral capaz de associar entradas sensoriais com o histórico de experiências passadas. Picard (1997, 2000) afirma

que é baseado na percepção que o agente organiza e interpreta eventos e consegue responder corretamente aos mesmos.

- Tomada de decisão: A Tomada de decisão, segundo Picard (1997, 2000), é o processo cognitivo na qual analisa informação e seleciona planos de ação na busca de certo objetivo. Recentes pesquisas demonstram a importância das emoções no processo de tomada de decisão. Damásio (1996) criou a teoria dos marcadores somáticos para explicar este relacionamento. Os marcadores somáticos são marcas atribuídas a cada uma das ações realizadas pelo indivíduo, contendo a avaliação das reações corporais, emocionais obtidos em resposta a essa ação. Como resultado, é possível analisar o que o valor do estado emocional produzido por cada ação, evitando aqueles que produzem estados afetivos negativos e motivando situações que produzem estados afetivos positivos.
- Aprendizado: segundo Self (1988) e Picard (1997, 2000), a aprendizagem é um resultado da geração de conhecimento, sendo o resultado do processo pelo qual as competências, habilidades, comportamentos e valores são adquiridos ou modificados, a partir do resultado do estudo, experiência, formação, raciocínio e observação.
- Objetivo: segundo Picard (1997, 2000), objetivo é o termo usado para se relacionar um estado final que se deseja alcançar. Objetivos se relacionam com as emoções no momento em que o estado final desejado detém uma emoção envolvida.
- Motivação: para Picard (1997, 2000) a motivação refere-se à condição emocional, em que influencia o indivíduo para atingir um determinado estado objetivo. A unidade que leva a essa busca e a relação entre o estado emocional atual e estado emocional desejado. A relação entre a aprendizagem e a motivação é dinâmica, ocorrendo muitas vezes o desejo e conseqüentemente a motivação do interessar por um assunto, após o indivíduo começar a se envolver, e conseqüentemente começar a aprender.
- Atenção: segundo Picard (1997, 2000) a atenção é a simples percepção de um evento pelo indivíduo, ou seja, é a absorção emocional de um determinado evento e sua intensidade associada.
- Prioridade: segundo Picard (1997, 2000), correlacionada à atenção, a prioridade é o resultado do processo de cuidado a determinados eventos, onde o nível de interesse a um estímulo particular seleciona e prioriza a atenção para um evento particular. No entanto, como o processo de assistência não é binário, o nível de prioridade em eventos diferentes pode acontecer de forma positiva, mas em intensidades diferentes.

- Planejamento: o processo de planejamento e que possibilita perceber a realidade, avaliar os caminhos e construir uma referência futura, ou objetivo Picard (1997, 2000). As ações envolvem sempre planejamento, seja este um pouco mais complexo, ou mesmo respostas diretas e simples. A emoção se refere ao planejamento, quando o estado emocional do indivíduo interfere positiva ou negativamente no processo de planejamento.
- Criatividade: criatividade é o processo de inovar em resposta a eventos do meio ambiente Picard (1997, 2000). A emoção está relacionada com a criatividade quando favorece ou desfavorece o estímulo a resposta do indivíduo, de forma que este interpreta eventos.

A partir deste ponto temos um módulo teórico com todos os modelos definidos para cada componente: personalidade (cinco grandes fatores), emoção (OCC) e humor (PAD). A comunicação dos componentes é plausível e produz uma resposta numérica humanizada e mapeada (lógica *fuzzy*) computacionalmente. Este mapeamento gera valores de desempenho que interferem diretamente nos valores dos componentes cognitivos (memória, percepção, tomada de decisão, aprendizado, objetivo, motivação, atenção, prioridade, planejamento e criatividade) do agente, no qual alteram as ações (baseado nos atributos) executadas pelo NPC. Muitos outros modelos aqui poderiam ter sido adotados em lugar dos modelos escolhidos, por exemplo, o modelo dos 16 fatores de Cattell (ANDRADE; ALVES, 1993), o modelo dos três superfatores de Eysenck (FLORES-MENDOZA; COLOM, 2006), modelo unidimensional de humor (positivo e negativo), modelo de Plutchik (PLUTCHIK, 2003), modelo cognitivo de Roseman (ROSEMAN, 1996), entre muitos outros aqui não citados. No entanto a escolha dos modelos apresentados levou em consideração a relevância do modelo na área de psicologia e/ou neurociência, se o modelo é possível de desenvolvimento em lógica computacional e se existem meios de comunicação de dados entre modelos.

Com a estrutura de dados gerados a partir deste grupo de componentes, optou-se pela construção de um modelo de proveniência para além de organizar dados, gerir mecanismos de avaliação destes, como é detalhado no tópico a seguir.

## **2.6 COMPONENTE DE PROVENIÊNCIA DE DADOS**

Com os componentes da personalidade, da emoção, do humor e de resposta escolhidos, e normal e esperado um aumento da quantidade de dados gerados a partir desse novo modelo de NPC. Para o tratamento dos dados resultantes da comunicação dos demais componentes fez-se necessário o estudo do uso da proveniência de modo a coletar esses dados de maneira a torna-los propícios de análise. O resultado de uma partida de um jogo acontece a

partir de uma série de eventos e ações individuais do decorrer da partida. Realizar uma análise desses eventos a partir de inferências pode ser fundamental para entender um resultado alcançado e principalmente repetir algum resultado, evitar resultados negativos ou mesmo desenvolver estratégias que maximizem os benefícios. Jogos de simulação não dispõem de uma relação clara dos eventos durante o jogo que ocasionaram determinado resultado, fazendo com que o jogador tenha que jogar repetidas vezes, tomando diferentes decisões para adivinhar intuitivamente quais as ações que deve tomar para maximizar suas possibilidades de vitória. Vários dados são gerados ao final de uma partida, em um jogo de simulação de basquete por exemplo, o número de passes errados, o número de faltas cometidas, a quantidade de pontos convertidos e muito outros dados. Esses dados atualmente apresentados aos jogadores não possuem um valor significativo pois não estão diretamente vinculados aos principais eventos do jogo. Os dados gerados a partir do componente de resposta, ou seja o desempenho do jogador dado um determinado evento é claro e afeta diretamente as ações do jogador, sendo excelente para interpretação a partir do conceito de proveniência.

O termo proveniência pode ser definido de diferentes maneiras. O dicionário Aurélio (FERREIRA, 2008) define proveniência como “*Origem, fonte: Vem do verbo provir, que significa de onde se origina*”. Das diversas definições de proveniência, a que melhor se aplica nesta dissertação é a de “origem”. Registrar a origem e o histórico de informação de algo é crucial em diversos contextos, sejam eles científicos ou não, para conseguir que os procedimentos realizados e os dados consumidos e produzidos sejam validados e reproduzidos por terceiros. Buneman *et al.* (2001) foram os primeiros autores a definir a questão da proveniência de dados, definindo o termo como uma descrição de uma determinada origem de processos pelo qual se contribuiu determinado banco de dados. Freire *et al.* (2008) estabeleceram que os dados de proveniência pudessem ser caracterizados de duas maneiras: prospectiva e Retrospectiva. A proveniência prospectiva está interessada em capturar e armazenar dados sobre a estrutura do processo que conduz na geração de um produto de dados em particular. Já a proveniência retrospectiva se concentra em capturar dados e seus descritores produzidos a partir da execução de um determinado processo, no contexto dessa dissertação na seção (ou partida) de um jogo específico. Dados de proveniência retrospectiva incluem horários de início e final de execução, arquivos produzidos, parâmetros modificados, erros ocorridos etc. Para armazenar a proveniência retrospectiva devem ser usados preferencialmente os modelos de dados baseado no padrão

PROV (MISSIER; BELHAJJAME; CHENEY, 2013), que define uma representação genérica de proveniência independente do domínio.

O PROV representa a proveniência por meio do modelo ER (CHEN, 1976), tendo sua representação já estabelecida, o que facilita a interoperabilidade em diversos ramos de pesquisa, inclusive na inclusão de jogos digitais. O PROV também expressa às relações de casualidade entre as atividades, agentes, planos e entidades de um determinado domínio. Uma das principais vantagens da utilização das recomendações do modelo PROV é garantir a interoperabilidade da proveniência descritiva derivada de ambientes heterogêneos, independente da tecnologia utilizada e no caso desta pesquisa independente da linguagem e/ou plataforma de desenvolvimento do jogo. Proveniência é um cenário relativamente novo na área de jogos, e por outro lado bem fundamentado na área de banco de dados. Em um sistema de gerencia de banco de dados (SGBD) o histórico das mudanças dos dados é gravado, tratado e gerenciado (CHENEY; CHITICARIU; TAN, 2009), de maneira similar, em experimentos científicos, o histórico da execução de programas e serviços é capturado e gerenciado sendo crucial na garantia da reprodução e validação dos resultados (MARINHO *et al.*, 2010). Esses dados histórico de eventos são denominados proveniência na área de computação (FREIRE *et al.*, 2008). Atualmente muitos artigos foram publicados a respeito de proveniência em banco de dados (BUNEMAN; TAN, 2007; CHENEY; CHITICARIU; TAN, 2009), assim como muita pesquisa na estruturação de *workflows* que o definam (FREIRE *et al.*, 2008).

Atualmente em um jogo de simulação não é visível claramente ao jogador os motivos que produzem o resultado de derrota ou vitória ao final de uma partida, ou seja, além dos dados apresentados, a maneira com que estes são apresentados ao jogador fornece simples valores numéricos de variáveis do jogo, estabelecendo vagas inferências que dizem pouco a respeito do decorrer da partida, como no exemplo apresentado na Figura 5.



**Figura 5: Resumo pós-jogo FIFA 13™ (CRAVEONLINE MEDIA et al.et al., 2013)**

Os resultados apresentados atualmente não podem ser caracterizados como proveniência pois não se referem diretamente ao ciclo de vida de um objeto, no caso o NPC. As inferências feitas desses dados acabam sendo vagas e inconclusivas, por exemplo, maior posse de bola é um valor significativo aparentemente acarretar a vitória do time, no entanto mesmo com posse de bola alto se a precisão dos passes ou o número de chutes a gol for baixo a vitória pode não acontecer. Em síntese os dados pós-jogo atualmente fornecem uma informação vaga e imprecisa, mesmo que todos os dados sejam analisados em conjunto. Uma representação mais significativa de uma partida pode ser dada por um gráfico de proveniência, sendo esta a proposta de apresentação dos dados afetivos presente nessa dissertação. Os dados afetivos gerados a partir dos componentes do módulo reproduzem o estado emocional do NPC durante um espaço determinado de tempo, influenciando diretamente nos resultados internos a uma partida que produzem o resultado final de vitória ou derrota. A partir destes dados é possível compreender o ciclo de vida correto do NPC ate um resultado, e em consequência analisar pontualmente quais eventos foram responsáveis em maximizar ou minimizar tal resultado.

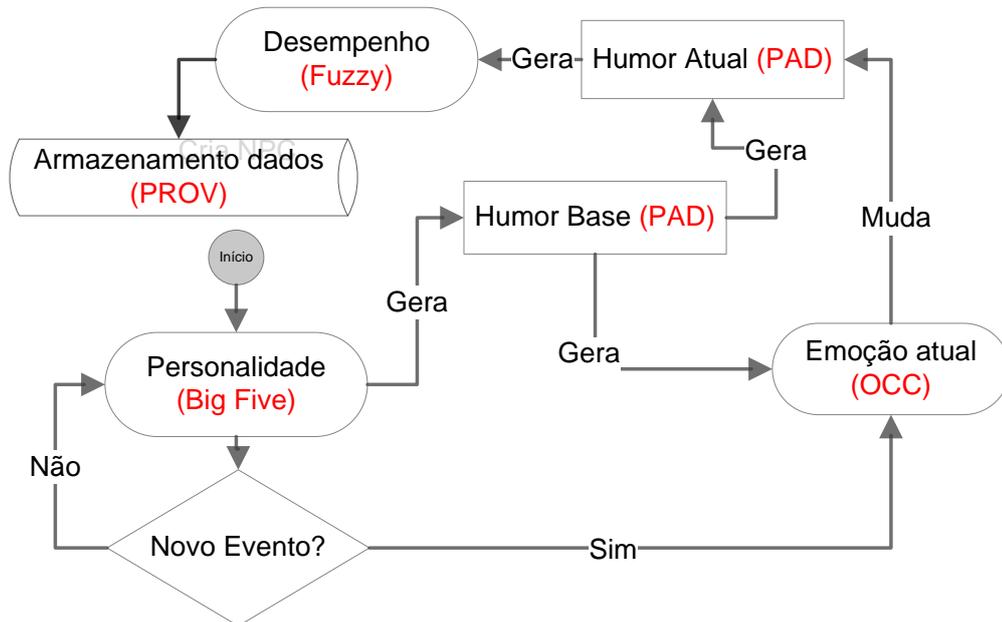
Neste capítulo, a partir da definição do agente com comportamento convincente, foi apresentado toda à base teórica necessária para a fundamentação do módulo, presente nos componentes da personalidade, emoção e humor. O componente de resposta foi adicionado para interpretar os dados gerados pela combinação dos três componentes anteriores e fornecer uma maneira de simplificada de quantificar os resultado. Com o resultado de novos dados vinculados diretamente as ações e eventos foi desenvolvido o módulo de proveniência dos dados de maneira a organizar os mesmos no intuito de permitir a construção de um gráfico de proveniência para que seja possível a análise temporal dos eventos e ações no tempo. No capítulo seguinte é detalhada a construção do módulo de maneira a torna-lo viável a utilização.

## **CAPÍTULO 3 – UMA ABORDAGEM PARA INCLUSÃO DE AGENTES AFETIVOS EM JOGOS DE SIMULAÇÃO**

Este capítulo tem como objetivo apresentar a construção dos submódulos que compõem o módulo criado. Como parte essencial deste trabalho foi desenvolvido um módulo chamado MANPC (*Module for Affective Non-Player Character*) baseado no uso de agentes afetivos aplicado ao cenário de jogos digitais de simulação. Este capítulo descreve a arquitetura desse módulo e suas principais características. Na subseção 3.1 são abordadas, de forma geral, as características que compõem o módulo; na subseção 3.2 é abordado o submódulo de criação, sendo o responsável pela preparação dos componentes iniciais necessários. Na subseção 3.3 é abordado o submódulo de percepção, que tem como objetivo perceber e tratar como o evento afeta (ou não) diretamente e indiretamente o NPC; na subseção 3.4 é abordado o submódulo de organismo, que trata da simulação dos cálculos psicológicos da emoção e do humor após a conclusão de que o evento foi percebido. Na subseção 3.5 é abordado o submódulo de resposta, que trata as modificações do desempenho e da resposta do NPC e, finalmente na subseção 3.6 é descrito como realmente o módulo MANPC está codificado com objetivo de auxiliar na sua utilização em projetos e pesquisas de jogos de simulação.

### **3.1 VISÃO GERAL**

O MANPC segue ciclos de iteração, conforme ilustra a Figura 6. Neste capítulo iremos detalhar cada um dos componentes desse ciclo desenvolvido.



**Figura 6: Arquitetura geral do MANPC**

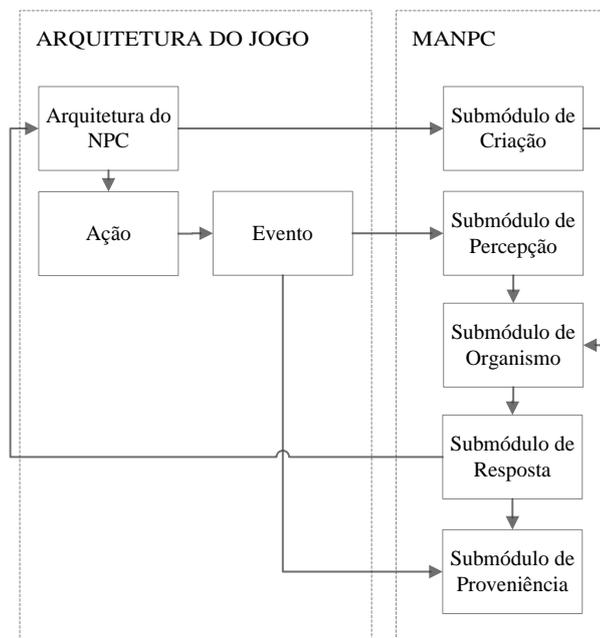
O MANPC é um módulo para introduzir afetividade em NPCs, sua estrutura interna, ou seja, seus submódulos, componentes e os processos de comunicação descritos são fortemente baseados no trabalho de Marsella *et al.* (2010) onde é feita uma análise dos modelos de processos computacionais de emoção. O desenvolvimento de NPC afetivos atualmente são realizados a partir de arquiteturas especializadas para um problema, os trabalhos relacionados (Capítulo 5) constroem a arquitetura do NPC para que este se adapte ao comportamento desejado de um único programa. O MANPC por outro lado é considerado como uma abordagem não intrusiva, já que faz uso das informações do jogo (ou seja dados) e devolve novas informações (ou seja, os mesmos dados modificados). Quando o MANPC é aplicado em um NPC, o primeiro passo é a definição de sua personalidade, já que a personalidade do indivíduo é um fator chave na diferenciação em relação aos demais, além de servir como entradas de valores para os demais componentes. Com a personalidade definida é gerado o humor base do NPC, que por sua vez gera a emoção atual ativa no NPC. Nesse ponto temos o NPC configurado do ponto de vista afetivo, ou seja, com personalidade humor e emoção. Assim, quando um evento acontece e este evento possui características de emoção, a emoção vinculada a esse evento pela interpretação do NPC modifica a emoção atual do NPC e consequentemente modifica o humor atual do mesmo. O humor atual, subdividido pelas emoções possíveis definidas no modelo OCC, influencia nas ações do NPC. Com as ações são produzidos eventos, os atributos desses eventos como a descrição, a ação executora, o resultado e tempo de execução são armazenados Na base de dados do modelo de

proveniência. Ao contrário de arquiteturas com abordagens de mapeamento direto das emoções, como o FATiMA (DIAS; MASCARENHAS; PAIVA, 2011) ou extensões como a utilizada em ORIENT (KRIEGEL *et al.*, 2008), FearNot! (AYLETT *et al.*, 2005) ou em processos de modelo de empatia (RODRIGUES *et al.*, 2009), não alteramos ou mesmo mapeamos ações diferentes de acordo com a emoção, o que o módulo MANPC faz é modificar o desempenho da ação mapeada de acordo com o desempenho vinculado ao NPC, já que este é o responsável por executar a ação.

Como estamos tratando de jogos, é esperado que as ações do NPC conduzam no mesmo sentido da sequência do jogo, sendo que modificá-las sem critério poderia gerar minimização do aspecto de diversão do ponto de vista do jogador em confronto com o NPC. Assim, modificamos o desempenho da ação dada pelo NPC, no sentido que a emoção altera não o raciocínio lógico, mas sim a qualidade desprendida nessa ação. Para exemplificar o funcionamento do módulo MANPC utilizaremos o seguinte cenário de um jogo de simulação de futebol onde vamos avaliar o estado afetivo de três agentes A, B e C. Suponha que o agente A tenha cometido um pênalti em B, B cobra o pênalti e C defende o pênalti. Essa simulação em um jogo atualmente (FIFA 13™, PES 2013™ entre outros) acontece de forma exatamente igual ao descrito, no entanto no mundo real sabemos que muitas emoções estão envolvidas e influenciam no desempenho da ação. Avaliando a mesma ação do ponto de vista do NPC afetivo B poderíamos ter: o NPC A comete falta em B; por ter recebido a falta, B inicialmente é influenciado pela emoção *raiva*, mas muda para a emoção *satisfação maldosa* ao perceber que A é punido. Novamente, o NPC B muda para a emoção *esperança* na perspectiva de efetivar o pênalti, mas ao ser influenciado pelas vaias da torcida adversária, sua emoção é alterada para *medo* e erra o pênalti. Após errar o pênalti, o NPC B permanece influenciado pela emoção *vergonha* do erro cometido. Outras emoções podem ser atribuídas em seguida, mas não iremos entrar em detalhes neste exemplo. Observe-se que até este ponto temos o comportamento similar ao de um agente afetivo, no entanto normalmente as arquiteturas dos trabalhos relacionados consideram que as ações tomadas pelo agente são decorrentes das emoções, ou seja, o agente B ao bater o pênalti por estar influenciado pela emoção medo “escolhe” perder o pênalti (já que a ação perder o pênalti está mapeada com o estado afetivo atual), no entanto, escolher perder o pênalti tecnicamente não condiz com a realidade.

Neste ponto temos uma diferença essencial para que o módulo se adeque ao cenário de um jogo de simulação: no momento em que o jogador realiza uma ação, as emoções positivas

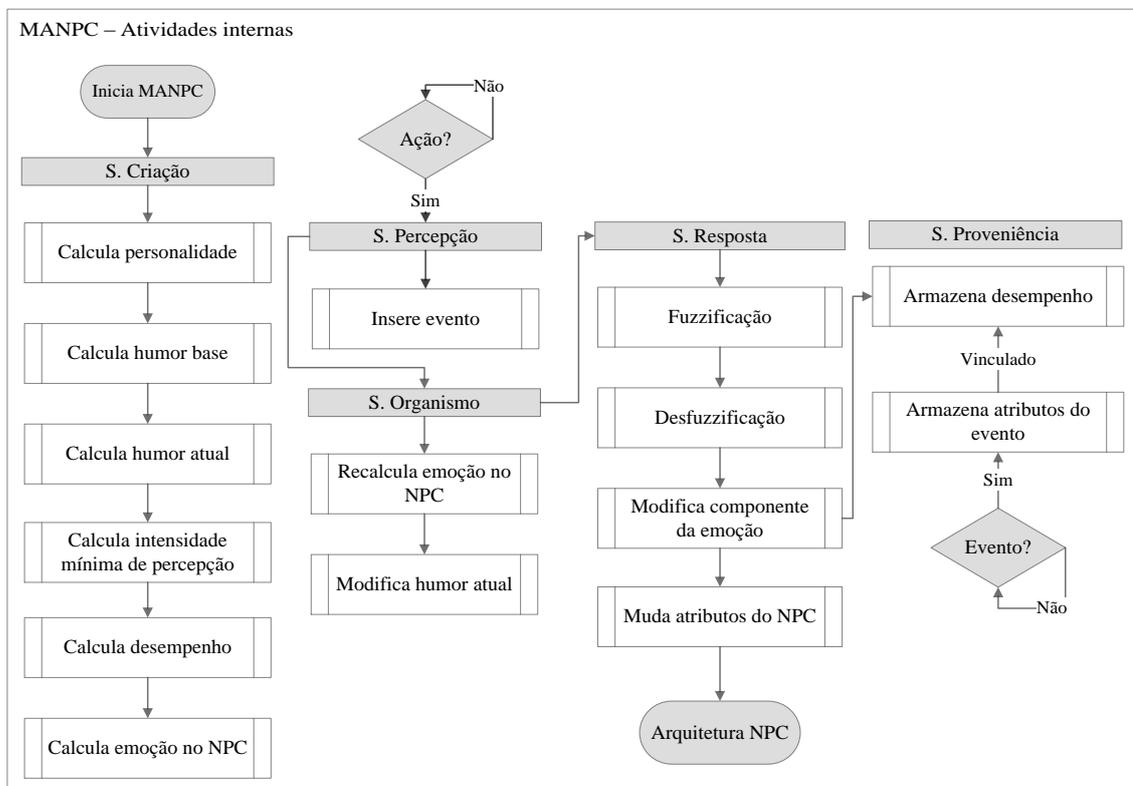
não devem estar diretamente atreladas aos resultados positivos e as emoções negativas não devem estar diretamente atreladas aos resultados negativos (mapeamento direto das emoções resultantes com a memória de ações do NPC). O que o módulo MANPC faz é que as emoções positivas maximizem a possibilidade de resultados positivos e as emoções negativas maximizem os resultados negativos. Assim a ação de um NPC afetivo seria cobrar o pênalti, mas como ao executar essa ação o agente está fortemente atrelado à emoção *medo*, seu desempenho é alterado para pior em seu atributo *cobrança de pênalti*, o que o faz tender a errar o pênalti, mas isso não necessariamente que dizer que ele errará. Para que seja possível o funcionamento do MANPC comunicando com algum jogo de simulação, este é subdividido em submódulos comunicando com as partes do jogo que o utiliza, conforme ilustra a Figura 7.



**Figura 7: Comunicação entre a arquitetura do jogo e MANPC**

Basicamente, na construção de jogos complexos temos a arquitetura do jogo e a arquitetura do NPC, a arquitetura do NPC é responsável por executar ações dentro do jogo, podendo essas ações serem mapeadas como eventos (eventos entre agentes) ou eventos não controlados por nenhum NPC (eventos do ambiente). Utilizando MANPC, a arquitetura do NPC comunica-se diretamente com o MANPC, essa comunicação acontece diretamente com o *submódulo de criação* sendo este responsável por iniciar os atributos necessários para que o agente detenha de características de um agente afetivo, como a personalidade, o humor e a emoção do agente. Quando um evento acontece no jogo, seja do ambiente ou do NPC, este é avaliado pelo *submódulo de percepção*, sendo responsável por perceber os eventos possíveis

dentro do jogo. O *submódulo de organismo* é o responsável pelos cálculos de conversão entre os modelos da psicologia, sendo estes cálculos atualizados após a percepção ou quando o agente é criado. Finalmente no *submódulo de resposta* é onde acontece a devolução do resultado nomeado como *desempenho* e o armazenamento deste valor na base de dados do *submódulo de proveniência*, o desempenho é interpretado pela arquitetura do NPC na execução das ações na arquitetura do jogo, o resultado dessas ações geram eventos pré-programados para o NPC. Os atributos desses eventos são armazenados vinculados ao *desempenho* no *submódulo de proveniência*. Cada um desses submódulos citados possui diversas atividades internas, conforme ilustra macroscopicamente a Figura 8.

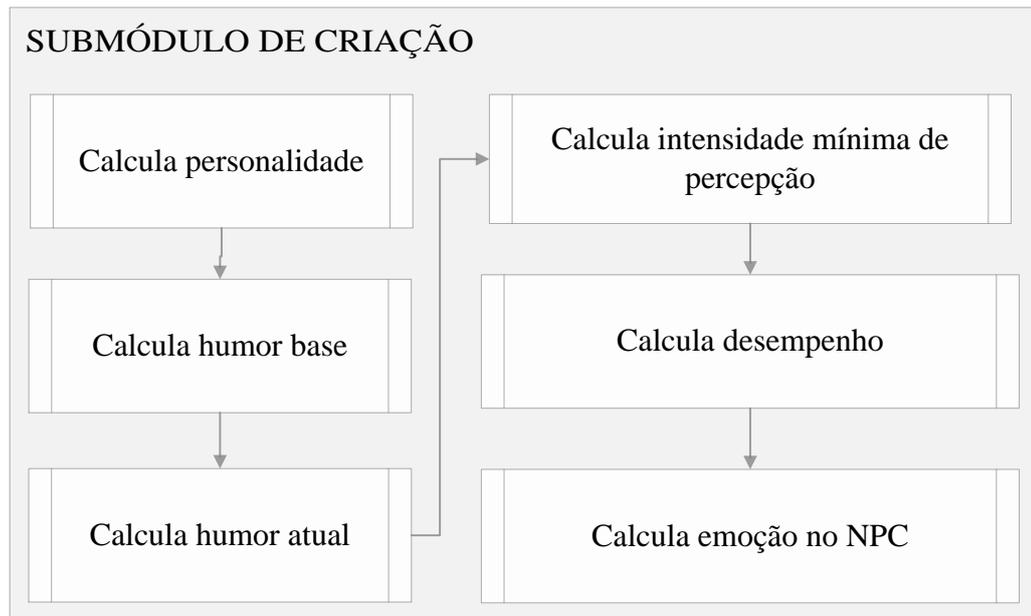


**Figura 8: Workflow dos submódulos e atividades internas do MANPC**

A seguir é detalhado o funcionamento de cada um dos quatro submódulos que compõem o tratamento interno do NPC afetivo e do quinto submódulo responsável pela configuração de armazenamento dos dados de maneira a permitir o gráfico de proveniência nomeada como *submódulo de proveniência*.

### 3.2 SUBMÓDULO DE CRIAÇÃO

O *submódulo de criação* é responsável pela inicialização dos componentes básicos que compõem o estado afetivo do NPC. O *workflow* da Figura 9 ilustra seu funcionamento das atividades internas.



**Figura 9: Workflow do submódulo de criação**

Cada um das atividades internas ao *submódulo de criação* iniciam os atributos do NPC antes que um evento aconteça, onde sem essa configuração inicial não seria possível ao NPC interpretar um evento do ponto de vista afetivo. A seguir explicamos com mais detalhes cada uma das atividades internas.

**Calcula personalidade:** o primeiro passo no *submódulo de criação* é a definição da personalidade, a qual segue o modelo dos cinco grandes fatores. Em sua construção adotou-se o uso de uma tupla com cinco posições, onde cada uma das posições representa um dos cinco grandes fatores, a saber, *neuroticismo*, *extroversão*, *abertura a experiências*, *cordialidade* e *responsabilidade*.

$$P = [N, E, A, C, R] \text{ onde } N, E, A, C, R \in \{-1, \dots, 1\}$$

**Calcula humor base:** o humor base representa o humor sem nenhuma interferência externa. Com o passar do tempo, caso deixem de acontecer eventos que mudem o humor do agente, o humor corrente tenderá para o humor base. O modelo utilizado para representar o humor base é o modelo PAD, representado por uma tupla de três posições onde cada uma das

posições representa *prazer*, *excitação* e *domínio*. Um ponto neste espaço tridimensional representa o humor base do NPC.

$$H_b = [P, A, D] \text{ onde } P, A, D \in \{-1, \dots, 1\}$$

Se mapeado estes atributos em um sistema cartesiano considerando exclusivamente os sinais teremos oito estados de humor diferentes: o cálculo do humor base é feito pelo relacionamento entre o modelo dos cinco grandes da personalidade e o modelo PAD de humor, definido pela fórmula de Mehrabian (1995), onde a tupla de personalidade é transformado em um ponto no espaço tridimensional do modelo PAD pela seguinte equação:

$$H_b[P] = 0,21 * P[E] + 0,59 * P[C] + 0,19 * P[N]$$

$$H_b[A] = 0,15 * P[A] + 0,30 * P[C] - 0,57 * P[N]$$

$$H_b[D] = 0,25 * P[A] + 0,17 * P[R] + 0,60 * P[E] - 0,32 * P[C]$$

Por exemplo,  $H_b[P]$ , posição *prazer* na tupla do humor base, é calculado pela relação das posições  $P[E]$ ,  $P[C]$  e  $P[N]$  que representam os valores da *extroversão*, *cordialidade* e *neuroticismo* da tupla da personalidade. No entanto, uma vez que temos infinitas possibilidades de valor para personalidade, teremos infinitas possibilidades de valores para o humor base. Assim, para adequar os valores do humor base para valores fixados na literatura utilizamos como base a aproximação dos valores tabelados de emoção definidos por Mehrabian (1991) na Tabela 2. Estes valores inicialmente são divididos entre positivos e negativos. Desta forma, dos infinitos valores possíveis caímos em oito grupos de valores. Definindo pesos aos três elementos do modelo PAD, onde  $P > A > D$  e  $P > A + D$ , podemos ordenar os oito grupos de elementos. Combinando os valores e a ordem dos elementos na organização elaborada por Gebhard (2005) na Tabela 3, teremos a seguinte distribuição dos elementos:

1. **Exuberante:** seja “P” *positivo*, “A” *positivo* e “D” *positivo*, teremos internamente ao grupo cinco estados de emoção: *gratificação*, *feliz-por*, *orgulho*, *alegria* e *amor*. Cada um destes valores corrige o valor recebido, seguindo a Tabela 4.

**Tabela 4: Fator de Correção – Humor Exuberante**

Exuberante
------------

Humor Base	+	+	+	Resultado
Gratificação	$\geq 0,6$	$\geq 0,0$	$\geq 0,0$	0,6 / 0,5 / 0,4
Orgulho	$< 0,6$	$\geq 0,2$	$> 0,6$	0,4 / 0,3 / 0,3
Feliz-por	$< 0,6$	$\geq 0,2$	$> 0,2$ e $\leq 0,6$	0,4 / 0,2 / 0,2
Alegria	$< 0,6$	$\geq 0,2$	$< 0,2$	0,4 / 0,2 / 0,1
Amor	$< 0,6$	$< 0,2$	$\geq 0,0$	0,3 / 0,1 / 0,2

Por exemplo, suponha que os valores gerado pelo mapeamento da personalidade no humor base inicialmente sejam:  $H_b[P] = 0,7$ ,  $H_b[A] = 0,2$  e  $H_b[D] = 0,1$ . Como todos os valores são positivos consideramos que este se encontra no estado *exuberante*. Analisando o primeiro valor do conjunto tridimensional do modelo PAD, temos  $H_b[P] = 0,7$ , uma vez que para este valor de P temos apenas o estado de emoção *gratificação*, temos a correção do humor para  $H_b[P] = 0,6$ ,  $H_b[A] = 0,5$  e  $H_b[D] = 0,4$ .

2. **Dependente:** seja “P” *positivo*, “A” *positivo* e “D” *negativo*, teremos internamente ao grupo três estados de emoção: *admiração*, *gratidão* e *esperança*. Cada um destes valores corrige o valor recebido, seguindo a Tabela 5.

**Tabela 5: Fator de correção – Humor dependente**

Dependente				
Humor Base	+	+	-	Resultado
Admiração	$\geq 0,4$	$\geq 0,0$	$< 0,0$	0,5 / 0,3 / -0,2
Gratidão	$< 0,4$	$\geq 0,2$	$< 0,0$	0,4 / 0,2 / -0,3
Esperança	$< 0,4$	$< 0,2$	$< 0,0$	0,2 / 0,2 / -0,1

Por exemplo, suponha que os valores gerados pelo mapeamento da personalidade no humor base inicialmente sejam:  $H_b[P] = 0,5$ ,  $H_b[A] = 0,2$  e  $H_b[D] = -0,1$ . Uma vez que temos somente o valor de “D” *negativo*, consideramos que este se encontra no estado *dependente*. Analisando o primeiro valor tridimensional, temos  $H_b[P] = 0,5$ , uma vez que para este valor de “P” temos apenas o estado de emoção *admiração*, temos a correção do humor para  $H_b[P] = 0,5$ ,  $H_b[A] = 0,3$  e  $H_b[D] = -0,2$ .

3. **Relaxado:** seja “P” *positivo*, “A” *negativo* e “D” *positivo*, teremos internamente ao grupo dois estados de emoção: *satisfação* e *alívio*. Cada um destes valores corrige o valor recebido, seguindo a Tabela 6.

**Tabela 6: Fator de correção – Humor relaxado**

Relaxado				
Humor Base	+	-	+	Resultado
Satisfação	$\geq 0,3$	$< 0,0$	$\geq 0,0$	0,3 / -0,2 / 0,4
Alívio	$< 0,3$	$< 0,0$	$\geq 0,0$	0,2 / -0,3 / 0,4

Por exemplo, suponha que os valores gerados pelo mapeamento da personalidade no humor base inicialmente sejam:  $H_b[P] = 0,4$ ,  $H_b[A] = -0,2$  e  $H_b[D] = 0,1$ . Uma vez que temos somente o valor de “A” *negativo*, consideramos que este se encontra no estado *relaxado*. Analisando o primeiro valor tridimensional, temos  $H_b[P] = 0,4$ , uma vez que para este valor de “P” temos apenas o estado de emoção *satisfação*, temos a correção do humor para  $H_b[P] = 0,3$ ,  $H_b[A] = -0,2$  e  $H_b[D] = 0,4$ .

4. **Hostil:** seja “P” *negativo*, “A” *positivo* e “D” *positivo*, teremos internamente ao grupo dois estados de emoção: *desgosto* e *raiva*. Cada um destes valores corrige o valor recebido, seguindo a Tabela 7.

**Tabela 7: Fator de correção – Humor hostil**

Hostil				
Humor Base	-	+	+	Resultado
Desgosto	$\leq -0,6$	$\geq 0,0$	$\geq 0,0$	$-0,6 / 0,6 / 0,3$
Raiva	$> -0,6$	$\geq 0,0$	$\geq 0,0$	$-0,51 / 0,59 / 0,25$

Por exemplo, suponha que os valores gerados pelo mapeamento da personalidade no humor base inicialmente sejam:  $H_b[P] = -0,7$ ,  $H_b[A] = 0,2$  e  $H_b[D] = 0,1$ . Uma vez que temos somente o valor de “P” *negativo*, consideramos que este se encontra no estado *hostil*. Analisando o primeiro valor tridimensional, temos  $H_b[P] = -0,7$ , uma vez que para este valor de “P” temos apenas o estado de emoção *desgosto*, sendo a correção do humor para  $H_b[P] = -0,6$ ,  $H_b[A] = 0,6$  e  $H_b[D] = 0,3$ .

5. **Dócil:** seja “P” *positivo*, “A” *negativo* e “D” *negativo*, teremos internamente ao grupo um estado de emoção: *satisfação maldosa*. Cada um destes valores corrige o valor recebido, seguindo a Tabela 8.

**Tabela 8: Fator de correção – Humor dócil**

Dócil				
Humor Base	+	-	-	Resultado
Satisfação maldosa	$\geq 0,0$	$< 0,0$	$< 0,0$	$0,3 / -0,3 / -0,1$

Por exemplo, suponha que os valores gerados pelo mapeamento da personalidade no humor base inicialmente sejam:  $H_b[P] = 0,7$ ,  $H_b[A] = -0,2$  e  $H_b[D] = -0,1$ . Uma vez que temos somente o valor de “P” *positivo*, consideramos que este se encontra no estado *dócil*. Analisando os valores do vetor tridimensional, temos apenas o estado de emoção *satisfação maldosa*, temos a correção do humor para  $H_b[P] = 0,3$ ,  $H_b[A] = -0,3$  e  $H_b[D] = -0,1$ .

6. **Ansioso:** seja “P” *negativo*, “A” *positivo* e “D” *negativo*, teremos internamente ao grupo quatro estado de emoção: *vergonha*, *remorso*, *desapontamento* e *medo*. Cada um destes valores corrige o valor recebido, seguindo a Tabela 9.

**Tabela 9: Fator de correção – Humor ansioso**

Ansioso				
Humor Base	-	+	-	Resultado
Vergonha	$\geq -0,3$	$\geq 0,0$	$\leq -0,6$ e $\geq -1,0$	-0,3 / 0,1 / -0,6
Remorso	$\geq -0,3$	$\geq 0,0$	$\leq -0,6$ e $\geq -1,0$	-0,3 / 0,1 / -0,6
Desapontamento	$\geq -0,3$	$\geq 0,0$	$> -0,6$	-0,3 / 0,1 / -0,4
Medo	$< -0,3$	$\geq 0,0$	$< 0,0$	-0,64 / 0,6 / -0,43

Por exemplo, suponha que os valores gerados pelo mapeamento da personalidade no humor base inicialmente sejam:  $H_b[P] = -0,4$ ,  $H_b[A] = 0,2$  e  $H_b[D] = -0,1$ . Uma vez que temos somente o valor de “A” *positivo*, consideramos que este se encontra no estado *ansioso*. Analisando o primeiro valor tridimensional, temos  $H_b[P] = -0,4$ , uma vez que para este valor de “P” temos apenas o estado de emoção *medo*, temos a correção do humor para  $H_b[P] = -0,64$ ,  $H_b[A] = 0,6$  e  $H_b[D] = -0,43$ .

7. **Arrogante:** seja “P” *negativo*, “A” *negativo* e “D” *positivo*, teremos internamente ao grupo um único estado de emoção: *censura*. Cada um destes valores corrige o valor recebido, seguindo a Tabela 10.

**Tabela 10: Fator de correção – Humor arrogante**

Arrogante				
Humor Base	-	-	+	Resultado
Censura	$< 0,0$	$< 0,0$	$\geq 0,0$	-0,3 / -0,1 / 0,4

Por exemplo, suponha que os valores gerados pelo mapeamento da personalidade no humor base inicialmente sejam:  $H_b[P] = -0,4$ ,  $H_b[A] = -0,2$  e  $H_b[D] = 0,1$ . Uma vez que temos somente o valor de “D” *positivo*, consideramos que este se encontra no estado *arrogante*. Analisando os valores do vetor tridimensional, temos apenas o estado de emoção *censura*, temos a correção do humor para  $H_b[P] = -0,3$ ,  $H_b[A] = -0,1$  e  $H_b[D] = 0,4$ .

8. **Entediado:** seja “P” *negativo*, “A” *negativo* e “D” *negativo*, teremos internamente ao grupo quatro estados de emoção: *ressentimento*, *pena*, *angústia* e *medo confirmado*. Cada um destes valores corrige o valor recebido, seguindo a Tabela 11.

**Tabela 11: Fator de correção – Humor entediado**

Entediado				
Humor Base	-	-	-	Resultado
Ressentimento	$\geq -0,2$	$< 0,0$	$< 0,0$	-0,2 / -0,3 / -0,2
Pena	$< -0,2$	$\geq -0,5$	$< 0,0$	-0,4 / -0,2 / -0,5
Angústia	$< -0,2$	$\geq -0,5$	$< 0,0$	-0,4 / -0,2 / -0,5
Medo confirmado	$< -0,2$	$< -0,5$	$< 0,0$	-0,5 / -0,3 / -0,7

Por exemplo, suponha que os valores gerados pelo mapeamento da personalidade no humor base inicialmente sejam:  $H_b[P] = -0,2$ ,  $H_b[A] = -0,2$  e  $H_b[D] = -0,1$ . Uma vez que temos somente valores negativos, consideramos que este se encontra no estado *entediado*. Analisando o primeiro valor tridimensional, temos  $H_b[P] = -0,2$ , uma vez que para este valor de “P” temos apenas o estado de emoção ressentimento, temos a correção do humor para  $H_b[P] = -0,2$ ,  $H_b[A] = -0,3$  e  $H_b[D] = -0,2$ .

Com a correção proposta das tabelas dos oito humores possíveis é necessário verificar se todos os vinte e dois humores estão presentes e qual a representatividade quantitativa de cada. Para entender esta representatividade e para garantir que todos os valores foram quantificados, adotaremos o incremento de 0,1 nas três dimensões do modelo PAD contando cada um dos valores possíveis. Assim, o humor “*Exuberante*”, por exemplo, possui cinco emoções: *Gratificação*, *Orgulho*, *Feliz-por*, *Alegria* e *Amor*. A Tabela 4 apresentou como as cinco emoções do humor “*Exuberante*” acontecem dentro do modelo PAD, a emoção “*Gratificação*” acontece quando “P” *positivo* e entre 0,6 e 1, o valor de “A” *positivo* e “D” *positivo*, ambos entre 0,0 e 1. Sendo assim, com o incremento de 0,1 temos cinco valores possíveis de “P” (0,6 até 1,0), para “A” e “D” temos onze valores possíveis (0,0 até 1,0). Uma vez que esses valores são independentes e representam uma coleção finita, podemos utilizar análise combinatória para determinar a quantidade de valores que a emoção “*Gratificação*” pode acontecer, sendo:

$$\text{Total}_{\text{Gratificação}} = P \times A \times D$$

$$\text{Total}_{\text{Gratificação}} = 5 \times 11 \times 11$$

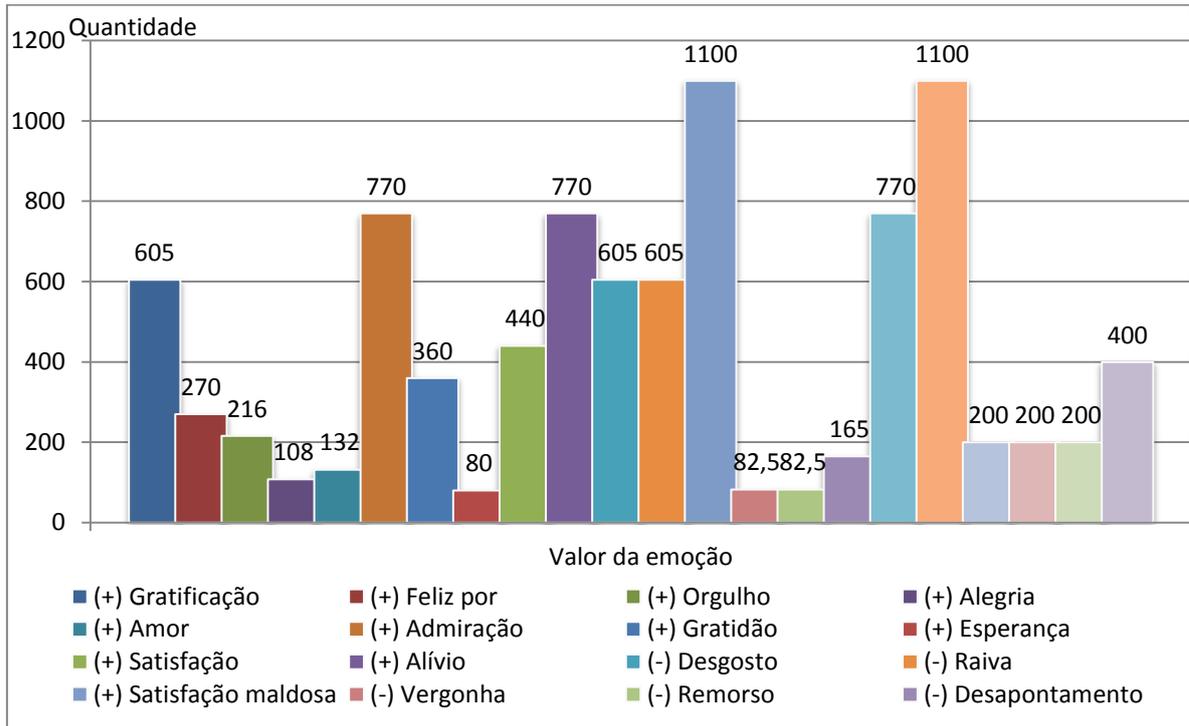
$$\text{Total}_{\text{Gratificação}} = 605$$

Desta maneira, a Tabela 12 apresenta a análise combinatória para todos os oito humores possíveis do modelo PAD e também os vinte e dois estados de emoção do modelo OCC.

**Tabela 12: Análise combinatória dos valores de humor e emoção no agente afetivo**

Emoção / Humor	Quantidade			Total
<b>Exuberante</b>	+	+	+	1331
(+) Gratificação	5	11	11	605
(+) Feliz por	6	9	5	270
(+) Orgulho	6	9	4	216
(+) Alegria	6	9	2	108
(+) Amor	6	2	11	132
<b>Dependente</b>	+	+	-	1210
(+) Admiração	7	11	10	770
(+) Gratidão	4	9	10	360
(+) Esperança	4	2	10	80
<b>Relaxado</b>	+	-	+	1210
(+) Satisfação	4	10	11	440
(+) Alívio	7	10	11	770
<b>Hostil</b>	-	+	+	1210
(-) Desgosto	5	11	11	605
(-) Raiva	5	11	11	605
<b>Dócil</b>	+	-	-	1100
(+) Satisfação maldosa	11	10	10	1100
<b>Ansioso</b>	-	+	-	1100
(-) Vergonha	3	11	5	82,5
(-) Remorso	3	11	5	82,5
(-) Desapontamento	3	11	5	165
(-) Medo	7	11	10	770
<b>Arrogante</b>	-	-	+	1100
(-) Censura	10	10	11	1100
<b>Entediado</b>	-	-	-	1000
(-) Ressentimento	2	10	10	200
(-) Pena	8	5	10	200
(-) Angústia	8	5	10	200
(-) Medo confirmado	8	5	10	400

Com a quantificação dos valores gerados, fica clara que a distribuição dos possíveis estados emocionais não é uniforme usando a conversão de Gebhard entre o modelo PAD e o modelo OCC (GEBHARD, 2005). Interpretando valores como *censura* e *satisfação maldosa* observa-se uma maior probabilidade de estes ocorram do que valores como *desapontamento*, *esperança* entre outros, conforme ilustra a distribuição na Figura 10. No entanto, mesmo a distribuição não sendo uniforme esta consegue representar todos os oito estados de humor do modelo PAD e os vinte estados de emoção do modelo OCC.



**Figura 10: Análise combinatória dos valores de emoção no agente afetivo**

**Calcula humor atual:** o estado de humor atual representa o humor do NPC após a interferência de eventos. Assim como o estado de humor base, o humor atual utiliza o modelo PAD, onde um ponto neste espaço tridimensional representa o humor atual do agente. Em termos numéricos temos os mesmo oito estados do humor base.

$$H_a = [P, A, D] \text{ onde } P, A, D \in \{-1 \dots, 1\}$$

Quando o NPC afetivo é criado, é considerado que nenhum evento ocorreu ou foi percebido por este, sendo assim definimos o humor atual igual ao humor base. Quando o humor atual é modificado, temos este vinculado a um tempo de duração, onde terminado este ciclo o humor atual retorna a ser igual ao humor base. Como o humor atual tende ao humor base, teremos a cada ciclo uma mudança gradativa no valor do humor atual. Assim, seja o humor atual o valor origem, e o humor base o valor destino, estamos trabalhando em um espaço finito de soluções. Para calcular o limite de  $H_a \rightarrow H_b$  adicionamos um valor  $t$  (constante de declínio positiva ou negativa do tempo atual) elevado a variável  $P[N]$  (neuroticismo da personalidade) no qual muda o humor atual até que este seja igual ao humor base novamente.

$$\lim_{H_a \rightarrow H_b} H_a + t^N = H_b$$

A fórmula apresentada trabalha como uma função de declínio, sendo importante enquanto o agente não percebe nenhum outro evento (caso contrário o humor se altera de acordo com o novo humor percebido), fazendo com que o humor atual retorne ao seu estado inicial, ou seja, o humor base. A função de declínio conforme sugere Kasap *et al.* (2009) é baseado em uma curva exponencial com algumas características básicas: o estado de humor atual retorna ao estado de humor base em um curto espaço de tempo, com o decaimento baseado no tipo da emoção aplicada e na personalidade do indivíduo em determinar o humor base. A personalidade define como um indivíduo controla suas emoções a partir do traço neuroticismo, ou seja, pessoas com fatores mais altos neste traço conseguem minimizar mais rapidamente o impacto das emoções, conseqüentemente valores mais baixos caracterizam indivíduos percebendo emoções em um período mais longo. Para que a fórmula construa uma curva exponencial válida é necessário que  $H_a \geq t \geq H_b$  para  $H_a \geq H_b$  ou  $H_a \leq t \leq H_b$  para  $H_a \leq H_b$ . Pela fórmula podemos inferir que para pequenos valores do conjunto  $t^N$  teremos um NPC permanecendo na mesma emoção por muito tempo, enquanto para grandes valores de  $t^N$  teremos um NPC com pequeno armazenamento emotivo (retorna ao estado de humor base rapidamente). Por exemplo, imaginemos dois NPC com estado de humor atual igual a  $H_b[P] = 1,0$ ,  $H_b[A] = 0,5$  e  $H_b[D] = 0,2$  e estado de humor base igual a  $H_b[P] = 0,0$ ,  $H_b[A] = 0,5$  e  $H_b[D] = 0,2$ . Suponha que a variável  $t^N$  do primeiro agente seja igual a 0,1 e do segundo agente seja igual a 0,5, sendo assim o primeiro NPC afetivo demoraria 10 unidades de tempo até sair do estado de emoção que alterou seu humor, enquanto o segundo NPC afetivo demoraria 2 unidades de tempo.

**Calcula intensidade mínima de percepção:** a intensidade mínima de percepção assume um papel importante de simplificação do problema de percepção de eventos. No mundo real um agente recebe uma enorme quantidade de eventos a todo tempo e nem sempre todos os eventos são levados em consideração pelo agente, uma vez que alguns desses são ignorados ou rejeitados instantaneamente. Em conseqüência, somente eventos importantes devem ser percebidos pelo NPC afetivo, e buscando essa solução o atributo de intensidade mínima de percepção age como um limitador de eventos que sejam relevantes ao NPC.

$$M_{ip} = \{0 \dots, 1\}$$

Dependendo do valor atribuído na percepção do agente, pode-se inferir que um NPC afetivo com valor de intensidade mínima de percepção próximo de 0 irá processar um grande número de eventos, enquanto com valores próximo de 1 o NPC afetivo irá processar uma baixo número de eventos. Por exemplo, suponha dois NPC *A* e *B* em uma partida de um jogo de simulação de hockey, com intensidade mínima de percepção 0,1 e 0,7 respectivamente. Ambos fazem parte de um mesmo time no qual três eventos (vinculados com emoções) ocorreram: primeiro ouve manifestação da torcida adversária, segundo uma falta na qual um parceiro de time se machucou, e terceiro um gol a favor do time. A partir dos eventos podemos gerir as intensidades vinculadas pelas emoções, assim teremos a emoção desgosto com intensidade de 0,6 no primeiro evento, a emoção censura com intensidade de 0,3 e satisfação com intensidade de 0,8. A partir das intensidades, a intensidade mínima de percepção faz com que o NPC *A* perceba e seja afetado por todos os três eventos, já que sua intensidade mínima de percepção é baixa e compatível com os valores dos eventos, no entanto o NPC *B* somente é afetado por um dos eventos, o último, sendo portanto menos influenciado por eventos com baixa intensidade.

**Calcula desempenho:** a variável de desempenho é a variável mais influente e que mais difere o módulo MANPC das arquiteturas de agentes afetivos. As arquiteturas analisadas apresentam em síntese como a emoção afeta a escolha das ações dos agentes, ou seja, se o agente está influenciado por uma emoção este irá executar determinada ação ao invés de outra na qual ele normalmente executaria se não estivesse afetado pela emoção. Em jogos, a troca de ações pode influenciar em muito no fator diversão do jogador, por exemplo, a ação de chutar a gol de um NPC poderia gerar espanto ao jogador se este não chutasse a gol pelo simples fato de estar afetado negativamente por uma emoção. Por outro lado, se o desempenho do chute fosse piorado ou melhorado não geraria o mesmo espanto, mas sim uma reação direta a determinado evento. Em jogos de simulação, atributos que influenciam nos resultados das ações dos NPC são facilmente encontrados. Por exemplo, em um jogo como FIFA 13™, temos atributos como chute, passe de bola, drible, defesa, etc. Em um jogo como UFC™ temos atributos como força, velocidade, fôlego, destreza, etc. Em um jogo como NBA™ temos velocidade, agilidade, cesta de 3 pontos, etc. Pegando como exemplo o jogo FIFA 13™, suponha um NPC *A* em uma partida seja afetado pelo evento de sua equipe perdendo ao final do jogo por uma larga vantagem, a emoção neste caso é o medo confirmado, e sua intensidade é alta já que o jogo está no final. Outro evento acontece,

fazendo com que o NPC tenha de cobrar um pênalti, neste momento um pênalti cria a emoção de esperança, mas devido ao jogo já estar no final e a diferença de placar ser alta, converter o gol a favor não mudará o evento da perda da partida. Assim, a intensidade da emoção de esperança é menor que a intensidade da emoção de medo confirmado e, portanto não a substitui. Ao cobrar o pênalti, como o módulo MANPC não muda a ação, a cobrança de pênalti será feita conforme programado pelo jogo, sendo desnecessário mapear novas múltiplas ações como uma arquitetura exigiria. No entanto, como a cobrança de pênalti é vinculada a algum atributo do NPC, iremos modificar o valor desse atributo de acordo com o desempenho calculado e, aumentar a probabilidade que nessa situação ele erre o pênalti. Em MANPC o desempenho é sintetizado em uma variável.

$$D = \{0, \dots, 1\}$$

Inicialmente o desempenho é representado por uma variável com valor compreendido entre 0 e 1. Valores próximos de 0 indicam uma piora do atributo vinculado, e conseqüentemente no desempenho do NPC afetivo na ação. Valores de desempenho próximos de 1 indicam uma melhora no atributo vinculado e conseqüentemente do NPC afetivo no desempenho da ação. No exemplo anterior na cobrança de pênalti, suponha que o atributo vinculado na ação seja precisão com valor de 70 de uma máximo de 100 e mínimo de 0 (essas informações não fazem parte do MANPC, mas sim das especificidades do jogo), e o desempenho atribuído nesta cobrança será de 0,3 devido à emoção de medo confirmado de perder a partida. Como podemos ter várias heurísticas na interpretação da precisão do pênalti e esta parte é interna do jogo e não do módulo MANPC, pelo simples fato de diminuirmos o valor do atributo precisão baseado no baixo valor do desempenho iremos aumentar a chance de erro do pênalti.

**Calcula emoção no NPC:** a emoção do NPC afetivo é representada pela definição das 22 emoções do modelo OCC, onde os valores de intensidade são armazenados em uma tupla de vinte duas emoções onde cada uma das emoções representa um estado de emoção.

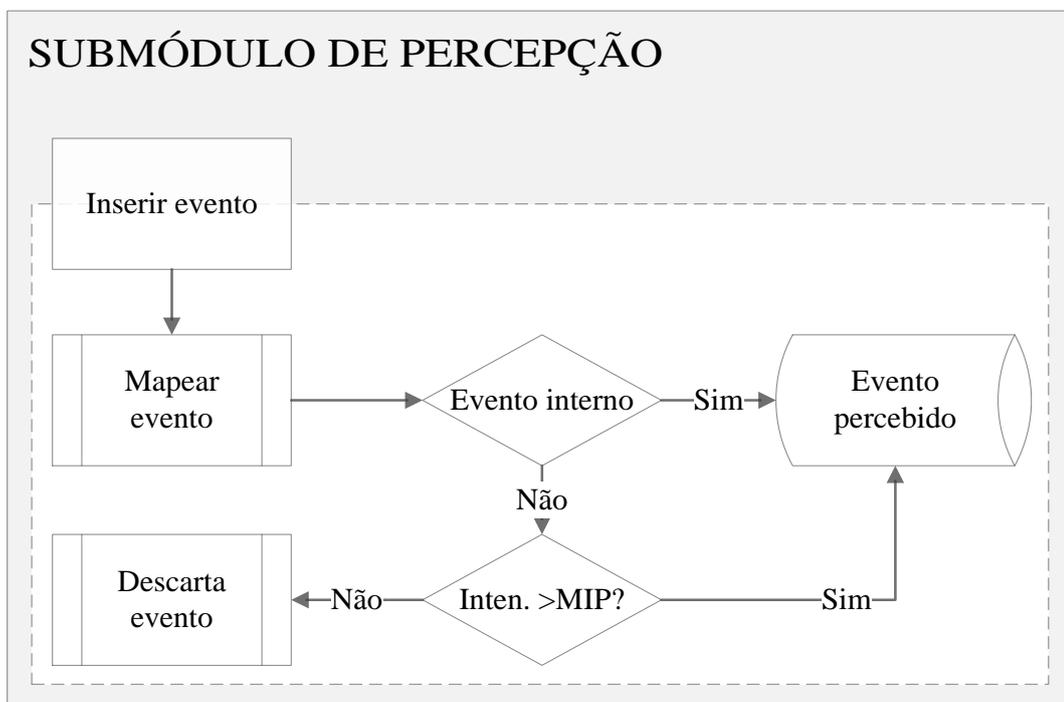
$$E[p_1, \dots, p_{22}]$$

As emoções representadas na tupla em  $E$  seguem a seguinte ordem: *admiração, alegria, alívio, angústia, censura, desapontamento, desgosto, esperança, feliz-por, amor,*

*gratidão, gratificação, medo, medo confirmado, orgulho, pena, raiva, remorso, ressentimento, satisfação, satisfação maldosa e vergonha.* Cada uma das posições é representada por intensidade de 0 até 1, onde 0 representa a ausência de tal emoção no NPC e 1 representa a máxima interferência da emoção no NPC. O Cálculo da emoção do NPC é feito quando o humor base é corrigido e a intensidade da emoção é no mínimo a mesma que a intensidade mínima de percepção, já que para que a emoção exista ao NPC ela deve no mínimo ter a intensidade maior ou igual que a intensidade mínima de percepção do agente. Por exemplo, suponha um valor de humor base corrigido para  $H_b[P] = -0,2$ ,  $H_b[A] = 0,3$  e  $H_b[D] = -0,2$  e intensidade mínima de percepção 0,6. Para o valor corrigido do PAD tem-se a emoção ressentimento associada ao NPC afetivo, assim a intensidade dessa emoção recebe o valor de 0,6 já que esse é o valor mínimo para que a emoção seja percebida.

### 3.3 SUBMÓDULO DE PERCEPÇÃO

O *submódulo de percepção* tem como objetivo perceber e tratar o modo como o evento é interpretado pelo NPC. A percepção de eventos somente acontece após as configurações iniciais feitas pelo *submódulo de criação*. A Figura 11 ilustra a o *workflow* das atividades internas do submódulo.



**Figura 11: Workflow do submódulo de percepção**

As atividades internas ao *submódulo de percepção* são as responsáveis por interpretar se um evento é ou não percebido pelo NPC, onde com essa configuração inicial simplifica-se

como o NPC irá interpretar a entrada de evento. A seguir explicamos com mais detalhes cada uma das atividades internas.

**Inserir evento:** o *submódulo de percepção* é composto por um único processo, de inserir um evento. Um evento pode ser diversas ações em um jogo. Em um jogo de simulação de futebol americano, por exemplo, um evento pode ser a manifestação da torcida, um avanço perdido, um ponto do time adversário, um ponto de outro time que joga ao mesmo tempo e influencia na posição no campeonato, etc. Quando um evento é inserido, o primeiro ponto é a avaliação desse evento no processo de mapeamento. Para realizar este mapeamento é utilizado o filtro de mapeamento de evento fundamentado na Tabela 1.

Vários eventos podem ser associados como emoções. Em um jogo de simulação de futebol quando um jogador marca um gol, a emoção de admiração poderia aparecer em um jogador do mesmo time, a emoção alegria poderia aparecer em outros jogadores, ou mesmo a emoção de alívio dependendo do cenário em que envolve a partida, por exemplo uma final na qual a vitória depende que seja marcado esse gol. Por outro lado, a emoção de angústia pode aparecer nos jogadores do outro time devido ao gol marcado, a emoção de censura poderia aparecer em um jogador que recebeu uma falta dura de outro, a emoção de desapontamento poderia aparecer de uma cobrança de pênalti não convertida, enquanto desgosto poderia ocorrer nos jogadores de um time ao jogar na casa do adversário com a torcida contra. Eventos são classificados diferentemente de acordo com suas características, nessa classificação foi utilizado a classificação de evento interno e externo, inicialmente definido em Dias *et al.* (2011). Um evento externo é aquele que possui relação do NPC com ambiente (um pênalti perdido por um companheiro de equipe), enquanto interno será ocasionado pelo próprio NPC (errar um pênalti). Quando um evento é interno, este é considerado como percebido pelo módulo MANPC, já que aconteceu diretamente com o NPC e tem a garantia de que foi percebida. Quando o evento é externo, é necessária uma garantia de que o mesmo foi percebido pelo NPC, sendo assim é feita a comparação com a intensidade mínima de percepção.

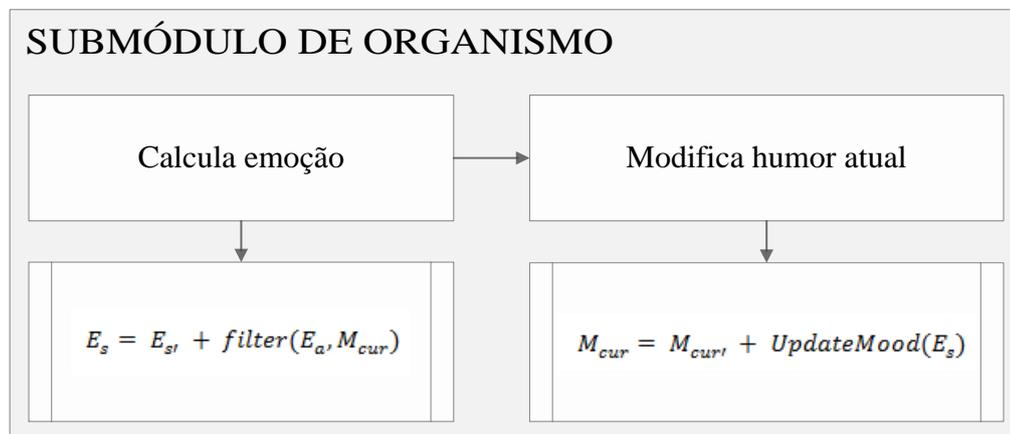
$$E[p_n] > M_{ip}$$

Na fórmula, basicamente é verificado se a posição de maior valor do vetor de emoções do NPC é maior que a intensidade mínima de percepção. Sendo o valor menor ou igual,

considera-se que o evento foi sumariamente ignorada, sendo maior considera que o evento foi percebido pelo NPC.

### 3.4 SUBMÓDULO DE ORGANISMO

O *submódulo de organismo* tem como objetivo tratar da simulação dos cálculos psicológicos da emoção e do humor após a conclusão do evento a ser percebido. Quando um evento é ignorado, ou seja, um evento é externo e com intensidade mínima de percepção menor que a intensidade do NPC, o NPC não ativa esta etapa, permanecendo no *submódulo de percepção* até que um evento com intensidade suficiente aconteça. A Figura 12 apresenta o funcionamento das atividades internas do *workflow* do *submódulo de organismo*.



**Figura 12: Workflow do submódulo de organismo**

**Calcula emoção:** este processo tem como objetivo atualizar a emoção atuante no NPC após a ocorrência de um evento. Quando novas informações chegam ao NPC o cálculo da emoção é a resultante da combinação da emoção do evento com a emoção atual do NPC, sendo feito pela atualização das intensidades do vetor de emoções do evento com o vetor de emoções do NPC. Conforme definido no vetor das emoções, cada emoção é representada por uma posição do vetor, tanto no vetor de emoções do evento quanto no vetor de emoções do jogador, assumindo em ambas as mesmas posições (por exemplo, a primeira posição do vetor representa o valor de intensidade da emoção de *gratificação*, a segunda posição de *feliz por* etc.). Para calcular a nova emoção devemos, quando confirmado que o evento foi percebido, adicionar nas posições equivalentes do vetor de emoções do NPC as emoções do evento. Essa operação é demonstrada na fórmula de Kasap *et al.* (2009).

$$E = E' + filter(M_{ip}, H_c)$$

$$filter(M_{ip}, H_c) = M_{ip} + \frac{\sum_{i=1}^{22} \sum_{j=1}^3 \alpha_{ij} * m_{ij}}{\sum_{j=1}^3 \alpha_{ij} * m_{ij}}$$

$$E = E' + M_{ip} + \frac{\sum_{i=1}^{22} \sum_{j=1}^3 \alpha_{ij} * m_{ij}}{\sum_{j=1}^3 \alpha_{ij} * m_{ij}}$$

Segundo os estudos de Mehrabian (1995) e Gebhard (2005), a atualização do vetor de emoções acontece na variável  $E$ , onde basicamente é adicionado o novo valor com o antigo valor ( $E'$ ) com o valor da função chamada *filter*. A manutenção é feita posição por posição, mantendo a consistência da mudança de uma emoção para outra. A função *filter* tem como parâmetro o estado emocional do agente e o estado de humor atual, como objetivo a função *filter* calcula a influência que o estado de humor atual causa sobre o estado emocional avaliado, utilizando um valor que relaciona todas as 22 emoções com as três dimensões do humor. O recálculo feito considera a intensidade mínima de percepção e garante que a influência da emoção do evento seja maiores que a intensidade mínima de percepção.

**Modifica humor atual:** após a atualização da emoção, é realizada a atualização do humor atual do NPC. Para o cálculo do humor atual é utilizado a fórmula de Kasap *et al.* (2009).

$$H_c = H_c' + UpdateMood(E)$$

$$UpdateMood(E) = \sum_{i=1}^{22} \sum_{j=1}^3 e_i * \alpha_{ij}$$

Uma vez que o humor atual é classificado seguindo a distribuição da emoção, este tem o valor de humor acrescido em cada um dos componentes do modelo PAD, somando os valores do humor até o momento, com os valores do humor gerados a partir da emoção de um evento percebido pelo NPC. Na prática, o parâmetro de atualização é mais simples, já que tendo mapeado o valor da emoção atuante no NPC, podemos mapear o humor proveniente desta pela conversão da emoção em humor. Este mapeamento foi inicialmente desenvolvido

por Mehrabian (1995) para algumas emoções e posteriormente estendido por Gebhard (2005) para todas as 22 emoções do modelo OCC, como apresenta a Tabela 13.

**Tabela 13: Mapeamento das emoções entre os modelos OCC e PAD (GEBHARD, 2005)**

Emoção	P	A	D
Admiração	0,5	0,3	-0,2
Alegria	0,4	0,2	0,1
Alívio	0,2	-0,3	0,4
Angústia	-0,4	-0,2	-0,5
Censura	-0,3	-0,1	0,4
Desapontamento	-0,3	0,1	-0,4
Desgosto	-0,6	0,6	0,3
Esperança	0,2	0,2	-0,1
Feliz por	0,4	0,2	0,2
Amor	0,3	0,1	0,2
Gratidão	0,4	0,2	-0,3
Gratificação	0,6	0,5	0,4
Medo	-0,64	0,6	-0,43
Medo confirmado	-0,5	-0,3	-0,7
Orgulho	0,4	0,3	0,3
Pena	-0,4	-0,2	-0,5
Raiva	-0,51	0,59	0,25
Remorso	-0,3	0,1	-0,6
Ressentimento	-0,2	-0,3	-0,2
Satisfação	0,3	-0,2	0,4
Satisfação maldosa	0,3	-0,3	-0,1
Vergonha	-0,3	0,1	-0,6

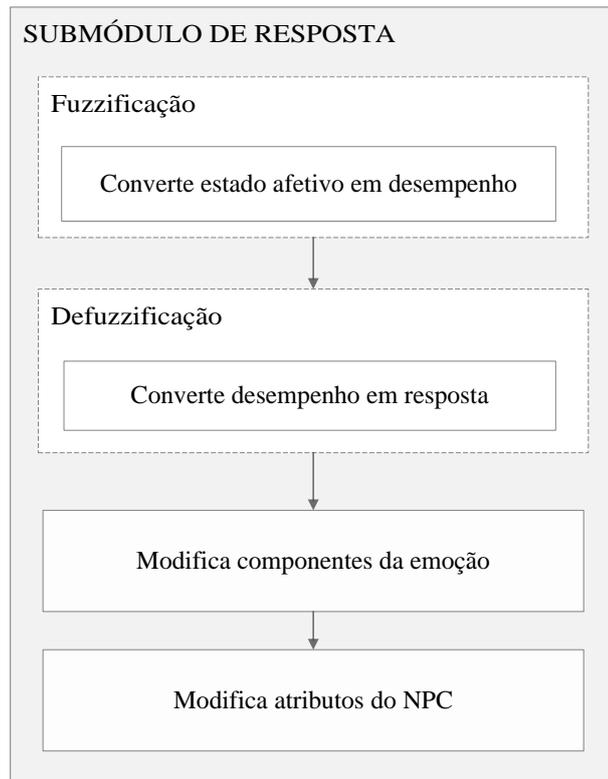
Com o cálculo do humor atual e emoção atual, temos a garantia de que o NPC ao perceber o evento será afetado por este. Neste ponto o NPC apresenta um complemento em sua estrutura diferente dos NPC atualmente utilizados em jogos de simulação. Por exemplo, suponha um NPC do jogo de simulação de futebol, que além das ações (falta, chutar a gol, tocar etc.) que executa, possui atributos, que são basicamente configurações que alteram e os diferem entre si (como força do chute, velocidade, destreza, cansaço físico, etc.). Com uso do módulo MANPC, estes e outros atributos permanecem, não sendo necessário remover ou adapta-los, o NPC que possuía determinado valor de atributo será configurado com o mesmo valor inicialmente, não sendo necessária à reconstrução do jogo. Basicamente o que será feito é a adição dos atributos no NPC, personalidade, humor, emoção e desempenho. Todos os atributos adicionados foram utilizados nos submódulos anteriores para que a relação entre os

modelos da psicologia acontecesse de forma correta. No submódulo seguinte é explicado o papel do desempenho a partir do *submódulo de resposta*.

### 3.5 SUBMÓDULO DE RESPOSTA

O *submódulo de resposta* é onde acontece à modificação da resposta do NPC, este é um dos principais pontos que tornam o MANPC diferente de outras arquiteturas analisadas (Capítulo 5). Em arquiteturas de agentes afetivos, como *FAtiMA* (DIAS; MASCARENHAS; PAIVA, 2011), quando um evento é percebido diversas opções são mapeadas de acordo com a emoção momentânea. No entanto, tal evento indiretamente cria uma gama de problemas no mapeamento para infinitas possibilidades de respostas. Em um exemplo pontual de um jogo de simulação de futebol, seja um NPC qualquer prestes a cobrar um pênalti, considerando que está influenciado pela emoção medo por bater o pênalti ao final do segundo tempo, com a torcida adversária contra e ainda diversos outros fatores provocando no NPC tal emoção negativa. Utilizando as arquiteturas em sua real composição, seria necessário o mapeamento de  $n$  possíveis resultados (onde o valor de  $n$  envolve todos ou pelo menos uma grande quantidade de resultados) de ações possíveis em tal situação. No entanto, mapear todas as possibilidades, além de custoso é de difícil implementação devido a explosão de possibilidades. Já no outro extremo mapear somente as mais relevantes pode se tornar algo previsível ao jogador em consequência da repetição do jogo com o tempo. Quando ocorre um aumento da quantidade de possibilidades de resposta, tal problema é minimizado, no entanto não é eliminado e, com o tempo padrões podem ser identificados e o fator diversão tende a cair.

Conforme é determinado que o NPC vai bater o pênalti, independente da emoção envolvida, já que é utilizando a ação da arquitetura do NPC para atuar em tal situação, este deve realizar tal ação com um desempenho pior ou melhor, em síntese, avaliando a situação e as ações que o alteram emocionalmente anterior ao evento. A situação de cometer uma ação de maneira pior (bater mal um pênalti, por exemplo) devido a situação emocional momentânea faz uma maior quantidade de referência a situações reais (como o pênalti perdido por Roberto Baggio na copa de 1994) e que já são esperadas na mente do espectador/jogador, do que mapeamento de uma gama de situações variadas que podem prejudicar o roteiro ou o tipo do jogo. Na construção do *submódulo de resposta* é utilizada como base a lógica fuzzy (ZADEH, 1965). Até alcançar a resposta final, várias são as atividades internas do *workflow* até modificar o atributo do NPC, conforme apresenta a Figura 13.



**Figura 13: Workflow do submódulo de resposta**

O *submódulo de resposta* é o responsável pela conexão final do módulo MANPC com o jogo. É a partir dele que são geradas as respostas necessárias para que seja inserida a mudança de comportamento do NPC. Quatro são os processos necessários neste submódulo: fuzzificação (converter o estado afetivo em desempenho), defuzzificação (Converter desempenho em resposta), modificar componentes da emoção e modificar atributos do NPC, onde os dois últimos são invariavelmente dependentes das características do jogo codificado.

**Fuzzificação:** o processo de *Fuzzificação* converte o humor atual em níveis de desempenho para serem vinculados a habilidade do agente em desempenhar a ação. A suposição de que o humor negativo tem desempenho pior que o humor positivo, apesar de ser necessário pela psicologia na diferenciação entre os tipos de humor possíveis, é muito simplista, sendo assim na construção do processo de Fuzzificação o mapeamento acontece inicialmente a partir das características de sinal do modelo PAD, adotando como peso cada uma das três dimensões.

$$[P > A > D] \text{ se somente se } [P < A + D]$$

Desta maneira, aplicando a ordenação nos oito estados de humor possíveis ao modelo PAD pelo peso das três dimensões, são obtidos os valores de humor na variável de desempenho do NPC, conforme a Tabela 14.

**Tabela 14: Distribuição do desempenho pelos níveis de humor**

Desempenho	P	A	D	Humor atual
[+1,00] → [+0,75]	+	+	+	Exuberante
[+0,75] → [+0,50]	+	+	-	Dependente
[+0,50] → [+0,25]	+	-	+	Relaxado
[+0,25] → [+0,00]	-	+	+	Hostil
[+0,00] → [-0,25]	+	-	-	Dócil
[-0,25] → [-0,50]	-	+	-	Ansioso
[-0,50] → [-0,75]	-	-	+	Arrogante
[-0,75] → [-1,00]	-	-	-	Entediado

Conforme mapeamos o humor, devemos mapear a emoção de maneira a subdividir a intensidade do desempenho e restringir o valor de acordo com sua emoção de origem. Adotando única e exclusivamente o humor neste ponto as respostas já são as corretamente esperadas, no entanto são genéricas. Por exemplo, um evento com emoção do tipo Amor produziria a mesma faixa de resposta de intensidade (entre 0,75 e 1,00) de um evento do tipo alegria, feliz-por, orgulho ou gratificação. Pela descrição de níveis da tabela 16, subdividiram-se as faixas de humor em faixas de emoção.

**Tabela 15: Distribuição do desempenho pelos níveis de emoção**

Emoção	Desempenho
Gratificação	[+0,95] → [+1,00]
Orgulho	[+0,90] → [+0,95]
Feliz por	[+0,85] → [+0,90]
Alegria	[+0,80] → [+0,85]
Amor	[+0,75] → [+0,80]
Admiração	[+0,67] → [+0,75]
Gratidão	[+0,59] → [+0,67]
Esperança	[+0,50] → [+0,59]
Satisfação	[+0,38] → [+0,50]
Alívio	[+0,25] → [+0,38]
Raiva	[+0,13] → [+0,25]

<sup>2</sup> A variável P será sempre menor que A+D no sentido de garantir que o peso atribuído as três variáveis não tenha uma tendência para um dos três aspectos (*Pleasure*, *Arousal* e *Dominance*), garantido a igualdade dos pesos proposta no modelo PAD.

Desgosto	[+0,00] → [+0,13]
Satisfação Maldosa	[-0,25] → [+0,00]
Desapontamento	[-0,31] → [-0,25]
Remorso	[-0,37] → [-0,31]
Vergonha	[-0,43] → [-0,37]
Medo	[-0,50] → [-0,43]
Censura	[-0,75] → [-0,50]
Ressentimento	[-0,81] → [-0,75]
Pena	[-0,87] → [-0,81]
Angustia	[-0,93] → [-0,87]
Medo confirmado	[-1,00] → [-0,93]

Com o cruzamento das tabelas, temos um comportamento mais definido e mapeado exclusivamente para cada um dos humores em relação a cada uma das emoções. Por exemplo, um NPC percebe um evento que provoca uma emoção de *amor*. O *amor*, por ser *positivo*, conforme o mapeamento da tabela anterior, gera um desempenho entre 0,75 e 0,80, a emoção *alegria* fica na faixa de 0,80 e 0,85, a *emoção feliz* fica na faixa de 0,85 e 0,90, a emoção *orgulho* recebe a faixa de 0,90 a 0,95 e a emoção de gratificação a faixa de 0,95 a 1,00. Nesse ponto temos mapeado a junção do humor e da emoção no NPC no desempenho. O desempenho é um valor numérico entre -1 e 1, onde as emoções negativas permanecem na vertente negativa de valores e as emoções positivas permanecem na vertente positiva de valores. Para simplificação em linguagem computacional, iremos decodificar os valores entre -1 e 1 em uma faixa de valores entre 0 e 1, o que chamamos de resposta, evitando números negativos nos cálculos, conforme explicado no processo de *defuzzificação*.

**Defuzzificação:** o processo de *defuzzificação* é a etapa na qual mapeamos os valores a uma faixa de simples utilização. A faixa de 0 a 1 foi adotada por ser proporcionalmente aplicável aos atributos do NPC sem necessitar de alguma variável de normalização. Para a regra de conversão entre as faixas, utilizamos a equação:

$$P_i = \frac{P_i'}{2} + \frac{1}{2}$$

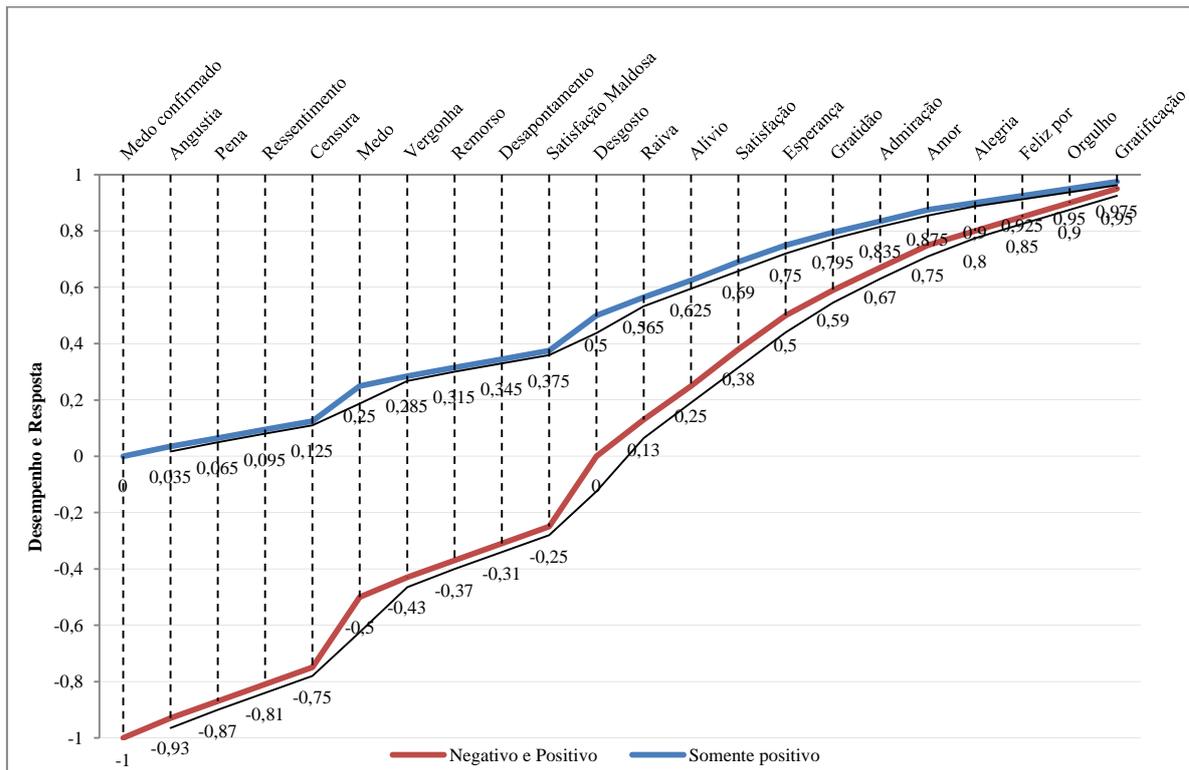
Onde o novo valor de desempenho, o qual chamaremos de resposta ( $P_i$ ), será igual ao antigo valor de desempenho ( $P_i'$ ) dividido por 2 adicionado de 0,5 (1/2). Testando os extremos temos a garantia de que os valores se encaixam na faixa desejada, ou seja, para

desempenho igual a -1 teremos resposta igual a 0, para valores de desempenho igual a 1 teremos resposta igual a 1. Como não temos valores fixos para as 22 emoções, mas sim as faixas possíveis (faixas possíveis são a representação dos valores entre o mínimo e o máximo possível), é possível mapear o desempenho das 22 emoções em 22 faixas de respostas, conforme detalha a Tabela 16.

**Tabela 16: Distribuição do desempenho pela resposta**

Emoções	Desempenho		Resposta	
	Min	Max	Min	Max
Gratificação	0,95	1	0,975	1
Orgulho	0,9	0,95	0,95	0,975
Feliz por	0,85	0,9	0,925	0,95
Alegria	0,8	0,85	0,9	0,925
Amor	0,75	0,8	0,875	0,9
Admiração	0,67	0,75	0,835	0,875
Gratidão	0,59	0,67	0,795	0,835
Esperança	0,5	0,59	0,75	0,795
Satisfação	0,38	0,5	0,69	0,75
Alívio	0,25	0,38	0,625	0,69
Raiva	0,13	0,25	0,565	0,625
Desgosto	0	0,13	0,5	0,565
Satisfação Maldosa	-0,25	0	0,375	0,5
Desapontamento	-0,31	-0,25	0,345	0,375
Remorso	-0,37	-0,31	0,315	0,345
Vergonha	-0,43	-0,37	0,285	0,315
Medo	-0,5	-0,43	0,25	0,285
Censura	-0,75	-0,5	0,125	0,25
Ressentimento	-0,81	-0,75	0,095	0,125
Pena	-0,87	-0,81	0,065	0,095
Angustia	-0,93	-0,87	0,035	0,065
Medo confirmado	-1	-0,93	0	0,035

Plotando as intensidades do desempenho e a intensidades da resposta com as emoções fica claro o deslocamento realizado na curva a partir da aplicação da equação. Este deslocamento é útil ao desenvolvedor, pois permite que este somente trabalhe com valores positivos, simplificando o cálculo da modificação do desempenho do NPC durante o jogo. Conforme ilustra o gráfico da Figura 14 a curva em azul representa os valores de resposta, oscilando entre 0 e 1 (Somente positivo) enquanto a curva em vermelho representa os valores do desempenho, oscilando entre -1 e 1 (Negativo e positivo).

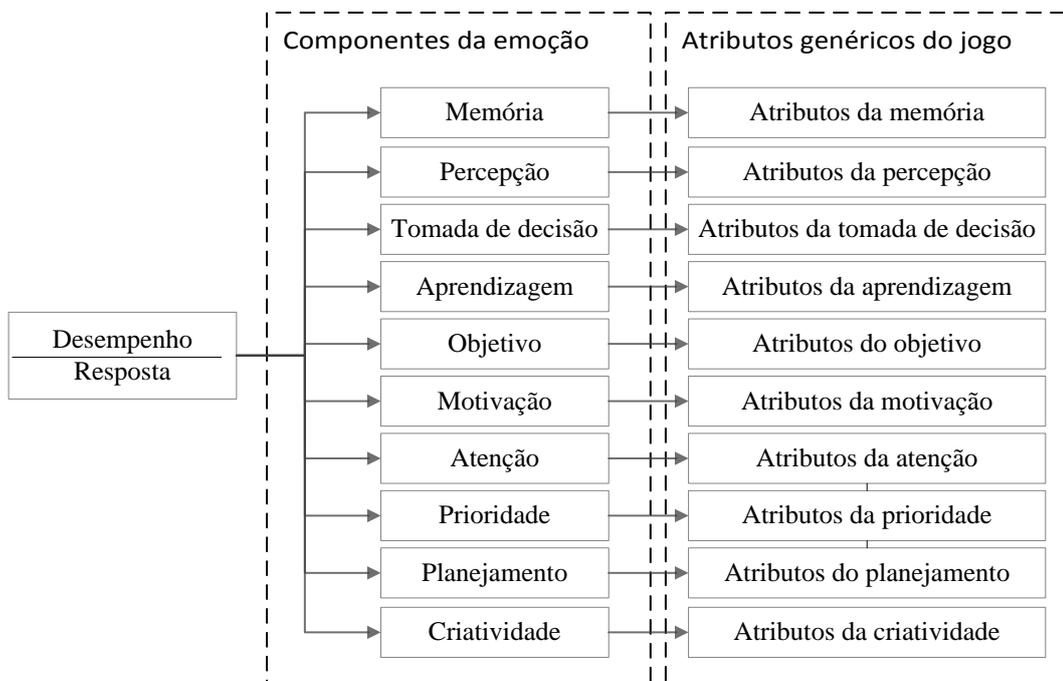


**Figura 14: Curva de resposta vs. Curva de desempenho**

**Modifica componentes da emoção:** conforme descrito no Capítulo 2, vários são os componentes da emoção plausíveis de alteração, estes são divididos por Picard (1997) em componentes fisiológicos e componentes cognitivos. As arquiteturas dos jogos atuais aplicam os componentes fisiológicos pontualmente, aumentando os que são mais representativos para a percepção do jogador e eliminando componentes como temperatura corporal, pressão sanguínea, batimento cardíaco que não serão diretamente interpretados pelo jogador e consequentemente gerariam processamento desnecessário. Assim, os componentes da emoção a que este módulo se destina, são os componentes cognitivos definidos por Picard (1997): *memória, percepção, tomada de decisão, aprendizagem, objetivo, motivação, atenção, prioridade, planejamento e criatividade*. Os componentes cognitivos são a representação matemática ante uma ação. Por exemplo, ao bater um pênalti o jogador utiliza de um vínculo com o componente definido como *objetivo*, em uma falta utiliza o vínculo com o componente *motivação*, quando vai chutar ao gol utiliza o vínculo com o componente *tomada de decisão* e entre outros.

No entanto estes componentes não são exclusivos e inevitavelmente se misturam, sendo assim a representação destes tem como objetivo principal categorizar a natureza das ações que devem ser afetadas pela resposta. Por exemplo, no jogo FIFA 13™ a ação de bater

o pênalti deve ser afetada pela resposta do módulo MANPC, por ser plausível de categorização no componente objetivo, motivação e atenção; uma cobrança de falta por baixo da barreira, por exemplo, poderia ser categorizada nos componentes criatividade, planejamento e objetivo, etc. Quanto maior a quantidade de ações do NPC, maior a quantidade de avaliações necessárias para identificar quais são os eventos prováveis de alteração pela resposta do módulo. Assim, a modificação dos componentes da emoção acontece na mesma proporção da resposta dada pelo módulo, para todos os dez componentes cognitivos, que são mapeados conectando o desempenho do NPC aos diferentes tipos de atributos possíveis de acordo com as especificidades dos jogos. Da mesma maneira os componentes da emoção alteram os atributos do jogo, aqui genericamente mapeados, a partir de uma relação direta, conforme ilustra a Figura 15.



**Figura 15: Comunicação do desempenho ou resposta com os componentes da emoção**

Uma vez que a proporção do desempenho para os componentes da emoção é a mesma, teremos os mesmos valores para os componentes cognitivos do NPC. Por exemplo, se a resposta calculada do NPC for igual a 0,92 e este utilizar os componentes cognitivos criatividade, memória e planejamento, em ambos os três os valores serão de 0,92, e este valor de 0,92 será o valor chave que irá influenciar os atributos da criatividade, memória, e planejamento do NPC no processo seguinte.

No final deste processo o *submódulo de Resposta* se comunica com o *submódulo de Proveniência* onde executa o processo *armazena desempenho*. O valor do desempenho é

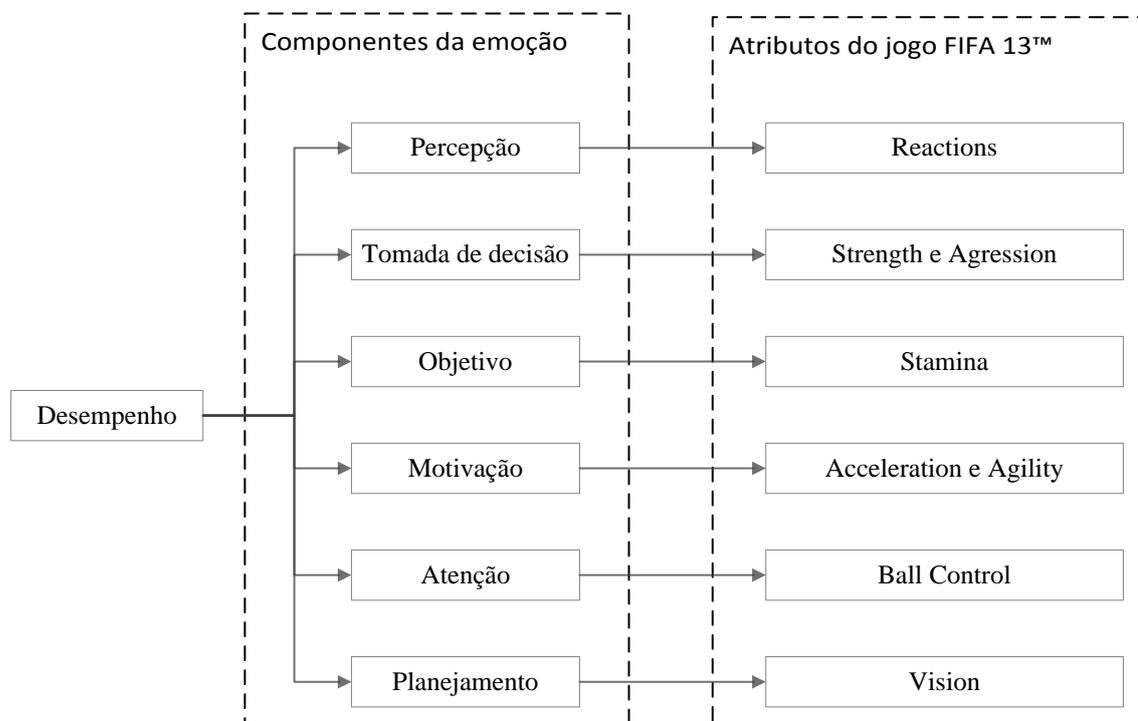
armazenado neste momento para que seja possível no módulo de proveniência estruturar os dados para o uso do gráfico de proveniência.

**Modifica atributos do NPC:** o processo de modificação dos atributos do NPC é a etapa suscetível de maior quantidade de modificação de jogo para jogo. Isso acontece devido a diferentes estratégias de desenvolvimento adotadas em jogos, sendo praticamente inviável qualquer tipo de mapeamento nesta etapa. Por exemplo, temos 2 jogos semelhantes de futebol, FIFA 13™ e PES 2013™, no primeiro se mapearmos apenas um componente cognitivo, como percepção, podemos vinculá-lo ao atributo *Reactions*, no entanto em no segundo o mapeamento correto seria com o atributo *Response Speed*, em um jogo de outro tipo, como UFC™, o atributo seria mapeado com *speed perception*, ou seja, esta etapa entende que o mapeamento feito é inerente de jogo para jogo, não sendo viável e muito menos interessante engessar o módulo MANPC a um único jogo. No entanto, a critério de exemplificação prática, iremos utilizar o mapeamento do jogo FIFA 13™ em sua versão americana, como um exemplo de mapeamento possível. Os eventos dos NPC deste jogo são agrupados de acordo com as características dessas ações, sendo divididos em *Acceleration*, *Sprint Speed*, *Agility*, *Balance*, *Reactions*, *Stamina*, *Strength*, *Aggression*, *Vision* e *Ball Control*:

- *Acceleration*: este atributo representa o tempo que um NPC leva para alcançar sua velocidade máxima, por isso é considerado juntamente com o status do *Sprint Speed*.
- *Sprint Speed*: este atributo representa a velocidade do NPC, sendo o ponto máximo alcançado pela aceleração.
- *Agility*: este atributo no NPC afeta jogadas que exigem acrobacias, e também afeta a capacidade de drible.
- *Balance*: este é outro atributo que influencia a habilidade de drible de um jogador, no entanto a sensação de controle do NPC.
- *Reactions*: este atributo afeta a forma como o NPC responde. Quanto maior o atributo, mais fácil este se adaptar às mudanças de sentido.
- *Stamina*: este atributo influencia as lesões que possam ocorrer durante a partida, com o NPC cansado, este pode se ferir mais facilmente. Além de afetar a fadiga durante um jogo, o vigor também determina o quanto o NPC se recupera entre os jogos.
- *Strength*: este atributo influencia a quantidade de força que o NPC irá lidar em batalhas físicas, sendo imprescindível para qualquer NPC com responsabilidades defensivas.

- *Aggression*: este atributo funciona em conjunto com o *Strength*, NPC agressivos em geral, ganham mais disputas de bola, mas também provocam mais eventos de faltas.
- *Vision*: este atributo representa o campo de visão do NPC, sendo essencial na troca de passes e precisão de jogadas.
- *Ball Control*: este atributo representa como um NPC inicialmente controla a bola, e como ele é bom em mantê-la sob controle, sendo essencial em eventos de ataque e finalizações.

Direcionando os grupos de atributos aos componentes da emoção, podemos classificar especificamente ao jogo FIFA 13™ conforme segue a Figura 16.



**Figura 16: Comunicação do desempenho e componentes da emoção no jogo FIFA 13™**

Este processo de classificação é ditado pela interpretação dos atributos do jogo, podendo existir assim diferentes tipos de interpretação. Pela análise proveniente dos jogos, a classificação acima não utiliza todos os componentes cognitivos disponíveis em MANPC, sendo perfeitamente normal e esperado tal comportamento já que estes componentes são uma simples classificação dos tipos de ocorrência de tal atributo no jogo. Ao todo seis componentes foram utilizados no jogo FIFA 13™, sendo eles percepção, tomada de decisão, objetivo, motivação, atenção e planejamento. A relação entre os componentes cognitivos e os atributos é de 0 para  $n$ , já que um componente pode ter  $n$  atributos (Motivação possui os atributos *acceleration* e *agility*), e um atributo pode ser possuído por apenas um componente

(*Ball control* é possuído por atenção). Consequentemente, um componente cognitivo pode não estar associado a nenhum atributo em um determinado jogo. Conforme o valor associado a resposta do agente é o mesmo valor dos componentes que este utiliza, sendo o uso de heurísticas recomendados para interpretação desses valores antes de aplica-los nos atributos do NPC, de acordo com as características do jogo. Nesta pesquisa duas heurísticas foram desenvolvidas separadamente da arquitetura, sendo utilizadas nas provas de conceito deste estudo. No entanto entende-se que outras heurísticas podem e devem ser adotadas de acordo com as especificidades de cada tipo de jogo. Toda heurística é baseada na solução aceitável de um problema, sendo assim o problema que esta busca solucionar é: como interpretar uma componente cognitivo de valor entre 0 e 1 afetando o desempenho dos atributos do agente no jogo? As heurísticas desenvolvidas foram nomeadas como *Regra de Três Normal* e *Regra de três local*.

Regra de Três Normal: possui uma aplicação mais simples e direta. Esta heurística aplica uma regra de três normal no valor do atributo em relação ao valor do componente cognitivo, com proporção direta dos valores. A formula direciona o raciocínio aplicado:

$$\frac{\text{Valor máx. do atributo}}{\text{Novo valor do atributo}} = \frac{\text{Valor máx. do componente cog.}}{\text{Novo valor do componente cog.}}$$

Conforme detalhado no *submódulo de resposta* onde o valor dos componentes cognitivos é igual ao valor da resposta e temos o valor da resposta entre 0 e 1 pelo processo de defuzzificação, teremos assim o valor máximo do componente cognitivo igual a 1, conforme simplifica a formula:

$$\text{Novo valor do atributo} = \text{Valor máx. do atributo} * \text{Novo valor do componente cog.}$$

Pela regra de três normal temos a garantia de que o valor alterado do atributo está dentro da faixa possível de valor de atributos, já que utiliza do valor máximo nessa operação. Assim, suponhamos no jogo FIFA 13™ em um NPC qualquer um valor de resposta igual a 0,5 provocado por um evento qualquer de que foi percebida a emoção do tipo desgosto. Se o valor de resposta é igual a 0,5, temos o mesmo valor no componente cognitivo motivação. Suponha que o NPC deseja executar outra ação, como correr para interceptar um passe, e que essa ação seja influenciada pelo componente cognitivo motivação, seja o valor máximo do

atributo do NPC igual a 0,95, pela fórmula o valor alterado pelo atributo cai para 0,475, conforme demonstra os cálculos:

$$\text{Valor alterado do atributo} = \frac{0,95 * 0,5}{1,00}$$

$$\text{Valor alterado do atributo} = 0,475$$

A maneira pela qual o atributo é tratado internamente ao jogo não é relevante neste ponto, já que temos a garantia de que estes são utilizados internamente ao jogo e afetam diretamente as ações do NPC, encerrando o limite do módulo MANPC que utiliza a heurística *Regra de Três Normal*.

Regra de três local: a regra de três local é semelhante à regra de três normal, no entanto não aplica a proporção em todo ao valor do atributo alterado, mas sim em uma faixa de valores, tanto acima quanto abaixo do valor máximo do NPC. Nesse caso são esperados valores negativos de desempenho. Nesta heurística não é utilizado o processo de defuzzificação por ser mais simplificada e direta. O cálculo acontece conforme a fórmula:

$$\text{Valor alterado do atributo} = \text{Valor máximo do atributo} + \text{Faixa}$$

O cálculo da regra de três na faixa acontece da mesma maneira que na regra de três normal, no entanto o valor máximo da faixa deve ser definido de acordo com a influência que se deseja aplicar. Quando maior o valor máximo da faixa maior será a influência na intensidade do atributo. A fórmula descreve o cálculo realizado:

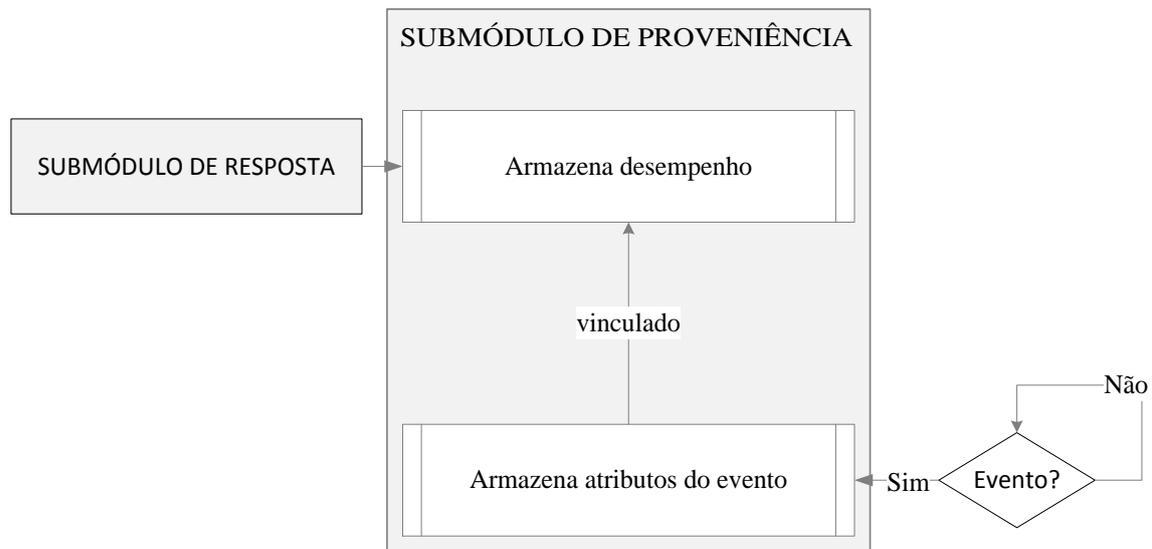
$$\text{Faixa} = \text{Valor máximo da faixa} * \text{Valor alterado do componente cog.}$$

O valor da faixa representa a diferença que será aumentada ou diminuída (considerando que a faixa possa ser negativa) do valor máximo do atributo do NPC. O uso de uma faixa na regra de três local inevitavelmente obriga a definição de valores máximos e mínimos de acordo com o cenário de cada jogo, definidos como valores limitadores, para que não aconteça valores negativos ou mesmo valores acima do esperado. Por exemplo, suponha uma faixa de 0,40 para um atributo *Ball Control* de um jogador com nível igual a 0,80,

suponha ainda que a partir de um evento positivo de orgulho o desempenho da faixa seja de 0,36. Pela fórmula temos o valor resultante da operação entre valor máximo do atributo e faixa totalizando em 1,16. No entanto o valor máximo do NPC é de 1,0, portanto este valor ultrapassa o valor máximo permitido ao NPC, sendo assim ele é convertido para 1,0, ou seja, o valor limite máximo. O mesmo acontece com o valor mínimo: suponha uma faixa de 0,40 para uma atributo *Ball Control* de um jogador com nível máximo igual a 0,20, e que que a partir de um evento negativo de censura o desempenho da faixa seja de -0,30. Pela fórmula temos o valor resultante da operação entre valor mínimo do atributo e faixa totalizando em -0,10. No entanto o valor mínimo do NPC é de 0,0, portanto este valor ultrapassa o valor mínimo permitido ao NPC, sendo assim ele é convertido para 0,0, sendo o valor limite mínimo. Comparando os dois valores, observe que na *Regra de Três Normal* as emoções atuam somente de forma negativa, ou seja as emoções positivas ficam mais próximas do valor máximo enquanto as emoções negativas ficam mais distantes e próximas de zero. Na *Regra de três local* as emoções atuam tanto de forma negativa quanto de forma positiva, onde as emoções positivas ficam acima do valor máximo e as emoções negativas ficam abaixo.

### **3.6 SUBMÓDULO DE PROVENIÊNCIA**

Com a saída de novos dados a partir da construção e combinação dos submódulos de resposta, organismo, percepção e criação, o submódulo de proveniência tornou-se necessário para garantir a o correto armazenamento dos dados no sentido de viabilizar a construção do gráfico de proveniência. O gráfico de proveniência é uma ferramenta a parte do módulo MANPC, no entanto, a partir dos dados gerados torna-se possível sua construção. O submódulo de proveniência tem o objetivo de tratar o armazenamento desses dados levando em consideração o caráter temporal dos mesmos e possibilitando o tratamento de consulta desses dados para análise a partir do gráfico de proveniência. Duas atividades internas do *workflow* foram construídas no submódulo, conforme apresenta a Figura 17.



**Figura 17: Workflow do submódulo de Proveniência**

Cada um das atividades internas ao *submódulo de proveniência* garante que os dados sejam armazenados corretamente, onde sem essa configuração inicial não seria possível utilizar esses dados no sentido de analisar o ciclo de vida do NPC na partida. A seguir explicamos com mais detalhes cada uma das atividades internas:

**Armazenamento desempenho:** o armazenamento do desempenho é a atividade iniciada a partir da comunicação do *módulo de resposta*. Quando o agente é afetado por um evento este tem seu desempenho alterado, esse valor de desempenho calculado é armazenado no sentido de vincular o mesmo com a ação que será executada pelo agente. O desempenho é calculado dinamicamente à execução do módulo MANPC para garantir que seja capturado o exato desempenho do agente no momento anterior a execução de uma ação, garantindo assim a correta análise da influência do estado afetivo do agente na execução da tarefa.

**Armazena atributos do evento:** o armazenamento dos atributos do evento tem o objetivo de organizar e disponibilizar os dados gerados na execução de uma ação de um agente com desempenho alterado. Os dados gerados quando uma ação é executada em um jogo de simulação foram mapeados como: ação, tempo de início, tempo de fim, evento e desempenho.

- Ação: representa a execução mapeada de um sentença atômica, isolado e pontual, que não pode ser dividida em outras sentenças mais simples
- Tempo de início: representa o momento inicial de execução de uma ação.
- Tempo de fim: representa o momento final de execução de uma ação.

- Evento: representa o resultado mais impactante da execução de uma ação.
- Desempenho: representa o desempenho do NPC no momento de execução da ação.

Esse armazenamento é o suficiente para garantir o registro dos eventos percebidos pelo NPC durante o jogo. Suponha um jogo de simulação de golfe sendo jogado por um NPC afetivo. Afetado pela emoção de *raiva* o *desempenho* do agente é calculado em 0,6, neste momento o desempenho afeta o componente cognitivo *atenção* do agente de 0,9 para 0,75, sendo este valor modificado baseado na *regra de três local*, com este desempenho o agente dá uma tacada na bola e erra acertando o lago. Todo o evento descrito é transformado em dados registrando por completo o evento. A ação do agente foi “dar a tacada” o tempo de início é o momento no jogo no qual ele deu a tacada, e o momento de fim é o exato momento em que ele para de dar a tacada. O evento é o resultado da ação, que no caso pode modificar o ambiente ou o próprio agente, o resultado neste caso foi “errar a tacada acertando o lago”. O desempenho nesse caso é o valor da variável de desempenho no momento em que o jogador efetuou a jogada, ou seja 0,6. O armazenamento dos dados gerados fez com que fosse necessária a criação de um modelo de proveniência específico para o cenário de NPC providos de afetividade em jogos de simulação. O modelo de proveniência proposto nesta pesquisa estende o modelo proposto por Kohwalter *et al.*, (2013). No estudo original, o foco foi o desenvolvimento de maneira genérica a jogos digitais, representando conceitos amplos do jogo, em especial a jogos com características de aprendizagem (jogos educativos) e simulação. Assim, foi ampliado o modelo originalmente proposto ao uso específico de NPC afetivos. Utilizando este modelo é possível representar tanto as características próprias do jogo, como as variações das emoções do NPC (proveniente dos eventos) durante uma seção do jogo. Para representar esse tipo de informação o primeiro passo é mapear os elementos do PROV em relação aos elementos do jogo, sendo os elementos do PROV: agente (*agent*), atividade (*activity*), entidade (*entity*) e planejamento (*plan*). A Entidade representa qualquer elemento que tenha algum significado importante dentro do jogo, ou seja, os objetos dentro do jogo. Usando como exemplo o jogo FIFA 13™, a bola, o gol, cartões amarelo e vermelho etc. As atividades são as ações que envolvem o NPC, podendo ou não ser executadas por este. Em nosso modelo os eventos provocam alterações na emoção e no humor do jogador e as atividades podem ser, por exemplo: faltas sofridas, gols realizados, dribles, faltas cometidas, manifestação da torcida, cobrança do técnico etc. Os planos no caso são a divisão dos eventos em partes menores, para que seja possível mapear como um plano de PROV. Os eventos durante o espaço de tempo do jogo alteram o desempenho do NPC, sendo possível a criação e

descrição de um gráfico de proveniência, bastante comum na área (KOOP *et al.*, 2010). É importante ressaltar que o uso de proveniência de dados em jogos é a capacidade de rastrear informações e conseqüentemente determinar de forma confiável por que algo aconteceu da seção de um jogo. Embora o PROV expresse as relações casuais entre as atividades, agentes, planos e entidades existentes no jogo, a proposta do PROV é ser apenas um modelo de referência não instanciável, diretamente em um banco de dados. Devido a este fato foi realizada uma adaptação do modelo PROV e que foi renomeada como PROVAA (*PROV for Affective Agents*) no qual pode ser instanciado em um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD). A Figura 18 apresenta o modelo PROVAA adotado na proveniência dos dados, ele é representado como um diagrama de classes UML, e é o resultado de um levantamento inicial sobre o qual a proveniência dos dados pode ser capturada durante a seção de um jogo.

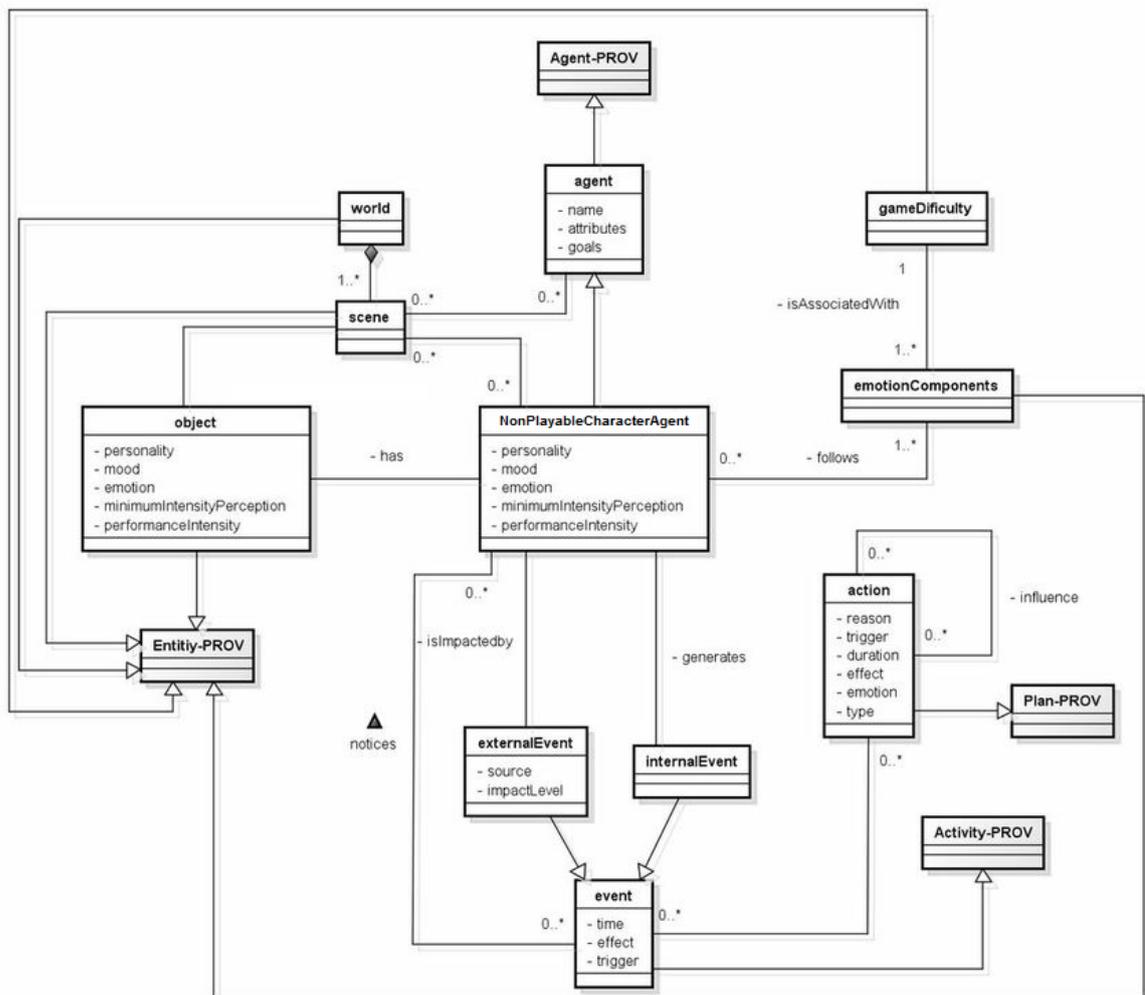


Figura 18: Modelo PROVAA adaptado do modelo PROV

Uma vez que o modelo PROVAA seguiu a recomendação do PROV, cada classe herda as características de uma classe do modelo PROV tendo as classes objetos (*Object*), cena (*Scene*) e mundo (*World*), estas representam à estrutura do jogo, em outras palavras as cenas possibilitam a interação entre objetos e o mundo. Os componentes emocionais (*Emotion Component*) representam uma emoção específica associada com o agente a uma determinada dificuldade do jogo (*Game Difficulty*). Esta classe foi mapeada desta maneira na busca do modelo proposto atender na estruturação dos dados independente do modelo de emoção, personalidade e humor escolhido. No entanto, foram adotados as estruturas que atendam aos modelos que foram utilizados durante toda esta pesquisa. A classe de evento (e suas especializações, eventos internos e eventos externos) foi mapeada como uma atividade (*Activity-PROV*) já que um evento pode ser gerado por um agente e irá produzir uma ação. Uma atividade pode ser constituída por uma ou mais ações que atuam produzindo novas entidades. A classe que representa o agente é a classe do NPC (*NonPlayableCharacterAgent*), sendo o elemento catalisador que permite controlar e/ou afetar a execução de uma atividade. A classe de ação (mapeada como *Plan-PROV*) determina e correlaciona à função de um agente ou artefato em uma atividade, sendo composto de um conjunto de ações. Utilizando todos os elementos listados e as informações próprias do jogo é possível armazenar e interpretar os dados de proveniência.

Com a construção do módulo, detalhada em cada um dos submódulos de desenvolvimento (*submódulo de criação, submódulo de percepção, submódulo de organismo, submódulo de resposta*) e no submódulo de armazenamento dos dados (*submódulo de proveniência*) tem-se delineado por completo a arquitetura do módulo MANPC. Na seção seguinte é apresentado o funcionamento do módulo MANPC em um simulador.

### **3.7 SIMULANDO O USO DO MANPC**

Esta seção tem como objetivo apresentar os testes realizados com o módulo MANPC sob a forma de um simulador. Este simulador é um sistema que faz uso do módulo MANPC, tendo o papel de demonstrar, independente do jogo, o que acontece em cada processo executado pelo módulo. A meta do simulador desenvolvido é servir como referência simples e direta do funcionamento do módulo MANPC, para utilização e compreensão no desenvolvimento de jogos onde se deseja desenvolver agentes no formato de NPC com comportamento afetivo. Este primeiro teste foi realizado em um simulador para gradativamente entender e analisar o módulo MANPC sem fazer o uso direto em um jogo,

podendo assim compreender e tratar as limitações e necessidades do módulo MANPC, sendo posteriormente expandido para um jogo nos capítulos seguintes. O simulador foi construído em três unidades de uso correlacionadas, sendo estas: definição do agente, processamento de eventos e cálculo de resultado. A seguir cada uma das unidades será explicada em detalhes:

1. **Definição do agente:** a definição do agente é a unidade onde são definidas as configurações da base de funcionamento do agente afetivo. Inicialmente, é necessário introduzir valores dos cinco parâmetros básicos de personalidade do modelo dos cinco grande fatores (*Neuroticism, Extraversion, Openness to experience, Agreeableness e Conscientiousness*). Em seguida, com a definição da personalidade do agente, o simulador calcula em tempo real o humor base relacionado para a personalidade inserida. Com o humor base calculado, o simulador calcula a emoção equivalente do agente. Uma emoção proveniente de um evento somente será calculada quando esta é maior ou igual à intensidade mínima de percepção (*MIP: Minimum Intensity Perception*) do agente. A Figura 19 representa a unidade no simulador responsável pela definição do agente.

The screenshot shows the 'Agent' configuration window with the following data:

Section	Item	Value
Personality (1)	1. Neuroticism:	0,00
	2. Extraversion:	0,00
	3. Openness to experience:	0,00
	4. Agreeableness:	0,00
	5. Conscientiousness:	0,00
Attributes (2)	1. MIP:	0,50
Base Mood (3)	1. Pleasure:	0,30
	2. Arousal:	0,10
	3. Dominance:	0,20
Base Mood	Result:	Exuberant
Current emotion (4)	(+) Gratification	0,00
	(+) Pride	0,00
	(+) Happy-for	0,00
	(+) Joy	0,00
	(+) Love	0,50
	(+) Admiration	0,00
	(+) Gratitude	0,00
	(+) Hope	0,00
	(+) Satisfaction	0,00
	(+) Relief	0,00
	(+) Gloating	0,00
	(-) Hate	0,00
	(-) Anger	0,00
	(-) Disappointment	0,00
	(-) Remorse	0,00
	(-) Shame	0,00
	(-) Fear	0,00
	(-) Reproach	0,00
	(-) Resentment	0,00
	(-) Pity	0,00
(-) Distress	0,00	
(-) Fears-Confirmed	0,00	
Current emotion	(=) Result	Love
Result	Current Mood	1. Pleasure: 0,30 + 2. Arousal: 0,10 + 3. Dominance: 0,20 + Result: Exuberant
Result	Attributes	1. Performance Intensity: 0,88   0%   100%

**Figura 19: Unidade de definição do agente**

Na figura 19, em (1) é onde são inseridas as cinco entradas de personalidade do agente, em (2) é o local onde é inserida a intensidade mínima de percepção do agente em relação aos eventos. As entradas dos itens um e dois é feita manualmente pelo usuário. Automaticamente o simulador calcula o humor base em (3) e a emoção atual em (4).

2. **Processamento de eventos:** o processamento de eventos é a unidade onde são interpretadas as ações que têm características de emoção. Uma ação será relevante para o agente quando esta tem uma emoção com intensidade maior ou igual à intensidade mínima de percepção do agente ou interna ao agente. Com a ação descrita de acordo com as emoções que a caracteriza e sua intensidade, é necessário determinar se o evento é interno ou externo ao agente. Todos os eventos internos são diretamente percebidos pelo agente, enquanto um evento externo será notado somente quando a intensidade da emoção é maior ou igual a intensidade mínima de percepção (MIP). Quando um evento é percebido pelo agente automaticamente o simulador altera os valores da emoção atual do agente na unidade de definição do agente. Desta forma, o valor de emoção atribuída ao agente não é mais derivado da personalidade e do humor base, mas sim pela interpretação dos eventos. A Figura 20 é a unidade responsável pelo processamento de eventos.

The interface is titled 'Events' and contains the following sections:

- Event Description:** A hierarchical tree structure with four levels, each containing a dropdown menu. The first level is labeled '1', the second '2', the third '3', and the fourth '4'.
- Emotion Intensity:** A table of 20 emotion categories, each with a corresponding intensity slider set to 0.00.
 

(+) Gratification	0,00	(-) Hate	0,00
(+) Pride	0,00	(-) Anger	0,00
(+) Happy-for	0,00	(-) Disappointment	0,00
(+) Joy	0,00	(-) Remorse	0,00
(+) Love	0,00	(-) Shame	0,00
(+) Admiration	0,00	(-) Fear	0,00
(+) Gratitude	0,00	(-) Reproach	0,00
(+) Hope	0,00	(-) Resentment	0,00
(+) Satisfaction	0,00	(-) Pity	0,00
(+) Relief	0,00	(-) Distress	0,00
(+) Gloating	0,00	(-) Fears-confirmed	0,00
- Type:** Radio buttons for 'Intern' (selected) and 'Extern'.
- Buttons:** 'Apply Event' (labeled 4) and 'Reset Event'.
- Result Section:**
  - Current Mood:** Three sliders for Pleasure (0.30), Arousal (0.10), and Dominance (0.20), each with a '+' button. The result is 'Exuberant'.
  - Attributes:** A slider for 'Performance Intensity' set to 0.88, with a corresponding green progress bar from 0% to 100%.

**Figura 20: Unidade de processamento de eventos**

Na Figura 20, no item (1) são inseridas as características de um evento com base na descrição emocional do modelo OCC presente na Figura 4, em (2) é inserida a intensidade do evento. Em (3) é inserido o tipo de evento: interno ou externo. (1), (2) e (3) são entradas configuradas manualmente e, basicamente descrevem as configurações de um evento. Em (4), pode-se aplicar o evento ou apagar as entradas do mesmo. Aplicando o

evento o simulador muda a definição do agente e calcula o resultado, conforme descreve a unidade seguinte.

3. **Resultado:** a unidade de resultado tem a função de apresentar os resultados quando há modificações no agente ou inclusão de eventos. O humor atual do agente é o primeiro resultado apresentado, sendo este igual ao humor base quando não há eventos ou estes não são percebidos. Quando um evento é percebido pelo agente, a intensidade do atributo de desempenho se altera, garantindo a mudança dos componentes da emoção pela interpretação emocional do evento. Com a alteração do desempenho, podemos alterar os componentes cognitivos do agente, a partir da regra de três simples, onde é feita uma regra de três de igual equivalência entre o desempenho e o componente cognitivo (considerando o valor do componente cognitivo entre 0 e 100) ou a regra de três local, onde a equivalência é feita entre o desempenho e uma faixa de valor do componente cognitivo. A Figura 21 é a unidade responsável pelo cálculo de resultado.

The screenshot displays a software interface with a window titled 'Result' and a close button 'x' in the top right corner. The interface is divided into several sections:

- Navigation:** 'Cover Page', 'Agent', 'Events', and 'Result' tabs are visible at the top.
- Heuristic Section:** Labeled 'Heuristic' with a red '3' next to it. It contains two radio buttons: 'Rule Of Three' (unselected) and 'Local Rule Of Three' (selected). A slider bar is positioned to the right of the selected option, with a numerical value of '16' displayed at its end.
- Cognitive Component Section:** Labeled 'Cognitive Component' with a red '4' next to it. It lists ten components, each with a radio button and a percentage input field:
  - Memory: \_\_\_%
  - Decision-making: \_\_\_%
  - Learning: 013%
  - Perception: \_\_\_%
  - Goal: \_\_\_%
  - Motivation: \_\_\_%
  - Attention: \_\_\_%
  - Priority: \_\_\_%
  - Planning: \_\_\_%
  - Creativity: \_\_\_%
- Agent Attribute Section:** Labeled 'Agent Attribute' with a red '5' next to it. It shows 'Old Value: 10' and 'New Value: -1.68'.
- Result Section:** Labeled 'Result' at the top left of this section. It is divided into two sub-sections:
  - Current Mood:** Labeled with a red '1'. It lists three mood components with numerical values and '+' buttons:
    - 1. Pleasure: 0,30
    - 2. Arousal: 0,10
    - 3. Dominance: 0,40
 Below these is a 'Result:' field containing the text 'Arrogant'.
  - Attributes:** Labeled with a red '2'. It lists '1. Performance Intensity: 0,13'. Below this is a horizontal bar chart showing a green segment from 0% to approximately 13%, with '0%' at the start and '100%' at the end.

**Figura 21: Unidade de resultado**

A Figura 21 (1) mostra o humor atual do agente após a percepção de um evento. Com o humor atual modificado, o simulador calcula o desempenho do agente no item (2), que pode ser aplicado diretamente em um jogo, ou desfragmentado nos componentes cognitivos, pelo item (3) na escolha da heurística, e no (4) na escolha do componente cognitivo. (5) apresenta

um atributo genérico para a visualização de seu antigo valor (*Old Value*) e seu novo valor (*New Value*).

Nessa seção foi apresentado uma simples interface gráfica com objetivo de demonstrar a implementação dos submódulos descritos anteriormente. Para compreensão interna do desenvolvimento dos métodos utilizados na construção do simulador e comunicação com o módulo MANPC o Apêndice C apresenta com maiores detalhes a arquitetura completa desenvolvida. Os tópicos discutidos neste capítulo tiveram como objetivo a construção do módulo MANPC assim como seu correto funcionamento com o uso do simulador na busca de atender aos objetivos pelo qual foi desenvolvido e, tendo como base as referências bibliográficas tratadas, discutidas e utilizadas no processo de criação do módulo e consequentemente do simulador. Conforme o simulador é um protótipo acadêmico, este não possui valor significativo no mercado de jogos. No sentido de construir resultados na visão do mercado, no Capítulo 4 é abordado o uso do módulo MANPC diretamente no cenário de jogos a partir de provas de conceito em uma análise experimental.

## CAPÍTULO 4 – ANÁLISE EXPERIMENTAL

Este capítulo é dividido em duas seções no sentido de apresentar duas provas de conceito diferentes desenvolvidas. Na seção 4.1 é apresentada a validação realizada do módulo MANPC sendo testado diretamente com usuários reais. Na seção 4.2 é apresentado a validação realizada com a simulação do jogo FIFA 13™ utilizando o módulo MANPC pontualmente em um único NPC, sendo construído o gráfico de proveniência com os dados gerados.

### 4.1 PROVA DE CONCEITO: JOGO DA MEMÓRIA

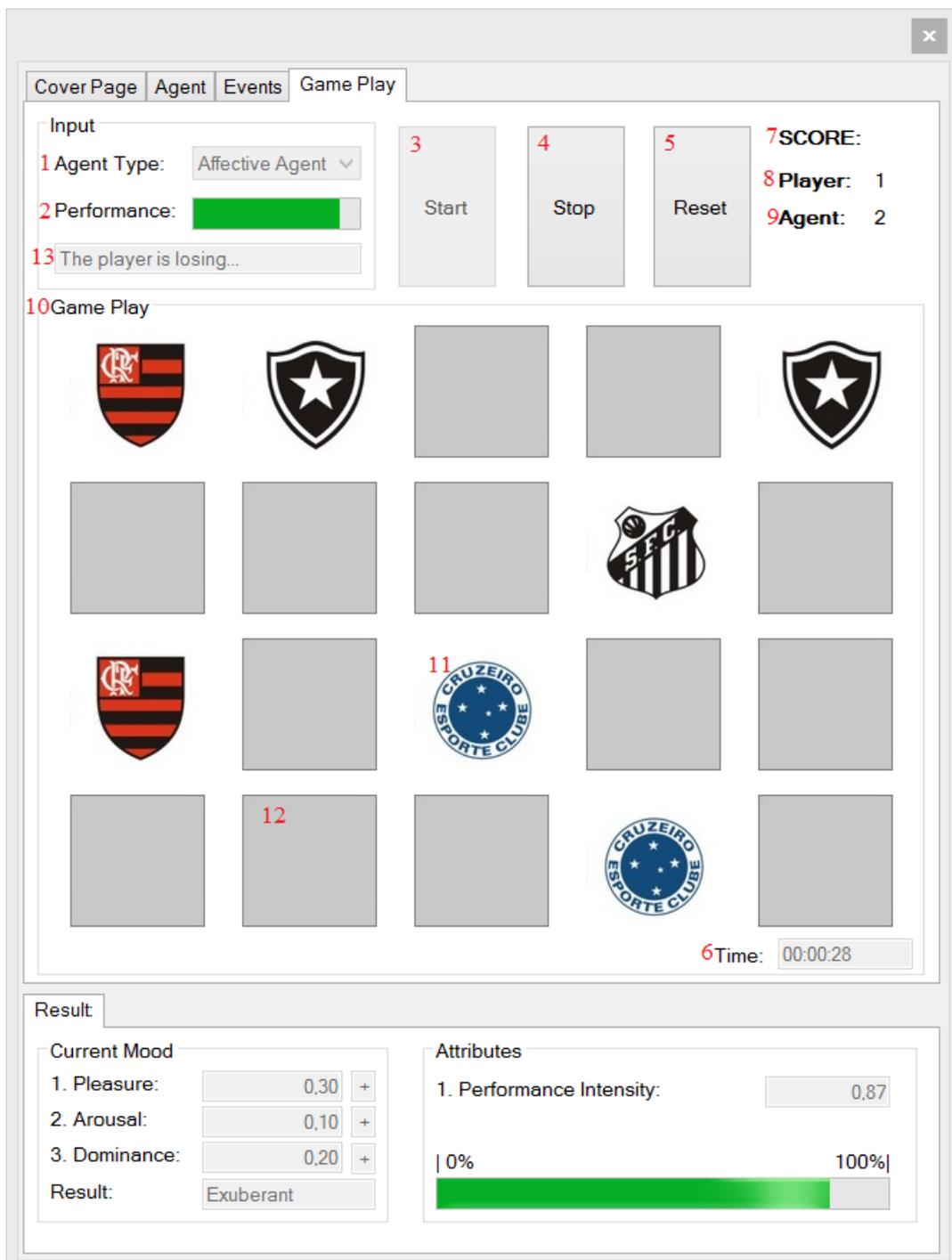
Neste tópico apresentamos uma prova de conceito para o MANPC. Esta prova de conceito tem como objetivo apresentar a aplicação do módulo em um cenário real de jogo, e não uma simulação. Devido à simplificação e aplicabilidade fácil dos componentes cognitivos, neste tópico iremos abordar o uso do módulo em um jogo da memória, intitulado “*Memory Game Test*”. O jogo da memória foi escolhido por ter como objetivo simular um jogo da memória contra um humano. A arquitetura desenvolvida no jogo *Memory Game Test* encontra-se disponível em uma visão macroscópica no Apêndice D.

#### 4.1.1 VISÃO GERAL

Conforme apresentado no Capítulo 2, o conceito de agentes inteligentes segue no sentido de produzir agentes com comportamento similar ao de um humano (agente com comportamento convincente) e, a partir de um conjunto complexo de regras, evitar que sejam percebidos padrões e comportamentos que o caracterizem como uma inteligência artificial, oferecendo um nível de divertimento similar ao de um humano. O desenvolvimento nesse sentido, em especial na área de jogos tem como objetivo aumentar a imersão do jogador e a diversão em se jogar. O jogo da memória foi escolhido por simular a realidade conforme requisito do módulo MANPC e de ser rápido e facilmente avaliado em testes diretos com humanos.

O jogo da memória é um jogo simples e comum em diferentes partes do mundo, com poucas variações, sendo considerado um clássico. Os principais componentes cognitivos identificados na tomada de decisão durante a partida de um jogo da memória são: *atenção*, *percepção*, *memória* e *planejamento*. O jogo em si possui peças que apresentam figuras em um dos lados, cada uma das figuras se repete em duas peças. Antes de o jogo iniciar, as peças

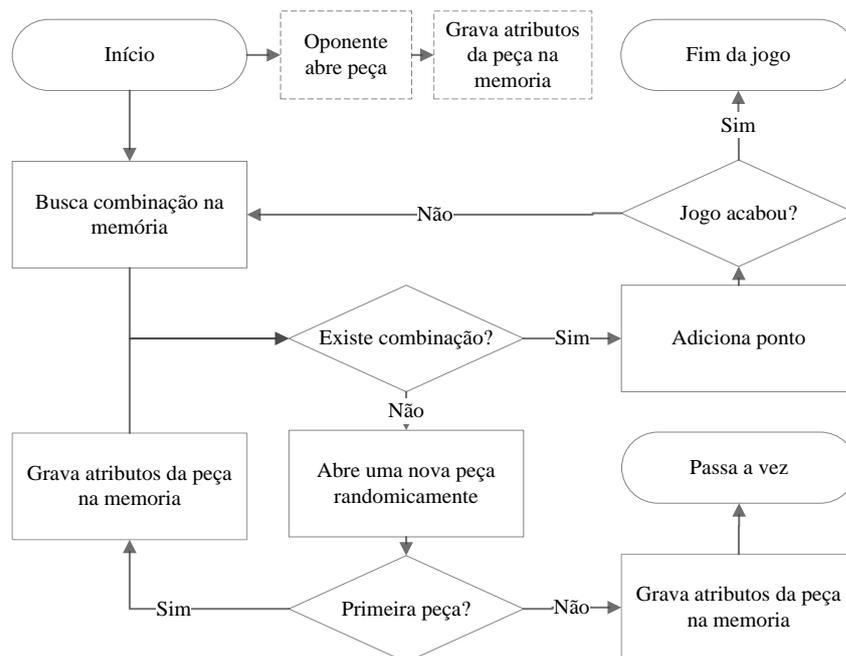
são colocadas com as figuras viradas para baixo em posições aleatórias. Cada participante, normalmente dois jogadores, vira na sua vez duas peças a sua escolha, e deixa que todos vejam. Caso as peças tenham figura igual, o jogador recebe um ponto e as figuras permanecem viradas para cima, se as peças são diferentes o jogador retorna as peças de cabeça para baixo na mesma posição e encerra seu turno, passando a vez a outro jogador. Ganha o jogo quem tiver o maior número de pontos quantos todas as peças são descobertas. O jogo *Memory Game Test* segue as regras básicas descritas, conforme ilustra a Figura 22.



**Figura 22: Ambiente do jogo Memory Game Test**

Este jogo é uma instância do simulador apresentado no Capítulo 3. No papel do NPC foram definidos três diferentes agentes: *agente perfeito*, *agente randômico* e o agente utilizando o módulo MANPC, nomeado como *agente afetivo*. Analisando somente o atributo desempenho o *agente perfeito* possui desempenho máximo (100%) o *agente randômico* possui desempenho mínimo (próximo de 0%) e o *agente afetivo* possui desempenho de acordo com a emoção atribuída durante a partida. Cada um dos três agentes apresenta um fluxograma diferenciado de funcionamento:

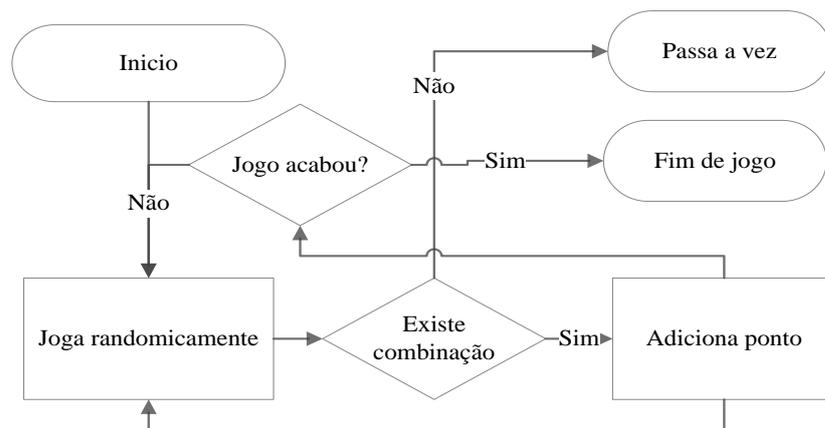
- **Agente perfeito:** para entender o funcionamento do *agente perfeito*, é preciso analisar o comportamento esperado deste agente na partida. O *agente perfeito* durante todo o tempo utiliza de estratégias que consigam maximizar suas chances de ganho, sendo assim este grava todas as informações a respeito das peças abertas por si e pelo adversário, assim como a posição das mesmas no jogo. Ao abrir uma peça o agente sempre verifica em seu registro se existem combinações, caso existam o agente sempre as prioriza, caso não existam o agente abre uma nova peça, caso a nova peça realize combinação com uma das peças já abertas este prioriza essa nova combinação, caso não exista o agente abre uma peça randomicamente do grupo de peças desconhecidas. Já que o agente perfeito possui memória infinita, este sabe todos os movimentos que já fez anteriormente e também do jogador. Para um jogador humano isso é praticamente impossível dependendo da quantidade de peças no jogo. A Figura 23 simplifica o funcionamento esperado do agente.



### Figura 23: Fluxograma de funcionamento do agente perfeito

Em seu desenvolvimento computacional, cinco premissas caracterizam o *agente perfeito*: (1) quando o agente possui informação a partir de suas jogadas de que duas peças já foram abertas, este realiza a combinação das peças, (2) a busca dessa informação deve ser alimentada também pelas peças abertas pelo jogador, (3) quando o agente não detém a informação de que duas peças abertas fazem combinação ele joga aleatoriamente, (4) se houver combinação da nova peça com uma antiga este realiza uma combinação, caso não exista (5) o agente busca aleatoriamente uma nova peça do grupo de peças desconhecidas.

- **Agente randômico:** para entender o funcionamento do *agente randômico*, é preciso analisar como este se comporta durante a partida. O *agente randômico*, ao contrário do *agente perfeito* realiza todas as ações aleatoriamente não gravando ou consultando nada na “memória”, em síntese quando este necessita tomar uma escolha este busca qualquer uma das opções disponíveis. A Figura 24 simplifica o funcionamento esperado do agente.

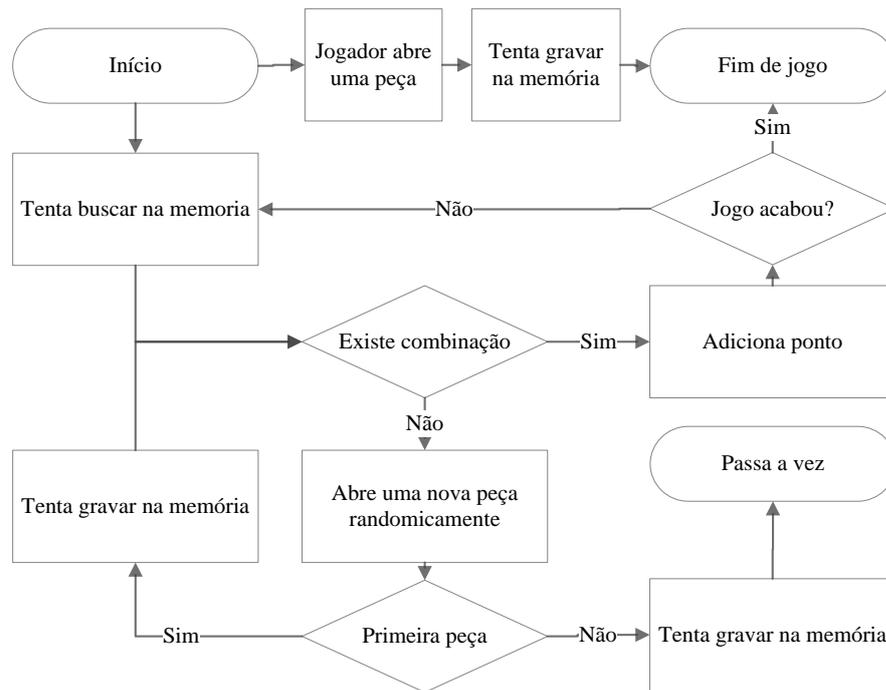


### Figura 24: Fluxograma de funcionamento do agente randômico

Em seu desenvolvimento computacional, uma premissa caracteriza o *agente perfeito*: (1) as decisões tomadas pelo agente tendem a acontecer de forma aleatória.

- **Agente afetivo:** para entender o funcionamento do *agente afetivo* é preciso analisar como este se comporta na partida. O *agente afetivo* durante todo o tempo utiliza de estratégias que consigam maximizar suas chances de ganho em proporção direta aos componentes cognitivos vinculados ao desempenho calculado. Assim, este tenta gravar as informações a respeito das peças abertas por si e pelo adversário utilizando a proporção direta dos componentes cognitivos *atenção* e *percepção* respectivamente, assim como a posição das peças no jogo. Ao abrir uma peça o agente sempre tenta verificar em seu registro se existem combinações utilizando a proporção direta do componente cognitivo *memória*,

caso existam o agente sempre as prioriza, caso não existam o agente abre uma nova peça, com as informações da nova peça o agente tenta buscar combinação com uma das peças já abertas utilizando como proporção direta o componente cognitivo *planejamento*, este prioriza essa nova combinação, caso não exista o agente abre uma peça randomicamente do grupo de peças desconhecidas. A Figura 25 simplifica o funcionamento esperado do agente:



**Figura 25: Fluxograma de funcionamento do agente afetivo**

Em seu desenvolvimento computacional, cinco premissas caracterizam o *agente afetivo*: (1) quando o agente possui informação a partir das jogadas de que duas peças já foram abertas, este tenta realizar a combinação das peças utilizando como parâmetro a proporção direta do componente cognitivo *memória*, (2) para fornecer essa informação o agente tenta gravar os dados da peça utilizando as informações obtidas a partir das peças abertas por si e pelo jogador, utilizando como parâmetro a proporção direta dos componentes cognitivos *atenção* e *percepção* respectivamente, (3) quando o agente não detém ou não memorizou a informação de que duas peças já foram abertas ele joga aleatoriamente, (4) se houver combinação da nova peça com uma antiga este tenta realizar uma combinação utilizando como parâmetro a proporção direta do componente cognitivo *planejamento*, caso não exista (5) o agente busca aleatoriamente uma nova peça do grupo de peças desconhecidas.

No jogo *Memory Game Test* as entradas relativas ao agente (personalidade, intensidade mínima de percepção etc.) e as emoções são atribuídas da mesma maneira como

acontece no simulador apresentado no Capítulo 3, permanecendo constante durante toda a partida. No jogo desenvolvido foram definidas vinte peças formadas pela combinação de dez pares utilizando como símbolo a combinação das bandeiras de times e futebol brasileiros, conforme ilustra a Figura 26.



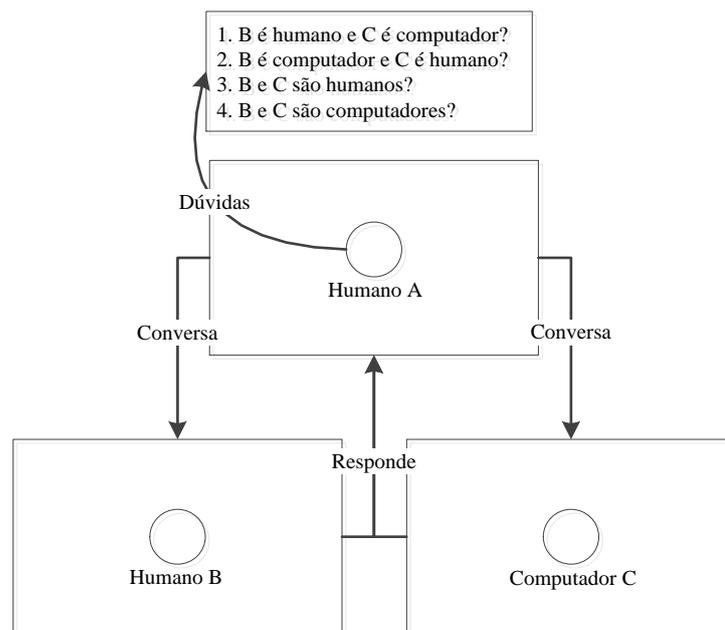
**Figura 26: Exemplo de combinação do jogo Memory Game Test**

Quando uma bandeira é selecionada ela vira de face para cima, quando está possui uma combinação com alguma outra aberta anteriormente, ambas permanecem viradas para cima, quando ocorre o oposto, ambas retornam ao estado inicial. Algumas mensagens aparecem ao jogador informando o status do jogo, ao final do jogo o jogador é informado do tempo gasto e da quantidade de pontos alcançados. Tendo apresentado o funcionamento do *Memory Game Test* a seguir descrevemos quais os critérios de validação, divididos em duas categorias de testes nomeados como *validação direta* e *validação humano convincente*.

#### 4.1.2 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Neste tópico são avaliados dois pontos distintos a respeito do jogo *Memory Game Test*, o primeiro ponto, nomeado como *validação direta* avalia os resultados isolados de partidas contra os três diferentes tipos de agentes (*perfeito*, *randômico* e *afetivo*) tendo como objetivo observar, validar e comparar o comportamento dos agentes. O segundo ponto avaliado, nomeado como *validação humano convincente* avalia o comportamento dos agentes em confronto com seres humanos, tendo como objetivo realizar inferências a respeito da

percepção dos humanos em relação aos agentes. Os critérios de avaliação propostos para a *validação humano convincente* são fundamentados nos trabalhos de Alan Turing (1950), sendo necessário o conhecimento dos testes de Turing para o entendimento dos testes desenvolvidos. Em síntese, o teste de Turing busca testar a capacidade de um agente exibir comportamento inteligente similar ao de um ser humano, ou seja, apresentar comportamento convincente. A realização do teste em síntese consiste em uma pessoa (A) se comunicando com outra (B) utilizando um computador, via linguagem natural a ambos. A primeira pessoa (A) comunica-se com um terceiro agente computacional (C) utilizando também linguagem natural. Todos os envolvidos (A, B, e C) estão separados e a primeira pessoa (A) não sabe quem é uma pessoa de verdade e quem é a máquina, assim o teste consiste em a primeira pessoa (A) conseguir perceber quem é uma pessoa (B) e quem é um agente computacional (C), conforme ilustra a Figura 27.



**Figura 27: Descrição do teste de Turing**

Claramente os testes desenvolvidos dessa prova de conceito se desvirtua da proposta original do teste de Turing, no entanto a ideia central é a mesma, obter a percepção de uma amostra de humanos a respeito de uma interação com agentes computacionais de forma cega.

A *validação humano convincente* em síntese busca responder três questões e a partir desta realizar algumas inferências amostrais, sendo essas questões:

- (Q1) Qual a porcentagem de jogadores ao jogar contra um NPC afetivo acreditariam estar jogando contra uma pessoa real?

- (Q2) Qual o nível de dificuldade percebido pelo jogador em uma partida contra o NPC afetivo?
- (Q3) Qual a intensidade de diversão percebida pelo jogador em uma partida contra o NPC afetivo?

O objetivo do teste de validação humano convincente é utilizando um cenário parecido com o do teste de Turing, testar o nível de convencimento do NPC afetivo em comparação aos demais agentes utilizados, do ponto de vista de jogadores reais. Na prática, o teste aqui apresentado busca com a utilização de uma amostra de partidas realizadas por indivíduos randomicamente escolhidos, que conheçam as regras do jogo da memória, e das heurísticas dos agentes (afetivo, randômico e perfeito), responder as questões (Q1, Q2 e Q3). Na primeira fase dos testes de *validação humano convincente*, cada um dos jogadores deve jogar uma vez contra cada um dos demais jogadores humanos em um ambiente completamente observável a ambos. Na segunda fase do teste, os jogadores são colocados em ambientes individualmente separados, onde são aplicadas novas partidas, a respeito das novas partidas é explicado que o oponente que irão enfrentar pode ser um dos humanos com os quais já jogaram ou um agente perfeito ou um agente randômico ou um agente provido de emoções (*agente afetivo*). Além dessa informação são explicados o comportamento e as características e o comportamento de cada um destes novos agentes. Ao final de cada partida o usuário deve responder com qual adversário (humano, *agente afetivo*, *agente perfeito* ou *agente randômico*) ele acredita ter jogado, qual o nível de dificuldade durante o jogo e uma nota do índice de diversão/frustração dado a esta partida.

A atividade de pesquisa junto ao usuário é conhecida como *survey*, ou seja, a obtenção de características, ações e opiniões a respeito de determinado grupo de pessoas, sendo este indicado como representante de uma população alvo, por meio de um instrumento de pesquisa, no caso um questionário, conforme os estudos de Pinsonneault e Kraemer (1993). Seguindo a classificação proposta por Pinsonneault e Kraemer o *survey* utilizado tem propósito descritivo, já que tem como objetivo identificar quais situações, eventos, atitudes ou opiniões estão manifestos em determinada população, descrevendo a distribuição de um fenômeno aparente na população. Neste tipo de fenômeno a hipótese não é causal, mas possui propósito de verificar se a percepção dos fatos está ou não de acordo com a realidade. Na classificação de momentos dada por Sampieri *et al.* (1991) a respeito da coleta de dados, a pesquisa pode ser classificada como corte-transversal, já que a coleta dos dados ocorre em um só momento, pretendendo descrever e analisar o estado de uma ou mais variáveis em um dado

momento. Quanto amostra, esta possui características da definição de Jean *et al.* (1984) que a define como não probabilística já que acontece seguindo algum critério, e nem todos os indivíduos da população tem a mesma chance de serem selecionados.

Dentre a classificação realizada por Yin *et al.* (1997) a pesquisa não probabilística desta prova de conceito acontece pelo tipo *por conveniência*, já que os participantes são escolhidos por estarem disponíveis. Quanto ao tamanho da amostra, muito se discute (Fink, (2002); Moscarola, (1990); Jean *et al.*, (1984)) a respeito do tamanho ideal em uma amostra não probabilística para se alcançar resultados precisos e confiáveis. Na pesquisa realizada foi adotada a versão de Moscarola (1990) onde o autor apresenta uma leitura simplificada desse tema com a lei dos grandes números, segundo o qual com uma amostra inferior a 30 observações existe tanto a chance de encontrar um valor errôneo ou defasado como um valor se aproximando da realidade.

No caso desta pesquisa foi adotado o valor fixo de 50 amostras sendo a amostra representada pelo resultado da partida realizada. Quanto ao instrumento utilizado na realização do *survey*, foi desenvolvido um questionário, apresentado pelo Anexo A, formulado a partir do referencial e guia prático desenvolvido por Fink (1995) com sugestões da aderência das questões ao contexto, as meticulosidades de se oferecer perguntas abertas ou fechadas, as escolhas de medidas inerentes às respostas, entre outros. Por último, em relação às medições, estas apresentam validade por medirem da forma correta aquilo que foi proposto, atendendo a exigência da validade interna a condição de aplicação dos testes nos usuários em ambientes fisicamente separados, para que a comunicação não influa nos resultados, além da limitação da amostragem de 50 observações na classificação de validade externa para que atenda aos requisitos da lei dos grandes números sem que o desempenho dos envolvidos e a dedicação nas respostas ao questionário sejam afetados pelo decorrer do tempo, conforme os aspectos considerados por Campbell e Stanley (1979).

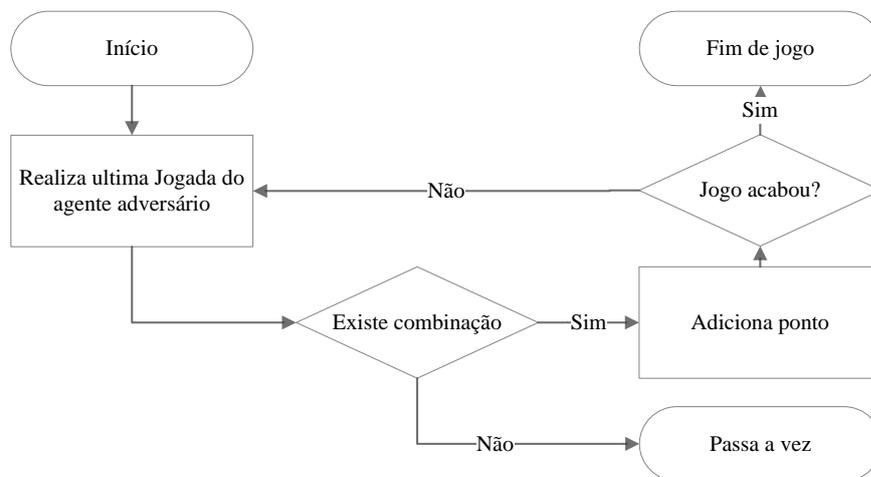
A divisão dos testes em duas partes acontece no sentido de tornar a avaliação mais correta e concreta. Na primeira fase os jogadores interagem entre si na busca de mapear as características e o desempenho de seus oponentes, tornando-se similar ao que acontece quando dois jogadores jogam algum tipo de jogo de mais de um jogador e de certa forma detêm certo conhecimento da maneira do outro atuar no jogo. Na segunda fase o objetivo principal é a verificação da existência de alguma confusão na percepção do NPC afetivo na visão do jogador. Nesta etapa os jogadores além de jogar novamente entre si, jogam também contra os agente computacionais, sem que saibam de antemão contra quem estão jogando

(agentes humanos ou artificiais). Além das perguntas respondidas pelos questionários, outros dados são recolhidos automaticamente ao final da partida, sendo estes: tempo da partida, pontuação do jogador, pontuação do NPC, tipo do NPC, desempenho do NPC e identificação do jogador. Tendo apresentado os critérios e a metodologia dos testes, na seção seguinte é apresentado os resultados encontrados e a análise dos mesmos.

#### 4.1.3 RESULTADOS

Neste tópico são apresentados os resultados encontrados a partir dos testes levantados e descritos no critério de avaliação, nomeados como *validação direta* e *validação humano convincente*.

**Validação direta:** os testes de *validação direta* tiveram como objetivo realizar partidas diretas contra os diferentes tipos de agentes (*agente perfeito*, *agente randômico* e *agente afetivo*) e a partir da observação dos resultados, quantificar os erros e acertos que o agente cometeu durante a partida. Os erros e acertos são classificados em sentido oposto nesta avaliação, ou seja, um agente erra quando não tenta maximizar sua função de utilidade, onde sua função de utilidade é basicamente escolher dentre as jogadas, aquela que maximize suas chances de vitória (RUSSELL; NORVIG; DAVIS, 2010). Para realizar os testes, foi construído um agente auxiliar nomeado como *agente repetitivo*, este agente tem como objetivo evitar qualquer manipulação que seria possível em confronto contra humanos e avaliar exclusivamente a porcentagem de erros até que o agente avaliado (*perfeito*, *randômico* ou *afetivo*) consiga ganhar a partida. A Figura 28 ilustra o funcionamento do agente.



**Figura 28: Fluxograma de funcionamento do agente repetitivo**

O comportamento do *agente repetitivo* é o mais simples possível e minimiza qualquer chance de vitória, já que sempre repete a última jogada do agente adversário, sendo que esta ação em nada contribui para si ou para o adversário com a informação de novas peças abertas. Na busca de avaliar se o comportamento do *agente perfeito* acontece conforme o esperado, ou seja, maximizando sua função de utilidade, foram realizados testes de verificação de comportamento, analisando a entrada de eventos e saída dos resultados esperados. Cada um dos eventos possíveis ao agente perfeito listados pelas premissas de 1 a 5 em seu fluxograma de funcionamento (Figura 23) foram testados 100 vezes cada, totalizando 500 testes do conjunto, conforme listado na Tabela 17.

**Tabela 17: Testes de comportamento do agente perfeito**

N ° Teste	Quantidade de acertos	Quantidade de erros
1	100	0
2	100	0
3	100	0
4	100	0
5	100	0

Tendo validado o agente perfeito e seu comportamento, foi realizada a análise quanto à quantidade de turnos necessários para a vitória do *agente perfeito* em uma partida contra o *agente repetitivo*, sendo realizadas 100 partidas entre os agentes, a Tabela 18 apresenta os índices da quantidade de turnos para a vitória do *agente perfeito*.

**Tabela 18: Testes de turnos do agente perfeito**

Tipo do Agente	Máximo (turnos)	Mínimo (turnos)	Média (turnos)
Perfeito	18	10	12

Na busca de avaliar se o comportamento do *agente randômico* acontece conforme o esperado, ou seja, não utilizando uma função de utilidade e fazendo jogadas aleatórias, foram realizados testes de verificação de comportamento, analisando a entrada de eventos e saída dos resultados esperados. Cada uma das cinco premissas do *agente perfeito* listados de 1 a 5 em seu fluxograma de funcionamento (Figura 23) foram testados no *agente randômico* sendo verificada a existência de aleatoriedade nestes eventos, sendo cada um destes eventos testado 100 vezes cada, totalizando em 500 testes do conjunto, conforme listado na Tabela 19.

**Tabela 19: Testes de comportamento do agente randômico**

N ° Teste	Quantidade de acertos	Quantidade de erros
1	6	94
2	3	97

3	1	99
4	3	97
5	2	98

O resultado encontrado é considerado como válido devido à variação de erros e acertos, onde obteve-se um alto índice de erros devido à grande quantidade de peças (20 peças), e diminuindo quando menos peças estão disponíveis para escolha do agente, verificando aleatoriedade na tomada de decisão do agente. Tendo validado o agente randômico e seu comportamento, foi realizada a análise quanto à quantidade de turnos necessários para a vitória do agente em uma partida contra o *agente repetitivo*, sendo realizadas 100 partidas entre o agente randômico e o agente repetitivo, a Tabela 20 apresenta os índices da quantidade de turnos para a vitória do agente randômico.

**Tabela 20: Testes de turnos do agente randômico**

Tipo do Agente	Máximo (turnos)	Mínimo (turnos)	Média (turnos)
Randômico	752	594	708

Na busca de avaliar se o comportamento do *agente afetivo* acontece conforme o esperado, ou seja, utilizando uma função de utilidade que aponte na proporção direta ao desempenho atribuído devido a uma emoção, foram realizados testes de verificação de comportamento, analisando a entrada de eventos e saída dos resultados esperados. Foram escolhidas para testes aleatoriamente quatro das vinte e duas emoções possíveis por todas utilizarem da mesma lógica de desenvolvimento, variando somente a distribuição probabilística específica de cada. Cada uma das premissas avaliadas no *agente afetivo*, listados de 1 a 5 em seu fluxograma de funcionamento (Figura 25) foram testados 100 vezes cada, totalizando 500 testes do conjunto, conforme listado na Tabela 21.

Gratificação		
N ° Teste	Quantidade de acertos	Quantidade de erros
1	96	4
2	97	3
3	96	4
4	95	5
5	96	4
Esperança		
N ° Teste	Quantidade de Acertos	Quantidade de erros
1	78	22
2	75	25
3	78	22

4	78	22
5	79	21
<b>Satisfação maldosa</b>		
<b>N ° Teste</b>	<b>Quantidade de acertos</b>	<b>Quantidade de erros</b>
1	46	54
2	41	59
3	48	52
4	45	55
5	40	60
<b>Pena</b>		
<b>N ° Teste</b>	<b>Quantidade de acertos</b>	<b>Quantidade de erros</b>
1	8	92
2	6	94
3	7	93
4	7	93
5	6	94

**Tabela 21: Testes de comportamento do agente afetivo**

O resultado encontrado é considerado como válido já que os valores de acertos e erros tendem na mesma proporção do desempenho do agente na emoção estabelecida, por exemplo a emoção *gratificação* obteve em média 97% de acertos e 3% de erros nas cinco premissas avaliadas em seu fluxograma de funcionamento (Figura 25), sendo este valor de 0,975 o mesmo valor médio da variável *desempenho* atribuída ao agente na Tabela 16. Analisando as cinco emoções testadas (*Gratificação, esperança, satisfação maldosa e pena*), é observado um alto índice de erros em emoções mais negativas. A diminuição da quantidade de erros em emoções ocorre com emoções mais positivas. Tendo validado o *agente afetivo* e seu comportamento, foi realizada a análise quanto à quantidade de turnos necessários para a vitória do agente afetivo influenciado por cada uma das vinte e duas emoções possíveis em partidas contra o *agente repetitivo*, sendo realizadas 100 partidas entre o *agente afetivo* e o *agente repetitivo* para cada uma das emoções, a Tabela 22 apresenta os índices da quantidade de turnos para a vitória do *agente afetivo*.

**Tabela 22: Testes de turnos do agente afetivo**

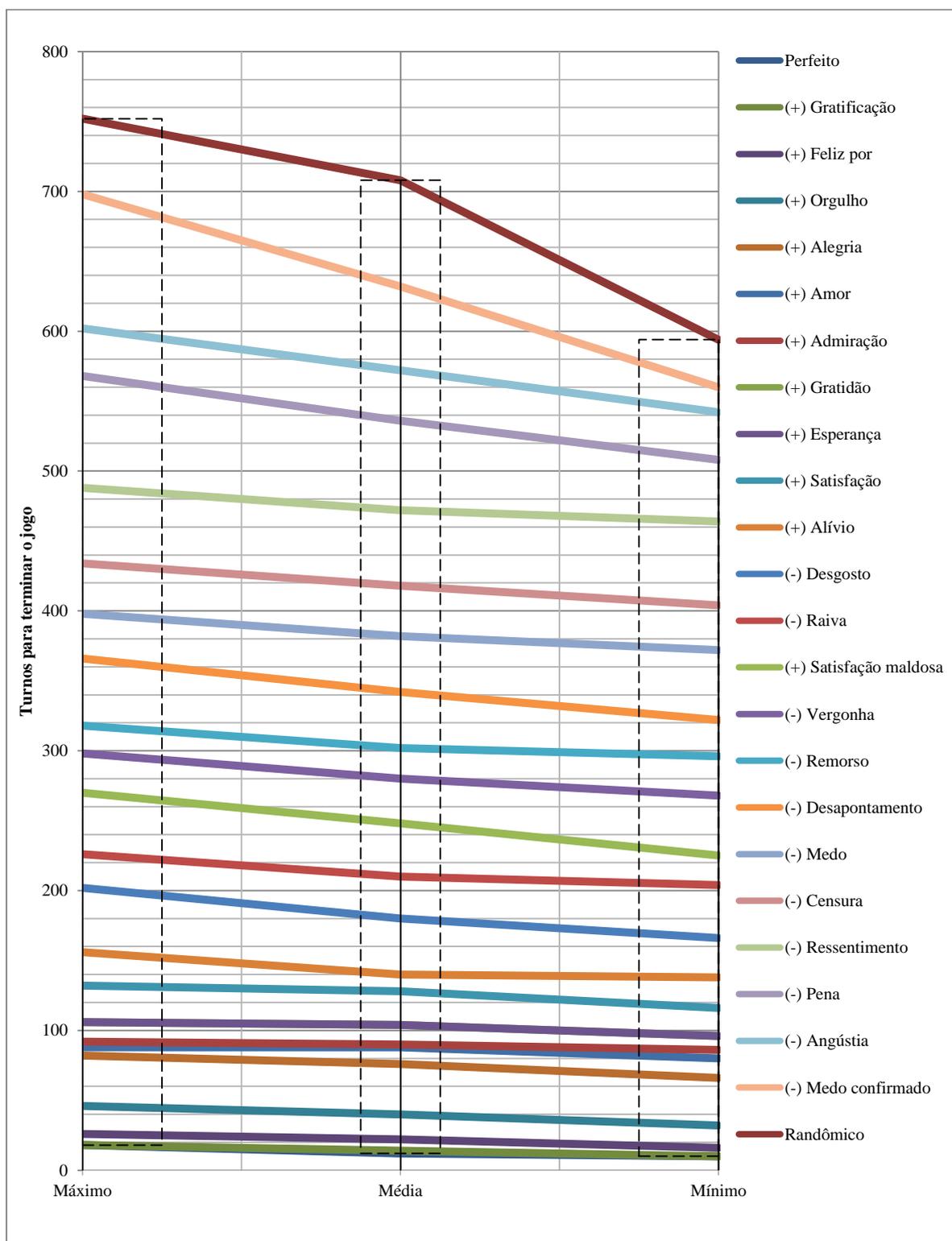
<b>Agente afetivo</b>			
<b>Tipo do Agente</b>	<b>Máximo (turnos)</b>	<b>Mínimo (turnos)</b>	<b>Média (turnos)</b>
(+) Gratificação	18	10	14
(+) Feliz por	26	16	22
(+) Orgulho	46	32	40
(+) Alegria	82	66	76

(+) Amor	88	80	84
(+) Admiração	92	86	90
(+) Gratidão	106	96	104
(+) Esperança	112	102	108
(+) Satisfação	132	116	128
(+) Alívio	156	138	140
(-) Desgosto	202	166	180
(-) Raiva	226	204	210
(+) Satisfação maldosa	270	225	248
(-) Vergonha	298	268	280
(-) Remorso	318	296	302
(-) Desapontamento	366	322	342
(-) Medo	398	372	382
(-) Censura	434	404	418
(-) Ressentimento	488	464	472
(-) Pena	568	508	536
(-) Angústia	602	668	630
(-) Medo confirmado	698	560	632

A Figura 29 apresenta os resultados encontrados para todos os agentes (*agente randômico*, *agente afetivo* e *agente perfeito*) e no caso do *agente afetivo* para todas as emoções. Enquanto o *agente perfeito* mostrou um baixo desvio padrão (ou seja, 4) o *agente randômico* apresentou um alto desvio padrão (ou seja, 104), nota-se que o *agente perfeito* demora menos tempo para ganhar o jogo quando não existem interferências do agente adversário (*agente repetitivo*) enquanto o *agente randômico* demora muito mais tempo no mesmo cenário, tem-se que essa grande variação ocorre principalmente pela quantidade de escolhas erradas desnecessárias feitas pelo *agente randômico*. Como o agente perfeito possui armazenamento de dados na memória, este consegue rapidamente realizar mais combinações conforme mais peças são abertas, e consequentemente ganhar o jogo em menos turnos. No caso do *agente randômico*, como este joga aleatoriamente as peças, quanto mais peças no tabuleiro menor a chance de acertar uma jogada e consequentemente maior o tempo de duração da partida. Com todas as vinte peças viradas para baixo, as chances do agente randômico acertar uma combinação é de  $\frac{1}{19}$ , ou seja de 5,2%, conforme acontecem combinações de peças, o agente randômico consegue aumentar suas chances de acerto devido ao menor número de peças, no entanto a jogada com maior probabilidade de acerto possível ao agente randômico (ignorando a penúltima na qual não é possível erro) consegue alcançar

no máximo 50% de chance de acerto, o que explica a grande quantidade de turnos para vencer a partida pelo agente randômico.

No *agente afetivo* o comportamento varia de emoção para emoção. Considerando somente as emoções positivas, quando o agente é afetado por algum evento no qual resulte a emoção “*satisfação maldosa*” (a emoção menos positiva), este demora em média 248 turnos para ganhar a partida (máximo de 270 e mínimo 225 turnos nos testes realizados). Por outro lado, com a emoção “*Gratificação*” (a emoção mais positiva de todas), o NPC demora em média 14 turnos para ganhar a partida (máximo 18 e mínimo 10 turnos), o que mostra uma tendência das emoções quanto mais positivas convergirem ao comportamento do *agente perfeito*, ou seja, maximizando as possibilidades de vitória. Considerando somente as emoções negativas, quando o agente é afetado por algum evento no qual resulte a emoção “*desgosto*” (a emoção menos negativa), este demora em média 180 turnos para ganhar a partida (máximo de 202 e mínimo 166 turnos nos testes realizados). Por outro lado, com a emoção “*Medo confirmado*” (a emoção mais negativa de todas), demora em média 632 turnos para ganhar a partida (máximo 698 e mínimo 560 turnos), o que mostra uma tendência das emoções quanto mais negativas convergirem ao comportamento do *agente randômico*, ou seja, minimizando as possibilidades de vitória.



**Figura 29: Turnos para vitória em todos os agentes**

Pela distribuição comparativa entre a quantidade de turnos necessária para a vitória dos agentes, fica clara uma larga variabilidade ao *agente afetivo*, enquanto sem o mesmo existe uma distribuição para dois níveis extremos. O uso do *agente afetivo* cria uma

distribuição para vinte e dois níveis sem a necessidade uma taxação extremista ou previsível. Utilizando do valor médio de turnos necessários para a vitória do agente perfeito (12) em comparação ao do agente randômico (708), tem-se uma diferença de quase 6.000%, ou seja, este espaço é preenchido pela distribuição dada pelo *agente afetivo*. O agente afetado por emoções negativas, em especial a emoção de “*medo confirmado*”, tende a se comportar mais parecido ao *agente randômico*, realizando a comparação média da quantidade de turnos do *agente randômico* (708) e do agente afetado pela emoção “*medo confirmado*” (632), tem-se uma diferença de aproximadamente 12% entre os valores. No extremo oposto, comparando o agente afetado por emoções positivas, em especial afetado pela emoção “*gratificação*”, este tende a se comportar mais parecido com o *agente perfeito*, realizando a comparação média da quantidade de turnos do *agente perfeito* (12) e a quantidade de turnos do agente afetado pela emoção “*gratificação*” (14), tem-se uma diferença de aproximadamente 16% entre os valores. Com os resultados obtidos com o uso do *agente afetivo* cria-se um aumento de variabilidade de desempenho aos comportamentos possíveis ao agente sendo que esta variabilidade acontece entre o desempenho do *agente perfeito* (totalmente previsível) e o *agente randômico* (totalmente imprevisível) e que as variações existentes entre os diferentes níveis de emoções do *agente afetivo* o torna não totalmente previsível, no entanto com variações de previsibilidade coerentes.

**Validação humano convincente:** a realização dos testes ocorreu na data de 24 de outubro de 2013, sendo convidados cinco indivíduos a participar do processo, sendo este dividido em:

- Pré-teste: a fase de pré-teste ocorreu com a preparação do ambiente, sendo envolvidos cinco indivíduos participantes dos testes, cinco máquinas com o jogo da memória instalado, cinco ambientes fisicamente separados, três jogos da memória físicos, cinco auxiliares dos testes e 50 formulários impressos (Anexo A). Com início às 08h00min, foram apresentados os objetivos e a dinâmica dos testes aos participantes a partir do Anexo B.
- Fase alpha: a *fase alpha* teve início às 08h11min, logo após o término do *pré-teste*, os indivíduos foram nomeados e fizeram confrontos entre si utilizando os jogos da memória físicos. A Tabela 23 apresenta o ranking de vitórias gerado no total de dez partidas ocorridas.

**Tabela 23: Fase alpha – Ranking entre jogadores**

Ranking	Jogador	Vitórias	Derrotas	Empates
1°	H5 (humano 5)	3	1	0
2°	H3 (humano 3)	3	1	0
3°	H4 (humano 4)	2	2	0
4°	H1 (humano 1)	2	2	0
5°	H2 (humano 2)	0	4	0

Apesar do caráter competitivo, a fase alpha teve como objetivo apenas a apresentação do conjunto de pessoas entre si e validação das características do jogo a todos.

- Fase Beta: o início da *fase beta* ocorreu com o término da *fase alpha* as 09h18min<sup>4</sup>, onde cada um dos cinco jogadores foi acompanhado a salas separadas juntamente de um auxiliar para o início da dinâmica com o jogo da memória no computador. Ao todo foram realizados quarenta e uma partidas, produzindo um total de cinquenta questionários respondidos<sup>5</sup>, conforme descreve a Tabela 24.

**Tabela 24: Fase beta – Confronto entre humanos e agentes**

A versus B		Jogador B				
		H1	H2	H3	H4	H5
Jogador A	H1 - humano 1		H1		H4	H1
	H2 - humano 2			H2	H2	H5
	H3 - humano 3				H3	H3
	H4 - humano 4					H5
	A. Perfeito		A. Perfeito	A. Perfeito	A. Perfeito	A. Perfeito
	A. Afetivo – Medo	H1		H3	H4	
	A. Afetivo – Remorso	H1	A. Afetivo		H4	H5
	A. Afetivo – Orgulho	A. Afetivo	A. Afetivo	A. Afetivo		H5
	A. Afetivo – Vergonha	H1	A. Afetivo	H3	H4	
	A. Randômico	H1		H3		H5
	A. Afetivo – Alegria	A. Afetivo	A. Afetivo		A. Afetivo	A. Afetivo
	A. Afetivo – Amor	A. Afetivo		H3	A. Afetivo	
A. Afetivo – Angústia		H2	H3		H5	

Devido à quantidade de testes possíveis foram selecionados aleatoriamente sete dos vinte e dois tipos de emoções, definidas por Ortony *et al.* (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988), presentes arquitetura MANPC, sendo as emoções selecionadas: *medo*, *remorso*, *orgulho*, *vergonha*, *alegria*, *amor* e *angústia*. Além dos cinco humanos participantes

<sup>4</sup> Do total de 41 partidas realizadas com 50 questionários respondidos, cada partida demorou em média 11 minutos.

<sup>5</sup> Nove partidas das quarenta e uma foram feitas com confrontos com humanos contra humanos, produzindo dois questionários para cada uma dessas partidas.

também foram incluídos o *agente perfeito* e o *agente randômico*, na Tabela 24 as células em cinza representa duelos que não ocorreram, e as células preenchidas apresentam o jogador vitorioso, por exemplo, o jogador H1 (humano 1) não jogou contra o agente afetivo estando o agente configurado com a emoção de *angústia* (A. Afetivo - Angústia), mas jogou com o *agente afetivo* estando o agente configurado com a emoção de *amor* (A. Afetivo - Amor) e perdeu o confronto.

A partir dos testes realizados, foi realizada a estruturação das informações com objetivo de realizar inferências em especial dos dados obtidos a partir dos questionários. Com a tabulação dos dados (presente no Anexo C) pelas respostas obtidas pelos questionários algumas inferências podem ser sintetizadas, dentre elas a Tabela 25 apresenta as respostas feitas pelos jogadores quando questionados (Q1) qual o oponente o jogador acreditava estar enfrentando.

**Tabela 25: Tabulação das respostas de Q1**

Jogador	Oponente	Erro				
		Geral	A. Perfeito	A. Randômico	A. Afetivo	Humano
H1	H2	0	-	-	-	0
H1	H4	1	-	-	-	0
H1	H5	1	-	-	-	1
H1	A. Afetivo (Medo)	1	-	-	1	-
H1	A. Afetivo (Remorso)	1	-	-	1	-
H1	A. Afetivo (Orgulho)	1	-	-	1	-
H1	A. Afetivo (Vergonha)	1	-	-	1	-
H1	A. Randômico	0	-	0	-	-
H1	A. Afetivo (Alegria)	0	-	-	0	-
H1	A. Afetivo (Amor)	1	-	-	1	-
H2	H1	1	-	-	-	0
H2	H3	1	-	-	-	0
H2	H4	1	-	-	-	1
H2	H5	0	-	-	-	0
H2	A. Perfeito	0	0	-	-	-
H2	A. Afetivo (Remorso)	1	-	-	1	-
H2	A. Afetivo (Orgulho)	0	-	-	0	-
H2	A. Afetivo (Vergonha)	1	-	-	1	-
H2	A. Afetivo (Alegria)	1	-	-	1	-
H2	A. Afetivo (Angústia)	1	-	-	1	-
H3	H2	1	-	-	-	0
H3	H4	1	-	-	-	0
H3	H5	1	-	-	-	1
H3	A. Perfeito	0	0	-	-	-
H3	A. Afetivo (Medo)	0	-	-	0	-

H3	A. Afetivo (Orgulho)	1	-	-	1	-
H3	A. Afetivo (Vergonha)	1	-	-	1	-
H3	A. Randômico	0	-	0	-	-
H3	A. Afetivo (Amor)	1	-	-	1	-
H3	A. Afetivo (Angústia)	1	-	-	1	-
H4	H1	0	-	-	-	0
H4	H2	0	-	-	-	0
H4	H3	1	-	-	-	1
H4	H5	1	-	-	-	0
H4	A. Perfeito	0	0	-	-	-
H4	A. Afetivo (Medo)	1	-	-	1	-
H4	A. Afetivo (Remorso)	1	-	-	1	-
H4	A. Afetivo (Vergonha)	0	-	-	0	-
H4	A. Afetivo (Alegria)	1	-	-	1	-
H4	A. Afetivo (Amor)	1	-	-	1	-
H5	H1	0	-	-	-	0
H5	H2	1	-	-	-	0
H5	H3	0	-	-	-	0
H5	H4	1	-	-	-	1
H5	A. Perfeito	0	0	-	-	-
H5	A. Afetivo (Remorso)	1	-	-	1	-
H5	A. Afetivo (Orgulho)	1	-	-	1	-
H5	A. Randômico	0	-	0	-	-
H5	A. Afetivo (Alegria)	1	-	-	1	-
H5	A. Afetivo (Angústia)	1	-	-	1	-
<b>Quantidade</b>		33	0	0	21	5
<b>Total</b>		50	4	3	25	18
<b>Porcentagem (Erros)</b>		66%	0%	0%	84%	28%

A leitura dos dados é feita pela interpretação dos erros representados pelo valor 1 (um) e acertos representados pelo valor 0 (zero). Por exemplo, na primeira linha dos dados (segunda linha da tabela) tem-se o jogador H1 (humano 1) em confronto com o oponente H2 (humano) e contabiliza 0 na coluna *Erro*, sub coluna *Humano* pois ele acerta em afirmar que acreditava jogar contra um humano. Do total de cinquenta questionários respondidos, 66% dos jogadores não acertaram com qual jogador estavam jogando, levando a um primeiro e superficial indício de que dentre os agentes criados alguns se destacaram no que tange confundir os jogadores. Agrupando o *agente afetivo* independente da emoção atrelada, temos quatro tipos de oponentes possíveis de erro ao jogador: *agente afetivo*, *agente humano*, *agente perfeito* e *agente randômico*. Do total de cinquenta questionários todos os testes que foram realizados contra o *agente perfeito* e o *agente randômico*, o jogador conseguiu identificar com quem estava jogando, ou seja, houve 0% erros em ambos os casos. Com este resultado supõe-

se que ambos os agentes apresentem características bem extremistas, favorecendo para que o jogador consiga identificar racionalmente com qual agente está jogando. Com este dado podemos inferir que tanto o *agente randômico* quanto o *agente perfeito* não são adequados a jogos que busquem apresentar um comportamento convincente esperado de um ser humano, pois são facilmente identificáveis.

Ao jogar contra humanos, o jogador obteve um percentual de apenas 28% de erros, demonstrando que facilmente o jogador conseguia interpretar características humanoides no jogo, mesmo não estando presencialmente com o outro jogador. Ao verificar que os jogadores conseguiam identificar que estavam jogando com um humano na maioria dos casos, é correto supor que os jogadores eram capazes de identificar facilmente um não humano, sendo isso comprovado pelas duas inferências anteriores. No entanto, ao confrontar o jogador com um *agente afetivo*, poderia se esperar que este fosse facilmente identificável, semelhante aos demais agentes de inteligência artificial avaliados (*agentes perfeito e agente randômico*), ou seja, próximo ou na direção de 0% de erros, no entanto o que ocorreu foi o extremo oposto: ao jogar contra o *agente afetivo* em 84% dos casos o jogador errou e não identificou estar jogando contra o agente em questão, e dentre esses 84% em aproximadamente 80% (80,95%) dos erros foram considerando jogar contra uma pessoa real. Os dados e a avaliação da pergunta (Q1) são indicativos que o agente afetivo consegue confundir o jogador em um cenário no qual estejam participando outros humanos. A Tabela 26 apresenta à análise dos dados a partir da resposta a questão (Q2) sobre a relação do nível de dificuldade em cada partida.

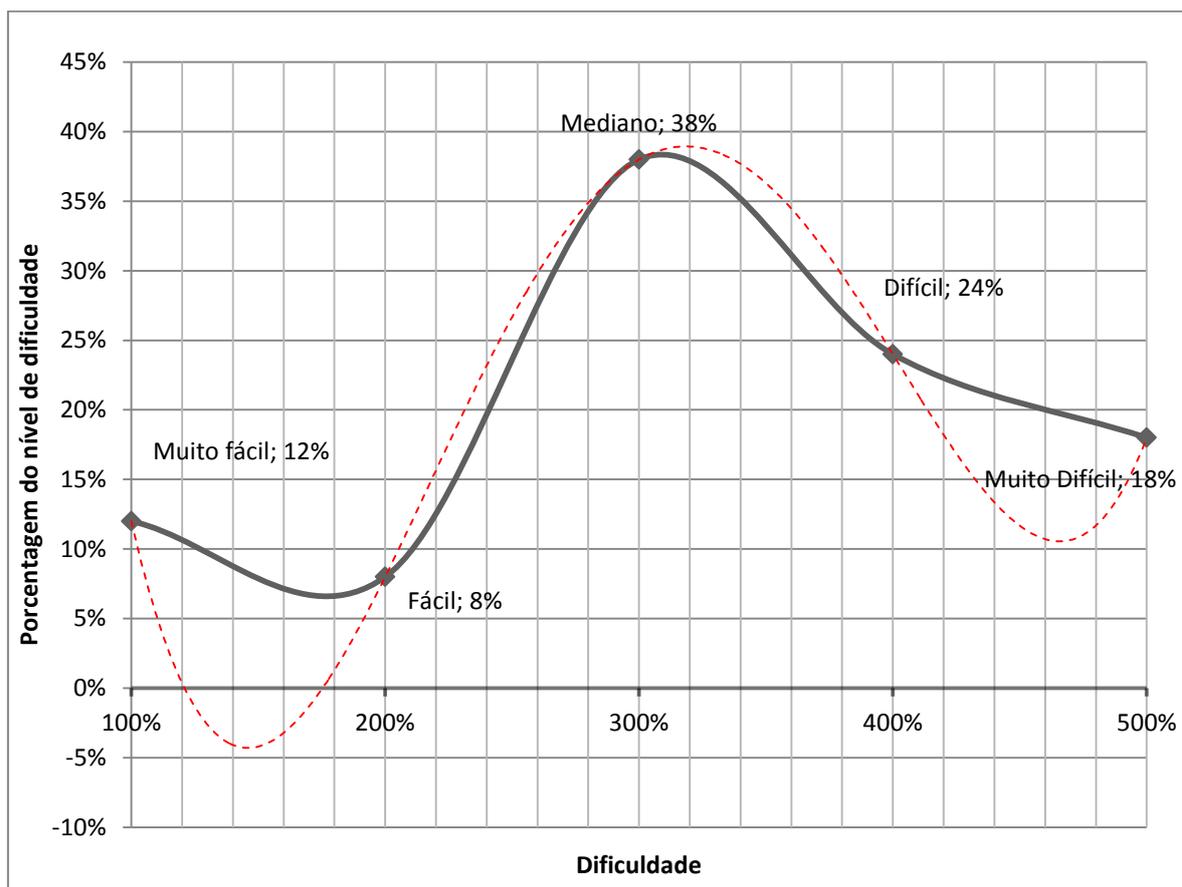
**Tabela 26: Tabulação das respostas de Q2**

Jogador	Oponente	1 (Muito fácil)	2 (Fácil)	3 (Mediano)	4 (Difícil)	5 (Muito difícil)
H1	H2	0	0	1	0	0
H1	H4	0	0	0	1	0
H1	H5	0	0	1	0	0
H1	A. Afetivo (Medo)	0	0	1	0	0
H1	A. Afetivo (Remorso)	0	0	1	0	0
H1	A. Afetivo (Orgulho)	0	0	0	1	0
H1	A. Afetivo (Vergonha)	0	0	1	0	0
H1	A. Randômico	1	0	0	0	0
H1	A. Afetivo (Alegria)	0	0	1	0	0
H1	A. Afetivo (Amor)	0	0	0	0	1
H2	H1	0	0	1	0	0
H2	H3	1	0	0	0	0
H2	H4	1	0	0	0	0

H2	H5	0	0	0	1	0
H2	A. Perfeito	0	0	0	0	1
H2	A. Afetivo (Remorso)	0	0	0	1	0
H2	A. Afetivo (Orgulho)	0	1	0	0	0
H2	A. Afetivo (Vergonha)	0	1	0	0	0
H2	A. Afetivo (Alegria)	0	0	1	0	0
H2	A. Afetivo (Angústia)	1	0	0	0	0
H3	H2	0	0	0	0	1
H3	H4	0	0	1	0	0
H3	H5	0	0	1	0	0
H3	A. Perfeito	0	0	0	0	1
H3	A. Afetivo (Medo)	0	0	1	0	0
H3	A. Afetivo (Orgulho)	0	0	0	1	0
H3	A. Afetivo (Vergonha)	0	0	0	1	0
H3	A. Randômico	0	1	0	0	0
H3	A. Afetivo (Amor)	0	0	0	0	1
H3	A. Afetivo (Angústia)	0	0	1	0	0
H4	H1	0	0	0	0	1
H4	H2	0	0	0	1	0
H4	H3	0	0	0	1	0
H4	H5	0	0	0	1	0
H4	A. Perfeito	0	0	0	0	1
H4	A. Afetivo (Medo)	0	0	0	1	0
H4	A. Afetivo (Remorso)	0	0	1	0	0
H4	A. Afetivo (Vergonha)	0	0	1	0	0
H4	A. Afetivo (Alegria)	0	0	1	0	0
H4	A. Afetivo (Amor)	0	0	0	0	1
H5	H1	0	0	0	1	0
H5	H2	0	0	1	0	0
H5	H3	0	0	1	0	0
H5	H4	1	0	0	0	0
H5	A. Perfeito	0	0	0	0	1
H5	A. Afetivo (Remorso)	1	0	0	0	0
H5	A. Afetivo (Orgulho)	0	0	0	1	0
H5	A. Randômico	0	1	0	0	0
H5	A. Afetivo (Alegria)	0	0	1	0	0
H5	A. Afetivo (Angústia)	0	0	1	0	0
<b>Quantidade</b>		6	4	19	12	9
<b>Total</b>		50	50	50	50	50
<b>Percentual</b>		12%	8%	38%	24%	18%

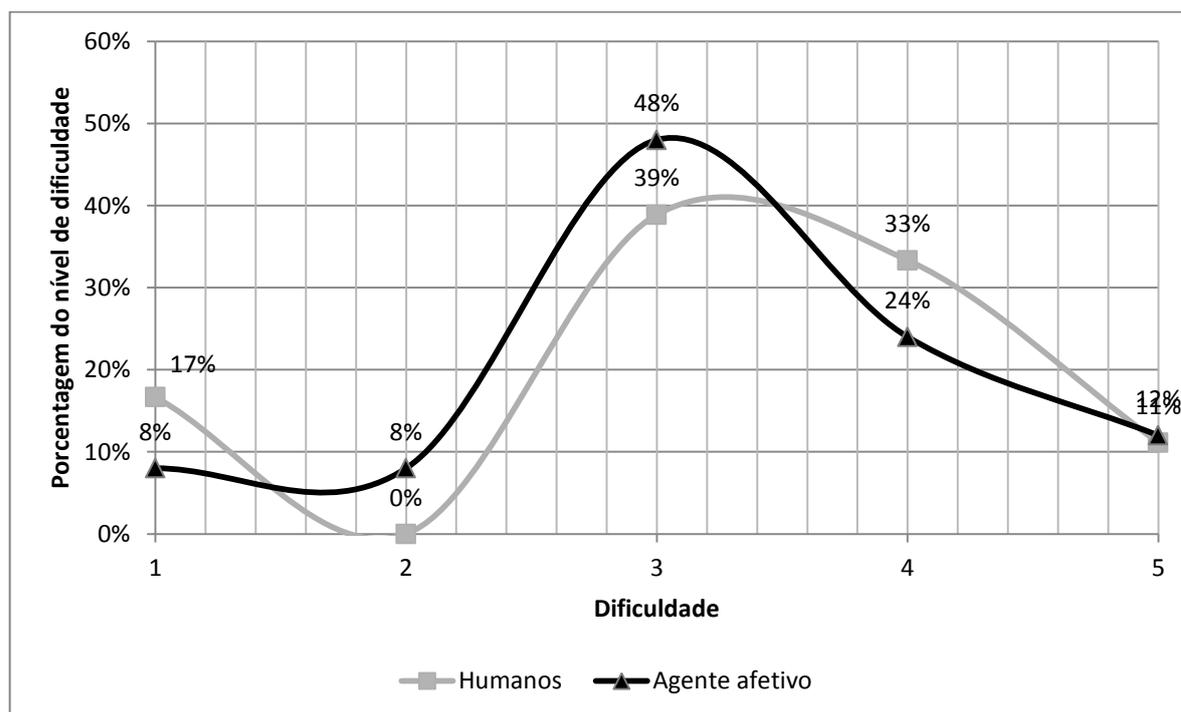
A leitura dos dados é feita pela interpretação dos níveis de 1 a 5, onde 1 representa “*muito fácil*” e 5 representa “*muito difícil*”. As células representados pelo valor 1 (um) indicam que o jogador selecionou certo nível e a representação do valor 0 (zero) significa que

ele não o selecionou, por exemplo na primeira linha dos dados (segunda linha da tabela) tem-se o jogador H1 (humano 1) em confronto com o oponente H2 (humano) contabilizou o nível da partida como 3, que representa “*mediano*”. Na contabilização dos dados do nível de dificuldade, verifica-se tendência a centralização dos dados em um nível intermediário (3), com uma leve tendência a níveis de dificuldade maior, conforme ilustra a Figura 30.



**Figura 30: Distribuição dos níveis de dificuldade**

Pela linha de tendência (em vermelho), é visível uma normalização dos dados conforme se aumenta o número de testes da amostra, tendendo a uma maior concentração de usuários considerando o nível das partidas no nível 3. Na busca de comparar a visão de como os jogadores entendem o nível de dificuldade dos humanos analisados e o nível de dificuldade do *agente afetivo*, a Figura 31 apresenta a comparação gráfica das duas séries. Pela comparação gráfica, algumas inferências podem ser feitas nos dois sentidos. Analisando o aspecto da curvatura das duas séries, ambas são bem similares, os valores mais altos acontecem no mesmo nível (3), assim como os valores mais baixos (2), os demais níveis também apresentam baixas diferenças percentuais.



**Figura 31: Distribuição dos níveis de dificuldade (humano vs agente afetivo)**

Como a distribuição da amostra realizou-se com pessoas escolhidas aleatoriamente, e da mesma maneira foram escolhidas emoções aleatórias para serem aplicadas no NPC afetivo, temos a tendência a crer que o aspecto de dificuldade do jogo em questão ficou bem próximo ao nível de dificuldade esperado de seres humanos. A Tabela 27 apresenta à análise dos dados a partir da resposta a questão (Q3) sobre o nível de “*frustração/diversão*” em cada partida.

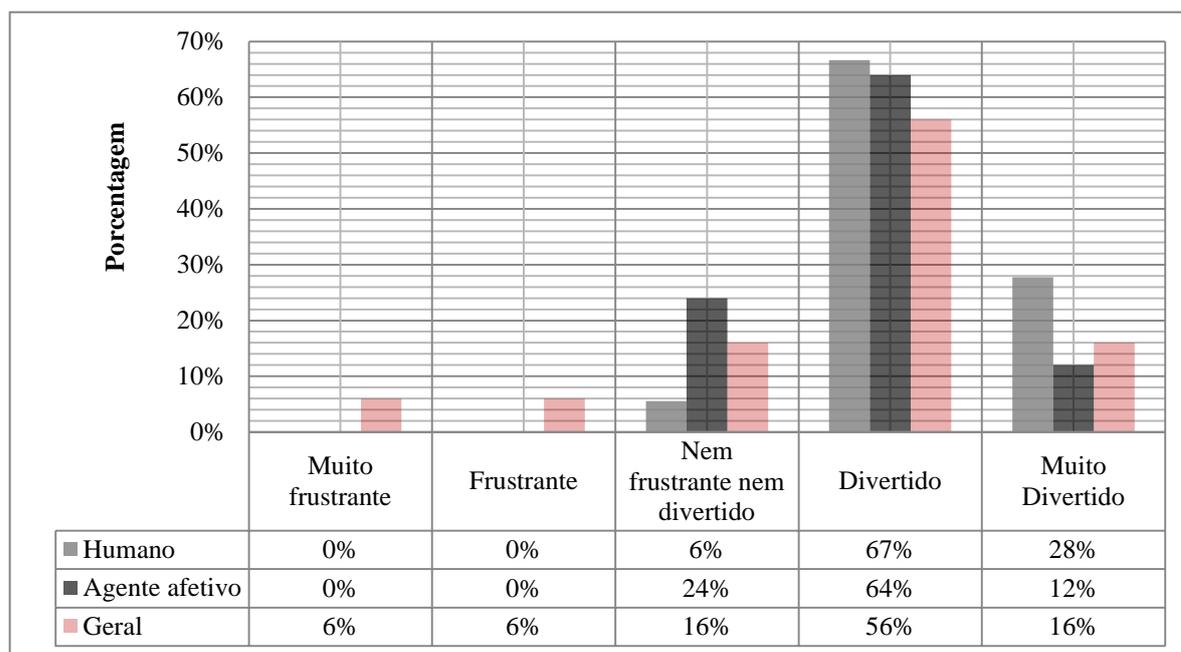
**Tabela 27: Tabulação das respostas de Q3**

Jogador	Oponente	1 (Muito frustrante)	2 (Frustrante)	3 (Nem frustrante/divertido)	4 (Divertido)	5 (Muito divertido)
H1	H2	0	0	0	1	0
H1	H4	0	0	0	0	1
H1	H5	0	0	0	1	0
H1	A. Afetivo (Medo)	0	0	0	1	0
H1	A. Afetivo (Remorso)	0	0	0	0	1
H1	A. Afetivo (Orgulho)	0	0	0	1	0
H1	A. Afetivo (Vergonha)	0	0	1	0	0
H1	A. Randômico	0	1	0	0	0
H1	A. Afetivo (Alegria)	0	0	0	1	0
H1	A. Afetivo (Amor)	0	0	0	0	1
H2	H1	0	0	0	1	0
H2	H3	0	0	0	0	1
H2	H4	0	0	0	0	1
H2	H5	0	0	0	1	0
H2	A. Perfeito	0	1	0	0	0

H2	A. Afetivo (Remorso)	0	0	0	1	0
H2	A. Afetivo (Orgulho)	0	0	0	1	0
H2	A. Afetivo (Vergonha)	0	0	1	0	0
H2	A. Afetivo (Alegria)	0	0	0	1	0
H2	A. Afetivo (Angústia)	0	0	1	0	0
H3	H2	0	0	0	1	0
H3	H4	0	0	0	0	1
H3	H5	0	0	0	1	0
H3	A. Perfeito	1	0	0	0	0
H3	A. Afetivo (Medo)	0	0	0	1	0
H3	A. Afetivo (Orgulho)	0	0	0	1	0
H3	A. Afetivo (Vergonha)	0	0	0	1	0
H3	A. Randômico	0	0	1	0	0
H3	A. Afetivo (Amor)	0	0	0	1	0
H3	A. Afetivo (Angústia)	0	0	0	0	1
H4	H1	0	0	0	1	0
H4	H2	0	0	0	1	0
H4	H3	0	0	0	0	1
H4	H5	0	0	0	1	0
H4	A. Perfeito	1	0	0	0	0
H4	A. Afetivo (Medo)	0	0	0	1	0
H4	A. Afetivo (Remorso)	0	0	0	1	0
H4	A. Afetivo (Vergonha)	0	0	1	0	0
H4	A. Afetivo (Alegria)	0	0	1	0	0
H4	A. Afetivo (Amor)	0	0	0	1	0
H5	H1	0	0	0	1	0
H5	H2	0	0	0	1	0
H5	H3	0	0	0	1	0
H5	H4	0	0	1	0	0
H5	A. Perfeito	0	1	0	0	0
H5	A. Afetivo (Remorso)	0	0	1	0	0
H5	A. Afetivo (Orgulho)	0	0	0	1	0
H5	A. Randômico	1	0	0	0	0
H5	A. Afetivo (Alegria)	0	0	0	1	0
H5	A. Afetivo (Angústia)	0	0	0	1	0
Quantidade		3	3	8	28	8
Total		50	50	50	50	50
Porcentagem (Erros)		6%	6%	16%	56%	16%

A leitura dos dados é feita pela interpretação dos níveis de 1 a 5, onde 1 representa “*muito frustrante*” e 5 representa “*muito divertido*”. Na Tabela 27 as células representados pelo valor 1 (um) indicam que o jogador selecionou certo nível e a representação do valor 0 (zero) significa que ele não o selecionou, por exemplo na primeira linha dos dados (segunda linha da tabela) tem-se o jogador H1 (humano 1) em confronto com o oponente H2 (humano)

onde contabilizou o índice da partida como 4, que representa “*divertido*”. De um modo geral 56% do total consideraram o jogo “*divertido*”, em segundo lugar (16%) empatado entraram os níveis “*muito divertido*” e “*nem frustrante nem divertido*”, os demais índices negativamente isolados não somaram 12%. A Figura 32 apresenta o comparativo isolado entre os índices percentuais dos humanos, *agente afetivo* e geral.



**Figura 32: Comparativo de índices de diversão/frustração entre humano e agentes**

Analisando o gráfico gerado, os humanos e o *agente afetivo* apresentaram somente categorização entre os níveis positivos de “*diversão/frustração*”, com maior distribuição no nível “*divertido*”, sendo os valores de 67% para os humanos e 64% para o *agente afetivo*. A diferença que acontece entre humanos e o *agente afetivo* são as diferenças de quantidades atribuídas ao índice de “*diversão*” e a tendência dos dados. Enquanto na curvatura presente na distribuição dos dados do humano a distribuição tende a se tornar “*muito divertido*” (28% contra 6% em seu lado oposto) no *agente afetivo* acontece o oposto, tendendo a “*nem frustrante nem divertido*” (24% contra 12%). A avaliação desse fato faz sentido do ponto de vista que o *agente afetivo* não tenta superar o humano no quesito diversão, mas sim tentado ficar similar a este, sendo esperadas variações conforme apresentado na Figura 32. No entanto deve-se destacar a distribuição similar e centralização no mesmo nível “*divertido*” (4), podendo observar conseqüentemente que o *agente afetivo* construído consegue simular aspectos emocionais próximos ao de um humano e conseqüentemente agregar no fator diversão em jogos. Este tópico apresentou uma importante prova de conceito do uso do

módulo MANPC em um jogo completo, onde foi aplicando testes no formato de experimentos com humanos, avaliando importantes critérios na simulação de agentes que consigam expressar e até mesmo confundir humanos em um jogo da memória. Os testes e os resultados aqui apresentados foram realizados no sentido de fornecer uma abordagem inicial a respeito do uso de agentes afetivos interagindo diretamente com pessoas no cenário de jogos digitais. Todas as suposições aqui apresentadas foram retiradas de avaliação amostral inicial, sabendo-se que para a comprovação das suposições apresentadas uma análise maior e profunda junto a um espaço amostral maior de indivíduos seria necessária. Tendo apresentado uma das vantagens da utilização de agentes afetivos em jogos, no sentido de contribuir significativamente quanto ao fator diversão, no tópico seguinte apresentamos uma segunda prova de conceito da utilização do módulo MANPC no cenário de um jogo comercial.

## **4.2 PROVA DE CONCEITO: FIFA 13™**

Este tópico tem como objetivo simular o uso do módulo MANPC em um jogo maior e de destaque no mercado. O jogo escolhido para esse objetivo foi o mundialmente consagrado FIFA 13™. Este jogo, assim como na grande maioria de todos os jogos de mercado detém sua arquitetura fechada, disponibilizando ao consumidor final e pesquisadores apenas o jogo e não sua arquitetura, no entanto, além de atender aos requisitos necessários ao módulo, o FIFA 13™ possui publicamente os dados de seus agentes (jogadores virtuais) disponíveis em diversos sites na internet (STEVE, 2013; THIEBLOT, 2013). No banco de dados do jogo, cada NPC possui em sua arquitetura uma configuração específica de seus atributos, fundamentada em avaliações físicas e psicológicas do desempenho do jogador no mundo real, sendo um dos fatores chave na tomada de ação de diferentes jogadores. Na busca de simular as alterações destes atributos quando afetados por alguma emoção proveniente de um evento, foi desenvolvido uma extensão do simulador visto no Capítulo 3, especificamente para o jogo FIFA 13™. A arquitetura desenvolvida nessa extensão encontra-se disponível em uma visão macroscópica no Apêndice E, e a arquitetura desenvolvida para a apresentação do gráfico de proveniência construído a partir dos dados do desempenho gerado no Apêndice F.

### **4.2.1 VISÃO GERAL**

Este novo simulador possui os três mesmos módulos apresentados no simulador visto no Capítulo 3, sendo estes: *definição do agente*, *processamento de eventos* e *cálculo de resultado*. A extensão acontece no módulo “*agente FIFA*”. Neste módulo é onde são

apresentados os atributos do agente em seu estado original e com a alteração dada por alguma emoção inserida a partir de um evento percebido, conforme apresenta a Figura 33.

The screenshot shows the 'FIFA Agent' configuration window. At the top, there are tabs for 'Cover Page', 'Agent', 'Events', 'Result', and 'FIFA Agent'. The 'Input' section contains a 'Club' dropdown menu (1), a 'Player' dropdown menu (2), and a 'PI' slider (3). The 'Photo' section (4) shows a placeholder for a player's image and the EA Sports FIFA 13 logo. The 'Information' section (5) includes input fields for 'P. Intensity', 'Club', 'Player', 'League', 'Position', and 'Nationality'. The 'Attributes before' (12) and 'Attributes After' (13) sections feature sliders for 'Rating', 'Pace', 'Shooting', 'Passing', 'Dribbling', 'Defending', and 'Heading'. The 'Player Projection' section (6) displays 'No data selected' and offers options for 'Bar' (7), 'Line' (8), 'Range' (9), 'Spline' (10), and '2D/3D' (11). The 'Result' section shows 'Current Mood' sliders for 'Pleasure' (0.30), 'Arousal' (0.10), and 'Dominance' (0.20), with a 'Result' dropdown set to 'Exuberant'. The 'Attributes' section shows 'Performance Intensity' at 0.89 and a progress bar from 0% to 100%.

**Figura 33: Definição do agente FIFA 13™**

Na Figura 33 o número um (1) é o local de entrada do clube de futebol no qual o jogador pertence no jogo FIFA 13™. Com um clube selecionado é habilitado a seleção do jogador em dois (2), o desempenho do jogador é carregada em (3) de acordo com a emoção

do evento definida anteriormente, em quatro (4) é apresentado uma imagem ilustrativa do jogador. No grupo “*Information*” definido em cinco (5), são apresentados os atributos imutáveis ao jogador (*Club, Player, League, Position e Nationality*), e o desempenho em valor numérico (*Performance intensity*), em seis (6) são apresentados os dados dos atributos no formato de um gráfico “antes” (12) e “depois” (13) da alteração pela emoção de um evento, o botão sete (7) transforma os atributos em um gráfico de barras, o botão oito (8) transforma os atributos em um gráfico de linhas, o botão nove (9) transforma os atributos em um gráfico de gama, o botão dez (10) transforma os atributos em um gráfico estriado, e o botão onze (11) transforma todos os gráficos anteriores em versões 3D ou 2D. Foram desenvolvidas diferentes formas de se analisar os gráficos, assim como versões (2D e 3D) na busca de permitir ao jogador avaliar a evolução dos atributos, assim como comparar de diferentes maneiras como atributos iguais ou diferentes se modificam antes e depois da percepção de eventos. Os atributos apresentados em doze (12) são os valores originais retirados da base de dados do jogo FIFA 13™, os valores em treze (13) são os valores transformados pelas heurísticas de *regra de três* e *Regra de três local*, delineadas no Capítulo 3.

#### 4.2.2 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Neste tópico são avaliados os testes relacionados ao comportamento humano esperado dos agentes do ponto de vista das vertentes da psicologia delineadas no Capítulo 2, sendo aqui nomeado como *validação de coerência humana*. Estes testes de validação são considerados como critérios de avaliação, pois mesmo sendo aparentemente simples são extremamente importantes na demonstração da coerência geral das ações do jogo FIFA 13™ com o comportamento esperado de humanos. Os critérios da validação são descritos a seguir:

**Validação de coerência humana:** a validação de coerência busca avaliar em princípio a direção na qual os resultados apresentados tendem aos resultados esperados por um ser humano geral, desta maneira cinco critérios esperados do NPC afetivo foram delineados como critérios de avaliação.

1. Primeiro aspecto – Eventos de características positivas maximizam a execução de ações de melhor desempenho. Nesse sentido, em um jogo de simulação, quando ocorre uma emoção positiva, é esperado que as ações do NPC tenham desempenho melhor.
2. Segundo aspecto – Eventos de características negativas maximizam a execução de ações de pior desempenho. Nesse sentido, em um jogo de simulação, quando ocorre uma emoção negativa, é esperado que as ações do NPC tenham desempenho pior.

3. Terceiro aspecto – Eventos de características positivas idênticas podem gerar a execução de ações de desempenho amostral diferente, no entanto com média igual. Nesse sentido, em um jogo de simulação, quando ocorre eventos positivos idênticos (mesma emoção e mesma intensidade), é esperado que o desempenho das ações do NPC sejam melhores mas de intensidade atômicamente diferente, no entanto com média amostral igual.
4. Quarto aspecto – Eventos de características negativas idênticas podem gerar a execução de ações de desempenho amostral diferente, no entanto com média igual. Nesse sentido, em um jogo de simulação, quando ocorre eventos negativos idênticos (mesma emoção e mesma intensidade), é esperado que o desempenho das ações do NPC sejam piorados mas de intensidade atômicamente diferente, no entanto com média amostral igual.
5. Quinto aspecto – Qualquer evento com intensidade menor que a intensidade mínima percebida por um agente não é percebido. Nesse sentido, eventos de intensidade abaixo da intensidade mínima percebida pelo NPC são ignorados automaticamente.

A partir destes cinco aspectos esperados no simulador é plausível assumir que o agente afetivo aplicado ao jogo FIFA 13™ alcance o comportamento esperado de um humano baseado nas ações que este percebe e como reage no desempenho de suas atividades.

#### 4.2.3 RESULTADOS

Os dados abaixo apresentam os resultados a partir dos testes de *validação de coerência humana* para as cinco percepções:

1. Primeiro aspecto: utilizando do desempenho como critério de medição, foi considerado o valor mínimo, máximo e médio de cem (100) testes para cada uma das onze emoções positivas, a Tabela 28 apresenta os resultados encontrados.

**Tabela 28: Primeiro aspecto**

Emoção	Desempenho		
	Mínimo	Máximo	Média
(+) Gratificação	0,97	1,00	0,98
(+) Feliz por	0,95	0,97	0,96
(+) Orgulho	0,92	0,95	0,93
(+) Alegria	0,90	0,92	0,91
(+) Amor	0,87	0,90	0,88
(+) Admiração	0,83	0,87	0,85
(+) Gratidão	0,79	0,83	0,81
(+) Esperança	0,75	0,79	0,77
(+) Satisfação	0,69	0,75	0,72
(+) Alívio	0,62	0,69	0,65

(+) Satisfação maldosa	0,37	0,50	0,43
------------------------	------	------	------

Conforme os resultados apresentados, todos os eventos com emoções positivas maximizam o desempenho do NPC e conseqüentemente seus atributos, conforme o esperado pelo critério de avaliação.

- Segundo aspecto: utilizando do desempenho como critério de medição, foi considerado o valor mínimo, máximo e médio de cem (100) testes para cada uma das onze emoções negativas, a Tabela 29 apresenta os resultados encontrados.

**Tabela 29: Segundo aspecto**

Emoção	Desempenho		
	Mínimo	Máximo	Média
(-) Desgosto	0,56	0,62	0,59
(-) Raiva	0,50	0,56	0,53
(-) Vergonha	0,34	0,37	0,36
(-) Remorso	0,31	0,34	0,33
(-) Desapontamento	0,28	0,31	0,30
(-) Medo	0,25	0,28	0,26
(-) Censura	0,12	0,25	0,18
(-) Ressentimento	0,09	0,12	0,11
(-) Pena	0,06	0,09	0,08
(-) Angústia	0,03	0,06	0,05
(-) Medo confirmado	0,00	0,03	0,01

Conforme os resultados apresentados, todos os eventos com emoções negativas minimizam o desempenho do NPC e conseqüentemente seus atributos, conforme o esperado pelo critério de avaliação.

- Terceiro aspecto: utilizando como exemplo a emoção “*Esperança*” foram realizados cinco (5) vezes cem (100) testes. A emoção foi selecionada aleatoriamente já que a lógica desenvolvida é a mesma para todas. A Tabela 30 apresenta os resultados simplificados.

**Tabela 30: Terceiro aspecto**

Nº Teste	Emoção	Desempenho médio
1	Esperança	~0,778
2		~0,776
3		~0,777
4		~0,777
5		~0,778

Conforme os resultados apresentados, o desempenho médio de todos os testes foi o mesmo, sendo assim eventos de características positivas idênticas podem gerar a execução

de ações de desempenho amostral diferente, no entanto com média igual, conforme o esperado pelo critério de avaliação.

4. Quarto aspecto: utilizando como exemplo a emoção “*Medo*” foram realizados cinco (5) vezes cem (100) testes. A emoção foi selecionada aleatoriamente já que a lógica de desenvolvida é a mesma para todas. A Tabela 31 apresenta os resultados simplificados.

**Tabela 31: Quarto aspecto**

Nº Teste	Emoção	Desempenho médio
1	Medo	~0,268
2		~0,268
3		~0,267
4		~0,268
5		~0,267

Conforme os resultados apresentados, o desempenho médio de todos os testes foi o mesmo, sendo assim eventos de características negativas idênticas podem gerar a execução de ações de desempenho amostral diferente, no entanto com média igual, conforme o esperado pelo critério de avaliação.

5. Quinto aspecto: foram realizados cem (100) testes para cada uma das vinte e duas (22) emoções com intensidade abaixo da intensidade mínima de percepção (definida com valor de 0,5), totalizando em 2.200 testes, a simplifica os resultados.

**Tabela 32: Quinto aspecto**

Emoção	Intensidade Percepção	Intensidade Evento	Intensidade Emoção (média)
(+) Gratificação	0,5	0,49	0,0
(+) Feliz por		0,49	0,0
(+) Orgulho		0,49	0,0
(+) Alegria		0,49	0,0
(+) Amor		0,49	0,0
(+) Admiração		0,49	0,0
(+) Gratidão		0,49	0,0
(+) Esperança		0,49	0,0
(+) Satisfação		0,49	0,0
(+) Alívio		0,49	0,0
(+) Satisfação maldosa		0,49	0,0
(-) Desgosto		0,49	0,0
(-) Raiva		0,49	0,0
(-) Vergonha		0,49	0,0
(-) Remorso		0,49	0,0
(-) Desapontamento		0,49	0,0
(-) Medo		0,49	0,0

(-) Censura		0,49	0,0
(-) Ressentimento		0,49	0,0
(-) Pena		0,49	0,0
(-) Angústia		0,49	0,0
(-) Medo confirmado		0,49	0,0

Conforme os resultados apresentados, eventos com intensidade abaixo da intensidade mínima de percepção não são percebidos pelo NPC, conforme o esperado pelo critério de avaliação. Neste ponto avaliamos as premissas do SAFIFA no sentido do comportamento dos agentes no que tange a relação emoção e desempenho do NPC, com este exemplo é plausível assumir caminhos de uso da arquitetura MANPC em jogos que detém mercado consumidor e conseqüentemente gerir ganhos ao produto. Os testes apresentados validam o correto funcionamento na simulação dos atributos do jogo FIFA 13™ e a partir dos testes de coerência verificar os resultados produzidos e esperados do comportamento humano no formato do NPC. No tópico seguinte iremos abordar uma continuidade da simulação do jogo FIFA 13™ utilizando do módulo MANPC, no entanto com foco dos benefícios atingidos na construção do gráfico de proveniência

#### **4.2.4 CONSTRUÇÃO DO GRÁFICO DE PROVENIÊNCIA**

Este tópico tem como objetivo apresentar outros ganhos além dos benefícios diretamente relacionados à interação do jogador durante o jogo contra o NPC afetivo utilizando do módulo MANPC, apresentando a possibilidade do uso de proveniência dos dados afetivos gerados (em especial o desempenho) após o uma partida. Trabalhando na adição de um complemento ao simulador, esta segunda parte da simulação encontra-se disponível em uma visão macroscópica no Apêndice F. O histórico das mudanças das emoções de um personagem durante um jogo podem servir como fator chave no entendimento e previsão de resultados futuros. Por exemplo, é comum em partidas uma mudança de comportamento quando o time está perdendo, ou mesmo quando está ganhando, estes comportamentos resultantes são calculados baseados na experiência observada sobre determinado time durante um período de tempo sem necessariamente esses fatores serem rigidamente fixos. O simulador busca a partir do conhecimento aplicado na área de banco de dados no uso de proveniência utilizar as mesmas diretrizes no tratamento dos dados produzidos por um NPC afetivo e acumular benefícios encontrados exclusivamente pelo uso de agentes afetivos, neste caso específico do uso do módulo MANPC. O uso de agentes

afetivos em jogos é um estudo relativamente novo, e sendo como tal necessita de diversas avaliações de viabilização conforme os testes defendidos nesta pesquisa, no entanto justamente por utilizar de um agente afetivo novas informações de dados são produzidas e consequentemente podem ser utilizadas pela proveniência para avaliação e predição de resultados, além dos resultados sugerirem um cenário viável de uso em jogos reais e de aplicabilidade de mercado. Esta prova de conceito desenvolveu um modelo de proveniência capaz de armazenar as especificidades necessárias a um agente afetivo (personalidade, emoção, humor, desempenho etc.) levando em consideração as recomendações do modelo PROV proposto pela W3C. Assim o simulador necessitou do desenvolvimento de um modelo de proveniência próprio para que fosse possível capturar informações essenciais da personalidade, do humor e da emoção do agente e do histórico de eventos ocorridos, criando um registro mais sofisticado do NPC tratado. O simulador foi estendido a partir dos quatro módulos apresentados (*Definição do agente, processamento de eventos, cálculo de resultado e agente FIFA* respectivamente) para um quinto novo módulo nomeado como *proveniência*. O módulo de *proveniência* é responsável por simular uma partida completa avaliando o desempenho de um determinado jogador a partir da entrada de eventos, conforme apresenta a Figura 34.

The screenshot displays the 'Provenance' tab of a software interface. At the top, there are navigation tabs: 'Cover Page', 'Agent', 'Events', 'Result', 'FIFA Agent', and 'Provenance'. The 'Provenance' tab is active.

**Input Section:**

- Club: SELECT (dropdown menu)
- Player: (dropdown menu)
- PI: A green progress bar is shown next to the value 0.88.

**Photo Section:**

- A placeholder for a player's photo.
- The EA Sports FIFA 13 logo.

**Event Input Table (1):**

	Emotion (2)	Intensity (3)	Time (4)	Type (5)	Active (6)
1.	(dropdown)	0.00	00	(dropdown)	<input type="checkbox"/>
2.	(dropdown)	0.00	00	(dropdown)	<input type="checkbox"/>
3.	(dropdown)	0.00	00	(dropdown)	<input type="checkbox"/>
4.	(dropdown)	0.00	00	(dropdown)	<input type="checkbox"/>
5.	(dropdown)	0.00	00	(dropdown)	<input type="checkbox"/>

**Local Rule of Three (7):**  Local Rule of Three

**Buttons:** 8 Apply Events, 9 Reset Events

**Performance Intensity Projection (15):**

"No data selected"

**Buttons on the right:** 10 Events, 11 Time, 12 Personality, 13 Change, 14 2D/3D

**Result Section:**

**Current Mood:**

- 1. Pleasure: 0.30 (+)
- 2. Arousal: 0.10 (+)
- 3. Dominance: 0.20 (+)
- Result: Exuberant

**Attributes:**

- 1. Performance Intensity: 0.88
- A green progress bar from 0% to 100% is shown.

**Figura 34: Definição de proveniência do agente FIFA 13™**

Como o módulo de proveniência é uma evolução feita no simulador, as entradas de consulta do banco de dados são as mesmas. Na Figura 34 o número um (1) representa a entrada dos eventos, o simulador limitou a entrada de cinco eventos principais, excluindo os demais eventos por possuírem baixa intensidade de percepção do ponto de vista do NPC. O número dois (2) representa a emoção atrelada ao primeiro evento, sendo inserida sua

intensidade em três (3), o tempo de duração em quatro (4) e o tipo do evento em cinco (5), a *check-box* em seis (6) representa a ativação do evento, podendo inserir de um a cinco eventos por partida. A *check-box* em sete (7) ativa a *Regra de três local*, delineadas no Capítulo 3, quando desmarcado é usado à *regra de três*. O botão em oito (8) aplica os cinco eventos e cria o gráfico de proveniência baseado no desempenho do NPC na área quinze (15), o botão em nove (9) apaga os dados inserido do evento em um (1). Com o gráfico criado, o botão em dez (10) apresenta o gráfico do desempenho do NPC no momento exato dos eventos, em onze (11) apresenta os eventos com seu tempo de duração, em doze (12) considerando a personalidade do NPC o gráfico apresenta o tempo e a tendência de normalização na direção da personalidade com a ocorrência dos eventos. O botão em treze (13) modifica o tipo do gráfico e em quatorze (14) altera para versões em 2D e 3D.

#### 4.2.4.1 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Após o entendimento da teoria da aplicação de proveniência em agente afetivo pelo modelo PROVAA e do funcionamento geral do simulador, este tópico apresenta o critério de *validação de desempenho*.

**Validação de desempenho:** o critério de avaliação principal ao qual esta extensão do simulador busca é a aplicabilidade de uso dos dados na construção de um gráfico de proveniência. Tendo definido o critério de aplicação geral, o meio de alcançá-lo é a partir do uso de uma simulação de um jogo real acompanhado a cada ação, avaliando e aplicando entradas que tornem possível comparar o jogo simulado com o jogo real. Desta maneira o critério de avaliação simplificado desta prova de conceito pode ser definido como: verificar se o desempenho do jogador no simulador é similar ao desempenho do jogador no mundo real. A partir da *validação de desempenho* do simulador estendido é plausível assumir que o agente afetivo aplicado ao jogo FIFA 13™ consegue produzir proveniência dos dados de valor significativo de interpretação pelo jogador após o jogo, podendo avaliar especificamente o desempenho de um NPC a partir de um ou mais eventos ocorridos durante o jogo.

#### 4.2.4.2 RESULTADOS

Os dados abaixo apresentam os resultados encontrados a partir dos testes de *validação de desempenho* dos valores do NPC do jogo FIFA 13™ com seu agente no mundo real. Para validar o teste de desempenho, é necessário compreender um jogador do mundo real, eventos que o afetaram e conseqüentemente simular e observar pelo gráfico do histórico de

proveniência se o comportamento deste é parecido com o comportamento do agente no mundo real. Buscando simplificar a dificuldade desta tarefa foi utilizado como objetivo a avaliação de um único agente em um cenário fechado, sendo este agente o jogador *Sergio Ramos*, atuando pela seleção da Espanha na final da copa das confederações© em 30 de junho de 2013 contra a seleção do Brasil. O objetivo é simular a reprodução da partida em um jogo realizando a entrada de eventos similares aos ocorridos durante a partida e observando se o comportamento do jogador avaliado é similar ao comportamento do agente durante a partida do mundo real. Essa observação de comportamento é possível pelo uso de proveniência dos dados, o que permite analisar uma partida de um jogo graficamente e verificar o impacto de certos eventos emotivos nos resultados parciais e finais de um jogo. Este uso de proveniência em jogos é considerado um avanço na área, pois permite uma nova interpretação de uma partida de um jogo. Nos jogos atuais somente o desempenho do usuário é variável, no caso do NPC, o comportamento normalmente não muda ou muda de forma bem previsível, o que não possibilita uma análise de proveniência dos dados. Sem o uso do módulo MANPC um usuário que jogar um jogo como FIFA 13™, ao final da partida tecnicamente não consegue entender o desempenho do time adversário e como este desempenho influenciou na vitória ou na derrota baseado nos eventos ocorridos durante o jogo. Conforme o desempenho do time adversário é constante e igual em todas as partidas, os resultados são exclusivamente dependentes das ações desprendidas pelo usuário, ou seja, ganhar ou perder somente depende do usuário, o que não é real em uma partida de futebol. A vitória de um time pode acontecer devido a um time jogar bem, ou o time adversário jogar mal. Buscando avaliar os eventos ocorridos durante a partida entre Brasil e Espanha com objetivo de criar o gráfico de proveniência do jogador Sergio Ramos, foram analisados as principais ações ocorridas durante a partida, utilizando como referência os lances apresentados por diversos sites futebolísticos . O jogador Sergio Ramos foi escolhido por participar durante toda a partida e por afetar e ser afetado por diversos eventos ocorridos durante o jogo. A Tabela 33 apresenta os eventos ocorridos durante o primeiro tempo do jogo, a primeira coluna representa o tempo aproximado de ocorrência do jogo, a segunda coluna apresenta a descrição deste evento pela mídia dos sites analisados e o terceiro evento apresenta a entrada sintetizada do evento plausível da interpretação pelo módulo MANPC e conseqüentemente pelo simulador.

**Tabela 33: Brasil vs. Espanha – Primeiro tempo**

<b>Tempo</b>	<b>Evento Real</b>	<b>Mapeado no jogo</b>
00:00	Execução do hino do Brasil com 70.000 torcedores.	(-) Manifestação da torcida

00:02	<b>Gol do Brasil (Fred)</b>	<b>(-) Gol</b>
00:04	Fernando Torres erra passe.	(-) Passe errado
00:05	Neymar chuta a gol e Casillas defende.	(-) Chute a gol
00:06	Thiago Silva intercepta passe de Pedro.	(-) Perda de bola
00:07	Oscar chuta a gol e Casillas defende.	(-) Chute a gol
00:08	Falta de Fernando Torres em Marcelo.	(-) Falta
00:09	<b>David Luiz evita gol da Espanha.</b>	<b>(-) Chute a gol</b>
00:10	Marcelo chuta a gol e Casillas defende.	(-) Chute a gol
00:12	Paulinho chuta a gol e Casillas defende.	(-) Chute a gol
00:13	Fernando Torres chuta a gol e Júlio Cesar defende.	(+) Chute a gol
00:14	Falta de Busquets em Neymar.	(-) Falta
00:15	Jogadores de ambos os times discutem.	(-) Discussão
00:16	Busquets recebe cartão amarelo.	(-) Cartão amarelo
00:17	Busquets erra passe para Fernando Torres.	(-) Passe errado
00:19	Iniesta chuta a gol e Júlio César defende.	(+) Chute a gol
00:20	Xavi bate na direção do gol.	(+) Chute a gol
00:22	Xavi da passe errado para Thiago Silva.	(-) Passe errado
00:23	Sérgio Ramos erra passe	(-) Passe errado
00:24	Sérgio Ramos perde a bola	(-) Perda de bola
00:25	Fred chuta a gol e Casillas defende.	(-) Chute a gol
00:26	Oscar faz falta em Iniesta.	(+) Falta
00:27	Sérgio Ramos recebe cartão amarelo.	(-) Falta
00:28	Hulk chuta a gol e Casillas defende.	(-) Chute a gol
00:29	Falta de Thiago em Sergio Ramos.	(+) Falta
00:30	Xavi perde a bola para Luiz Gustavo.	(-) Perda de bola
00:31	Xavi avança e Fred manda para fora.	(+) Escanteio
00:32	Fred chuta a gol e Casillas defende.	(-) Chute a gol
00:33	Neymar perde a bola para Pique.	(+) Perda de bola
00:34	Hulk chuta a gol e Casillas defende.	(-) Chute a gol
00:35	Thiago Silva chuta a gol e Casillas defende.	(-) Chute a gol
00:36	Neymar perde a bola para Arbeloa.	(+) Perda de bola
00:37	Thiago Silva comete falta em Fernando Torres.	(+) Falta
00:38	Torres perde a bola para Luiz Gustavo.	(-) Perda de bola
00:39	Espanha ataca e chuta a gol.	(-) Chute a gol
00:40	Fred chuta no gol e Casillas defende.	(-) Chute a gol
00:41	Arbeloa erra passe.	(-) Passe errado
00:42	Fernando Torres perde dois passes em sequência.	(-) Passe errado
00:43	Gol do Brasil (Neymar).	(-) Gol
00:45	Arbeloa recebe falta.	(+) Falta

As informações coletadas são suficientes para inserir os dados no simulador, pois tornam possível a partir do mapeamento utilizado pelo modelo OCC (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988). Os dados de uma complexa descrição podem ser sintetizados na interpretação do agente a respeito do evento (sinal de negativo ou positivo) e no conjunto de

mapeamentos definidos dentro do jogo (falta, gol, passe errado etc.). Limitando o número de mapeamentos dentro do jogo limitamos a quantidade de possibilidades de interpretação de eventos, por exemplo, um gol de pênalti, um gol de falta ou mesmo um gol contra são resumidos no evento gol. A Tabela 34 apresenta todos os eventos ocorridos no segundo tempo do jogo entre Brasil e Espanha.

**Tabela 34: Brasil vs. Espanha – Segundo tempo**

<b>Tempo</b>	<b>Evento Real</b>	<b>Mapeado no jogo</b>
00:00	Substituição sai Arbeloa entra Azpilicueta.	(+) Substituição
00:02	<b>Gol do Brasil (Neymar).</b>	<b>(-) Gol</b>
00:03	Torcida do Brasil canta: "O campeão voltou".	(-) Manifestação da torcida
00:04	Xavi erra passe para Fred.	(-) Passe errado
00:05	Piqué erra e torcida se manifesta.	(-) Manifestação da torcida
00:06	Substituição sai Juan Mata entra Jesús Navas.	(+) Substituição
00:08	Marcelo faz falta em Navas. Pênalti para a Espanha.	(+) Falta
00:09	<b>Sergio Ramos erra pênalti.</b>	<b>(-) Erra pênalti</b>
00:10	Impedimento de passe entre Hulk e Oscar.	(+) Impedimento
00:11	Fernando Torres perde a bola para David Luiz.	(-) Perda de bola
00:12	Iniesta chuta no gol de Júlio Cesar.	(+) Chute a gol
00:13	Hulk chuta no gol de Casillas.	(-) Chute a gol
00:14	Substituição sai Fernando Torres entra David Villa.	(+) Substituição
00:15	Azpilicueta chuta no gol de Júlio Cesar.	(+) Chute a gol
00:16	Daniel Alves perde a bola para Jordi Alba.	(+) Perda de bola
00:17	Paulinho faz falta não marcada em Xavi.	(-) Falta não marcada
00:18	Xavi perde a bola para Luiz Gustavo.	(-) Passe errado
00:19	Marcelo chuta no gol de Casillas.	(-) Chute a gol
00:20	Pedro erra passe para Villa.	(-) Passe errado
00:21	Navas chuta no gol de Júlio Cesar.	(+) Chute a gol
00:22	Neymar recebe falta de Piqué.	(-) Falta
00:23	<b>Piqué é expulso.</b>	<b>(-) Cartão vermelho</b>
00:24	Neymar erra passe.	(-) Passe errado
00:27	Sergio Ramos chuta no gol de Júlio Cesar.	(+) Chute a gol
00:28	Substituição sai Hulk entra Jadson.	(-) Substituição
00:29	Torcida do Brasil canta: "Olé".	(-) Manifestação da torcida
00:30	Fred chuta no gol de Casillas.	(-) Chute a gol
00:31	Villa perde a bola para Luiz Gustavo.	(-) Perda de bola
00:32	Neymar chuta no gol de Casillas.	(-) Chute a gol
00:33	David Villa perde a bola para Thiago Silva.	(-) Perda de bola
00:34	Substituição sai Fred entra Jô.	(-) Substituição
00:36	Villa chuta no gol de Júlio Cesar.	(+) Chute a gol
00:37	Jô chuta no gol de Casillas.	(-) Chute a gol
00:39	Jô chuta para fora.	(+) Escanteio
00:40	Neymar perde a bola para Busquets.	(+) Perda de bola

00:41	David Villa chuta no gol de Júlio Cesar.	(+) Chute a gol
00:42	Substituição sai Paulinho entra Hernanes.	(-) Substituição
00:43	Navas chuta no gol de Júlio Cesar.	(+) Chute a gol
00:46	Brazil perde a bola em jogada ofensiva.	(+) Pose de bola
00:47	Fim de jogo.	(-) Fim de jogo

A análise feita sobre os mapeamentos apresentados nas tabelas não é o foco principal, pois se entende que muitos outros mapeamentos equivalentes ou mais detalhados ainda podem ser realizados, dependendo do jogo e da maneira na qual os eventos podem ser capturados pelo jogo. Pela Tabela 33 e Tabela 34 temos os eventos mapeados ação a ação, no entanto muitos dessas ações não são interpretadas pelo NPC, podendo ser ignorados, sendo a variável de intensidade mínima de percepção responsável por este controle. De maneira a simplificar os resultados resumindo ambas as tabelas a apenas os eventos principais no jogo, ou seja, os de maior intensidade na visão do jogador Sergio Ramos. A Tabela 35 apresenta os cinco principais eventos mapeados que de certa maneira interferiram no desempenho do jogador e conseqüentemente também interfeririam no desempenho no NPC, e de certa forma contribuíram na derrota da Espanha para o Brasil.

**Tabela 35: Brasil vs. Espanha – Cinco principais eventos**

<b>Tempo</b>	<b>Evento</b>	<b>Emoção produzida</b>
00:02	Gol do Brasil (Fred)	Angustia: por que algo de ruim aconteceu
00:09	David Luiz evita gol.	Decepção: a não confirmação da perspectiva de algo desejável.
00:02	Gol do Brasil (Neymar).	Medo-confirmado: confirmação de um evento indesejado.
00:09	Sergio Ramos erra pênalti.	Vergonha: sobre um ato censurável iniciado pelo indivíduo.
00:23	Piqué é expulso.	Pena: por que algo de ruim aconteceu a uma pessoa querida.

Os cinco principais eventos foram escolhidos na busca de simplificar o uso do simulador, acrescentando mais eventos de relevância, análises complementares podem ser realizadas, no entanto os cinco apresentados atendem ao objetivo de exemplificar o uso do módulo MANPC com proveniência. A Figura 35 apresenta a entrada dos eventos, onde a intensidade destes sempre era maior que a intensidade mínima de percepção e quantificada de acordo com o cenário do jogo.

The screenshot displays the 'Provenance' tab of a software interface for FIFA 13. It is divided into several sections:

- Input:** Club: Real Madrid, Player: Sergio Ramos, PI: 1 (with a green progress bar) and 0,89.
- Photo:** A portrait of Sergio Ramos and the EA Sports FIFA 13 logo.
- Event Input:** A table with 5 rows of event data.
 

	Emotion	Intensity	Time	Type	Active
1.	(-) Distress	0,80	20	Extern	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	(-) Disappointment	0,70	25	Intern	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	(-) Fears-confirmed	0,90	15	Intern	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	(-) Shame	0,70	25	Intern	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	(-) Pity	0,50	10	Extern	<input checked="" type="checkbox"/>
- Performance Intensity Projection:** A line graph showing performance intensity over 90 minutes. The y-axis ranges from 0 to 100. The graph is filled with green and has 14 numbered data points. To the right are buttons for 'Events', 'Time', 'Personality', 'Change', and '2D/3D'.
- Result:**
  - Current Mood:** 1. Pleasure: 0,30 (+), 2. Arousal: 0,10 (+), 3. Dominance: 0,20 (+). Result: Exuberant.
  - Attributes:** 1. Performance Intensity: 0,89. A bar chart below shows a green bar from 0% to 89%.

**Figura 35: Validação de desempenho do agente FIFA 13™**

A partir do gráfico de proveniência gerado, muitas inferências podem ser feitas pelo jogador a respeito do NPC. Na simulação o valor do desempenho padrão do jogador Sergio Ramos é a definida no jogo FIFA 13™ de 0,89 (1) os eventos descritos e mapeados anteriormente foram inseridos na parte de entrada de eventos (2). Simulando como se a partida do Brasil e Espanha tivesse ocorrido também dentro do jogo, quando o primeiro

evento ocorre (3) este vem atrelado à emoção angústia, fazendo com que o desempenho do jogador caia de 0,89 para 0,60. Essa redução significativa começa a recuperar o valor (4) chegando próximo ao desempenho padrão do jogador, no entanto antes que isso aconteça o desempenho do jogador novamente é reduzido para o valor de 0,69 com o segundo evento (5), novamente caindo drasticamente o desempenho do NPC. Durante um longo espaço de tempo (6) o NPC aumenta seu desempenho até recuperar o valor padrão de 0,89 (7), exato momento no qual a equipe da Espanha mais pressiona a equipe do Brasil, no entanto devido ao terceiro evento (8) o desempenho do jogador cai para 0,59 sendo a maior redução de todas no desempenho do NPC devido a emoção *medo confirmado*, no caso a confirmação da perspectiva de derrota do jogo, durante um curto espaço de tempo o desempenho do jogador começa a se recuperar lentamente (9), no entanto a mesma é retrocedida pelo evento praticado pelo próprio agente para o valor de 0,68 devido ao quarto evento (10). Novamente o desempenho do NPC volta a tender ao desempenho padrão, no entanto devido as características das emoções atreladas aos eventos anteriores a recuperação é mais lenta (11). Durante um curto espaço de tempo (12) o NPC permanece com desempenho padrão de 0,89, no entanto o último evento ocorre fazendo com que o desempenho do NPC caia para 0,73 (13), apesar da diferença pequena entre o desempenho padrão e a modificada pelo último evento o NPC não consegue recuperar totalmente o desempenho devido ao encerramento do jogo em aproximadamente 95 min de jogo corrido.

A descrição numérica apresentada anteriormente pela variação do desempenho em muito assemelha ao desempenho do jogador durante o jogo, já que os eventos tem o papel de alterar o comportamento padrão do NPC da mesma maneira que alterariam o comportamento de um ser humano real. Considerando o ponto de vista do time Espanhol, quando o Brasil realiza o primeiro gol (evento 1) é esperado uma queda no desempenho do time afetado pela emoção “*angústia*”, no entanto mesmo com as constantes tentativas de recuperação da equipe, tentando por diversas vezes atacar e manter posse de bola, essas tentativas são frustradas pelos eventos seguintes (evento 2 e evento 3), em especial o evento 3 por estar atrelado ao sentimento de “*medo confirmado*” afeta em muito o desempenho do NPC e da equipe, o evento seguinte (evento 4) consegue manter o desempenho da equipe baixa, levando um espaço de tempo maior até a equipe se recuperar e voltar a jogar com o desempenho esperado. O último evento (evento 5) apesar de ser um fato crucial em um jogo de futebol (expulsão de um jogador) acontece próximo do final do jogo e em pouco altera o resultado do mesmo, já

que o desempenho não se altera significativamente para o cenário em comparação aos eventos anteriores ao atual resultado do jogo.

Este capítulo apresentou uma importante prova de conceito, simulando um jogo real e de aplicabilidade de mercado no qual a partir do uso de agentes afetivos abre a possibilidade de uso de proveniência, agregando significativo valor avaliativo ao jogador após uma partida contra um NPC. Com este exemplo é plausível assumir caminhos de uso da arquitetura MANPC em jogos que detém mercado consumidor e conseqüentemente gerir ganhos ao produto. Os testes aqui apresentados a partir dos testes de validação direta validam o correto funcionamento da simulação dos atributos do jogo FIFA 13™ e a partir do teste de validação de desempenho apresenta resultados que conseguem resultados similares ao comportamento de um humano. Seguindo a proposta deste capítulo é correto afirmar que o mesmo alcançou seus objetivos, contribuindo na estruturação de um exemplo simples do funcionamento macroscópico de um jogo real utilizando o módulo MANPC.

## CAPÍTULO 5 – TRABALHOS RELACIONADOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar os trabalhos relacionados ao desenvolvimento de arquiteturas de agentes afetivos. As diferentes arquitetura aqui apresentadas auxiliaram na construção da arquitetura de funcionamento do módulo MANPC, sendo avaliadas tanto arquiteturas genéricas quanto arquiteturas para aplicações específicas como jogos. Na primeira seção são apresentadas algumas das arquiteturas genéricas de forte cunho acadêmico, na segunda e terceira seção são relacionados algumas das arquiteturas fisiológicas e cognitivas influentes no desenvolvimento dessa dissertação.

Muitos avanços já foram realizados em diversas áreas correlacionadas com as quais essa pesquisa se aplica, e conseqüentemente estes contribuíram em muito em seu desenvolvimento. Antes de iniciar os trabalhos relacionados é importante destacar a junção de diversas comunidades que pesquisam sobre as diversas áreas nas quais esta pesquisa se fundamenta em especial a fundação *IFAAMAS*<sup>6</sup> - *The International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems*, cujo objetivo é promover a ciência e tecnologia nas áreas de inteligência artificial, agentes autônomos e sistemas multiagentes. A fundação é patrocinadora da conferência internacional *AAMAS (Autonomous Agents and Multiagent Systems)*, iniciada em 2002 com a junção de três conferencias altamente respeitadas: *AGENTS (International Conference on Autonomous Agents)*, *ICMAS (International Conference on Multi-Agent Systems)*, e *ATAL (International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages)*. A *AAMAS* tem o objetivo principal promover um canal internacional de alto nível de discussão, pesquisa e prática de agentes autônomos e sistemas multiagentes. De maneira relevante, o trabalho proveniente de grupos de pesquisa em muito contribuiu para a construção dessa pesquisa, em especial os trabalhos do grupo encerrado em 2009 *eCIRCUS*<sup>7</sup> (*Education through Characteres with emotional-Intelligence and Role-Playing Capabilities that Understand Social Interaction*) e do grupo *GAIPS*<sup>8</sup> (*Intelligent Agents and Synthetic Characters Group*) participando em projetos importantes como *FearNot!* (AYLETT *et al.*, 2005), *ORIENT* (KRIEGEL *et al.*, 2008) dentre outros.

---

<sup>6</sup> <http://www.ifaamas.org/>

<sup>7</sup> <http://www.e-circus.org/>

<sup>8</sup> <http://gaips.inesc-id.pt/gaips/>

## 5.1 ARQUITETURAS GENÉRICAS

Dentre os trabalhos relacionados, a seguir foram resumidas brevemente algumas arquiteturas genéricas, ou seja, modelam um agente afetivo simples para qualquer cenário. A avaliação dessas arquiteturas foi desenvolvida a cargo de fundamentar estruturas de modelagem de agentes afetivos, sem necessariamente vincularem-se a uma aplicação ou solução.

- EBDI: a arquitetura genérica desenvolvida por Jiang *et al.* (2007) programa agentes emocionais com raciocínio prático e mecanismos de manipulação de emoções, como realizado no MANPC. Em síntese os pesquisadores acrescentaram emoções primárias e secundárias a uma arquitetura BDI (*i.e. Belief desires and intentions*), segundo Zamberlam e Giraffa (2001), as ideias básicas da abordagem BDI são descrever o processo interno de um agente utilizando o conjunto de estados mentais: crença, desejo e intenções, e definir uma arquitetura de controle por meio da qual o agente possa selecionar ações. As informações percebidas pelo agente são atribuídas por emoções primárias, ajustando a lista de prioridades das crenças. As emoções secundárias são o resultado do refinamento do processo da emoção primária.
- FATiMA: a arquitetura desenvolvida por Dias *et al.* (2011) é um das mais recentes arquiteturas elaboradas, sendo referência de utilização em diversos trabalhos e aplicações, antes mesmo de sua formalização, como por exemplo FearNot! (AYLETT *et al.*, 2005), ORIENT (AYLETT *et al.*, 2009), modelagem de processos de empatia (RODRIGUES *et al.*, 2009), e mais recentemente: Laugh to me! (CARVALHO; BRISSON; PAIVA, 2012), Lie to Me (REIS, 2012) entre outros. A arquitetura em si é genérica e flexível, buscando o mínimo de configurações possíveis, usando a emoção e o humor como realizado em MANPC para influenciar o comportamento do agente. A arquitetura também é dividida em módulos para que possa ser facilmente estendida a partir do uso variado de diversos modelos da psicologia. Em seu funcionamento o agente percebe o ambiente, o que são denominados como eventos, estes eventos são utilizados para atualizar a memória do agente, iniciando o processo de avaliação interna do agente. Depois do processo de avaliação, onde basicamente é avaliado se um evento é percebido ou não, as percepções do agente são utilizadas para influenciar no processo de seleção das ações no ambiente. FATiMA apesar de ser bem desenvolvida e fundamentada, é genérica quando aplicada ao uso para diversos cenários específicos (como em jogos de simulação no qual MANPC se

destina), sendo necessário o desenvolvimento de módulos e componentes para sua correta utilização.

## 5.2 ARQUITETURAS FISIOLÓGICAS

Muitos são os trabalhos relacionados às arquiteturas fisiológicas na literatura. As arquiteturas aqui apresentadas buscam a solução de um problema específico, enquanto o MANPC busca atender uma gama de jogos de simulação. Mesmo com abordagem diferente, os trabalhos aqui relacionados contribuíram na construção do MANPC no sentido dos modelos utilizados, assim como na forma de comunicação interna dos mesmos. As arquiteturas fisiológicas mapeiam um ou mais aspectos físicos associados ao agente, os trabalhos a seguir se relacionam com esta pesquisa por utilizarem modelos da psicologia de maneira semelhante ao abordado, no entanto por serem especializadas o foco destes trabalhos é na alteração dos aspectos físicos dos agentes a partir dos atributos afetivos.

- **OZ:** a arquitetura iniciada por Loyall e Reilly (1992) foi um dos primeiros trabalhos a utilizar emoções na computação, detendo um importante valor histórico. Em síntese os agentes foram desenvolvidos utilizando uma arquitetura baseada em objetivos, sendo o módulo de emoção baseado no modelo cognitivo OCC (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988) (o mesmo utilizado em MANPC), para determinar a expressão facial e movimentos dos agentes.
- *A Multilayer Personality Model:* esta pesquisa foi desenvolvida por Kshirsagar (2002) na resolução de um modelo de personalidade em multicamadas definindo níveis diferentes de camadas para personalidade, humor e emoção. Em sua codificação adotou o uso do modelo dos cinco grandes fatores de personalidade (DIGMAN, 1990) (o mesmo utilizado em MANPC) e uma rede Bayesiana (PEARL, 1988) na seleção das ações, onde os estados afetivos são os responsáveis em determinar a expressão facial, entonação de voz e a velocidade da fala do agente.
- **ALMA:** a arquitetura descrita por Gebhard (2005) é uma das principais referências na área de agentes com personalidade, humor e emoção. ALMA é desenvolvida utilizando em emoção o modelo OCC, em humor o modelo PAD (MEHRABIAN, 1996) e em personalidade os cinco grandes fatores (DIGMAN, 1990), sendo todos os três modelos utilizados no módulo MANPC. Baseado no estado emocional ocorre mudança na expressão facial, seleção de palavras e frases, seleção de estratégias de diálogo e mudança de gestos em função do diálogo.

- **Making them Remember:** neste recente trabalho Kasap *et al.* (2009) apresenta um modelo de emoção baseado em memória, buscando a construção de relacionamentos de longo prazo entre usuários e personagens. Esse conhecimento é criado pela avaliação (positiva e negativa) que o próprio agente faz do resultado da interação, sendo feita a partir das emoções associadas aos eventos ocorridos. Em seu desenvolvimento foram utilizados o Modelo dos cinco grandes fatores da personalidade (DIGMAN, 1990), o modelo PAD (MEHRABIAN, 1996) de humor e o modelo OCC (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988) de emoção, sendo todos os três modelos utilizados no módulo MANPC. Do ponto de vista fisiológico foram desenvolvidos estratégias de diálogo, expressões faciais, postura e gestos por parte do agente.

### 5.3 ARQUITETURAS COGNITIVAS

Por outra vertente, foi realizada a revisão de uma variedade de trabalhos relevantes que fazem uso de arquiteturas cognitivas representativas na literatura. As arquiteturas cognitivas se relacionam ao módulo MANPC no nível a saída dos dados, já que as alterações no NPC apesar de serem capturadas por modelos da psicologia presente em arquiteturas fisiológicas, o resultado gera mudanças nos aspectos cognitivos do NPC. Em síntese o módulo MANPC foi criado pela combinação dos modelos presentes nas arquiteturas fisiológicas com as alterações dos componentes cognitivos nas arquiteturas cognitivas. Semelhante as arquiteturas a fisiológicas, as arquiteturas cognitivas aqui apresentadas buscam a solução de um problema específico, enquanto o módulo MANPC busca atender uma gama de jogos de simulação. Mesmo com abordagem diferente, os trabalhos aqui relacionados contribuíram na construção do MANPC no sentido das saídas cognitivas mapeadas:

- **RCS:** o Arcabouço desenvolvido por Albus *et al.* (1992) foi feito com intuito de produzir agentes físicos inteligentes. O diferencial desta arquitetura consiste em um conjunto hierárquico de módulos de conhecimento, sendo cada um com suas próprias memórias de longo e curto prazo. A representação do conhecimento é heterogênea, incluindo quadros, regras, imagens e mapas. Os módulos operam em paralelo com um interprete sensorial examinando o estado atual, sendo um modo de prever estados futuros. Os módulos de nível superior influenciam os submódulos de cima para baixo, enquanto os submódulos passam informação de volta aos módulos principais.
- **FORR:** a arquitetura delineada por Epstein (1992) inclui uma memória declarativa para fatos e uma memória processual representando como uma hierarquia de heurísticas com

peso. A arquitetura combina as percepções e fatos contra as condições de heurísticas com as estruturas correspondentes, propondo ações candidatas de classificação, onde a execução de uma ação tem como efeito alterar o ambiente ou a memória declarativa. Aprender envolve a criação de fatos novos e heurísticas (com ajustes dos pesos) e consequentemente reestrutura a hierarquia baseada em fatos e metaheurísticas buscando a exatidão, a utilidade, o risco e a velocidade.

- AIS: a arquitetura desenvolvida por Hayes-Roth *et al.* (1995) armazena conhecimento processual com um conjunto de comportamentos, sendo cada um com condições desencadeantes associados a planos de controle que especificam padrões temporais de cada etapa do plano. A arquitetura modifica e interage por meio de uma memória declarativa na qual armazena o conhecimento dos fatos, intenção de atividades e os traços da experiência do agente. Em cada ciclo, um controlador baseado em uma meta seleciona entre comportamentos possíveis e define um único a ser executado. A arquitetura inclui duas camadas: a primeira é uma camada cognitiva deliberativa, sendo a responsável pela avaliação da situação e planejamento, a segunda é uma camada física rápida, que lida com a percepção e ação no ambiente.
- 3T: a pesquisa desenvolvida por Bonasso *et al.* (1997) em síntese armazena o conhecimento de longo prazo em três camadas. O nível mais baixo é constituído de comportamentos de locomoção sensorial, na qual a arquitetura executa de forma reativa, enquanto que a camada intermediária armazena pacotes de ação de forma reativa a sequência desses comportamentos. A camada mais alta contém os operadores abstratos, no qual um operador deliberativo usa para gerar um plano parcial, a fim de que a camada serialize e execute. Além deste plano de alto nível descrito, cada pacote de habilidade e ação (reativo) tem sua própria memória de curto prazo.
- APEX: a arquitetura desenvolvida por Freed (1998) realiza a organização do conhecimento em procedimentos hierárquicos, com procedimentos de nível superior organizados pelas tarefas a que se destinam, e em nível inferior as subtarefas que invocam. Esta busca o conteúdo da memória de percepção, construindo um planejamento baseado em tarefas e subtarefas que maximizam os resultados. A arquitetura associa recursos cognitivos, de locomoção (motores) e de percepção, o que pode levar a conflitos entre tarefas no planejamento, sendo solucionado por uma definição heurística de prioridade, interrompendo as tarefas e retornando as mesmas quando os recursos tornam-se novamente disponíveis.

- CIRCA: a arquitetura construída por Musliner *et al.* (2001) incorpora uma memória estável para possíveis ações, estado temporal e transições de eventos, juntamente uma segunda memória dinâmica de especificações, planos e eventos. Em sua dinâmica, o subsistema cognitivo gera um curso planejado as ações codificadas em um grafo não determinístico de estados finitos, começando primeiro com um plano abstrato e refinando em um mais apropriado. A arquitetura passa a estrutura para um subsistema de tempo real, que é operado em paralelo com o subsistema cognitivo, deixando o primeiro plano executando, enquanto o segundo tenta implantar melhorais. A memória para possíveis ações e o estado temporal de transições de eventos foi abordado da mesma maneira no módulo MANPC.
- Emile: a arquitetura desenvolvida por Gratch (2000) fornece uma estrutura de emoções e seu comportamento (efeito). O conhecimento de longo prazo inclui a especificação de condições (relativo a eventos, expectativas, metas e padrões) para especificar as diferenças das emoções. Conforme o agente adquire novas informações sobre os eventos esperados, um módulo de avaliação gera emoções em resposta com intensidade inicial de ser uma função da sua probabilidade e importância, mas se deteriorando ao longo do tempo. A estrutura de emoções e o efeito das mesmas foi abordado de forma semelhante no módulo MANPC.
- CLARION: a arquitetura de Sun *et al.* (2001) armazena tanto o conhecimento da ação quanto o da não ação de forma implícita, utilizando de redes neurais em multicamadas, e de forma explícita usando as regras de produção simbólica. O correspondente a memórias de curto prazo contém ativações em nós e elementos simbólicos contra estruturas de longo prazo, organizada de forma estrutural. O desempenho envolve a passagem da informação sensorial para a camada implícita, o que gera ações de alta quantidade de alternativas, que usa regras para propor ações, a arquitetura em seguida seleciona o candidato com o maior valor esperado. Aprender envolve revisão e peso no sistema implícito, usando uma combinação de reforço de aprendizagem *back propagation* para estimar funções de valor e construção de regras de produção pela extração da camada implícita e instanciação de modelos de regras.
- CogAff: a esquema de arquitetura proposto por Sloman (2001) é projetado para suportar interação entre cognição e efeito. Apesar de não comprometer as especificações, este é dividido em três níveis distintos de processamento. No nível reativo utiliza associações na condição de ação que respondem a situações do estado do ambiente. A camada

deliberativa opera em sua maioria os objetivos mentais, estado e plano para raciocinar sobre cenários futuros. Finalmente os mecanismos internos deixam o agente refletir sobre seus próprios pensamentos e experiências. Uma experiência afetiva é vinculada de um nível a outro, onde as emoções mais sofisticadas ocorrem nos níveis mais altos.

- **GLAIR:** a arquitetura desenvolvida por Shapiro e Ismail (2003) armazena o conteúdo em níveis, sendo estes o cognitivo, percepção e sensorial atuador. A camada mais alta inclui estruturas generalizadas que definem os predicados em termos lógicos, com conceitos e procedimentos abstratos. O sistema suporta inferência, revisão de crenças, planejamento, execução e alto processamento de linguagem natural, com crenças de alto nível a serem inferidas a partir de percepções e com comandos no nível sensorial atuador, sendo derivadas das metas e planos do agente.
- **PolyScheme:** a arquitetura cognitiva construída por Cassimatis *et al.* (2004) foi projetada para alcançar a inteligência de nível humano, integrando várias representações, métodos de raciocínio e técnicas de resolução de problema. Cada representação tem um módulo especialista associado à subobjetivos e outras operações básicas, que correspondem a uma memória dinâmica compartilhada com elementos de percepção e ação. A arquitetura faz um compromisso semântico mais forte que a maioria das arquiteturas, codificando todas as estruturas com um conjunto básico de relações sobre tempo, espaço, evento, identidade, casualidade e crença.
- **ICARUS:** a arquitetura apresentada nos trabalhos de Langley *et al.* (2004) e Langley & Choi (2006) representa o conhecimento de longo prazo em memórias separadas pelas competências hierárquicas e seus conceitos de acordo com as crenças de curto prazo, objetivos e intenções expressas como exemplo dessas estruturas gerais. O primeiro elemento, desempenho, infere todas as crenças implícitas, seus conceitos e suas percepções do meio ambiente, selecionando em seguida um caminho por meio da hierarquia aplicável a execução da habilidade. A solução final do problema ocorre quando existem habilidades relevantes para o objetivo atual, visto que a aprendizagem cria novas habilidades com base em traços de uma solução de problemas.
- **ACT-R:** a mais recente solução da família ACT desenvolvida em Anderson *et al.* (2004) e Anderson (2007), inclui uma memória declarativa de fatos e uma memória processual, na qual consiste em uma produção de regras. A arquitetura opera com produção de memória sobre a percepção dos fatos, medido pelos níveis de ativação do real valor dos objetos (do ponto de vista do agente) e executa-los para afetar o ambiente ou modificar a memória

declarativa. O aprendizado na arquitetura envolve a criação e produção de fatos, bem como a atualização da base de ativadores associados com a estrutura.

Conforme relacionado neste tópico, mesmo com a recente junção do uso de emoções e agentes, muitos são os trabalhos que estudam e analisam temas similares ao tratado nesta pesquisa, onde diversas aplicações e arquiteturas já foram desenvolvidas buscando introduzir e tratar emoções no âmbito de agentes seja em aplicações específicas, em jogos ou simples simulações. Este capítulo foi desenvolvido, em síntese, na busca responder a seguinte pergunta: por que desenvolver outro mecanismo para a inserção de emoções em agentes, sendo que diversos outros trabalhos já abordaram de forma similar este tema? Como resposta, o estudo aqui apresentado, ao contrário da metodologia utilizada em todos os trabalhos relacionados, é a construção de um módulo, e não uma arquitetura. Um módulo tem a função de complementar uma arquitetura existente, ou seja, não apresenta características intrusivas, não havendo necessidade de modificação da arquitetura original no desenvolvimento de um novo agente, mas sim complementação da arquitetura a partir da transação de entradas e saídas de dados. Conforme discutido no Capítulo 2, Picard (1997) defende a emoção em dois componentes, componente fisiológico e componente cognitivo. Em muito dos trabalhos descritos, os estados afetivos influenciam exclusivamente o componente fisiológico (expressão facial, entonação de voz, gestos, seleção de palavras e frases e resposta reativa a estímulos). Esta pesquisa busca explorar o outro lado dos componentes da emoção, ou seja, como a personalidade, humor e principalmente a emoção influenciam nas respostas dos componentes cognitivos (percepção, motivação, memória e tomada de decisão). Essa abordagem focada nos componentes cognitivos é inspirada nas sugestões de linha de pesquisa abordada no trabalho de Laird (2008), onde o autor indiretamente sugere a relevância do estudo da psicologia humana em Inteligência artificial pela abordagem cognitiva dos componentes da emoção, de modo a complementar o componente fisiológico.

## CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES

Este capítulo tem como objetivo apresentar as considerações finais a respeito dos resultados obtidos na dissertação. Além dos resultados são apresentadas algumas propostas em aberto de trabalhos futuros e/ou evoluções relacionados de alguma forma com o módulo MANPC. Partindo do problema de pesquisa que é como representar internamente a jogos de simulação o impacto emocional de eventos na tomada de decisão do NPC, essa dissertação se aprofundou na maneira em que os eventos são interpretados na mente humana a partir de modelos bem fundamentados e conceituados da área da psicologia. Arelado a motivação de se buscar melhorias no fator diversão em se jogar contra agentes no formato de NPC, foram traçados objetivos diretamente vinculados aos resultados obtidos durante o desenvolvimento dessa dissertação.

O primeiro objetivo traçado foi a criação de um arcabouço, por meio de uma codificação utilizável por jogos de terceiros, no formato de classe e biblioteca de vínculo dinâmico. Apresentamos os aspectos psicológicos necessários para o alcance deste objetivo, sendo o módulo MANPC construído para esse fim. Buscando simular veridicamente o comportamento humano, o módulo MANPC representa a personalidade, o humor e a emoção do agente, combinando essas três variáveis no resultado das ações possíveis do NPC durante o jogo. O módulo desenvolvido abre caminho para o uso de proveniência dos dados afetivos gerados, sendo disponibilizado uma forma de armazenamento desses para análise de causa dos resultados durante o jogo. A criação do arcabouço possibilitou a construção de uma estrutura facilmente utilizável por terceiros, principalmente por resultar em uma classe estruturada em uma biblioteca de vínculo dinâmico. Foram apresentados os testes de validação do sistema no formato de um simulador de interface gráfica, onde é possível a entrada de dados afetivos e a visualização numérica dos resultados.

O segundo objetivo tornou-se viável com a conclusão do primeiro objetivo, já que teve como meta realizar testes que buscassem avaliar a aplicabilidade e os ganhos da utilização do módulo MANPC. Para resolver este problema, foi utilizada uma abordagem de análise experimental baseada em duas provas de conceito. Na primeira prova de conceito, foi abordado o uso do módulo MANPC em um completo jogo da memória. Esse experimento foi realizado na busca de avaliar o quanto o NPC utilizando do módulo MANPC poderia ser parecido em suas ações ao comportamento esperado de um humano e o quanto suas ações influenciariam nos fatores diversão e dificuldade de enfrenta-lo do ponto de vista do jogador.

O primeiro resultado encontrado nessa prova de conceito foi a distribuição em maior quantidade de níveis (vinte e dois) sendo a mesma baseada no humor do NPC e não em distribuições representando o estado do jogo (fácil, médio, difícil entre outros) como atualmente acontece. Na realização dos testes na busca do resultado do uso do módulo, foram estruturados cenários onde não fosse possível ao jogador saber que estava jogando contra um agente de inteligência artificial ou um ser humano. Utilizando como representação o ponto de vista do jogador, ao jogar contra outro humano, em 72% das vezes o jogador identificou corretamente contra quem estava jogando. No entanto, quando o jogador jogou contra o NPC utilizando do módulo MANPC em 84% dos casos o jogador errou em identificar que o mesmo era um agente de inteligência artificial provido de emoções e comportamento afetivo, sendo que em 80,95% dos casos afirmou estar jogando contra um humano. A partir do indicio que o agente provido de emoções pode confundir o jogador e prover sentimento semelhante ao de jogar contra um humano, foi realizada uma análise quanto ao fator diversão durante o desenvolvimento dos confrontos. Considerando que tanto para os confrontos entre o agente utilizando o módulo MANPC e o jogador, e o jogador contra humanos o jogo em questão era igual, ou seja o jogo da memória, foram analisado a curvatura dos gráficos a respeito dos níveis de dificuldade avaliados pelo jogador em cada um dos inúmeros confrontos. A curvatura de ambos os gráficos ficou extremamente semelhante, tendo o mesmo pico no valor de dificuldade “mediano”, sendo os valores de 48% em média para os confrontos contra o agente utilizando o módulo MANPC e 39% para os confrontos contra humanos. Todos os demais níveis de dificuldade em suas respectivas porcentagens apresentaram semelhança nos dois tipos de confrontos apresentados, comprovando a semelhança da curvatura gráfica e consequentemente a semelhança obtida em simular o comportamento humano esperado no quesito dificuldade no jogo da memória. O último ponto avaliado nesta prova de conceito foi o fator diversão, onde semelhante ao fator dificuldade teve como objetivo medir e comparar o nível de prazer obtido nos confrontos analisados. Como resultado, os valores de pico em média tanto para os confrontos contra o NPC quanto para os confrontos contra humanos do ponto de vista do jogador foram classificados como “divertido”, sendo os valores obtidos de 64% e 67% respectivamente. Dos resultados obtidos nessa primeira prova de conceito é possível concluir que o NPC ao utilizar do módulo MANPC consegue simular o comportamento humano, além de propiciar níveis de dificuldade e diversão esperado de humanos.

Na segunda prova de conceito realizada, o objetivo foi a análise dos resultados no ambiente de um jogo de aplicabilidade de mercado, sendo utilizado a base de dados jogo FIFA 13™ no formato de um simulador. Na análise dos resultados encontrados, foram realizadas validação de coerência humana nas ações do NPC afetado pelo módulo. Cinco aspectos foram levantados a respeito dos resultados encontrados, sendo estes semelhante ao comportamento humanos esperado do ponto de vista da psicologia, o que comprova a semelhança dos resultados do módulo com o que é esperado por humanos. Estendendo os dados gerados pela segunda prova de conceito, foi realizada a construção do gráfico de proveniência da simulação completa de uma partida real do ponto de vista de um NPC. Os resultados encontrados pelo gráfico de proveniência mostram a possibilidade do uso de proveniência dos dados para interpretação de como ações ocorridas durante o jogo podem influenciar no resultado final, tornando o jogo mais atraente para o público de determinados jogos de simulação.

Apesar de ampla, a pesquisa aqui construída apresenta diversos pontos de melhorias e evolução. Na seção abordaremos algumas críticas a respeito de pontos possíveis de estudo futuro e melhorias analisados durante e após o termino dessa dissertação.

## 6.1 TRABALHOS FUTUROS

A seção de trabalhos futuros tem como objetivo apresentar sugestões de pontos de pesquisa e evolução da pesquisa aqui abordada. Os pontos foram listados com objetivo de apresentar melhorias ou diferentes pontos de pesquisa que envolvem de certa forma a evolução deste trabalho:

**Alteração dos modelos adotados:** diversos modelos da psicologia foram analisados durante a modelagem dos aspectos psicológicos, no entanto acredita-se que vários dos modelos analisados e ainda outros modelos possam ser adotados e utilizados no sentido de simplificar a complexidade presente até o momento no módulo MANPC. Conforme a estrutura do MANPC foi constituída em submódulos, novos modelos da psicologia podem ser testados a partir da modificação pontual dos submódulos.

**Alteração do mecanismo de entrada de dados da personalidade:** durante todos os testes realizados a entrada de dados no modelo da personalidade dos cinco grandes fatores foi baseada no questionários NEO-PI-R analisado no Apêndice A. Acredita-se que outros tipos de metodologia de entrada de dados do modelo dos cinco grandes fatores possam ser utilizadas

no sentido de simplificar e facilitar a entrada dos dados, seja no formato de questionários simplificados ou mesmo captura de dados automática.

**Alteração da relação entre os componentes da emoção e os atributos do jogo:** a relação utilizada entre os componentes da emoção e os atributos do jogo acontecem de forma direta e igual, ou seja a partir da aplicação de uma regra de três. Acredita-se que outras formas de mapeamento do desempenho possam ser adotadas, por exemplo um desempenho de 0,8 pode modificar o componente memória do agente para 0,8 em uma faixa de 0 até 1, e ao mesmo tempo modificar o componente aprendizagem para 0,84 de uma faixa de 0 até 1 se considerados proporções diferentes. Novas formas de mapeamento podem ser trabalhadas avaliando o impacto, do ponto de vista da psicologia, do desempenho humano alterado por um evento em cada um dos componentes da emoção.

**Evolução na prova de conceito do jogo da memória:** durante e após a construção da prova de conceito do jogo da memória e dos testes realizados com humanos diversos aspectos foram avaliados passíveis de evoluções e melhorias dos resultados alcançados. As avaliações aconteceram utilizando como comparação o agente utilizando o módulo MANPC contra os agentes nomeados como perfeito e randômico. Acredita-se que neste ponto outros tipos de arquiteturas de agentes possam evoluir em novas comparações, como agentes com inserções de erros, agentes com tomada de decisão baseada no cenário, agentes reativos simples, agentes reativos baseados em modelos, agentes baseados em objetos, agentes baseados em utilidade e muitos outros presentes na área da inteligência artificial.

**Aplicação do módulo MANPC em jogos genéricos:** acredita-se que esta pesquisa possa ser evoluída a jogos que não simulem exclusivamente jogos do mundo real, como MMOG, MMORPG, FPS entre outros, pois em vários desses jogos se tem características semelhantes aos jogos que simulam o mundo real. Utilizando como exemplo um jogo de tiro no qual tem como objetivo conquistar o território inimigo, como Battlefield 4™, jogando contra um grupo de NPC, o desempenho desses pode ser alterado modificando seus atributos como precisão de tiro, velocidade, destreza entre outros a partir dos eventos que ocorrem internamente ao jogo como morte de companheiros ou adversários, bases perdidas ou conquistadas, ambiente atual etc. Um estudo a respeito de outros tipos de jogos utilizando o módulo MANPC envolve uma nova série de testes nos quais possuem forte semelhança a este estudo e por consequência tendem a agregar valor na aplicabilidade ou não do mesmo em casos específicos.

**Acréscimo na quantidade de amostras nos testes com humanos:** nos testes realizados com humanos, foi adotado a estratégia de utilização de uma amostra de 50 partidas na avaliação da percepção do jogador em tentar identificar o NPC que utilizava do módulo MANPC. Apesar dos resultados serem favoráveis acredita-se que aumentando a quantidade de amostras pode qualificar os resultados encontrados.

**Aplicação dos cenários de testes em jogos de mercado:** devido às limitações em se obter acesso a jogos de mercado com código aberto que possibilitem a comunicação com o módulo MANPC, foram realizadas a construção completa de um jogo da memória e de um simulador alimentado pela mesma base de dados do jogo FIFA 13™. No entanto em ambos os casos não se trata de um jogo real de mercado. Acredita-se que diferentes resultados possam ser encontrados ao utilizar um real jogo de mercado em uma análise com humanos, onde a medição de fatores com diversão, dificuldade e identificação de inteligência artificial tem um peso significativo na decisão de continuar jogando determinado jogo.

## REFERÊNCIAS

- ABT, C. C. **Serious games**. University Press of America, 1987.
- ADAMS, E.; DORMANS, J. **Game mechanics: advanced game design**. New Riders, 2012.
- ALBUS, J. S. RCS: A reference model architecture for intelligent control. **Computer**, v. 25, n. 5, p. 56–59, 1992. Acesso em: 24/11/2013.
- ANDERSON, J. R. **How can the human mind occur in the physical universe?** Oxford University Press, 2007.
- ANDERSON, J. R.; BOTHELL, D.; BYRNE, M. D.; et al. An integrated theory of the mind. **Psychological review**, v. 111, n. 4, p. 1036, 2004. Acesso em: 24/11/2013.
- ANDRADE, E. M.; ALVES, D. G. 16PF Manual abreviado-normas brasileiras. **Rio de Janeiro: Capra** 1993.
- AYLETT, R. S.; LOUCHART, S.; DIAS, J.; PAIVA, A.; VALA, M. FearNot!—an experiment in emergent narrative. 2005. **Anais...** 2005. Disponível em: <[http://link.springer.com/chapter/10.1007/11550617\\_26](http://link.springer.com/chapter/10.1007/11550617_26)>. Acesso em: 23/11/2013.
- AYLETT, R.; VANNINI, N.; ANDRE, E.; et al. But that was in another country: agents and intercultural empathy. 2009. **Anais...** 2009. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1558058>>. Acesso em: 23/11/2013.
- BADLER, N. I.; BARSKY, B. A.; ZELTZER, D. **Making them move: mechanics, control, and animation of articulated figures**. Taylor & Francis US, 1991.
- BAILLIE-DE BYL, P. **Programming believable characters for computer games**. Delmar Thomson Learning, 2004.
- BATES, J. The role of emotion in believable agents. **Communications of the ACM**, v. 37, n. 7, p. 122–125, 1994. Acesso em: 24/11/2013.
- BATES, J.; LOYALL, A. B.; REILLY, W. S. Integrating reactivity, goals, and emotion in a broad agent. 1992. **Anais...** 1992. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.47.9013>>. Acesso em: 24/11/2013.
- BERGERON, B. **Developing Serious Games (Game Development Series)**. 2006. Disponível em: <<http://www.citeulike.org/group/3106/article/1426623>>. Acesso em: 4/12/2013.
- BLUMBERG, B. Action-selection in hamsterdam: Lessons from ethology. 1994. **Anais...** 1994. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?hl=en&lr=&id=kcMoUj3aIfoC&oi=fnd&pg=PA108&dq=Action-selection+in+Hamsterdam:+Lessons+from+Ethology.+In+From+Animals+To+Animats,&ots=IsICZSEMyt&sig=pejoBitJpeuZNCroUnNjntmyP0c>>. Acesso em: 24/11/2013.

BONNIN, G. Physical environment and service experience: an appropriation-based model. **Journal of Services Research**, v. 6, n. 7, p. 45–65, 2006.

BOWER, G. H. Mood and memory. **American psychologist**, v. 36, n. 2, p. 129, 1981. Acesso em: 10/9/2013.

BOWER, G. H. Commentary on mood and memory. **Behaviour research and therapy**, v. 25, n. 6, p. 443–455, 1987.

BUNEMAN, P.; KHANNA, S.; WANG-CHIEW, T. Why and where: A characterization of data provenance. **Database Theory—ICDT 2001**. Springer, 2001.. p.316–330. Disponível em: <[http://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-44503-X\\_20](http://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-44503-X_20)>. Acesso em: 2/9/2013.

BUNEMAN, P.; TAN, W.-C. Provenance in databases. 2007. **Anais...** 2007. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1247646>>. Acesso em: 5/11/2013.

CAMPBELL, D. T.; STANLEY, J. C. Delineamentos experimentais e quase-experimentais de pesquisa. 1979. Disponível em: <<http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=REPIDISCA&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=148898&indexSearch=ID>>. Acesso em: 17/11/2013.

CARNEIRO, J. V.; ROLIM, F. M.; BARBOZA, M. V.; ARRUDA, D. M. Estímulos Olfativos Influenciam Decisões de Compra? Um Experimento em Varejo de Alimentos. **XXXII Enanpad** 2008. Disponível em: <[http://www.anpad.org.br/trabalho\\_popup.php?cod\\_edicao\\_trabalho=9337](http://www.anpad.org.br/trabalho_popup.php?cod_edicao_trabalho=9337)>. Acesso em: 30/11/2013.

CARVALHO, A.; BRISSON, A.; PAIVA, A. Laugh to me! implementing emotional escalation on autonomous agents for creating a comic sketch. **Interactive Storytelling**. Springer, 2012.. p.162–173. Disponível em: <[http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-34851-8\\_16](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-34851-8_16)>. Acesso em: 23/11/2013.

CASSIMATIS, N. L. **Grammatical processing using the mechanisms of physical inference**. DTIC Document, 2004.

CHEN, P. P.-S. The entity-relationship model—toward a unified view of data. **ACM Transactions on Database Systems (TODS)**, v. 1, n. 1, p. 9–36, 1976. Acesso em: 5/11/2013.

CHENEY, J.; CHITICARIU, L.; TAN, W.-C. **Provenance in databases: Why, how, and where**. Now Publishers Inc, 2009.

CORNELIUS, R. R. **The science of emotion: Research and tradition in the psychology of emotions**. Prentice-Hall, Inc, 1996.

COSTA, P.; MCCRAE, R. NEO PI-R Manual profissional: NEO PI-R, Inventário de personalidade NEO revisto. **Lisboa: CEGOC-TEA, Lda** 2000.

COSTA, P. T.; MACCRAE, R. R. **Revised NEO Personality Inventory (NEO PI-R) and NEO Five-Factor Inventory (NEO FFI): Professional Manual**. Psychological Assessment Resources, 1992.

COSTA, P. T.; MCCRAE, R. R. Four ways five factors are basic. **Personality and individual differences**, v. 13, n. 6, p. 653–665, 1992. Acesso em: 27/11/2013.

COSTA, P. T.; MCCRAE, R. R.; KAY, G. G. Persons, places, and personality: Career assessment using the Revised NEO Personality Inventory. **Journal of Career Assessment**, v. 3, n. 2, p. 123–139, 1995. Acesso em: 27/11/2013.

DAMÁSIO, A. O erro de Descartes: Emoção, razão e cérebro humano. **São Paulo: Companhia das Letras** 1996.

DAMÁSIO, A. **O mistério da consciência: do corpo e das emoções ao conhecimento de si**. Companhia das Letras, 2002.

DEBENHAM, J.; SIMOFF, S. “Believable” Agents Build Relationships on the Web. **Distributed Computing and Artificial Intelligence**. Springer, 2012.. p.65–72. Disponível em: <[http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-28765-7\\_9](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-28765-7_9)>. Acesso em: 24/11/2013.

DIAS, J.; MASCARENHAS, S.; PAIVA, A. Fatima modular: Towards an agent architecture with a generic appraisal framework. 2011. **Anais...** 2011. Disponível em: <<http://dl.lirec.org/papers/Dias.et.al.-SEM2011-FAtiMA%20Modular.pdf>>. Acesso em: 23/11/2013.

DIGMAN, J. M. Personality structure: Emergence of the five-factor model. **Annual review of psychology**, v. 41, n. 1, p. 417–440, 1990. Acesso em: 31/10/2013.

DIGMAN, J. M.; TAKEMOTO-CHOCK, N. K. Factors in the natural language of personality: Re-analysis, comparison, and interpretation of six major studies. **Multivariate Behavioral Research**, v. 16, n. 2, p. 149–170, 1981. Acesso em: 27/11/2013.

EKMAN, P.; FRIESEN, W. V.; HAGER, J. C. Facial action coding system (FACS). **A technique for the measurement of facial action**. Consulting, Palo Alto 1978.

EPSTEIN, S. L. Prior knowledge strengthens learning to control search in weak theory domains. **International Journal of Intelligent Systems**, v. 7, n. 6, p. 547–586, 1992. Acesso em: 24/11/2013.

EYSENCK, H. J. Genetic and environmental contributions to individual differences: The three major dimensions of personality. **Journal of Personality**, v. 58, n. 1, p. 245–261, 1990. Acesso em: 27/11/2013.

EYSENCK, H. J.; EYSENCK, S. B. G. **Manual of the Eysenck Personality Questionnaire (junior and adult)**. Hodder and Stoughton, 1975.

EYSENCK, M. W.; KEANE, M. T; FRANÇA, L. M. **Manual de psicologia cognitiva**. Artmed, 2007.

FEHR, B.; RUSSELL, J. A. Concept of emotion viewed from a prototype perspective. **Journal of experimental psychology: General**, v. 113, n. 3, p. 464, 1984. Acesso em: 28/11/2013.

FERNÁNDEZ SAMPIERI, R.; FERNÁNDEZ COLLADO, C.; BAPTISTA LUCIO, P. Metodología de la Investigación. **Piados. Buenos Aires** 1991.

FERREIRA, A. B. DE H. **Mini Aurélio: o dicionário da língua portuguesa**. Curitiba: Positivo, 2008.

FINK, A. **The Survey Kit, Volume 2: How to ask survey questions**. SAGE Publications Inc, 1995.

FINK, A. **How to sample in surveys (The Survey Kit 7)**. Thousand Oaks: Sage Publications, 2002.

FIORAVANTI, A. **Propriedades Psicométricas do Inventário de Ansiedade Traço-Estado (IDATE). 2006. 66 f.** Dissertação (Mestrado) - Departamento de Psicologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

FJELL, A. M.; WALHOVD, K. B.; MELING, S.; JOHANSEN, M. B. Basic information processing of neurotics and stables: An experimental ERP approach to personality and distractibility. **Scandinavian journal of psychology**, v. 46, n. 6, p. 493–502, 2005. Acesso em: 27/11/2013.

FLORES-MENDOZA, C.; COLOM, R. **Introdução à psicologia das diferenças individuais**. Grupo A, 2006.

VON FOERSTER, H. **Understanding understanding: essays on cybernetics and cognition**. Springer, 2003.

FREED, M. Managing multiple tasks in complex, dynamic environments. 1998. **Anais...** 1998. Disponível em: <<http://www.aaai.org/Papers/AAAI/1998/AAAI98-130.pdf>>. Acesso em: 24/11/2013.

FREIRE, J.; KOOP, D.; SANTOS, E.; SILVA, C. T. Provenance for computational tasks: A survey. **Computing in Science & Engineering**, v. 10, n. 3, p. 11–21, 2008. Acesso em: 2/9/2013.

GARCIA, L. F.; FLORES-MENDOZA, C.; COLOM, R. Teorias psicométricas da personalidade. **Introdução à psicologia das diferenças individuais**, p. 219–242, 2006.

GAZZANIGA, M. S.; HEATHERTON, T. F.; VERONESE, M. A. V. **Ciência psicológica: mente, cérebro e comportamento**. Artmed, 2005.

GEBHARD, P. ALMA: a layered model of affect. 2005. **Anais...** 2005. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1082478>>. Acesso em: 1/9/2013.

GRATCH, J. Émile: Marshalling passions in training and education. 2000. **Anais...** 2000. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=337516>>. Acesso em: 24/11/2013.

HAYES-ROTH, B.; PFLEGER, K.; LALANDA, P.; MORIGNOT, P.; BALABANOVIC, M. A Domain-Specific Software Architecture for Adaptive Intelligent Systems. **IEEE Transactions on Software Engineering**, v. 21, p. 288–301, 1995.

ILLANES, M.; IKEDA, A. O Estímulo Olfativo como Ferramenta de Marketing no Varejo. In: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO- SEMEAD, XII, 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SEMEAD, 2009.

JAYANT, N.; JOHNSTON, J.; SAFRANEK, R. Signal compression based on models of human perception. **Proceedings of the IEEE**, v. 81, n. 10, p. 1385–1422, 1993. Acesso em: 10/9/2013.

JEAN, P.; CHIRON EMMANUEL, J.; MICHEL, Z. Recherche en marketing: méthodes et décisions. **Québec, Gaétan Morin éditeur** 1984.

JIANG, H.; VIDAL, J. M.; HUHNS, M. N. EBDI: an architecture for emotional agents. 2007. **Anais...** 2007. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1329139>>. Acesso em: 23/11/2013.

JOHN, O. P.; ROBINSON, R. W.; PERVIN, L. A. **Handbook of personality: Theory and research**. Guilford Press, 2010.

JUNG, C. G.; BAYNES, H. G.; HULL, R. F. C. **Psychological types**. Routledge London, UK, 1991.

KASAP, Z.; MAGNENAT-THALMANN, N. Intelligent virtual humans with autonomy and personality: State-of-the-art. **Intelligent Decision Technologies**, v. 1, n. 1, p. 3–15, 2007. Acesso em: 7/9/2013.

KASAP, Z.; BEN MOUSSA, M.; CHAUDHURI, P.; MAGNENAT-THALMANN, N. Making them remember—emotional virtual characters with memory. **Computer Graphics and Applications, IEEE**, v. 29, n. 2, p. 20–29, 2009. Acesso em: 1/9/2013.

KOHWALTER, T. C.; CLUA, E. W.; MURTA, L. G. Provenance in Games. 2013. Disponível em: <[http://www.sbgames.org/sbgames2012/proceedings/papers/computacao/comp-full\\_20.pdf](http://www.sbgames.org/sbgames2012/proceedings/papers/computacao/comp-full_20.pdf)>. Acesso em: 2/9/2013.

KOOP, D.; SANTOS, E.; BAUER, B.; et al. Bridging workflow and data provenance using strong links. 2010. **Anais...** 2010. Disponível em: <[http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-13818-8\\_28](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-13818-8_28)>. Acesso em: 5/11/2013.

KOSKO, B.; LUPOLI, A. **Il fuzzy-pensiero: teoria e applicazioni della logica fuzzy**. Baldini & Castoldi, 1996.

KRIEGEL, M.; LIM, M. Y.; NAZIR, A.; et al. ORIENT: An inter-cultural role-play game. 2008. **Anais...** 2008. Disponível em: <[http://judyrobertson.typepad.com/nile\\_2008/files/nile\\_2008\\_conference\\_programme\\_final\\_draft.pdf#page=70](http://judyrobertson.typepad.com/nile_2008/files/nile_2008_conference_programme_final_draft.pdf#page=70)>. Acesso em: 23/11/2013.

KRISHNA, A.; LWIN, M. O.; MORRIN, M. Product scent and memory. **Journal of Consumer Research**, v. 37, n. 1, p. 57–67, 2010. Acesso em: 9/9/2013.

KSHIRSAGAR, S. A multilayer personality model. 2002. **Anais...** 2002. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=569021>>. Acesso em: 1/9/2013.

LAIRD, J. E. Extending the Soar cognitive architecture. **Frontiers in Artificial Intelligence and Applications**, v. 171, p. 224, 2008. Acesso em: 24/11/2013.

LANGLEY, P.; CHOI, D. A unified cognitive architecture for physical agents. 2006. **Anais...** 2006. Disponível em: <<http://www.aaai.org/Papers/AAAI/2006/AAAI06-231.pdf>>. Acesso em: 24/11/2013.

LANGLEY, P.; CUMMINGS, K.; SHAPIRO, D. Hierarchical skills and cognitive architectures. 2004. **Anais...** 2004. Disponível em: <<http://www.cogsci.northwestern.edu/cogsci2004/papers/paper573.pdf>>. Acesso em: 24/11/2013.

LEDOUX, J. E. **El cerebro emocional**. Ariel, 1999.

LIMA, M.; SIMÕES, A.; GONÇALVES, M.; et al. Inventário de personalidade Neo revisto (NEO-PI-R). **Avaliação Psicológica-Instrumentos validados para a população portuguesa**. Coimbra: Quarteto 2003.

LOYALL, A. B. **Believable agents: building interactive personalities**. Stanford University, 1997. Disponível em: <<https://www.cs.cmu.edu/afs/cs/project/oz/web/papers/CMU-CS-97-123.pdf>>. Acesso em: 24/11/2013.

LOYALL, B.; BRYAN, A.; BATES, L. J. Hap A Reactive, Adaptive Architecture for Agents. 1991. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.50.558>>. Acesso em: 24/11/2013.

LOYALL, J. B. A. B.; REILLY, S. An Architecture for Action, Emotion, and Social Behavior. 1992. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.45.1990&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 23/11/2013.

LUKASIEWICZ, J. On three-valued logic. **The Polish Review**, p. 43–44, 1968.

LUKASIEWICZ, J.; BORKOWSKI, L. **Selected works**. North-Holland, 1970.

MAGAZINE, O. P. **FIFA 14 revealed. Full info on new career mode, scouting, improved dribbling and shooting, zombie players (not really) | PS3 Previews** Disponível em: <<http://www.officialplaystationmagazine.co.uk/2013/04/17/fifa-14-revealed-career-mode-fixed-new-dribbling-and-shooting-zombie-players-not-really/>>. Acesso em: 31/10/2013.

MARINHO, A.; MURTA, L.; WERNER, C.; et al. Integrating provenance data from distributed workflow systems with ProvManager. **Provenance and Annotation of Data and Processes**. Springer, 2010.. p.286–288. Disponível em: <[http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-17819-1\\_35](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-17819-1_35)>. Acesso em: 5/11/2013.

MARSELLA, S.; GRATCH, J.; PETTA, P. Computational models of emotion. **A Blueprint for Affective Computing-A Sourcebook and Manual**, p. 21–46, 2010. Acesso em: 24/11/2013.

MATEAS, M.; STERN, A. A behavior language for story-based believable agents. **Intelligent Systems, IEEE**, v. 17, n. 4, p. 39–47, 2002. Acesso em: 2/9/2013.

- MCCRAE, R. R.; COSTA JR, P. T. Personality trait structure as a human universal. **American psychologist**, v. 52, n. 5, p. 509, 1997. Acesso em: 27/11/2013.
- MCCRAE, R. R.; COSTA, P. T.; BUSCH, C. M. Evaluating comprehensiveness in personality systems: The California Q-Set and the five-factor model. **Journal of Personality**, v. 54, n. 2, p. 430–446, 1986. Acesso em: 27/11/2013.
- MEDIA LAB, M. **MIT Media Laboratory** Disponível em: <<http://www.media.mit.edu/>>. Acesso em: 6/9/2013.
- MEHRABIAN, A. Outline of a general emotion-based theory of temperament. 1991. Disponível em: <<http://psycnet.apa.org/psycinfo/1991-98456-005>>. Acesso em: 9/9/2013.
- MEHRABIAN, A. Framework for a comprehensive description and measurement of emotional states. **Genetic, social, and general psychology monographs** 1995. Disponível em: <<http://psycnet.apa.org/psycinfo/1996-93421-001>>. Acesso em: 6/12/2013.
- MEHRABIAN, A. Pleasure-arousal-dominance: A general framework for describing and measuring individual differences in Temperament. **Current Psychology**, v. 14, n. 4, p. 261–292, 1996. Acesso em: 1/9/2013.
- MEHRABIAN, A.; RUSSELL, J. A. **An approach to environmental psychology**. the MIT Press, 1974.
- MENDES, C. L. **Jogos eletrônicos: diversão, poder e subjetivação**. Papyrus Editora, 2006.
- MICHAEL, D. R.; CHEN, S. L. **Serious games: Games that educate, train, and inform**. Muska & Lipman/Premier-Trade, 2005.
- MICHON, R.; CHEBAT, J.-C. The interaction effect of background music and ambient scent on the perception of service quality. 2004. **Anais...** 2004. Disponível em: <<http://www.ryerson.ca/~rmichon/Publications/Odour%20Music%20Service%20Quality.pdf>>. Acesso em: 9/9/2013.
- MISSIER, P.; BELHAJJAME, K.; CHENEY, J. The W3C PROV family of specifications for modelling provenance metadata. 2013. **Anais...** 2013. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2452478>>. Acesso em: 2/9/2013.
- MOSCAROLA, J. Enquêtes et analyse de données. **Paris: Vuibert** 1990.
- MUSLINER, D. J.; GOLDMAN, R. P.; PELICAN, M. J. Planning with increasingly complex executive models. 2001. **Anais...** 2001. Disponível em: <[http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs\\_all.jsp?arnumber=976385](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=976385)>. Acesso em: 24/11/2013.
- DEL NERO, H. S. **O sítio da mente: pensamento, emoção e vontade no cérebro humano**. Collegium Cognito, 2002.
- OATLEY, K.; JOHNSON-LAIRD, P. N. Towards a cognitive theory of emotions. **Cognition and emotion**, v. 1, n. 1, p. 29–50, 1987. Acesso em: 10/9/2013.
- ORTONY, A. **The cognitive structure of emotions**. Cambridge university press, 1990.

ORTONY, A.; CLORE, G. L.; COLLINS, A. **The Cognitive Structure of Emotions**. Cambridge University Press, 1988.

PEARL, J. **Probabilistic reasoning in intelligent systems: networks of plausible inference**. Morgan Kaufmann, 1988.

PETER BONASSO, R.; JAMES FIRBY, R.; GAT, E.; et al. Experiences with an architecture for intelligent, reactive agents. **Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence**, v. 9, n. 2-3, p. 237–256, 1997. Acesso em: 24/11/2013.

PICARD, R. W. Affective computing. **The MIT Press, Cambridge (MA)**, v. 167, p. 170, 1997.

PICARD, R. W. **Affective computing**. MIT press, 2000.

PINSONNEAULT, A.; KRAEMER, K. L. Survey research methodology in management information systems: an assessment. 1993. Disponível em: <<http://escholarship.org/uc/item/6cs4s5f0.pdf>>. Acesso em: 17/11/2013.

PLUTCHIK, R. A general psychoevolutionary theory of emotion. **Emotion: Theory, research, and experience**, v. 1, n. 3, p. 3–33, 1980.

PLUTCHIK, R. **Emotions and life: Perspectives from psychology, biology, and evolution**. American Psychological Association, 2003.

REIS, H. D. S. Lie to Me: Lying Virtual Agents. 2012. Disponível em: <<https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/1108931/1/58398%20-%20Lie%20To%20Me.pdf>>. Acesso em: 23/11/2013.

ROBERTS, B. W.; WALTON, K. E.; VIECHTBAUER, W. Personality traits change in adulthood: reply to Costa and McCrae (2006). 2006. Disponível em: <<http://psycnet.apa.org/journals/bul/132/1/29/>>. Acesso em: 27/11/2013.

RODRIGUES, S. H.; MASCARENHAS, S. F.; DIAS, J.; PAIVA, A. “I can feel it too!”: Emergent empathic reactions between synthetic characters. 2009. **Anais...** 2009. Disponível em: <[http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs\\_all.jsp?arnumber=5349570](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=5349570)>. Acesso em: 23/11/2013.

ROSEMAN, I. J. Appraisal determinants of emotions: Constructing a more accurate and comprehensive theory. **Cognition & Emotion**, v. 10, n. 3, p. 241–278, 1996. Acesso em: 7/9/2013.

RUSSELL, S. J.; NORVIG, P.; DAVIS, E. **Artificial intelligence: a modern approach**. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2010.

SALES, R.; CLUA, E.; DE OLIVEIRA, D.; PAES, A.; et al. Evaluation between humans and affective NPC in digital gaming scenario. **SEGAH** 2014. Disponível em: <<http://www.ipca.pt/segah2014/>>. Acesso em: 11/2/2014 (In print).

SALES, R.; CLUA, E.; DE OLIVEIRA, D.; PAES, A. An Artificial Emotional Agent-Based Architecture for Games Simulation. **Entertainment Computing–ICEC 2013**. Springer,

2013a.. p.156–159. Disponível em: <[http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-41106-9\\_20](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-41106-9_20)>. Acesso em: 24/12/2013.

SALES, R.; CLUA, E.; DE OLIVEIRA, D.; PAES, A. An Architecture Coupled with a Provenance Model for Affective Simulations in Games based on Real World. **SBGAMES**, p. 25–34, 2013b. Acesso em: 17/11/2013.

SALES, R.; CLUA, E.; DE OLIVEIRA, D.; PAES, A. An Experimental Analysis of NPC as Affective Agents in Real World-based Games., p. 174 – 183, 2013c. Acesso em: 17/11/2013.

SALES, R.; CLUA, E.; DE OLIVEIRA, D.; PAES, A. Experiencing Affective Agents in Simulation Games. **RIA / JAC** 2014. Disponível em: <[http://seer.uscs.edu.br/index.php/revista\\_informatica\\_aplicada/issue/current](http://seer.uscs.edu.br/index.php/revista_informatica_aplicada/issue/current)>. Acesso em: 11/2/2014 (In print).

SANDRI, S. A. **Introdução a Lógica Fuzzy**. Minicurso, 2000.

SANDRI, S.; CORREA, C. Lógica nebulosa. **Escola de redes neurais: Conselho Nacional de Redes Neurais**, v. 5, p. 73–90, 1999. Acesso em: 1/9/2013.

SCHERER, K. R. Studying the emotion-antecedent appraisal process: An expert system approach. **Cognition & Emotion**, v. 7, n. 3-4, p. 325–355, 1993. Acesso em: 6/9/2013.

SCHERER, K.; SANDER, D.; GRANDJEAN, D. **GERG - Geneva Emotion Research Group** Disponível em: <<http://www.unige.ch/cisa/gerg.html>>. Acesso em: 30/11/2013.

SELF, J. **Artificial intelligence and human learning**. Chapman & Hall London, 1988.

SHAPIRO, S. C.; ISMAIL, H. O. Anchoring in a grounded layered architecture with integrated reasoning. **Robotics and Autonomous Systems**, v. 43, n. 2, p. 97–108, 2003. Acesso em: 24/11/2013.

SLOMAN, A. Varieties of affect and the cogaff architecture schema. 2001. **Anais...** 2001. Disponível em: <<http://www.cs.bham.ac.uk/research/projects/cogaff/misc/oxford/aisb01.slides.pdf>>. Acesso em: 24/11/2013.

SMITH, R. Aristotle's Logic. In: ZALTA, E. N. (ED.) **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. 2012.. Spring 2012 ed. Disponível em: <<http://plato.stanford.edu/archives/spr2012/entries/aristotle-logic/>>. Acesso em: 30/11/2013.

STERNBERG, R. J.; OSÓRIO, M. R. B. **Psicologia cognitiva**. 2000.

STEVE. **Fifa Guide** Disponível em: <<http://tools.fifaguide.com/>>. Acesso em: 9/9/2013.

STRONGMAN, K. T. **The Psychology of Emotion**. John Wiley and Sons Ltd: Chichester, 2003.

SUN, R.; MERRILL, E.; PETERSON, T. From implicit skills to explicit knowledge: A bottom-up model of skill learning. **Cognitive Science**, v. 25, n. 2, p. 203–244, 2001. Acesso em: 24/11/2013.

THALMANN, D.; NOSER, H.; HUANG, Z. Autonomous virtual actors based on virtual sensors. **Creating Personalities for Synthetic Actors**. Springer, 1997.. p.25–42. Disponível em: <<http://link.springer.com/chapter/10.1007/BFb0030568>>. Acesso em: 24/11/2013.

THALMANN, N. M.; VOLINO, P. Dressing virtual humans. **Creating Personalities for Synthetic Actors**. Springer, 1997.. p.9–24. Disponível em: <<http://link.springer.com/chapter/10.1007/BFb0030567>>. Acesso em: 24/11/2013.

THIEBLOT, H. **Futhead FIFA COMMUNITY** Disponível em: <<http://www.futhead.com/fifa/players/>>. Acesso em: 11/9/2013.

TURING, A. M. Computing machinery and intelligence. **Mind**, v. 59, n. 236, p. 433–460, 1950. Acesso em: 17/11/2013.

UOL, J. **Álbum: Comparações de jogadores no PES 2013, FIFA 13 e vida real** Disponível em: <<http://jogos.uol.com.br/album/2012/10/08/comparacoes-de-jogadores-no-pes-2013-fifa-13-e-vida-real.htm>>. Acesso em: 31/10/2013.

VERONESI, M.; VISIOLI, A. **Logica fuzzy: teoria ed applicazioni**. FrancoAngeli, 2001.

VINAYAGAMOORTHY, V.; GILLIES, M.; STEED, A.; et al. Building expression into virtual characters. 2006. Disponível em: <<http://eprints.gold.ac.uk/398/1/expressivevirtualcharacters.pdf>>. Acesso em: 6/9/2013.

YIN, R.; BICKMAN, L.; ROG, D. Handbook of applied social research methods. **Editorial Bickman, L. Rog, DJ Lope Publications. London** 1997.

ZADEH, L. A. Fuzzy sets. **Information and control**, v. 8, n. 3, p. 338–353, 1965. Acesso em: 9/9/2013.

ZAMBERLAM, A. DE O.; GIRAFFA, L. M. M. Modelagem de agentes utilizando a arquitetura BDI. **Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Faculdade de Informática** 2001.

ZUCKERMAN, M. P-impulsive sensation seeking and its behavioral, psychophysiological and biochemical correlates. **Neuropsychobiology**, v. 28, n. 1-2, p. 30–36, 1993. Acesso em: 27/11/2013.

## APÊNDICE A – ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO NEO-PI-R

O NEO-PI-R é um questionário com 240 questões de múltipla escolha que avalia a personalidade de uma pessoa nos cinco grandes fatores. O inventário revisto mede trinta facetas que conduzem às cinco grandes dimensões da personalidade (COSTA; MCCRAE; KAY, 1995), conforme segue na Tabela 36.

**Tabela 36: Facetas no NEO PI-R - Adaptado (COSTA; MCCRAE, 2000).**

<b>Domínios</b>	
N: Neuroticismo	
E: Extroversão	
O: Abertura à experiência	
A: Cordialidade	
C: Responsabilidade	
<b>Facetas correspondentes a cada um dos domínios</b>	
<b>Facetas do neuroticismo</b>	<b>Facetas da abertura à experiência</b>
N1: Ansiedade	O1: Fantasia
N2: Hostilidade	O2: Estética
N3: Depressão	O3: Sentimentos
N4: Autoconsciência	O4: Ações
N5: Impulsividade	O5: Ideias
N6: Vulnerabilidade	O6: Valores
<b>Facetas da extroversão</b>	<b>Facetas de cordialidade</b>
E1: Acolhimento caloroso	A1: Confiança
E2: Gregariedade	A2: Retidão
E3: Assertividade	A3: Altruísmo
E4: Atividade	A4: Complacência
E5: Procura de excitação	A5: Modéstia
E6: Emoções positivas	A6: Sensibilidade
<b>Facetas da responsabilidade</b>	
C1: Competência	
C2: Ordem	
C3: Obediência ao dever	
C4: Esforço de realização	
C5: Autodisciplina	
C6: Deliberação	

O NEO-PI R é a ferramenta de definição dos cinco grandes fatores da personalidade na prática. Com base nessa ideia, o questionário pode ser aplicado a indivíduos com idade acima de 17 anos, desde que não padeçam de perturbações como psicose ou demência (Lima e Simões, 2003), possibilitando a avaliação de características normais da personalidade apresentando boas fidelidade e validade (Sherry *et al.*, 2003). O questionário apresenta cinco

alternativas para cada item, desde “discordo fortemente” até “concordo fortemente”. Trata-se de um questionário no qual fornece como resposta um retrato matemático apurado das necessidades, sentimentos e motivações do indivíduo (Miller, 1991). A precisão da versão brasileira do NEO PI-R foi avaliada por dois métodos: consistência interna pelo cálculo do Alfa de Cronbach, das 30 facetas e dos cinco fatores e estabilidade temporal por meio de teste e reteste. Todos os coeficientes dos fatores nos dois métodos utilizados estão acima de 0,80 e, portanto, podem ser considerados bastante adequados. Os coeficientes de precisão das facetas também foram satisfatórios na maior parte das escalas (os resultados foram semelhantes aos obtidos com a versão original americana).

Pode-se concluir, portanto, que as escalas no NEO PI-R apresentam níveis adequados de precisão. Diferentes estudos de validade com o NEO PI-R foram realizados: validade por análise da estrutura interna do teste por intermédio de análises fatoriais para o total de itens, facetas e domínios, congruência fatorial entre as versões americana, portuguesa e brasileira, validade de constructo (validade convergente e discriminante) e validade por critério externo. De forma geral, as diferentes análises realizadas mostraram que a estrutura fatorial interna do instrumento adaptado está adequada ao que teoricamente se esperava para o NEO PI-R. Os resultados dos estudos de validade de constructo e por critérios externos também foram favoráveis, permitindo concluir que há evidências positivas de validade do teste (Flores-Mendoza *et al.*, 2007). É importante destacar, que mesmo este instrumento sendo constituídas de um número considerável de itens, 240 questões, este não levanta grandes dificuldades de resposta, nem satura facilmente o entrevistado, além de que foi objeto de estudo de tradução, aferição e validação (Manita, 2002). Na construção do NEO-PI R não se definem limiares discriminativos, nem pontos de corte que definam os dados tidos como normais, das que possam considerar fora da norma ou indicadores de algum quadro psicopatológico (Costa e McCrae, 2000). No entanto, as escalas medem dimensões em que os pontos obtidos tendem a aproximar-se do modelo de distribuição normal, pelo que a maioria dos indivíduos tenderá a apresentar valores próximos da média. Neste ponto, os autores referem a utilidade de distribuir os resultados pelos seguintes cinco níveis: muito Baixo, Baixo, Médio, Alto e Muito Alto. Assim na amplitude Muito Baixo estão os indivíduos com valores menor ou igual a 34, na amplitude baixa estão os sujeitos que se encontram entre os valores 35 e 44, já os sujeitos que se encontram entre os 45 e 55 são incluídos na amplitude média, numa amplitude alta localizam-se todos aqueles que apresentam valores entre 56 e 65, e finalmente os sujeitos com

valores maiores ou iguais a 66 são incluídos na amplitude muito alta (Lima e Simões, 2003), conforme resume a Tabela 37.

**Tabela 37: Amplitude da personalidade - Adaptado (LIMA *et al.*, 2003).**

<b>Amplitude</b>	<b>Intervalo de valores</b>
Muito Baixo	Menor ou igual a 34
Baixo	De 35 a 44
Médio	De 45 a 55
Alto	De 56 a 65
Muito Alto	Maior ou igual a 66

Há uma série de vantagens na estratégia de avaliar uma variedade de facetas. Primeiro, assegurar que os itens usados para medir o domínio cubram um espectro de pensamentos, sentimentos e ações tão amplo quanto possível. A escala N, por exemplo, incluem itens que medem hostilidade, depressão, autocontrole, impulsividade e vulnerabilidade ao estresse, bem como ansiedade. As facetas são, portanto, delineadas para refletir as maiores dimensões de personalidade. Em segundo lugar, dispor de uma série de facetas independentes para cada domínio permite a replicação interna dos resultados. Por exemplo, cada uma das facetas de N é significativamente relacionada ao afeto negativo e à baixa satisfação na vida (Costa & McCrae, 1984), o que permite assegurar que N está, de fato, relacionado ao bem-estar psicológico.

Da mesma forma, os clínicos que percebem que um paciente é alto em ansiedade, hostilidade e constrangimento, bem como depressão, podem estar seguros de que aquele apresenta profundo estresse psicológico. A terceira e crucial vantagem da abordagem multifacetada para a medida dos cinco fatores surgiu do fato de que diferenças individuais podem ser encontradas dentro dos domínios. Abertura a fantasia, estética, sentimentos, ações, ideias e valores tendem para formar o domínio Abertura (O). Indivíduos com escores altos em uma das facetas apresentam escores altos também nas outras. Mas isso é somente uma expressão de probabilidade. Alguns indivíduos, por exemplo, são abertos para novas ideias, mas não para valores ou são abertos para sentimentos, mas não para estética. Essas diferenças individuais dentro do domínio são estáveis ao longo do tempo e confirmadas por avaliações heterogêneas (McCrae & Costa, 1990), de tal forma que elas podem ser consideradas como fatos reais de personalidade e não apenas como variação aleatória. Um exame das facetas pode promover uma análise mais refinada das pessoas ou dos grupos. Isso pode ser particularmente esclarecedor quando o escore do domínio geral está na faixa média. Por

exemplo, um indivíduo cujo escore médio A inclui Altruísmo muito baixo e Complacência muito alta e reagirá diferentemente do indivíduo que apresenta igual escore em A, mas com um padrão de alto Altruísmo e baixa Complacência.

Finalmente, uma informação detalhada a partir da consideração dos escores das facetas pode ser útil na interpretação de construtos e formulação de teorias. A Extroversão é sabidamente relacionada com bem-estar psicológico (Costa & McCrae, 1984), mas um olhar mais detalhado mostra que duas das facetas, Acolhimento e Emoções Positivas, são as principais responsáveis por esta associação. Por outro lado, a faceta Busca de Sensações não está relacionada com o bem-estar. Tais resultados têm importantes implicações para a teoria da personalidade e servem de fundamentação ao resultado inserido no módulo, como veremos nas descrições das facetas:

- NI (Ansiedade): indivíduos ansiosos são apreensivos, medrosos, nervosos, tensos, propensos a preocupações, agitados. A escala não mede condutas fóbicas e medos específicos, mas escores mais altos são prováveis de apresentar tais medos, assim como ansiedade flutuante. Escores baixos são calmos e relaxados, não remoem coisas que poderiam dar errado, não antecipam catástrofes e, portanto, são menos prováveis de apresentar estados emocionais negativos.
- N2 (Raiva/Hostilidade): essa escala mede a prontidão do indivíduo para experimentar a raiva; a expressão da raiva, contudo, dependerá do nível de Amabilidade do indivíduo. Entretanto, pessoas não cordiais frequentemente têm escores altos nesta escala. Escores baixos são pessoas fáceis de lidar, além de apresentarem baixa reatividade à raiva.
- N3 (Depressão): altos escores estão predispostos a sentimentos de culpa, tristeza, desesperança e solidão. Eles são facilmente desencorajados e frequentemente desanimados. Baixos escores raramente tem experiência com tais emoções, mas não são necessariamente alegres e despreocupados, pois essas características estão associadas com Extroversão.
- N4 (Embaraço/Constrangimento): indivíduos que se constrangem facilmente e ficam desconfortáveis ante outras pessoas, são sensíveis ao ridículo e tendem a se sentir inferiores. Essa faceta aproxima-se da timidez. Os baixos escores não necessariamente são seguros de si ou têm boas habilidades sociais; eles simplesmente são menos perturbados por situações sociais incômodas.
- N5 (Impulsividade): desejos (p. ex.: comida, tabaco, possessões) são percebidos como sendo tão fortes que o indivíduo com alto escore não consegue resistir a eles, apesar de

poder se arrepende posteriormente de seu comportamento. Baixos escores acham fácil resistir a tais tentações, tendo uma alta tolerância à frustração.

- N6 (Vulnerabilidade): a faceta final de N é a vulnerabilidade ao estresse. Indivíduos que têm altos escores nessa escala sentem-se incapazes de lidar com o estresse, tornando-se dependentes, desesperançosos ou entram em pânico quando enfrentam situações de emergência. Os baixos escores se percebem como sendo capazes de conduzir-se em situações difíceis.
- E1 (Acolhimento): as pessoas acolhedoras são afetuosas e amigáveis. Elas genuinamente gostam das pessoas e facilmente formam vínculos próximos com os outros. Escores baixos não são hostis nem necessariamente sem compaixão, mas são mais formais, reservados e distantes que os escores altos. Essa faceta é a que mais se aproxima de A.
- E2 (Gregarismo): pessoas gregárias desfrutam da companhia dos outros, e quanto mais, melhor. Escores baixos nessa escala tendem a serem pessoas solitárias que não procuram - ou mesmo evitam ativamente a estimulação social.
- E3 (Assertividade): altos escores nesta escala são dominantes, vigorosos e ascendentes socialmente. Falam sem excitação e frequentemente se tornam líderes de grupos. Baixos escores são associados a pessoas que preferem se manter em segundo plano e deixar os outros aparecer e falar.
- E4 (Atividade): um alto escore é visto em pessoas agitadas, ágeis e dinâmicas, no sentido de energia e vigor e com uma necessidade de se manterem ocupadas. Pessoas ativas levam vidas de ritmo rápido. Os baixos escores são mais vagarosos e calmos, apesar de não serem necessariamente lerdos ou preguiçosos.
- E5 (Busca de sensações): altos escores nessa escala anseiam por excitação e estimulação. Gostam de cores brilhantes e ambientes barulhentos. Escores baixos sentem pouca necessidade de emoções/excitações fortes e preferem um estilo de vida considerado pelos altos escores como "entediante".
- E6 (Emoções positivas): altos escores nessa escala riem com facilidade e frequentemente são alegres e otimistas. Baixos escores não são necessariamente infelizes; eles são apenas menos exuberantes e menos bem humorados.
- O1 (Fantasia): indivíduos que têm abertura à fantasia devaneiam não apenas como uma forma de escape, mas como uma maneira de criar para si mesmos um mundo interno interessante. Eles elaboram e desenvolvem suas fantasias e acreditam que a imaginação

contribui para uma vida rica e criativa. Baixos escores são mais prosaicos e preferem manter suas mentes em tarefa concretas.

- O2 (Estética): altos escores nessa escala são movidos pela poesia, absorvidos pela música e intrigados pela arte. Não necessariamente possuem talentos artísticos, nem sempre são aquelas a quem as pessoas consideram de "bom gosto"; mas, para muitos deles, seu interesse nas artes os leva a desenvolver um conhecimento e uma apreciação mais amplos do que o indivíduo médio. Baixos escores são relativamente insensíveis e desinteressados em arte e beleza.
- O3 (Sentimentos): altos escores experiência estados emocionais mais profundos e diferenciados assim como sentem felicidade e infelicidade mais intensamente que outras pessoas. Baixos escores são um tanto embotados afetivamente e não acreditam que estados emocionais possuam muita importância.
- O4 (Ações variadas): altos escores nesta escala preferem novidade e variedade à familiaridade e rotina. Com o tempo, podem se engajar em uma série de atividades diferentes. Escores baixos acham difícil mudar e preferem se manter com a segurança do já conhecido.
- O5 (Ideias): altos escores apreciam tanto argumentos filosóficos quanto desafios mentais. Abertura a ideias não implica necessariamente inteligência alta, apesar de que ela pode contribuir para o desenvolvimento de potencial intelectual. Baixos escores na escala têm curiosidade limitada e, se altamente inteligentes, focam seus recursos estritamente em tópicos limitados.
- O6 (Valores): indivíduos fechados tendem a aceitar a autoridade e honrar tradições e, como consequência, são geralmente conservadores, independentemente do partido político a que pertençam. Abertura a valores pode ser considerada oposta ao dogmatismo.
- A1 (Confiança): pessoas com altos escores estão dispostas a acreditar que os outros são honestos e bem intencionados. Baixos escores nessa escala tendem a ser cínicos e céticos e assumem que os outros podem ser desonestos e perigosos.
- A2 (Franqueza): indivíduos com altos escores são francos, sinceros e ingênuos. Baixos escores estão mais dispostos a manipular e enganar os outros por meio de adulação ou astúcia. Eles veem essas táticas como habilidades sociais necessárias e podem considerar as pessoas francas como ingênuas. Quando se interpreta essa escala (assim como também as outras facetas de A e C), é de especial importância lembrar que os escores refletem uma

posição relativa a outros indivíduos. Um baixo escore nessa escala é mais provável de adaptar a verdade ou ser comedido em expressar seus sentimentos verdadeiros, mas não se deve interpretar que a pessoa é desonesta ou manipuladora. Particularmente, essa escala não deve ser considerada como uma escala de avaliação da mentira seja para fins de validar o próprio teste ou para fazer previsões a respeito da honestidade no emprego ou em outros locais.

- A3 (Altruísmo): altos escores nessa escala dão importância ao bem-estar dos outros e assim demonstram espontaneamente generosidade, consideração e disposição para assistir aqueles que precisam de ajuda. Baixos escores nessa escala são autocentrados e relutantes em se envolver nos problemas alheios.
- A4 (Complacência): altos escores tendem a deferir, inibir a agressão, perdoar e esquecer. Geralmente as pessoas são dóceis e meigas. Escores baixos são agressivos, preferem competir a cooperar e não relutam em expressar raiva quando necessário.
- A5 (Modéstia): altos escores nessa escala são humildes e apagados, apesar de não necessariamente lhes faltar autoconfiança e autoestima. Baixos escores acreditam que são pessoas superiores e podem ser consideradas presunçosas e arrogantes pelos outros. A falta patológica de modéstia é parte da concepção clínica de narcisismo.
- A6 (Sensibilidade): altos escores agem sempre considerando as necessidades alheias e enfatizam o lado humano das políticas sociais. Baixos escores são mais impiedosos e menos movidos pela compaixão. Eles considerariam a si mesmos realistas por tomar decisões racionais baseadas em uma lógica fria.
- C1 (Competência): altos escores nessa escala se sentem bem preparados para lidar com a vida. Baixos escores têm uma opinião mais desfavorável sobre suas habilidades e admitem que muitas vezes são despreparados e inaptos.
- C2 (Ordem): altos escores nessa escala são arrumados e bem organizados. Eles mantêm as coisas em seus próprios lugares. Baixos escores são incapazes de serem organizados e se descrevem como não metódicos. Levada aos extremos, alta Ordem pode contribuir para um Transtorno de Personalidade Compulsiva.
- C3 (Senso do dever): altos escores nessa escala mantêm-se fiéis estritamente aos seus princípios éticos e escrupulosamente cumprem suas obrigações morais. Baixos escores são mais casuais quanto a esses aspectos e podem ser menos confiáveis.

- C4 (Esforço por realizações): altos escores nessa faceta têm níveis de aspiração mais altos e trabalha duro para alcançar seus objetivos. São diligentes e determinados e têm um senso de direção na vida. Escores muito altos, contudo, podem investir muito em suas carreiras e tornarem-se viciados em trabalho. Baixos escores são distraídos e talvez preguiçosos. Não são motivados para o sucesso. Falta-lhes ambição e podem parecer sem rumo, mas muitas vezes estão perfeitamente contentes com seus baixos níveis de realização.
- C5 (Autodisciplina): altos escores têm a habilidade de motivarem a si mesmos para terminar um trabalho. Baixos escores procrastinam o começo de uma tarefa doméstica, são facilmente desencorajados e anseiam por desistir. Essa faceta não deve ser confundida com a Impulsividade. As pessoas altas em Impulsividade não conseguem resistir a fazer aquilo que não desejam fazer; enquanto pessoas com baixa autodisciplina não podem se forçar a fazer aquilo que gostariam de fazer. A primeira requer estabilidade emocional e a segunda necessita um grau maior de motivação.
- C6 (Ponderação): tendência a pensar cuidadosamente antes de agir. Altos escores nessa faceta são cuidadosos e deliberados. Baixos escores são apressados e frequentemente falam ou agem sem considerar as consequências. Na melhor das hipóteses, escores baixos são espontâneos e capazes de tomar decisões súbitas quando necessário.

Para uma interpretação mais humanizada e fácil as escalas das facetas correspondente aos cinco domínios da personalidade apresentam-se relacionadas com adjetivos em uma lista, possibilitando uma melhor caracterização dos cinco grandes domínios, bem como das respectivas facetas, conforme descreve a Tabela 38.

**Tabela 38: Cinco domínios da personalidade e facetas - Adaptado (LIMA *et al.*, 2003).**

Domínios e facetas	Características
<b>Neuroticismo</b>	
N1: Ansiedade	Tenso, medroso, apreensivo vs. Calmo, corajoso.
N2: Hostilidade	Irritável, frustrável e zangado vs. Amigável, não se ofende.
N3: Depressão	Sem esperança, triste vs. Com esperança, otimista.
N4: Autoconsciência	Envergonhado, embaraçado vs. Seguro à vontade.
N5: Impulsividade	Incapaz de resistir às tentações vs. Resistente aos desejos.
N6: Vulnerabilidade	Nervoso, com stress vs. Calmo, resistente.
<b>Extroversão</b>	
E1: Acolhimento caloroso	Amigável, conversador afetuoso vs. Frio, formal.
E2: Gregariedade	Gregário, alegre, social vs. Evita multidões, solitário.
E3: Assertividade	Dominante, confiante, decidido vs. Evita afirmar-se.
E4: Atividade	Enérgico, com ritmo rápido vs. Sem pressa, deliberado.

E5: Procura de excitação	Exibicionista, aprecia estímulos e riscos vs. Cauteloso.
E6: Emoções positivas	Alegre, espirituoso, divertido vs. Plácido, sério.
<b>Abertura à experiência</b>	
O1: Fantasia	Imaginativo, elabora fantasias vs. Realista, prático.
O2: Estética	Valoriza a experiência estética vs. Insensível à beleza.
O3: Sentimentos	Emotivo, sensível, empático vs. Leque limitado de emoções.
O4: Ações	Procura novidade e variedade vs. Prefere o familiar.
O5: Ideias	Curioso, orientado teoricamente, analítico vs. Pragmático.
O6: Valores	Horizontes largos, tolerante vs. Dogmático, conformista.
<b>Amabilidade</b>	
A1: Confiança	Atribuem intenções benevolentes aos outros vs. Cínico.
A2: Retidão	Franco e frontal vs. Maquiavélico, calculista.
A3: Altruísmo	Altruísmo vs. Centrado em si próprio.
A4: Complacência	Complacente, tolerante, brando vs. Antagonista, contestador.
A5: Modéstia	Humilde, modesto, simples vs. Arrogante, narcisista.
A6: Sensibilidade	Guiado por sentimento ao ajuizar vs. Realista, racional.
<b>Conscienciosidade</b>	
C1: Competência	Sentem que são capazes e eficazes vs. Sentem-se incapazes.
C2: Ordem	Limpo, organizado, ordenado vs. Desleixado.
C3: Obediência ao dever	Adesão a padrões de conduta vs. Irresponsável.
C4: Esforço de realização	Atraído pelo êxito, diligente vs. Não ambicioso.
C5: Autodisciplina	Persistente vs. Prostrado, desiste em face de frustração.
C6: Deliberação	Cauteloso e ponderado, planificador vs. Espontâneo.

Na prática, conforme pelo questionário NEO PI-R temos o resultado da personalidade com valores definidos nos cinco grandes fatores, não é necessário a desfragmentação ao nível das facetas, no entanto a personalidade notoriamente pode ser utilizada mais à fundo no cenário de jogos, sendo a desfragmentação em facetas e a utilização destas facetas na calibração de aspectos do jogo uma possibilidade interessante para trabalhos futuros.

## APÊNDICE B – ARQUITETURA DO MÓDULO MANPC

Nesta seção é descrito como realmente o módulo MANPC foi desenvolvido, com objetivo de auxiliar na sua utilização em projetos de jogos de simulação. O módulo foi desenvolvida utilizando a plataforma de desenvolvimento de software Microsoft Visual Studio 2012, em linguagem C# no formato de uma classe nomeada como MANPC. O formato geral da classe MANPC pode ser visualizado na Figura 36:

MANPC
-bInternOrExternEvent : bool -dBaseHumor : double -dCurrentEmotion : double -dCurrentHumor : double -dEvent : double -dMinimumIntensityPerception : double -dPerformanceIntensity : double -dPerformanceIntensityPercentual : double -dPersonality : double -dResponse : double -sBaseHumorResult : string -sCurrentEmotionResult : string -sCurrentHumorResult : string
+CalculateBaseHumorFromPersonality() +CalculateCorrectedBaseHumorToEmotion() +CalculateCurrentEmotionFromNewEvent() +CalculateCurrentHumorFromBaseHumor() +CalculateHighCurrentEmotion() : int +CalculateHighCurrentEmotionResult() +CalculateNewEmotionWithOldEmotionPlusEventExtern() +CalculateNewEmotionWithOldEmotionPlusEventIntern() +ConvertBaseHumorCorrectedToCurrentEmotion() +ConvertBaseHumorToBaseHumorResult() +ConvertCurrentEmotionResultToCurrentHumor() +ConvertCurrentEmotionToCurrentHumor() +ConvertCurrentHumorToCurrentHumorResult() +ConvertCurrentHumorToPerformanceIntensity() +MANPC() +ResetVector()

**Figura 36: Classe da arquitetura MANPC**

Os atributos da classe são separados em grupos, de acordo com as características que os diferem, sendo estes: *interno*, *externo* e *do evento*.

**Interno:** esse tipo de atributos são aqueles nos quais representam internamente o NPC, estes são a base para a construção do estado mínimo desejado de um NPC afetivo.

- *dPersonality*: sendo um vetor do tipo *double*, representa os cinco aspectos da personalidade no NPC.
- *dBaseMood*: sendo um vetor do tipo *double*, representa os três aspectos do humor base no NPC.

- *dCurrentMood*: sendo um vetor do tipo *double*, representa os três aspectos do humor atual no NPC.
- *dCurrentEmotion*: sendo um vetor do tipo *double*, representa as vinte e duas emoções no NPC.
- *dMinimumIntensityPerception*: sendo uma variável do tipo *double*, representa a intensidade mínima de percepção no NPC.
- *sBaseMoodResult*: sendo uma variável do tipo *string*, representa o resultado humanizado do humor base.
- *sCurrentMoodResult*: sendo uma variável do tipo *string*, representa o resultado humanizado do humor atual.
- *sCurrentEmotionResult*: sendo uma variável do tipo *string*, representa o resultado humanizado da emoção atual.

**Externo:** esse tipo de atributos são aqueles nos quais representam as saídas, ou seja, as respostas provenientes do tratamento e dos cálculos do módulo MANPC.

- *dResponse*: sendo uma variável do tipo *double*, este atributo representa o resultado humanizado dos componentes da emoção entre -1 e 1.
- *dPerformanceIntensity*: sendo uma variável do tipo *double*, este atributo representa o resultado humanizado dos componentes da emoção entre 0 e 1.
- *dPerformanceIntensityPercentual*: sendo uma variável do tipo *double*, este atributo representa o resultado humanizado dos componentes da emoção entre 0 e 100.

**Evento:** esse tipo de atributo define e classifica os eventos.

- *bInternOrExternEvent*: sendo uma variável do tipo *boolean*, este atributo é a definição do evento entre os tipos externo e interno.
- *dEvent*: sendo um vetor do tipo *double*, representa as vinte e duas emoções presentes no evento.

A partir da construção dos atributos que definem tanto o NPC quanto o evento, no passo seguinte é necessário processar as transações entre os atributos. Os métodos criados foram separados entre *métodos do sistema*, *métodos de entrada e saída*, *métodos de cálculo* e *métodos de conversão*.

**Sistema:** os métodos desse grupo são os métodos considerados como os aqueles necessários para tornar a o módulo MANPC funcional.

- *MANPC*: sendo o construtor do módulo este método inicializa todos os atributos do NPC e do evento, prevenindo assim qualquer lixo de memória.
- *ResetVector*: este método zera o vetor passado com entrada.

**Entrada e saída:** estes são os métodos vinculados aos atributos, permitindo a entrada e a saída de dados no módulo MANPC.

- *DPersonality*: este método representa as funções de *get* e *set* de acesso ao atributo encapsulado *dPersonality*.
- *DBaseMood*: este método representa as funções de *get* e *set* de acesso ao atributo encapsulado *dBaseMood*.
- *DCurrentMood*: este método representa as funções de *get* e *set* de acesso ao atributo encapsulado *dCurrentMood*.
- *DCurrentEmotion*: este método representa as funções de *get* e *set* de acesso ao atributo encapsulado *dCurrentEmotion*.
- *DMinimumIntensityPerception*: este método representa as funções de *get* e *set* de acesso ao atributo encapsulado *dMinimumIntensityPerception*.
- *SBaseMoodResult*: este método representa as funções de *get* e *set* de acesso ao atributo encapsulado *sBaseMoodResult*.
- *SCurrentMoodResult*: este método representa as funções de *get* e *set* de acesso ao atributo encapsulado *sCurrentMoodResult*.
- *SCurrentEmotionResult*: este método representa as funções de *get* e *set* de acesso ao atributo encapsulado *sCurrentEmotionResult*.
- *DResponse*: este método representa as funções de *get* e *set* de acesso ao atributo encapsulado *dResponse*.
- *DPerformanceIntensity*: este método representa as funções de *get* e *set* de acesso ao atributo encapsulado *dPerformanceIntensity*.
- *DPerformanceIntensityPercentual*: este método representa as funções de *get* e *set* de acesso ao atributo encapsulado *dPerformanceIntensityPercentual*.
- *BInternOrExternEvent*: este método representa as funções de *get* e *set* de acesso ao atributo encapsulado *bInternOrExternEvent*.
- *DEvent*: este método representa as funções de *get* e *set* de acesso ao atributo encapsulado *dEvent*.

**Cálculo:** os métodos desse grupo são os métodos nos quais é realizado algum tipo de cálculo dos atributos do módulo MANPC.

- *CalculateBaseMoodFromPersonality*: este método busca calcular o valor do humor base a partir da personalidade.
- *CalculateCurrentMoodFromBaseMood*: este método busca calcular o valor do humor atual a partir do humor base.
- *CalculateCorrectedBaseMoodToEmotion*: este método busca calcular o valor do humor base corrigido para os valores definidos na literatura.
- *CalculateHighCurrentEmotion*: este método busca calcular o valor da emoção de maior intensidade e devolver este valor na forma de um inteiro.
- *CalculateHighCurrentEmotionResult*: este método a partir de um inteiro define o valor resultante do cálculo da intensidade.
- *CalculateNewEmotionWithOldEmotionPlusEventIntern*: este método busca calcular o novo valor de emoção atual quando um evento interno é aplicado.
- *CalculateNewEmotionWithOldEmotionPlusEventExtern*: este método busca calcular o novo valor de emoção atual quando um evento externo é aplicado.
- *CalculateCurrentEmotionFromNewEvent*: este método busca calcular o novo valor de emoção atual quando um evento é aplicado.

**Conversão:** os métodos desse grupo são os métodos onde é feito algum tipo de conversão entre os atributos do módulo MANPC.

- *ConvertCurrentMoodToCurrentMoodResult*: este método busca converter o valor do humor atual em um resultado humanizado.
- *ConvertBaseMoodToBaseMoodResult*: este método busca converter o valor do humor base em um resultado humanizado.
- *ConvertCurrentEmotionResultToCurrentMood*: este método busca converter o humor humanizado em um resultado matemático.
- *ConvertBaseMoodCorrectedToCurrentEmotion*: este método busca converter o humor base corrigido em valor de emoção no NPC.
- *ConvertCurrentMoodToPerformanceIntensity*: este método busca converter o humor atual em desempenho.
- *ConvertCurrentEmotionToCurrentMood*: este método busca converter a emoção atual em humor atual.

Com as informações apresentadas neste apêndice, fica definido como foi construído e quais as características gerais para a utilização do módulo MANPC. A utilização dos métodos e dos atributos pode ser feita diretamente pela biblioteca de vínculo dinâmico *MANPC.dll* ou na classe *MANPC.cs*.

## **APÊNDICE C – SIMULAÇÃO DO MÓDULO MANPC**

Este apêndice tem como objetivo apresentar a estrutura e os métodos desenvolvidos na simulação do módulo MANPC, assim como os testes realizados em seu funcionamento. É importante destacar que a comunicação dos métodos aqui apresentados são uma representação gráfica da lógica desenvolvida no módulo MANPC já que apresenta uma simples simulação de seu uso, ou seja, não é objetivo gerir uma prova de conceito do uso do módulo neste ponto. A Figura 37 apresenta a comunicação e organização dos elementos no simulador.

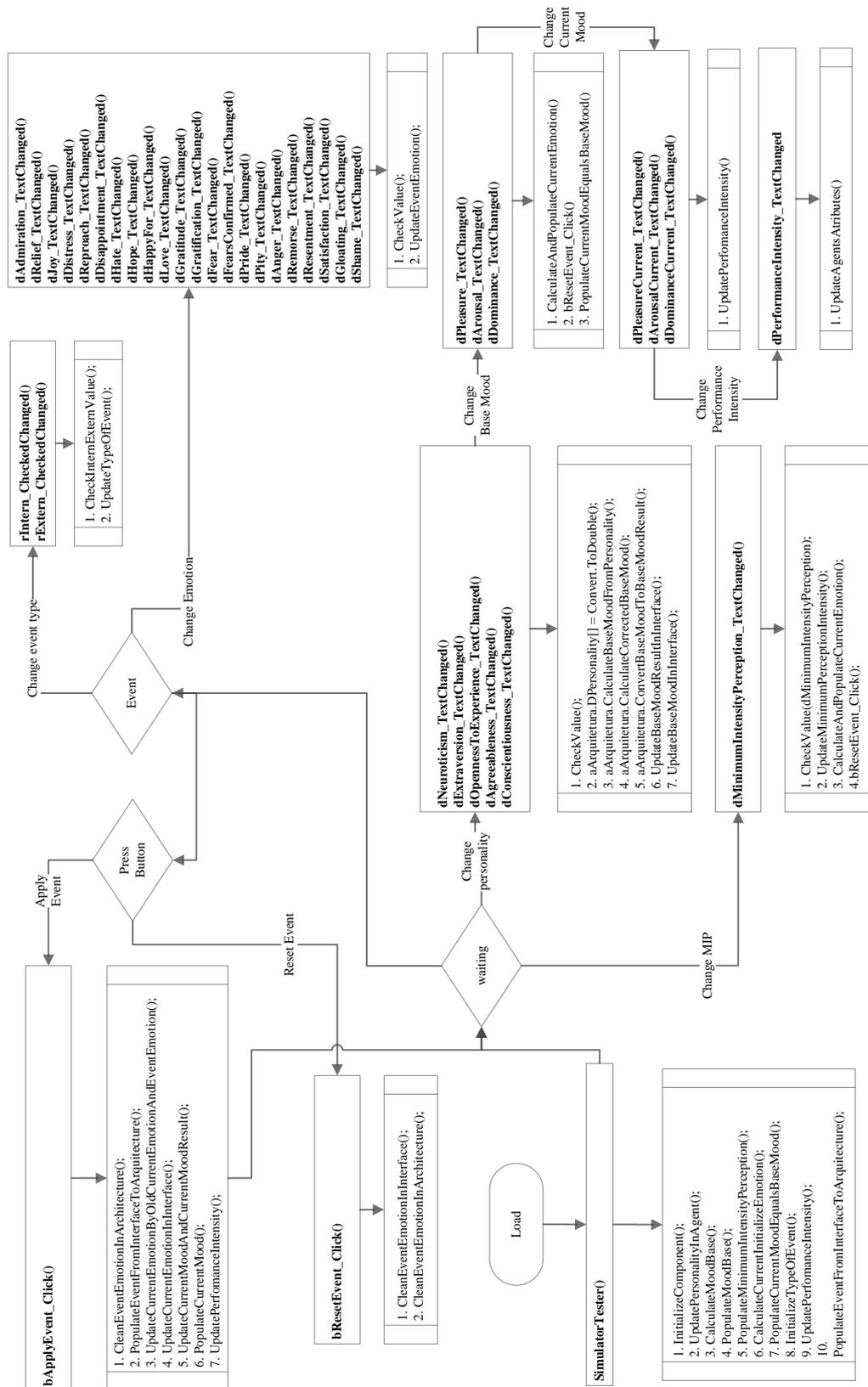


Figura 37: Organização computacional do simulador

Proveniente do modelo organizacional apresentado, cada um dos métodos utilizados recebe um papel macroscópico sendo divididos em módulos computacionais do simulador, sendo estes:

**Load:** este módulo consiste em um único método chamado *SimulatorTester*, é o construtor do simulador, ele é o necessário por iniciar todos os componentes necessários para estruturar entradas do usuário. Internamente a este módulo existem métodos a partes específicas do simulador:

1. *InitializeComponent*: este método é o responsável por iniciar todos os componentes e as respectivas configurações.
2. *UpdatePersonalityInArchitecture*: este método é responsável por capturar os valores de personalidade provenientes do usuário e atualizados no módulo MANPC.
3. *CalculateMoodBase*: com a entrada dos valores de personalidade no módulo este método é utilizado para calcular o humor base.
4. *PopulateMoodBase*: com o humor base calculado, a partir deste método atualizamos o valor do humor base e do resultado do humor base na interface do usuário.
5. *PopulateMinimumIntensityPerception*: este método insere de intensidade mínima de percepção pelo usuário da interface no módulo MANPC.
6. *CalculateCurrentInitializeEmotion*: este método calcula o humor atual a partir do humor base e da intensidade mínima de percepção. Este método corrige o humor base para os valores de humor corrigidos na literatura, a correção é feita por aproximação e apresentados na interface ao usuário em tempo real. Com o valor do humor base atualizado é feita a conversão do humor base para humor atual.
7. *PopulateCurrentMoodEqualsMoodBase*: com o humor atual corrigido no módulo, este método apresenta o valor do humor atual na interface.
8. *InitializeTypeOfEvent*: este método inicializa o tipo do evento como interno tanto no módulo MANPC quanto na interface.
9. *UpdatePerformanceIntensity*: este método é independente direto do usuário, com o humor atual definido, este método o converte em intensidade do desempenho no módulo MANPC, em seguida atualiza este valor na interface.
10. *PopulateEventFromInterfaceToArchitecture*: este método tem como objetivo iniciar com valor zero o vetor de ventos na interface e no módulo MANPC.

Com o módulo concluído, o simulador aguarda por entradas do usuário. As entradas possíveis do usuário neste ponto são os módulos *Change Minimum Intensity Perception*, *Change Personality*, *Change Emotion*, *Change Event Type*, *Apply Event* e *Reset Event*.

**Change Minimum Intensity Perception:** este módulo consiste em um único método chamado *dMinimumIntensityPerception\_TextChanged*. Este método insere as modificações do usuário na intensidade mínima de percepção do NPC. Internamente a este método existem outros métodos responsáveis pela entrada de partes específicas do simulador:

1. *CheckValue*: este método é responsável por checar e se necessário adaptar a entrada de valores para valores válidos.
2. *UpdateMinimumPerceptionIntensity*: este método é responsável por atualizar a intensidade mínima de percepção no módulo MANPC.
3. *CalculateAndPopulateCurrentEmotion*: este método calcula e apresenta ao usuário a emoção atual na interface.
4. *bResetEvent\_Click*: este método limpa antigas entradas de dados de eventos na interface e no módulo MANPC.

**Change Personality:** este módulo consiste na união de cinco métodos com a mesma estrutura, nomeado como *dNeuroticism\_TextChanged*, *dExtraversion\_TextChanged*, *dOpennessToExperience\_TextChanged*, *dAgreeableness\_TextChanged* e *dConscientiousness\_TextChanged*. Estes métodos são os responsáveis por controlar as mudanças da personalidade no NPC. Internamente a estrutura deste módulo existe métodos responsáveis por partes específicas do simulador:

1. *CheckValue*: este método é responsável por checar e se necessário adaptar a entrada de valores para valores válidos.
2. *UpdatePersonalityInArchitecture*: este método é responsável por atualizar os valores da personalidade no módulo MANPC.
3. *CalculateMoodBase*: com os valores da personalidade inseridos, este método calcula o humor base internamente no módulo MANPC.
4. *PopulateMoodBase*: com o valor do humor base calculado, este método captura os valores do módulo MANPC e apresenta ao usuário na interface.

**Change Emotion:** este módulo consiste na unificação de vinte e dois métodos com a mesma estrutura de desenvolvimento, estes métodos foram nomeados como: *dAdmiration\_TextChanged*, *dRelief\_TextChanged*, *dJoy\_TextChanged*, *dDistress\_TextChanged*, *dReproach\_TextChanged*, *dDisappointment\_TextChanged*,

*dHate\_TextChanged*, *dHope\_TextChanged*, *dHappyFor\_TextChanged*, *dLove\_TextChanged*, *dGratitude\_TextChanged*, *dGratification\_TextChanged*, *dFear\_TextChanged*, *dFearsConfirmed\_TextChanged*, *dPride\_TextChanged*, *dPity\_TextChanged*, *dAnger\_TextChanged*, *dRemorse\_TextChanged*, *dResentment\_TextChanged*, *dSatisfaction\_TextChanged*, *dGloating\_TextChanged* e *dShame\_TextChanged*. Estes métodos são responsáveis por controlar as modificações do usuário na personalidade do agente. Internamente a estrutura deste módulo existe métodos responsáveis por partes específicas do simulador:

1. *CheckValue*: esse método é responsável por checar e se necessário adaptar a entrada de valores para valores válidos.
2. *UpdateEventEmotion*: atualiza a intensidade da emoção associada a um evento pelo usuário ao módulo MANPC.

**Change event type:** este módulo é constituído por dois métodos com a mesma estrutura, *rIntern\_CheckedChanged* e *rExtern\_CheckedChanged*. Estes métodos são responsáveis por controlar as modificações do usuário quanto ao tipo do evento inserido. Internamente a estrutura deste módulo existe métodos responsáveis por partes específicas do simulador:

1. *CheckInternExternValue*: este método verifica a entrada fornecida pelo usuário (externo ou interno) e altera o valor verificado no oposto.
2. *UpdateTypeOfEvent*: atualiza o valor inserido pelo usuário no módulo MANPC.

**Apply event:** este módulo é constituído de um único evento habilitado pela função de clique do botão denominada *bApplyEvent\_Click*. Este método é responsável pelas características do evento aplicado ao NPC, assim como a avaliação de percepção do mesmo. Internamente a estrutura deste módulo existe métodos responsáveis por partes específicas do simulador:

1. *CleanEventEmotionInArchitecture*: zera todas as posições do vetor de ventos no módulo MANPC.
2. *PopulateEventFromInterfaceToArquitecture*: insere os valores de intensidade das emoções do evento no módulo MANPC.
3. *UpdateCurrentEmotionByOldCurrentEmotionAndEventEmotion*: calcula a emoção atual do NPC no módulo MANPC.
4. *UpdateCurrentEmotionInInterface*: apresenta na interface a emoção atual do NPC para o usuário.

5. *UpdateCurrentMoodAndCurrentMoodResult*: calcula o humor atual do agente no módulo MANPC.

6. *PopulateCurrentMood*: Atualiza na tela o humor atual e o resultado do humor atual.

**Reset event:** este módulo é composto por um único método ativado pela função de clique do botão *Reset Event*, denominada *bResetEvent\_Click*. Este método é responsável por limpar as emoções de um evento. Internamente a estrutura deste módulo existe métodos responsáveis por partes específicas do simulador:

1. *CleanEventEmotionInInterface*: este método limpa as emoções associadas ao evento da interface.
2. *CleanEventEmotionInArchitecture*: este método limpa as emoções associadas ao evento do módulo MANPC.

Após as possíveis entradas do usuário, o simulador detém de métodos automatizados responsáveis pelo cálculo das devidas respostas. Os módulos responsáveis por esta etapa são: *Change base Mood*, *change current Mood* e *change performance intensity*:

**Change Base Mood:** este módulo é composto por três métodos com a mesma estrutura, denominados *dPleasure\_TextChanged*, *dArousal\_TextChanged* e *dDominance\_TextChanged*. Estes métodos são responsáveis por modificar o humor base do NPC. Internamente a estrutura deste módulo existe métodos responsáveis por partes específicas do simulador:

1. *CalculateAndPopulateCurrentEmotion*: este método calcula a emoção atual do NPC a partir da modificação dos humor do agente.
2. *bResetEvent\_Click*: este método limpa valores emoção associadas a eventos no módulo MANPC e na interface.
3. *PopulateCurrentMoodEqualsMoodBase*: este método atualiza os valores do humor atual pelos mesmos valores do humor base.

**Change current Mood:** este módulo é composto por três métodos com mesma estrutura, denominados *dPleasureCurrent\_TextChanged*, *dArousalCurrent\_TextChanged*, *dDominanceCurrent\_TextChanged*. Estes métodos são responsáveis pelas mudanças do humor atual no NPC. Internamente a estrutura deste módulo existe o método responsável por partes específicas do simulador:

1. *UpdatePerformanceIntensity*: este método é responsável por atualizar o desempenho de acordo com as mudanças do humor atual.

**Change performance intensity:** este módulo é por um único método denominado `dPerformanceIntensity_TextChanged`. Este é o método responsável pela mudança de desempenho do NPC. Internamente a estrutura deste módulo existe o método responsável por partes específicas do simulador:

1. *UpdateAgentsAtributes*: este método é responsável pela aplicação da heurísticas de proporção aos atributos do NPC.

Neste apêndice foi apresentado em alto nível como está desenvolvido o simulador que utiliza o módulo MANPC.



Proveniente do modelo organizacional apresentado, cada um dos métodos utilizados recebe um papel macroscópico dentre as especificações dos eventos funcionais do jogo e da comunicação com o módulo MANPC, sendo estes:

**Load:** este evento consiste em um único método chamado MGT, sendo o construtor do jogo. Além de iniciar os componentes necessários ao módulo MANPC, este método inicia os componentes da emoção que ira utilizar:

1. *MGTCalculateEmotionalComponents*: este método é o responsável por iniciar os componentes da emoção utilizados especificamente no jogo, sendo estes: memória, Atenção, Percepção e Planejamento.

**Change agent type:** este evento consiste em um único método chamado *sAgentType\_SelectIndexChanged*, este método inicia o tipo de agente a escolha do usuário:

1. *MGTGetPerformanceToAgent*: este método é o responsável por iniciar o desempenho do oponente de acordo com o tipo do agente escolhido.

**Click on start:** este evento consiste em um único método chamado *MGTbStart\_Click*, este método é ativado pelo clique do usuário no botão *Start*, sendo responsável por iniciar o jogo pelos métodos:

1. *MGTStartInitialGame*: inicia as configurações necessárias de preparação e bloqueio de entradas do usuário, desativando opções (modificação do tipo do agente, clique no botão start) e ativando funcionalidades (clique no botão *reset*, clique no botão *stop*, contador de tempo e placar).
2. *MGTEnableMemoryGame*: inicia as configurações de desbloqueio da área de jogo correspondente as vinte peças do jogo para interação com usuário.

**Click on stop:** este evento consiste em um único método chamado *MGTbStop\_Click*, este método é ativado pelo clique do usuário no botão *Stop*, sendo responsável por parar o jogo pelos métodos:

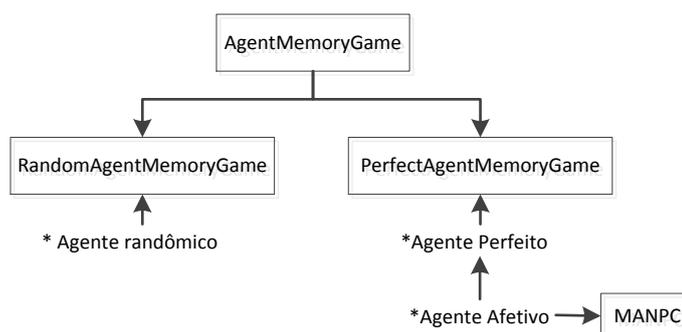
1. *MGTStopGame*: inicia as configurações necessárias de finalização e bloqueio de entradas do usuário no jogo, desativando opções (texto de saída, clique do botão reset, clique do botão stop, contador e placar) e ativando funcionalidades (tipo do agente e clique do botão start).
2. *MGTDisableMemoryGame*: inicia as configurações de bloqueio da área de jogo correspondente as vinte peças do jogo para interação com usuário.

**Click on reset:** este evento consiste em um único método chamado *MGTbStart\_Click*, este método é ativado pelo clique do usuário no botão Reset, sendo responsável por iniciar o jogo pelos mesmos métodos apresentados no clique do botão *Start*.

**Click on some piece:** este evento consiste em vinte métodos sendo estes *pb00\_Click*, *pb01\_Click*, *pb02\_Click*, *pb03\_Click*, *pb04\_Click*, *pb10\_Click*, *pb11\_Click*, *pb12\_Click*, *pb13\_Click*, *pb14\_Click*, *pb20\_Click*, *pb21\_Click*, *pb22\_Click*, *pb23\_Click*, *pb24\_Click*, *pb30\_Click*, *pb31\_Click*, *pb32\_Click*, *pb33\_Click*, *pb34\_Click*, estes métodos são ativados pelo clique do usuário em uma das peças do jogo, sendo responsável por executar a jogada pelo método:

1. *PieceClicked*: este método é o responsável por toda a verificação funcional após o clique em uma peça qualquer. O método tem como entrada a posição da linha e da coluna da peça, a numeração de ordem da peça, e o tipo do agente responsável pelo controle do oponente.

Com a definição estrutural do jogo e seus comandos, iremos aprofundar como estão desenvolvidos os agentes aqui relatados. Conforme se tem similaridades humanas em cada um dos três tipos de agentes (randômico, afetivo e perfeito) estes são originados de uma classe pai denominada *AgentMemoryGame*, na qual origina as classes filhas *PerfectAgentMemoryGame* e *RandomAgentMemoryGame*. Conforme a proposta do módulo MANPC é a mínima modificação da estrutura computacional o agente afetivo proposto é uma simples instancia da classe do agente perfeito (*PerfectAgentMemoryGame*) na qual comunica com o módulo MANPC, conforme apresentado na Figura 39.



**Figura 39: Hierarquia da classe dos agentes**

**AgentMemoryGame:** a classe *AgentMemoryGame* é a classe responsável por fornecer atributos e métodos comuns aos três tipos de agentes, sendo os métodos desta classe definidos por:

1. *AgentMemoryGame*: este é o método construtor da classe, sendo responsável por iniciar todos os atributos do jogo e dos agentes, como a matriz de jogada do agente, a matriz de jogada do jogador, a matriz de posição das peças, pontuação do jogador e do agente e a definição do turno.
2. *ResetMatriz*: este método recebe como entrada a quantidade de linhas e colunas de uma matriz e atribui valor zero em todas as posições.
3. *StartRandomGame*: este método tem como função embaralhar as vinte posições das peças do jogo.
4. *UpdatePosicaoPecas*: este método tem como função atribuir as vinte posições sorteadas randomicamente a matriz de posições do jogo.
5. *RandomNumbers*: este método tem como função gerar dez pares de valores randômicos e atribuir as vinte posições disponíveis as peças do jogo.
6. *RandomUnico*: este método tem como função gerar valores únicos e não repetidos para as dez variedades de peças do jogo.
7. *OpenImage*: este método tem como objetivo abrir a imagem da peça relacionada a tabela dos números.
8. *TestEndGame*: este método tem como objetivo verificar se o jogo terminou pela soma dos pontos entre o jogador e o agente.

**RandomAgentMemoryGame:** a classe *RandomAgentMemoryGame* é a classe responsável por fornecer os métodos específicos ao agente do tipo randômico, sendo os métodos desta classe definidos por:

1. *RandomAgentMemoryGame*: este é o método construtor da classe, sendo responsável por iniciar os atributos específicos do agente randômico. Este método realiza chamada automática ao construtor da classe *AgentMemoryGame*.
2. *RandomSearch*: este método tem como objetivo realizar uma busca aleatória de duas peças dentro das peças disponíveis.
3. *UpdateMemory*: este método tem como objetivo excluir da memória do agente as peças já abertas e combinadas.

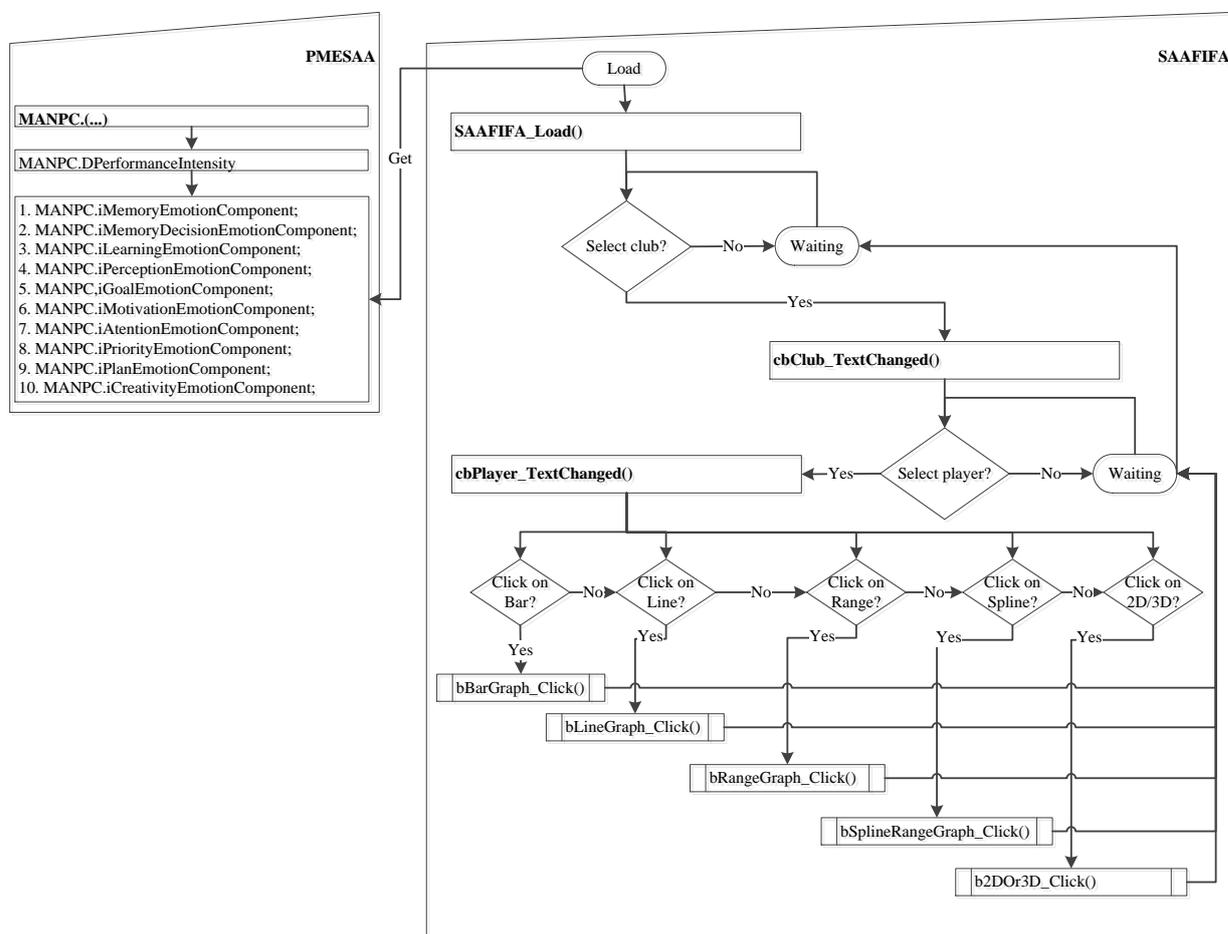
**PerfectAgentMemoryGame:** a classe *PerfectAgentMemoryGame* é a classe responsável por fornecer os métodos específicos ao agente do tipo perfeito, e por consequência ao agente do tipo afetivo, sendo os métodos desta classe definidos por:

1. *PerfectAgentMemoryGame*: esse é o método construtor da classe, sendo responsável por iniciar os atributos específicos do agente perfeito e por consequência do agente afetivo. Este método realiza chamada automática ao construtor da classe *AgentMemoryGame*.
2. *UpdateMemory*: este método tem como objetivo marcar na memória do agente a real posição das peças já abertas.
3. *UpdateMemoryAfterMakePoints*: este método tem como objetivo marcar na memória do agente as peças já combinadas.
4. *SearchMemoryFromOneValue*: este método tem como objetivo buscar na memória de valores conhecidos do agente por um valor específico na busca de realizar uma combinação.
5. *RandomSearch*: este método tem como objetivo realizar uma busca aleatória de uma peça dentro das peças não conhecidas pelo agente.
6. *SearchMemoryForCombination*: este método tem como objetivo buscar na memória do agente se existe a combinação de duas peças.
7. *PlayAgent*: este método tem como objetivo realizar a jogada completa do agente, primeiro o agente busca por alguma combinação de peças na memória, se ele encontra retorna essa combinação, se não encontra o agente busca o primeiro valor, com o novo valor verifica se realizou uma combinação, caso tenha realizado retorna essa combinação, se não busca um segundo valor e retorna se fechou ou não uma combinação.
8. *SearchFirstUnknown*: este método tem como objetivo abrir a primeira peça pelo agente.
9. *SearchSecondUnknown*: Este método tem como objetivo abrir a segunda peça pelo agente.

Neste apêndice foi apresentado em alto nível como está desenvolvida a arquitetura do jogo *Memory Game Test* e como acontece a comunicação com o módulo MANPC.

## APÊNDICE E – ARQUITETURA DE SIMULAÇÃO DO JOGO FIFA™

Este tópico tem como objetivo apresentar a estrutura e os métodos desenvolvidos na simulação do jogo FIFA 13™, sendo a parte de computação afetiva pura abstraída pelo uso dos métodos provenientes do módulo MANPC, assim como a maneira de simular as entradas afetivas e os atributos afetivos necessários ao agente acontecem da mesma forma computacional descrita no Capítulo 4. Sendo assim neste tópico o enfoque primordial é na comunicação entre a simulação do jogo FIFA 13™ e o módulo MANPC. A Figura 40 apresenta a comunicação e a organização dos elementos entre simulador e o módulo MANPC.



**Figura 40: Organização computacional do simulador do jogo FIFA**

Proveniente do modelo organizacional apresentado, cada um dos métodos utilizados recebe um papel macroscópico dentre as especificações dos eventos funcionais do jogo e da comunicação com o módulo MANPC, sendo estes:

**Load:** este evento no simulador tem a função de carregar os itens necessários específicos para o correto funcionamento das entradas. Este é composto por uma única função intitulada SAAFIFA:

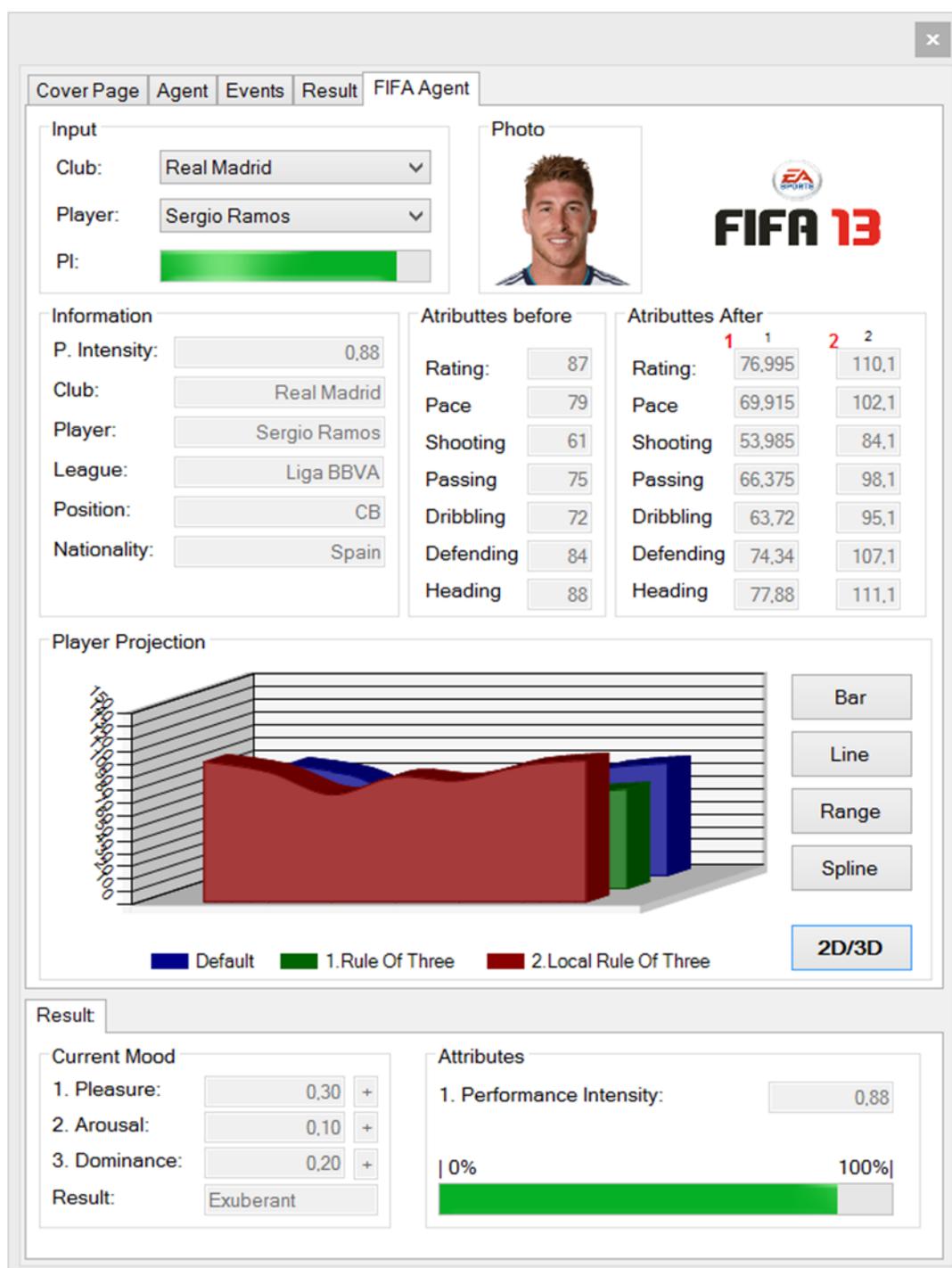
1. *SAAFIFA\_Load*: este método tem como objetivo busca no banco de dados espelho do jogo FIFA 13™ os clubes de futebol a atribuir na lista de valores da combo box “Club”.

**Select club:** este evento consiste em um único método intitulado *cbClub\_TextChanged*, sendo acionado quando selecionado ou alterado a combo box “Club”, tendo como função popular a combo box “Player” com os valores dos jogadores que compõem o clube escolhido na combo box “Club”.

1. *cbClub\_TextChanged*: este método tem como objetivo busca no banco de dados espelho do jogo FIFA 13™ os jogadores de futebol vinculados ao clube relacionado na combo box “Club” a atribuir na lista de valores da combo box “Players”.

**Select player:** este evento consiste em um único método intitulado *cbPlayer\_TextChanged*, sendo acionado quando selecionado ou alterado a combo box “Player”, tendo como função popular as informações do NPC.

1. *cbPlayer\_TextChanged*: este método busca no banco de dados espelho do jogo FIFA 13™ as informações gerais (*Club, Player, League, Position, Nationality*) do jogador, o desempenho alterado por algum evento (*P. Intensity*), os atributos inalterados (*Atributtes before*) e os atributos alterados pela regra de três (1) e regra de três local (2), conforme exemplifica a Figura 41.



**Figura 41: NPC com atributos alterados pelo desempenho**

A heurística da regra de três aplica o valor do desempenho diretamente sobre os valores dos atributos, ou seja, no exemplo da Figura 41, com o desempenho de 0,88 (88%) os valores dos atributos são alterados conforme a equação da regra de três:

$$\frac{\textit{Attribute before}}{\textit{Attribute after}} = \frac{100}{\textit{Performance Intensity}}$$

$$Attribute\ after = \frac{Attribute\ before * Performance\ Intensity}{100}$$

Com a junção dos dados é apresentado na forma de um gráfico cada um dos atributos antes e depois da alteração. A heurística da regra de *três local* aplica o valor do desempenho diretamente sobre uma faixa denominada “banda”, sendo essa banda somada quando o valor da emoção é positiva e subtraído quando o valor da emoção é negativa. No exemplo da Figura 41 com o desempenho de 0,88 (88%) e o valor de banda de trinta (30) unidades, os valores dos atributos são alterados conforme a equação da regra de três local:

$$Attribute\ Value = Default\ Attribute\ Value + Band$$

$$Band = \frac{Performance\ Intensity * Fixed\ Value}{100}$$

**Click on bar:** este evento consiste em um único método intitulado *bBarGraph\_Click* sendo acionado pelo click do botão “Bar”.

1. *bBarGraph\_Click*: este método altera o formato do gráfico corrente para o formato de um gráfico de barras.

**Click on line:** este evento consiste em um único método intitulado *bLineGraph\_Click* sendo acionado pelo click do botão “Line”.

1. *bLineGraph\_Click*: este método altera o formato do gráfico corrente para o formato de um gráfico de Linhas.

**Click on range:** este evento consiste em um único método intitulado *bRangeGraph\_Click* sendo acionado pelo click do botão “Range”.

1. *bRangeGraph\_Click*: este método altera o formato do gráfico corrente para o formato de um gráfico de gama.

**Click on spline:** este evento consiste em um único método intitulado *bSplineRangeGraph\_Click* sendo acionado pelo click do botão “Spline”.

1. *bSplineRangeGraph\_Click*: este método altera o formato do gráfico corrente para o formato de um gráfico de gama estriado.

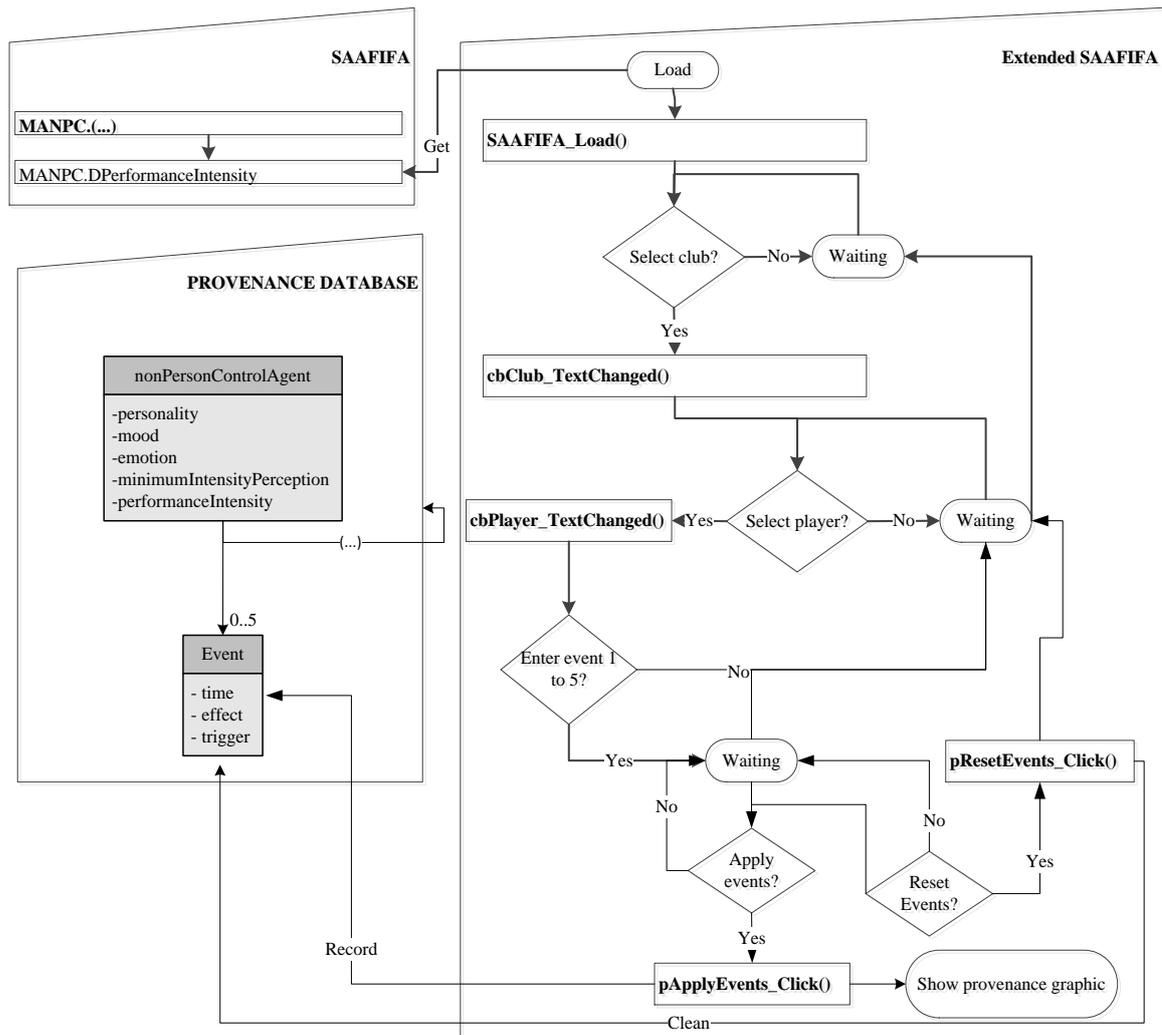
**Click on 2D/3D:** este evento consiste em um único método intitulado *b2Dor3D\_Click* sendo acionado pelo click do botão “2D/3D”.

1. *b2Dor3D\_Click*: este método altera o formato de visualização do gráfico corrente 2D ou 3D.

Neste apêndice foi apresentado em alto nível como está desenvolvida a arquitetura do simulador do jogo FIFA 13™ com o módulo MANPC.

## APÊNDICE F – ARQUITETURA DA EXTENSÃO DO SIMULADOR DO JOGO FIFA™

Este apêndice tem como objetivo apresentar a estrutura e os métodos desenvolvidos no na extensão do simulador do jogo FIFA 13™, no sentido de demonstrar a construção do gráfico de proveniência. A parte de computação afetiva pura abstraída pelo uso dos métodos provenientes do módulo MANPC, assim como a maneira de simular as entradas afetivas e os atributos afetivos necessários ao agente acontecem da mesma forma computacional descrita no Capítulo 4. Sendo assim neste tópico o enfoque primordial e na comunicação entre a simulação do jogo FIFA 13™ tratando exclusivamente do tratamento dos dados de proveniência e o módulo MANPC. A Figura 42 apresenta a comunicação e a organização dos elementos entre a extensão do simulador e o módulo MANPC.



**Figura 42: Organização computacional da extensão do simulador do jogo FIFA**

Proveniente do modelo organizacional apresentado, cada um dos métodos utilizados recebe um papel macroscópico dentre as especificações dos eventos funcionais do jogo e da comunicação com o módulo MANPC, sendo estes:

**Load:** este evento no simulador tem a função de carregar os itens necessários específicos para o correto funcionamento das entradas.

1. *SAAFIFA\_Load*: este método tem como objetivo busca no banco de dados espelho do jogo FIFA 13™ os clubes de futebol a atribuir na lista de valores da combo box “Club”.

**Select club:** este evento consiste em um único método intitulado *cbClub\_TextChanged*, sendo acionado quando selecionado ou alterado a combo box “Club”, tendo como função popular a combo box “Player” com os valores dos jogadores que compõem o clube escolhido na combo box “Club”.

1. *cbClub\_TextChanged*: este método tem como objetivo busca no banco de dados espelho do jogo FIFA 13™ os jogadores de futebol vinculados ao clube relacionado na combo box “Club” a atribuir na lista de valores da combo box “Players”.

**Select player:** este evento consiste em um único método intitulado *cbPlayer\_TextChanged*, sendo acionado quando selecionado ou alterado a combo box “Player”, tendo como função atribuir o desempenho ao jogador na base de dados.

1. *cbPlayer\_TextChanged*: este método altera no banco de dados espelho do jogo FIFA 13™ a informação do desempenho do NPC pelo desempenho calculado pelo simulador. Quando não é calculado um novo desempenho usa-se a o desempenho original do banco de dados. Este método libera a inserção de eventos.

**Apply events:** este evento consiste em aplicar os eventos informados, onde ao clicar armazena os dados e gera o gráfico do histórico de proveniência. Este evento é constituído por um único método:

1. *pApplyEvents\_Click*: este método apesar de único e constituído por etapas, inicialmente os valores são verificados em relação à percepção do NPC a partir do atributo de intensidade mínima de percepção, sendo percebido estes são gravados no banco de dados de proveniência. Na busca de gerir o gráfico de eventos as informações da intensidade do desempenho do agente em cada um dos eventos é armazenada, na busca de gerir o gráfico considerando o tempo de percepção, a informação de duração do tempo do evento é armazenada, na busca de gerir o gráfico com tendência de normalização para o desempenho padrão do NPC, as informações de personalidade, humor e emoção são armazenadas.

**Reset Events:** este evento consiste em remover do banco de dados os eventos aplicados e limpar da interface os dados inseridos. Este evento é constituído por um único método:

1. *pResetEvents\_Click*: este método apaga os dados inseridos no banco de dados de proveniência, dados tais como o desempenho atribuído a um ou até cinco eventos, tempo de duração dos eventos e os atributos do agente afetivo (personalidade, humor e emoção).

Outros métodos foram criados em função de trabalhar a apresentação dos dados nos gráficos, no entanto por se tratarem de apenas de representação estética estes não serão abordados. Neste apêndice foi apresentado em alto nível como está desenvolvida a arquitetura da extensão do simulador do jogo FIFA 13™ com o módulo MANPC.

## ANEXO A – QUESTIONÁRIO DO TESTE DE VERIFICAÇÃO HUMANO CONVINCENTE

Nome: \_\_\_\_\_ IDJ: \_\_\_\_\_ IDP: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_\_\_

Responda as questões abaixo levando em consideração exclusivamente a experiência no jogo da memória:

**1 – Dentre as opções abaixo, assinale com qual oponente acredita ter jogado a partida:**

- Humano  
 Agente Perfeito  
 Agente Randômico  
 Agente Afetivo

**2 – Classifique o nível de dificuldade da partida que você acabou de jogar utilizando da escala de 1 a 5 (onde 1 representa muito fácil e 5 representa muito difícil):**

- 1 – Muito fácil  
 2 – Fácil  
 3 – Mediano  
 4 – Difícil  
 5 – Muito difícil

**3 – Classifique o nível de frustração/diversão obtido exclusivamente durante a partida que você acabou de jogar utilizando da escala de 1 a 5 (onde 1 representa muito frustrante e 5 representa muito divertido):**

- 1 – Muito frustrante  
 2 – Frustrante  
 3 – Nem frustrante nem divertido  
 4 – Divertido  
 5 – Muito divertido

*Declaro que as informações aqui prestadas são verdadeiras e prestadas por livre e espontânea vontade, sem qualquer direcionamento por meio do aplicador ou semelhante.*

Sim       Não

*Eu autorizo a publicação dos dados aqui apresentados de forma anônima, com intuito exclusivo de apoiar o desenvolvimento do conhecimento aos quais os testes realizados foram propostos.*

Sim       Não

## ANEXO B – DESCRIÇÃO DOS TESTES

Este anexo tem como objetivo descrever e planejar os testes da prova de conceito intitulada jogo da memória. As etapas de conjunto do teste são divididas em quatro partes: pré-teste, fase alpha, fase beta e análise dos dados.

**1. Pré-teste:** a fase de pré-teste é a preparação anterior aos testes, sendo necessário para o correto andamento do mesmo. A lista de itens a seguir define os recursos necessários para o teste:

- Cinco (5) indivíduos que tenham como requisito saber jogar e já terem jogado algum jogo da memória.
- Cinco (5) máquinas com o jogo *memory game test* instalado e configurado.
- Cinco (5) ambientes fisicamente separados e sem comunicação.
- Três (3) jogos da memória (físicos)
- Cinquenta (50) questionários impressos (Anexo A)

Os itens listados são essenciais para o correto funcionamento dos testes assim como a explicação clara dos objetivos do teste aos participantes das fases do teste:

Descrição geral: Este teste não tem como objetivo fazer qualquer tipo de avaliação humana, mas sim da inteligência artificial aqui desenvolvida, ou seja, não se trata de uma competição. Os testes são divididos em duas etapas a primeira etapa nomeada como fase alpha consiste na realização de um pequeno conjunto de partidas onde iremos jogar um jogo da memória comum para que vocês consigam captar características intrínsecas de cada jogador e também conhecer e lembrar claramente as regras de um jogo da memória. Na segunda etapa, nomeada como fase beta cada um de vocês será encaminhado à outra sala, onde irão utilizar um computador para jogar o jogo da memória semelhante a maneira jogada na sala em grupo, no entanto ao jogar algumas mudanças foram aplicadas no que tange a inteligência artificial do jogo, e portanto devem ser esclarecidas. Ao jogar no computador, o jogador poder estar jogando com uma das pessoas que acabou de jogar, ou um agente de inteligência artificial, sendo estes definidos como:

- Agente perfeito: o agente perfeito utiliza de estratégias para ganhar o jogo, ele sempre observa e anota todas as posições das peças abertas e utiliza dessas informações para realizar combinações.
- Agente randômico: o agente randômico joga aleatoriamente as peças, não gravando ou consultando nenhum tipo de informação.
- Agente afetivo: o agente afetivo é a imitação de um ser humano, este joga sobre o efeito de vinte e duas emoções possíveis aos seres humanos (Gratificação, Feliz-por, Orgulho, Alegria, Amor, Admiração, Gratidão, Esperança, Satisfação, Alívio, Desgosto, Raiva, Satisfação maldosa, Vergonha, Remorso, Desapontamento, Medo, Censura, Ressentimento, Pena, Angústia, Medo confirmado) e por utilizar dessas emoções e dependendo da emoção utilizada pode cometer erros e acertos durante a partida.

**2. Descrição fase alpha:** o primeiro passo da fase alpha é a nomeação dos indivíduos, cada um dos jogadores recebe um identificador (IDJ) com objetivo de facilitar a análise dos dados e o anonimato dos mesmos (H1, H2, H3, H4 e H5, a letra H representa humano). Cada uma das partidas recebe uma numeração (IDP) no sentido de facilitar e organizar os dados que são gerados, essa numeração das partidas é sequencial e acontece tanto na fase alpha quanto na fase beta. Em seguida cada jogador deve jogar somente uma única vez contra cada um dos demais jogadores, gerando um total de dez (10) confrontos, sendo anotado na Tabela 39 o respectivo vencedor de cada partida. O tempo de duração esperado desta etapa do teste é de uma (1) hora. Ao final da fase alpha é demonstrado aos jogadores o funcionamento do jogo “*Memory Game Test*” no intuito de preparar os mesmos para a fase beta.

**Tabela 39: Confrontos fase alpha**

		Jogador B				
		H1	H2	H3	H4	H5
Jogador A	H1					
	H2					
	H3					
	H4					

**3. Descrição fase beta:** na fase beta cada um dos indivíduos é deslocado em outra sala para jogar a versão construída computacionalmente do jogo na memória, ao final de cada partida o jogador deve responder o questionário. A sequência das partidas deve acontecer e ser anotado na Tabela 40.

**Tabela 40: Confrontos fase beta**

		Jogador B				
		H1	H2	H3	H4	H5
Jogador A	H1					
	H2					
	H3					
	H4					
	A. Perfeito					
	A. Afetivo (Medo)					
	A. Afetivo (Remorso)					
	A. Afetivo (Orgulho)					
	A. Afetivo (Vergonha)					
	A. Randômico					
	A. Afetivo (Alegria)					
	A. Afetivo (Amor)					
	A. Afetivo (Angústia)					

São esperadas 41 partidas na fase beta, as primeiras partidas (humanos contra humanos) é esperado que alguns jogadores aguardem o próximo oponente finalizar outra partida, sendo assim na troca de partidas é feito um intervalo de 3 minutos no mínimo no qual o jogador deve responder ao questionário, visando simular este efeito. Sendo esperado um tempo de 5 minutos para cada partida, o tempo de duração desta etapa é de aproximadamente 5 horas.

**4. Análise dos dados:** a etapa de análise dos dados é realizada a partir da fundamentação da organização dos dados nas tabelas e os resultados retirados dos questionários.

*Declaro que as informações aqui prestadas são verdadeiras e prestadas por livre e espontânea vontade, sem qualquer direcionamento por meio do aplicador ou semelhante.*

Sim       Não

*Eu autorizo a publicação dos dados aqui apresentados de forma anônima, com intuito exclusivo de apoiar o desenvolvimento do conhecimento ao quais os testes realizados foram propostos.*

Sim       Não

## ANEXO C – TABULAÇÃO DOS TESTES HUMANO CONVINCENTE

Este anexo apresenta à tabulação dos dados feita a respeito das respostas obtidas proveniente da aplicação do questionário presente no Anexo A. Os resultados das respostas foram sintetizados na Tabela 41.

**Tabela 41: Tabulação dos dados do teste humano convincente**

Jogador	Oponente	Vencedor	Q1	Q2	Q3
H1	H2	H1	Humano	3	4
H1	H4	H4	Humano	4	5
H1	H5	H1	Afetivo	3	4
H1	A. A. (Medo)	H1	Humano	3	4
H1	A. A. (Remorso)	H1	Humano	3	5
H1	A. A. (Orgulho)	A. A.	Perfeito	4	4
H1	A. A. (Vergonha)	H1	Humano	3	3
H1	A. Randômico	H1	Randômico	1	2
H1	A. A. (Alegria)	A. A.	Afetivo	3	4
H1	A. A. (Amor)	A. A.	Humano	5	5
H2	H1	H1	Humano	3	4
H2	H3	H2	Humano	1	5
H2	H4	H2	Randômico	1	5
H2	H5	H5	Humano	4	4
H2	A. Perfeito	A. Perfeito	Perfeito	5	2
H2	A. A. (Remorso)	A. A.	Humano	4	4
H2	A. A. (Orgulho)	A. A.	Afetivo	2	4
H2	A. A. (Vergonha)	A. A.	Humano	2	3
H2	A. A. (Alegria)	A. A.	Humano	3	4
H2	A. A. (Angústia)	H2	Randômico	1	3
H3	H2	H2	Humano	5	4
H3	H4	H3	Humano	3	5
H3	H5	H3	Afetivo	3	4
H3	A. Perfeito	A. Perfeito	Perfeito	5	1
H3	A. A. (Medo)	H3	Afetivo	3	4
H3	A. A. (Orgulho)	A. A.	Humano	4	4
H3	A. A. (Vergonha)	H3	Humano	4	4
H3	A. Randômico	H3	Randômico	2	3
H3	A. A. (Amor)	H3	Humano	5	4
H3	A. A. (Angústia)	H3	Humano	3	5
H4	H1	H4	Humano	5	4
H4	H2	H2	Humano	4	4
H4	H3	H3	Perfeito	4	5
H4	H5	H5	Humano	4	4
H4	A. Perfeito	A. Perfeito	Perfeito	5	1
H4	A. A. (Medo)	H4	Humano	4	4

H4	A. A. (Remorso)	H4	Humano	3	4
H4	A. A. (Vergonha)	H4	Afetivo	3	3
H4	A. A. (Alegria)	A. A.	Perfeito	3	3
H4	A. A. (Amor)	A. A.	Humano	5	4
H5	H1	H1	Humano	4	4
H5	H2	H5	Humano	3	4
H5	H3	H3	Humano	3	4
H5	H4	H5	Randômico	1	3
H5	A. Perfeito	A. Perfeito	Perfeito	5	2
H5	A. A. (Remorso)	H5	Randômico	1	3
H5	A. A. (Orgulho)	H5	Humano	4	4
H5	A. Randômico	H5	Randômico	2	1
H5	A. A. (Alegria)	A. A.	Humano	3	4
H5	A. A. (Angústia)	H5	Humano	3	4

Fazendo a leitura dos dados da tabela, por exemplo, na quarta linha dos dados (quinta linha da tabela) teve-se o jogador H1 (humano 1) em confronto com o agente afetivo (afetado pelo estado de humor medo), o resultado do confronto foi a vitória para o jogador H1. Nas respostas do questionário feito por H1 o jogador acreditou estar jogando com um ser humano (Q1), considerou a partida como “*mediana*” (Q2) e considerou o jogo “*divertido*” (Q3).

## ANEXO D – PUBLICAÇÕES

Este anexo apresenta as publicações alcançadas durante o desenvolvimento deste artigo, sendo este material importante na justificativa da viabilidade dos estudos a respeito do tema:

1. Pôster:

- a. [ICEC 2013] An Artificial Emotional Agent-Based Architecture for Games Simulation (SALES *et al.*, 2013a).

2. Artigos:

- a. [SBGAMES 2013] An architecture coupled with a provenance model for affective simulations in games based on real world (SALES *et al.*, 2013b).
- b. [SBGAMES 2013] An Experimental Analysis of NPC as Affective Agents in Real World-based Games (SALES *et al.*, 2013c).
- c. [SEGAH] Evaluation between humans and affective NPC in digital gaming scenario (SALES; CLUA; DE OLIVEIRA; PAES; *et al.*, 2014) [in print]

3. Artigo de revista:

- a. [RIA / JAC] Experiencing Affective Agents in Simulation Games (SALES; CLUA; DE OLIVEIRA; PAES, 2014) [in print]