CASIMIRO DE ALMEIDA BARRETO

**TRAÇOS DE PERSONALIDADE E
EXPRESSIVIDADE A PARTIR DE COMUNICAÇÃO
EM LINGUAGEM NATURAL PARA AVATARES EM
MUNDOS VIRTUAIS 3D**

Tese apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para
obtenção do Título de Doutor em
Engenharia Eletrônica.

São Paulo
2015

CASIMIRO DE ALMEIDA BARRETO

**TRAÇOS DE PERSONALIDADE E
EXPRESSIVIDADE A PARTIR DE COMUNICAÇÃO
EM LINGUAGEM NATURAL PARA AVATARES EM
MUNDOS VIRTUAIS 3D**

Tese apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para
obtenção do Título de Doutor em
Engenharia Eletrônica.

Área de Concentração:
Sistemas Eletrônicos

Orientador:
Prof. Dr. Marcelo Knörich Zuffo

São Paulo
2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Barreto, Casimiro de Almeida

Traços de Personalidade e Expressividade a Partir de Comunicação em Linguagem Natural Para Avatares em Mundos Virtuais 3D/ C. de Almeida Barreto. – São Paulo, 2015.

109 p.

Tese (Doutorado) — Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos (PSI).

1. Affective Processing #1. 2. Persona #2. 3. NPC Behaviour #3. 4. Avatar Behavior #4. I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos (PSI). II. t.

AGRADECIMENTOS

Para meus pais, cujo sacrifício permitiu que chegasse até aqui,

Para minhas esposa e filha pela ajuda e compreensão pelo tempo que deixou de lhes ser dedicado,

Para Marcelo Knörich Zuffo pela atenção e inestimável orientação,

Para a Escola Politécnica da USP pelo ambiente intelectual desafiante e estimulante,

Para LSITEC e LSI-EPUSP pelo suporte à pesquisa,

Para CAPES e CNPQ pelo amparo à pesquisa.

RESUMO

Um fator relevante para a aceitação de metáforas de mundos virtuais 3D como interfaces homem máquina é a supressão do fator estranheza. Tal fator decorre da percepção de comportamentos não naturais entre as representações de usuários (avatares) e robôs (NPCs “*Non Playable Characters*”) nestes ambientes virtuais e acontece, principalmente, devido a diferenças sutis entre o comportamento esperado de um ser humano e o apresentado pelas representações virtuais (avatares). Ao conjunto de comportamentos exibidos denominamos *persona*. Assim, uma maneira de reduzir a barreira de estranheza entre usuários interagindo em mundos virtuais 3D é fazendo com que suas representações (avatares) tenham *personas* convincentes. Os seres humanos tem suas *personas* regidas por seus tratos emocionais. As interações com o ambiente e com outros seres humanos fornecem estímulos que modificam o estado emocional com relação ao estado de equilíbrio e, conseqüentemente, alteram o comportamento exterior observado. O estado emocional de equilíbrio pode ser obtido através da análise de corpo de comunicação em linguagem natural do usuário. Neste trabalho é defendida a tese de que através da análise do corpo das interações em linguagem natural de usuários nas mídias sociais é possível estabelecer um modelo de personalidade e *persona* que pode ser transposto para a representação dos usuários nem mundos virtuais 3D, de forma que as representações tenham comportamentos tais que reduzem o fator de estranheza. O modelo faz uso das interações recentes nas mídias sociais e das interações nos mundos virtuais 3D para determinar o estado emocional imediato e o comportamento instantâneo e é coerente com o paradigma do modelo OCC. Também é demonstrado que este modelo é evolutivo: pela análise contínua do corpo da comunicação é acompanhada a evolução da personalidade do usuário, bem como se adequa continuamente sua *persona*. Os traços de personalidade são analisados no modelo “*Big Five*” (*Neuroticism*, “*Extraversion*”, “*Agreeableness*”, “*Conscientiousness*”, “*Openness*”) e operacionalizados no modelo PAD (“*Personality*”, “*arousal*”, “*dominance*”). O modelo constrói um campo de personalidade, no espaço PAD, de tal forma que na ausência de excitação o estado emocional do avatar fica em repouso no centro deste campo. As excitações movimentam o estado ao longo dos eixos PAD e provocam mudanças no comportamento observado. A correspondência entre as mudanças de comportamento do avatar e o movimento do estado do usuário no campo emocional aumenta a concordância entre comportamento esperado e observado, reduzindo o fator de estranheza.

ABSTRACT

A key factor for the acceptance of 3D virtual world metaphor as human machine interface is the suppression of the strangeness factor, which appears due to the perception of non natural behaviour in representations of users (avatars) and bots (NPCs). Such perception arises mostly due to subtle differences in expected behavior for a human being and observed behavior in virtual representations (avatars and NPCs). In this work we will call 'persona' the set of exhibited behaviors. Thus, a way of diminishing the strangeness valley is by supplying avatars with convincing personas. Human beings rule their personas with intermediation of their emotional traits. Interactions with environment and other beings supply stimuli that change the emotional state from the equilibrium situation and, consequently, change observed behavior. Idle emotional state can be determined through natural language communication corpora analysis. In this thesis we state that through the analysis of user interactions in social media it is possible to establish a model of personality and persona that can be transposed to their representation in 3D virtual worlds, so such representation exhibits behavior that minimize strangeness. The model uses recent interactions of user in social media and his interactions inside the 3D virtual world to establish current behavior and is coherent with OCC paradigm. It is also demonstrated that such model is evolutive: by the continuous analysis of communication corpora the user personality behavior is updated and its persona is continually adjusted. Personality traits are analysed in the 'Big Five' model (neuroticism, agreeableness, conscientiousness, openness) and operationalized in the PAD model (personality, arousal, dominance). A personality field is built such as in the absence of inputs, emotional state lies in the center of this field. Inputs move state along PAD axes and cause changes in the observed behavior. Correspondence between avatar behavior changes and state changes of user regarding its emotional field enhance the compliance between expected and observed behavior, reducing strangeness.

SUMÁRIO

Lista de Ilustrações

Lista de Tabelas

Lista de Abreviaturas e Siglas

1	Introdução	12
1.1	Tese	16
1.2	Objetivos	16
1.3	Conteúdo e Organização	17
2	Estado da Arte	19
2.1	Mundos Virtuais 3D	19
2.2	Personagens Críveis	25
2.3	Persona e Personalidade	26
2.3.1	Personalidade e Persona nos Mundos Virtuais 3D, Avatares e NPCs	27
2.3.2	Personalidade e o Modelo OCC	27
2.3.3	Modelamento de Trajetórias Emocionais em Fóruns Online e Redes Sociais	37
2.3.4	Identificando Estados Emocionais em Redes Sociais	40
2.4	Conclusão	42
3	O Modelo Second Persona	44
3.1	Histórico da Pesquisa	45
3.1.1	SecondPersona para SecondLife - A Visão Inicial	47
3.1.1.1	O Sistema de Animação de Personalidade no SecondLife	50
3.1.1.2	O Cliente	51
3.1.1.3	O Servidor	52
3.1.1.4	A Estrutura Básica do Servidor	53

3.1.1.5	A Proposta de Processamento Afetivo a Partir de Linguagem Natural	54
3.1.1.6	Revisando a Abordagem Inicial: Processamento Afetivo de Linguagem Natural	56
3.1.1.7	Revisando a Abordagem Inicial: Integração de Estímulos	57
3.1.1.8	Revisando a Abordagem Inicial: O Declínio do SecondLife e Demais Redes Sociais em Metaversos	57
3.1.1.9	O Reposicionamento da Pesquisa	58
3.2	As Premissas	59
3.3	Síntese do Capítulo	60
4	Metodologia e Desenvolvimento	62
4.1	Seleção do Repositório de Informações	62
4.1.1	A Rede Social Facebook	63
4.1.2	A Rede Social Google+	63
4.1.3	A Rede Social Twitter	64
4.1.4	A Escolha do Facebook como Fonte de Dados	64
4.2	A Escolha dos Indivíduos para Aquisição de Dados	65
4.3	A Coleta de Dados	65
4.4	A Análise Linguística dos Dados Coletados	66
4.4.1	Quantificação dos Traços de Personalidade no Modelo Second Persona	73
4.4.2	Determinação dos Valores PAD (Personality, Arousal, Dominance) a Partir dos Traços NEOAC	75
4.5	Fatores de Segunda Ordem	77
4.5.1	Fatores de Segunda Ordem Para Neuroticismo	77
4.5.2	Fatores de Segunda Ordem para Extroversão	80
4.5.3	Fatores de Segunda Ordem para Abertura Para Experiência (Openness)	84
4.5.4	Fatores de Segunda Ordem para Amabilidade (Agreeableness)	88
4.5.5	Fatores de Segunda Ordem Para Escrupulosidade ou (Conscientiousness)	93

4.6	Dados Para Animação	96
4.7	Considerações Finais Relativas à Metodologia	98
5	Conclusão	100
6	Trabalhos Futuros	102
	Referências	103

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

1	Masahiro Mori: Uncanny Valley. Extraído de “Uncanny Valley Revisited” (GEE; BROWNE; KAWAMURA, 2005b)	14
2	Uncanny Valley - NVIDIA GPU Tech Conference 2013. YouTube: http://www.youtube.com/watch?v=CvaGd4KqlvQ (28/11/2014)	15
3	Infraestrutura do sistema SecondLife (2008) http://www.infoq.com/presentations/Second-Life-Ian-Wilkes (24/06/2008)	21
4	Sistema de mundos virtuais Krestianstvo. O <i>espelho</i> é portal para outro <i>universo</i>	22
5	Modelo OCC de emoções. Extraído de (ORTONY, 1990, página 19)	29
6	Distinção conceitual entre percepção/cognição e personificação na arquitetura WASABI. extraído de (BECKER-ASANO; I.WACHSMUTH, 2008)	31
7	Exemplo de clusterização de emoções no espaço PAD. Extraído de (ZHANG et al., 2007)	36
8	Expressões faciais de avatares no SecondLife http://wiki.secondlife.com/wiki/File:SL_face_expressions.jpg	49
9	Exemplo de excitação calculada NEOAC a partir de frequências de fatores LIWC e correlações calculadas de acordo com Yarkoni(YARKONI, 2010)	74
10	Diagrama Cálculo fatores PAD para Second Persona	77
11	Fatores de segunda ordem para Neuroticidade (exemplo)	84
12	Fatores de segunda ordem para Extroversão (exemplo)	88
13	Fatores de segunda ordem para Abertura Para Experiência ou “Openness” (exemplo)	89
14	Fatores de segunda ordem para Amabilidade ou “Agreeableness” (exemplo)	92
15	Fatores de segunda ordem para Escrupulosidade ou “Conscientiousness” (exemplo)	96

LISTA DE TABELAS

1	Variáveis do Modelo OCC	32
2	Octantes do espaço PAD	33
3	Regras para cálculos de emoções no modelo OCC	35
4	Avaliação emoções por heurística em (NEVIAROUSKAYA; PRENDINGER; MITSURU, 2007)	42
5	Dicionário de Estruturas Com Valor Emocional/Afetivo	54
6	Tabela de Influência dos Fatores Emocionais Externos	54
7	Exemplo de “log” de dados extraídos de posts no Facebook, Twitter, SL Chat	56
8	Contagem absoluta de elementos LIWC	69
9	Valores LIWC uniformizados	70
10	Valores calculados para média e desvio padrão dos fatores LIWC	70
11	Correlações de pearson e aplicabilidade conforme determinado por Yarkoni(YARKONI, 2010)	71
12	Exemplo de tabela frequência vs correlação	73
13	Valores N, E, O, A e C calculados	75
14	Fatores de Segunda Ordem para Neuroticidade	77
15	Fatores de segunda ordem para neuroticismo	80
16	Fatores de Segunda Ordem Para Extroversão	80
17	Fatores de segunda ordem para extroversão	83
18	Fatores de Segunda Ordem Para Abertura Para Experiências (Openness)	84
19	Fatores de segunda ordem para openness	88
20	Fatores de Segunda Ordem para Amabilidade	89
21	Fatores de segunda ordem para agreeableness	92
22	Fatores de Segunda Ordem Para Escrupulosidade (Conscientiousness)	93
23	Fatores de segunda ordem para conscientiousness	95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	3 Dimensões, Visualização Espacial
3DVW	<i>3D Virtual World</i>
AI	<i>Artificial Intelligence</i>
BFI	<i>Big Five Inventory</i>
Big-3	<i>The 3 Traits Personality Model</i>
Big-5	<i>The 5 Traits Personality Model</i>
CW	<i>Content Word</i>
DC	<i>Downloadable Content</i>
DLC	<i>Downloadable Content</i>
FPS	<i>First Person Shooter</i>
HCI	<i>Human Computer Interface</i>
HFW	<i>High Frequency Word</i>
IA	<i>Inteligência Artificial</i>
LIWC	<i>Linguistic Enquire Word Count</i>
LSL	<i>Linden Script Language</i>
MMORPG	<i>Massively Multi-user Online Role Playing Game</i>
MV3D	<i>Mundo Virtual 3D</i>
NEOAC	<i>Neuroticity, Extraversion, Openness, Agreeableness, Conscientiousness</i>
NEO-PI	<i>Neo Personality Inventory</i>
NEO-PI-R	<i>Neo Personality Inventory Revised</i>
NLP	<i>Natural Language Processing</i>
NPC	<i>Non Playable Character</i>
OCC	<i>Ortony, Clore, Collins (modelo cognitivo)</i>
P2P	<i>Peer to Peer</i>
PAD	<i>Pleasure, Arousal, Dominance</i>
RPC	<i>Remote Program Control</i>
RPG	<i>Role Playing Game</i>
SDK	<i>System Development Kit</i>
UID	<i>User Identification</i>

USP	Universidade de São Paulo
VB	<i>Virtual Being</i>
VW	<i>Virtual World</i>

1 INTRODUÇÃO

Mundos Virtuais 3D, *3D Virtual Worlds* ou *3DVW* são ambientes computacionais de simulação baseados em interfaces multimídia complexas e que envolvem visualização 3D estéreo, sonorização estéreo surround (*Dolby Surround*¹) e feedback tátil (por exemplo através do uso de recursos de vibração dos controladores de jogos usados como interfaces de comando homem-máquina ((ED.), 2010).

Os *3DVWs* simulam ambientes físicos habitados por entidades virtuais. Assim, eles implementam uma física virtual que rege as interações dos elementos (corpos físicos, fluidos e ondas) e, também, um conjunto de regras que rege a interação entre as entidades virtuais que o habitam.

De maneira geral, os *3DVWs* desenvolvidos para aplicações relacionadas a fatos do mundo real como treinamentos e mesmo entreterimento realista (jogos de computador realistas) procuram oferecer ao usuário uma experiência fortemente relacionada com as expectativas deste baseadas em sua experiência cotidiana. Ou seja: as leis físicas implementadas são fortemente relacionadas às leis físicas do mundo real e as regras de interação entre os seres que habitam o mundo virtual são, também, metáforas realistas da comunicação no mundo real (DAVIS et al., 2009).

Uma forma de medir a qualidade de um *3DVW* (*mundo virtual 3D*) relativa ao atendimento das expectativas do usuário no quesito associação a experiências do mundo real é o grau de imersão atingido pelo usuário neste mundo virtual (GEE; BROWNE; KAWAMURA, 2005a; GUTIERREZ; THALMANN; VEXO, 2004; KOZASA et al., 2006).

Por imersão entende-se o estado cognitivo em que o usuário imagina estar presente neste mundo virtual. Existem diferentes formas de presença no mundo virtual. A mais convencional refere-se ao rompimento das barreiras cognitivas que separam o usuário do mundo virtual: o indivíduo sente-se efetivamente presente no mundo virtual. Neste estado, o próprio metabolismo do usuário responde aos eventos que ocorrem no mundo virtual. Comprova-se experimentalmente que o indivíduo aciona áreas do cérebro que respondem às ações físicas (correr, encolher-se, esticar-se, pular, verbalizar, etc) que seriam usadas para a realização de tarefas no mundo real (SCHILBACH et al., 2006; HAN et al., 2005). Outra forma de presença é aquela em que o

¹ *Dolby Stereo* e *Dolby Surround* são marcas registradas do *Dolby Laboratories*

usuário atua como um manipulador de marionetes. Neste caso o realismo do ambiente pode ser relaxado, desde que a manipulação exija que o usuário abstraia o mundo real e passe a raciocinar em termos do mundo virtual.

O rompimento das barreiras cognitivas entre o mundo real e o mundo simulado (virtual) é fundamental para certas categorias de uso de mundos virtuais (KURATATE et al., 2009). Particularmente no caso das simulações de treinamentos e nos jogos de ação multijogadores do tipo *FPS* (*first person shooter*), onde times competem por um objetivo usando recursos equivalentes aos do mundo real, a imersão por realismo é indispensável (BARELLA et al., 2007). Neste caso, grupos de usuários interagem entre si e também com robôs presentes no mundo virtual. Tais robôs são usualmente chamados de *NPCs* (*non playable characters*).

Os *NPCs* podem ou não ser antropomórficos. Nos jogos de ação, por exemplo, os *NPCs* podem ser soldados, monstros, robôs (mecânicos), animais, entidades (espíritos, por exemplo). É de particular interesse neste estudo o caso dos *NPCs* humanos e, neste campo, é de particular interesse a emulação de comportamentos físicos *conscientes*, *inconscientes* e de reflexos dos *NPCs*.

As personificações dos usuários no mundo virtual são chamadas de avatares. Novamente, os avatares podem ou não ser antropomórficos. No caso dos avatares antropomórficos, eles podem ou não ser humanos (no caso negativo eles são humanoides, robôs ou entidades como espíritos, por exemplo). No caso dos avatares humanoides, eles podem ou não refletir características reais do usuário (gênero, idade, etnia, fenótipo). É de particular interesse nesse estudo o conjunto de comportamentos físicos *conscientes*, *inconscientes* e de reflexos dos avatares.

O *Uncanny Valley* é um conceito expresso inicialmente pelo roboticista japonês Masahiro Mori (MORI, 1970) que, de forma empírica, expressa a relação entre representações humanas (forma, movimento e locução) e o modo como as pessoas percebem tais representações (familiaridade/conforto). A idéia de *Uncanny Valley* pode ser resumida da seguinte forma: à medida que aumenta-se o realismo da representação de um humano, sentimo-nos mais familiares com ela. Entretanto, a partir de um determinado ponto, incrementos no realismo passam a causar estranheza: as pequenas diferenças entre a representação e a experiência do mundo real promovem correlações incômodas (a representação parece um cadáver ou zumbi, por exemplo). A partir desse ponto de inflexão, para se retomar a familiaridade com a representação é necessário um grande incremento na qualidade dela, como representado na figura 1.

Uma das questões mais importantes para a imersão do usuário em *3DVWs* realistas é como evitar que ele caia na zona de desconforto do *Uncanny Valley* (KURATATE et al., 2009). Há duas estratégias básicas: manter o nível de realismo em região anterior ao vale e utilizar outros recursos para garantir a imersão ou então garantir que as representações de humanos e animais

Figura 1: Masahiro Mori: Uncanny Valley. Extraído de “Uncanny Valley Revisited” (GEE; BROWNE; KAWAMURA, 2005b)

estejam além do vale.

Um dos grandes desafios das futuras gerações de simuladores de mundos virtuais, tanto para aplicações profissionais como lúdicas é ter representações humanas que estão além da região de estranheza (KURATATE et al., 2009; GEE; BROWNE; KAWAMURA, 2005a). Este é um desafio com diversos aspectos. Um aspecto que tem sido bastante abordado é a geração de representações 3D de altíssima fidelidade.

Considerando o mapeamento do *Uncanny Valley* como apresentado na **2013 GPU Technology Conference NVIDIA - 18-21 março 2013 - San Jose, CA, USA**, percebemos que o personagem *mãe de Grendel* do filme **A Lenda de Beowulf** (IMDb: <http://www.imdb.com/title/tt0442933/>) que é uma animação sobre um modelo da atriz Angelina Jolie, apesar do grande realismo encontra-se no vale da estranheza. Isso ocorre porque, a despeito da grande similitude com a atriz, as expressões são sutilmente mecânicas e os movimentos são sutilmente diferentes daqueles executados por humanos.

Assim, o grande desafio para a superação do intervalo de estranheza é aperfeiçoar a emulação das expressões e das gesticulações (“*gait*” ou *gingado*) dos personagens artificiais (NPCs e avatares). Tal aperfeiçoamento

Figura 2: Uncanny Valley - NVIDIA GPU Tech Conference 2013. YouTube: <http://www.youtube.com/watch?v=CvaGd4KqlvQ> (28/11/2014)

envolve três ramos distintos de desenvolvimento técnico científico.

No primeiro ramo enquadra-se a aquisição das expressões e do gingado (*'gait'*). Normalmente isso é feito utilizando tecnologias de digitalização 3D para a obtenção de modelos realistas de seres humanos e tecnologias de captura de movimento para o modelamento da dinâmica de movimento (incluindo-se aí a dinâmica das expressões faciais). Neste ramo também são utilizadas técnicas para obtenção das texturas relevantes (pele, poros, cicatrizes, verrugas, manchas) que caracterizam um personagem.

O segundo ramo é constituído por modelos computacionais de emoção e por modelos computacionais de inteligência (*'IA'* ou inteligência artificial). O modelamento computacional de processos emocionais permite o desenvolvimento de autômatos e avatares cujo comportamento social seja natural e tais que permitam o estabelecimento de relações de empatia (positiva ou negativa) com os usuários. Os modelos computacionais de inteligência permitem que os autômatos realizem atividades nos mundos virtuais análogas àquelas que humanos e autômatos realizam no mundo real.

O terceiro ramo engloba os modelos de interação entre os usuários humanos e suas contra-partes nos mundos virtuais. Trata do modelamento de interfaces homem-máquina que permitem ao sistema que gerencia o ambiente virtual inferir os estados emocionais dos usuários e informá-los aos *NPCs* e avatares.

O presente estudo aborda o segundo e terceiro ramos: modelos computacionais de emoção e inteligência e modelos de interação entre sistema e usuários.

No sub-campo de *IA*, há modelos de mundo virtual onde uma única máquina

de *IA* avalia o estado do sistema e deriva as ações para os diversos *NPCs* e há modelos onde há máquinas de *IA* individuais, uma máquina para cada *NPC* (GREGORY, 2009).

O primeiro modelo privilegia uma análise do contexto global do mundo virtual, onde os *NPCs* acabam sendo semi-autônomos. Tal modelo é favorecido por arquiteturas de hardware mais simples, com menor poder de processamento e por arquiteturas de software mais simples, com simplificação do processamento paralelo (GREGORY, 2009).

O segundo modelo abre a possibilidade de inteligência e personalidade individuais para cada *NPC* e para cada avatar. Por ser um modelo mais complexo e por demandar mais recursos computacionais (processamento *multicore*, mais uso de memória, necessidade de implementação de protocolos de comunicação entre múltiplos processos e *threads*), sua utilização é mais recente (GREGORY, 2009).

O presente estudo aborda modelos onde há instâncias individuais de máquinas de inteligência artificial (*IA*) para cada *NPC* e avatar. Essas instâncias comunicam-se entre si e com o ambiente de *VW* por meio de protocolos de comunicação e são executadas assincronamente.

1.1 Tese

Através da análise do corpo de texto produzido por usuário em mídia social e mesmo no ambiente de *3DVW* é possível construir modelo de personalidade aderente às teorias cognitivas comportamentais (RUSSEL; MEHRABIAN, 1977) e cuja representação seja um campo nas dimensões *PAD* (*Personality, Arousal, Dominance*). Ainda através da análise da comunicação em linguagem natural recente e da análise ambiental é possível derivar emoções instantâneas aderentes ao modelo *OCC* (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988) e estabelecer o estado emocional em um determinado momento. Os aspectos mecânicos da persona (comportamento externo observável) para avatares e *NPCs* são construídos programacionalmente por meio de observação (comportamento do usuário) ou por mecanismos computacionais descritivos (animação programacional) de tal forma que a eles sejam adicionados gingados, expressões e demais manifestações comportamentais relacionadas ao estado emocional. O estado emocional mapeado sobre a persona produz uma realização comportamental de avatares e *NPCs* tal que minimiza o fator de estranheza (leva a representação além do “*Uncanny Valley*”).

1.2 Objetivos

Dentre os objetivos dessa tese temos:

- Criar um modelo de personalidade como campo nos eixos dos traços emocionais segundo a teoria dos cinco grandes traços de personalidade ('Big-5') a partir de análise de corpo de comunicação em linguagem natural;
- Redução do modelo para coordenadas *PAD*;
- Criar um modelo de estado emocional como ponto no campo de personalidade (características dinâmicas);
- Criar um modelo de estímulos emocionais (compatível como *OCC*) na forma de perturbações de estado no modelo de personalidade. Estímulos categorizados como:
 - Consequências de eventos:
 - * Consequências para o agente,
 - * Consequências para os outros.
 - Ações de agentes:
 - * Ações do próprio agente,
 - * Ações de outros agentes.
 - segundo
 - Aspectos de objetos;
- Mapear comportamento exibido (persona) sobre estado emocional;
- Mapear a transição entre estados emocionais a partir de sequências de estímulos;
- Consolidar o modelo;
- Validar o modelo;
- Apresentar conclusões experimentais.

1.3 Conteúdo e Organização

A presente tese descreve um modelo de processamento afetivo que pode ser usado para implementar personalidade em avatares em mundos virtuais 3D. Este modelo apresenta, entretanto, abrangência maior e pode ser utilizado em diversos campos de processamento afetivo onde a determinação dos traços de personalidade de uma pessoa e seu possível estado emocional presente são relevantes.

A presente tese está organizada da seguinte forma:

Na **Introdução** são apresentados os pressupostos para a tese, a finalidade do trabalho.

No capítulo **Estado da Arte** é apresentado o estado da arte na área de processamento afetivo voltado à determinação de personalidade e estado emocional.

No capítulo **O Modelo Second Persona** é apresentado o modelo desenvolvido nessa tese. É feita uma **Introdução** ao modelo, é apresentado o **Histórico** da pesquisa, são elicitadas as **Hipóteses** pertinentes ao modelo e é apresentada a **Tese** que se pretende defender.

No capítulo **Metodologia e Desenvolvimento** é descrita a metodologia empregada, o desenvolvimento realizado e os resultados obtidos em termos do modelo.

No capítulo **Conclusão** são apresentadas as considerações finais relativas ao trabalho desenvolvido.

O capítulo **Trabalhos Futuros** são apresentadas indicações de possibilidades de futuros desenvolvimentos que expandem o alcance da presente tese.

2 ESTADO DA ARTE

Aqui apresentamos o estado da arte nos campos dos *Mundos Virtuais 3D*, da construção e operação de *Personagens Críveis*, das *Quantificações de Personalidade* e suas expressões na forma de simulacros computacionais que chamamos de *Personas*.

2.1 Mundos Virtuais 3D

Com o advento dos sites de buscas no início da década de 1990¹ e posteriormente das chamadas *redes sociais* a partir de meados da década de 1990², inventários de dados cada vez maiores, que permitem o modelamento de hábitos, conhecimentos, relacionamentos e personalidades de seus usuários começaram a ser construídos.

Historicamente tais inventários tem sido utilizados pelas empresas que operam tais redes sociais com a finalidade de gerar receitas que as sustentem. Como exemplos de utilização podemos mencionar estatísticas de tendências, estatísticas demográficas, modelos de fluxo de informações, marketing orientado, etc. Neste trabalho não serão feitas considerações sobre as implicações éticas de tal uso de informações pessoais.

De qualquer forma, grande parte deste inventário está à disposição dos usuários. Os usuários, de maneira geral, tem acesso aos próprios dados mas, através de ferramentas de rastreamento (*'crawling'*) conseguem obter grande quantidade de informações relativas a outros usuários. Muitas vezes as próprias redes sociais fornecem ferramentas de pesquisa bastante adequadas (no Twitter, por exemplo, há mecanismos de busca por alias (*'username'*) ou por referência (*#-tagged posts* ou *hash-tagged posts*)).

A tecnologia para construção de mundos virtuais ou *VWs* tem estado disponível desde meados da década de 1980³. A partir de então, com o aumento da capacidade computacional e com a disponibilidade de redes de comunicação cada vez mais rápidas, diversas iniciativas envolvendo o conceito de *VWs* aconteceram:

¹ Archie: 1990

² A primeira rede social *Sixdegrees* data de 1997

³ Lucas Films lança o MMOLRPG *Habitat* em 1984 para a plataforma Comodore 64

- 1982: William Gibson publica *Burning Chrome* onde é introduzida a palavra *cyberspace* ou *ciberespaço*
- 1984: O primeiro *MMORPG* *Islands of Kesmai* é lançado.
- 1984: William Gibson publica *Neuromancer*.
- 1985: Lucas Films lança *Habitat* primeiro *MMORPG* com interface gráfica.
- 1988: Habitat é aberto para uso público como *Club Caribe*.
- 1988: Habitat é licenciado para a Fuji Inc. para uso no Japão.
- 1992: *Ultima Underworld* é o primeiro *RPG* 3D.
- 1992: O livro *Snow Crash* de Bruce Sterling é lançado e enseja uma nova visão para VWs. Neste livro é cunhada a palavra *metaverse*.
- 1993: Primeiro protótipo de *Cybertown*
- 1994: Fujitsu licencia e modifica *Habitat* para distribuição. Depois o produto veio a se tornar *Vzones* *Dreamscape* e os outros dois *Vzones* eram *newHorizons* e *Second Kingdom*.
- 1995: *Cybertown* é lançado comercialmente.
- 2002: *The Sims Online* é lançado.
- 2003: *SecondLife* é lançado.
- 2003: *There* (depois *Forterra*) é lançado.
- 2003: *OpenCroquet* é lançado.
- 2004: *World of Warcraft* é lançado.
- 2008: *OpenCobalt* torna-se *spin off* do *OpenCobalt*.
- 2010: *Open Wonderland* torna-se um *spin off* suportado por comunidade do *Project Wonderland*, uma infra-estrutura de metaverso da Sun para desenvolvimento cooperativo.

Os VWs existentes, como ambientes de simulação contínua, suportam agentes autônomos funcionando de forma contínua.

VWs como o *SecondLife* apresentam uma metáfora de mundo baseada em mapa plano, subdividido em unidades de simulação (no caso do *SecondLife* unidades equivalentes a 256x256m), cada unidade é processada por um processador (ou “core”) na malha de servidores. Outros VWs apresentam uma metáfora de mundo baseada em *universos paralelos* entre os quais se pode navegar a partir de *portais*.

Figura 3: Infraestrutura do sistema SecondLife (2008) <<http://www.infoq.com/presentations/Second-Life-Ian-Wilkes>> (24/06/2008)

A arquitetura do sistema *SecondLife* como apresentada em 15 de dezembro de 2008 por Ian Wilkes, então VP de desenvolvimento da empresa *Linden Labs* está representada na figura 3.

No primeiro caso temos uma situação de simulação contínua, centralmente gerenciada e modelada em paralelismo uniforme. O código do(s) simulador(es) é proprietário. A possibilidade de adição de agentes autônomos e a liberdade de movimentação de tais agentes autônomos é controlada pelo provedor do serviço de mundos virtuais (no caso do SecondLife, o *Linden Labs*).

No segundo caso temos uma situação em que diversos clusters de simuladores (no limite clusters unitários, ou seja, um único nó de processamento) interconectam-se através de protocolos *P2P* e onde a transição de um *universo* para outro é feita por meio de portais. A figura 4 mostra o *screen shot* do sistema de simulação de mundos virtuais *Krestianstvo* no modo de edição. O *espelho* é um portal para outro universo.

Neste caso a estrutura de simulação pode ser completamente heterogênea (32 ou 64 bits, Microsoft Windows ou Apple OSX ou Linux, e mesmo o próprio

Figura 4: Sistema de mundos virtuais Krestianstvo. O *espelho* é portal para outro *universo*

simulador - *software* - diferente) e as únicas restrições são um padrão para comunicação entre servidores e um padrão de meta-descrição de objetos de tal forma que as representações possam ser convertidas entre simuladores.

Ainda neste caso, as capacidades de manutenção de agentes autônomos sendo executados continuamente depende de cada nó de simulação. Mais, a gestão de baixo nível de tais agentes é local em cada nó (capacidades, permissões, uso de memória, etc).

Mais ainda: considerando que os agentes autônomos são móveis (podem transitar entre mundos virtuais), os simuladores devem ser construídos de forma a suportar - no mínimo - a descrição de tais agentes através de *scripting language* padronizado e cross-platform de tal modo que o agente, em si, não precise recompilar-se ou sofrer 'mutação de código' para transitar entre um nó e outro de simulação.

Evidentemente os *NPCs* são autômatos ou robôs. Mas, por existirem em *VWs* estão sujeitos a regras inerentes a estes ambientes de simulação:

1. Os *NPCs* podem ter a capacidade de interfacear com usuários no *VW*. Assim, serão representados ou como objetos (ex: *bolinhas do SecondLife*) ou como seres (animais, monstros, humanoides ou humanos).
2. Os *NPCs* podem ter a capacidade de executar tarefas *fora* dos *VWs*. Por exemplo: os *NPCs* podem ser dotados de facilidades que possibilitem

buscas em sites de busca (como, por exemplo, Google ou Yahoo) ou postar *twitts* no *Twitter*, comentários no *Facebook* ou até ter interfaces com dispositivos físicos (abertura e fechamento de portas, atuação sobre controles de máquinas e equipamentos, etc).

3. Os *NPCs* gerenciam inventários (*assets*) dentro e fora dos *VWs*. Por exemplo, nos *VWs* os *NPCs* podem dispor de recursos como *dinheiro virtual*, mapas, etc e, fora dos *VWs* os *VBs* podem manipular recursos como efetuar operações com sistemas de pagamento eletrônico (por exemplo, realizar o pagamento no mundo real pela aquisição de um *'bem'* ou *'asset'* no mundo virtual, ou o contrário, realizar o pagamento de um item no mundo real comprado através do mundo virtual como os *DCs* de jogos).
4. Os *NPCs* necessitam sistemas de controle dentro e fora dos *VWs*. Por exemplo: sob determinadas circunstâncias pode ser necessário interromper a operação dos *NPCs*. Tal atividade deve ser realizável a partir de comandos executados no *VW* ou a partir de comandos executados, por exemplo, a partir de interfaces web (HTML) na internet.
5. Dependendo da necessidade de disponibilidade, os *VBs* devem possuir imagens replicadas em diversos nós de simulação de *VW*, de tal forma que, se um nó se tornar indisponível alguma imagem do *NPC* latente em outro nó assume o processamento. Esta regra resulta na necessidade de implementar alguns mecanismos de suporte:
 - (a) : Estrutura de heart-beat para garantir responsividade do *NPC*
 - (b) : Estrutura de arbitragem para identificar o nó faltante
 - (c) : Estrutura de diretório/tracking para localizar *NPC*
6. Dependendo de seus objetivos, os *NPCs* devem ser capazes de migrar para nós de simulação mais próximos do processamento específico. Por exemplo, um *NPC* especialista em identificar padrões de atividade e diversos usuários (por exemplo, qual programação de TV a cabo eles estão seguindo) deve ser capaz de migrar geograficamente, seguindo fusos horários, para manter-se em nós de simulação geograficamente próximos aos telespectadores.
7. Os *NPCs* demandam infra-estrutura e instrumentação que garantam:
 - (a) A segurança e privacidade dos usuários,
 - (b) A segurança do próprio *NPC*,
 - (c) A segurança do sistema de *VW*,
 - (d) A segurança na nuvem

Interação social tem um papel essencial em quase todas as atividades humanas. Tal afirmação soa trivial, mas com o advento das redes sociais

e dos VWs novas modalidades de interação social apareceram. Além das interações tradicionais entre si, os humanos precisam relacionar-se com agentes autônomos inteligentes (*NPCs*) e com personificações de outros humanos em mundos virtuais (*avatares*). Estudos efetuados por Reeves e Nass (REEVES; NASS, 2002) mostram que os humanos tendem a estabelecer relações de modalidade humana com entidades que apresentem formas de comportamento humanizado.

O comportamento social dos *NPCs* e *avatares* na geração atual de jogos e outras modalidades de mundos virtuais ainda é muito simples. Na maior parte das vezes, quando um nível de *humanidade* mais profundo é necessário, os projetistas fazem uso de vídeos pré-gravados, também conhecidos por '*cut scenes*'. Durante a execução do jogo, os personagens de suporte (*NPCs*) tem comportamento estereotipado, ou aparecem apenas em determinados momentos como *batalhas* (onde a complexidade das relações sociais é reduzida pela dinâmica do jogo) ou a câmera é movida para uma distância tal que detalhes da expressividade dos *NPCs* e *avatares* tornam-se indistintos e menos importantes (AFONSO; PRADA, 2009; ALLBECK, 2009; BURDEN, 2009; HUDLICKA; BROEKENS, 2009).

Entretanto, na medida em que os *video games* e as demais aplicações de VWs se tornam mais avançadas, a necessidade de *NPCs* críveis aumenta. Seja porque a transição entre as fases narrativas dos jogos (onde há predominância de *cut scenes*) para as fases interativas (ou *gameplay*) está se tornando transparente (*seamless*) ou porque a interação entre os participantes dos jogos (jogadores e *NPCs*) está se tornando mais elaborada (BAKKES; SPRONCK; van Den Herik, 2009; BURDEN, 2009; DIGNUM et al., 2009).

O mesmo fenômeno tem sido observado nos mundos virtuais 3D sociais como *SecondLife* (ULLRICH et al., 2008; MORIE; VERHULSDONCK, 2008). Se, num primeiro momento *avatares* 'rascunhados', dotados de roteiros simples de animação eram suficientes para atrair o interesse do público, cada vez mais comportamento complexo se torna necessário para mantê-lo. Atualmente, a necessidade de incorporar emoção e expressividade de modo a criar uma persona crível para *avatares* e *NPCs* é uma importante frente de pesquisa.

A tarefa de incorporar comportamentos sociais complexos em *avatares* e *NPCs* não é trivial: há que se lidar com limitações na forma como os simuladores manipulam seus agentes, como scripts podem ser associados a agentes, como a adição de tais comportamentos impacta o desempenho dos simuladores. Tais questões tem sido em geral tratadas a partir do uso de infra-estruturas complementares como em (PRENDINGER et al., 2010, using MPML3D), (KIPP et al., 2010) and (DOHI, 2009).

2.2 Personagens Críveis

A principal razão para adicionar personalidade e caráter aos *NPCs* e *avatares* é incrementar a afinidade entre os usuários e os *NPCs* e *avatares*, seja o próprio *avatar* do usuário, sejam os *avatares* dos demais usuários presentes no *VW3D*. Tal afinidade é essencial para a imersão (ou seja, o estado mental em que o usuário imagina-se *fisicamente presente* no mundo virtual, tomando parte das ações que nele ocorrem).

Com o aumento da afinidade, consegue-se aumentar a confiança do usuário nos demais usuários (personificados em seus *avatares*), nos autômatos (*NPCs*) e no próprio *VW3D*, no sentido expresso por (ZALTMAN; MOORMAN, 1988):

“... we define trust as an interpersonal or interorganizational state that reflects the extent to which the parties can predict one another's behavior; can depend on one another when it counts; and have faith that the other will continue to act in a responsive manner despite an uncertain future”.

Uma das reclamações mais frequentes dos jogadores de video-games (incluindo-se aí *serious games*, ou seja, jogos para educação e treinamento) é que os *NPCs* são *pouco inteligentes* (DAVIES; MEHDI; GOUGH, 2005; Benjamin Bell, 2010; SELAND, 2008). Tal afirmação significa que, quando os *NPCs* estão atuando do jogador, não é possível ter confiança razoável de que suas ações serão efetivas. Quando os *NPCs* são adversários, eles são muito previsíveis e vencê-los, depois de algum tempo, torna-se uma questão de prática (MCGEE; ABRAHAM, 2010).

É importante notar que se a credibilidade é baseada na confiança. Num *VW3D* um personagem humanoide com cabeça de cão, patas e cauda pode ser absolutamente crível. Como desenvolvido em (ACTON, 2009), credibilidade é estritamente relacionada com a supressão voluntária da descrença, não mantém uma relação estrita e obrigatória com verdade ou com realismo, especialmente quando envolve personagens antropomórficos (GEE; BROWNE; KAWAMURA, 2005a).

Neste trabalho usaremos os requisitos de credibilidade definidos por Gavan Acton em (ACTON, 2009) que, por sua vez, baseou seus argumentos em (LOYALL, 1997):

- Personalidade,
- Emoção,
- Auto-Motivação,
- Mudança,

- Relações Sociais,
- Consistência nas Expressões,
- A Ilusão de Vida.

2.3 Persona e Personalidade

Para *personalidade* será usada a definição apresentada em (LOYALL, 1997, página 16):

‘Personality: all of the particular details - especially details of behavior, thought and emotion - that together define the individual.’

Adiante, (LOYALL, 1997, na página 18) exemplifica com uma análise parcial da atriz americana Mae West desenvolvida com a função de orientar o desenvolvimento de um personagem. Para ilustrar, é apresentada a transcrição:

‘Characteristics of Mae West:

1. Always moving, swaying, weaving in typical poses (hand on hip or arranging hair)
Rotation of body not like hula dance, but from the front.
2. Walk: Plants foot, shifts weight. Longer time on shifting than planting.
3. Talks: Drops eyes, comes up with them half-closed.
Talks out of side of mPersonality traits outh. Little lip movement.
Sideward glances, looks away disinterestedly.
Starts conversation and walks away. Elusive.
4. Arms and shoulders overlapping with body.
Leave body rather than being right with it.’ (LOYALL, 1997)

O exemplo acima apresenta uma descrição *cinemática* da personalidade capturada da atriz Mae West, que pode ser traduzida num conjunto de regras que podem ser usadas proceduralmente num desenho animado, num videogame ou numa simulação. Desta maneira pode-se construir um simulacro de personalidade.

2.3.1 Personalidade e Persona nos Mundos Virtuais 3D, Avatares e NPCs

As descrições de personalidade podem ser obtidas de diversas maneiras. A mais tradicional, historicamente usada para o estabelecimento da personalidade de personagens em apresentações teatrais, filmes e animações, é a anotação do comportamento a partir da observação por um grupo de especialistas. Assim como no caso de Mae West, as formas de comportamento de um determinado personagem são meticulosamente anotadas, bem como as formas de transição entre comportamentos e as *deixas*, ou seja, os gatilhos para mudança de comportamento.

Mais recentemente a aquisição do conjunto de comportamentos que definem a personalidade de um personagem tem sido aumentada pelo uso de ferramentas de captura de movimentos, ferramentas de identificação de expressões, ferramentas de análise de voz e, até mesmo, ferramentas de análise de dados metabólicos (respiração, batimentos cardíacos e outros índices biométricos indicadores de estado emocional).

Os métodos até aqui apresentados (observação por especialista, ferramentas automáticas de captura de movimentos, ferramentas automáticas de captura de expressões e ferramentas automáticas de captura de assinaturas biométricas como voz, respiração, batimentos cardíacos, etc) apresentam limitações importantes, a principal das quais é que servem para estabelecer instantâneos do estado emocional. Para o estabelecimento de características mais profundas da personalidade é necessário o uso de instrumentos que permitem o monitoramento contínuo e de longo prazo do agente humano. Tais instrumentos/ferramentas devem ser não intrusivas (no sentido de não interferir com o comportamento a ser observado). Neste contexto, ferramentas de análise das interações do usuário em mídias sociais como Facebook, Twitter, Google+ são interessantes.

2.3.2 Personalidade e o Modelo OCC

Como citado em (ROBINSON, 2007), personalidade é uma grande subdivisão da Psicologia focada na importante questão de como e porque as pessoas diferem (em termos de comportamento). Para tanto é necessário identificar as dimensões estruturais básicas que compõe a personalidade (ELLIOT; THRASH, 2002). Dois modelos básicos tem sido utilizados. O modelo *Big Five* e o modelo *Big Three*. Neste trabalho utilizamos o modelo *Big Five* conforme validado em (MCCRAE; JR, 1987). Os cinco fatores considerados são:

- **Neuroticism:** ansiedade, mau humor, aborrecimento, inveja, ciúme;
- **Extraversion:** extroversão, comunicativo, enérgico;

- **Openness:** apreciação geral para a arte, emoção, aventura, ideias incomuns, imaginação, curiosidade e variedade de experiências;
- **Agreeableness:** atencioso, simpático, generoso, útil e disposto a comprometer os seus interesses com os outros;
- **Conscientiousness:** auto-disciplina, agir lealmente, e buscar conquistas além das medidas ou expectativas.

Do ponto de vista de modelo de agentes autônomos inteligentes (e mesmo de seres biológicos), a personalidade se refere a conjuntos de comportamentos previstos pelos quais tais agentes ou seres são reconhecidos e identificados (SANTOS et al., 2009). Do ponto de vista deste trabalho, a personalidade dos *NPCs* e *avatares* define o *estado de repouso* (ou seja, conjunto de comportamentos apresentados na ausência de estimulação). A este estado de repouso são aplicados estímulos (emoções) que o deslocam para novos estados transitórios. Os estímulos tem efeito transitório (atenuam-se no tempo) e, na ausência de novos estímulos os *NPCs* e *avatares* retornam ao estado de repouso original (personalidade original).

Em 1988, Ortony, Clore e Collins apresentaram, no livro **The Cognitive Structure of Emotions** (ORTONY, 1990), um modelo de emoção que tornou-se comumente identificado por *OCC* em referência às iniciais dos autores. Este é o modelo de avaliação cognitiva de emoções (*cognitive appraisal model*) mais amplamente aceito.

Os autores propõe que os seres humanos apresentam reações emocionais para as seguintes circunstâncias (ORTONY, 1990):

- Eventos que envolvem a própria pessoa (*self*),
- Agentes que a pessoa crê serem responsáveis por tais eventos,
- Objetos relacionados aos eventos e aos agentes.

Tais situações/circunstâncias que promovem a ocorrência de resposta emocional conduzem a três classes de emoções, cada uma baseada na avaliação de diferentes formas de representação do conhecimento (ORTONY, 1990):

- Consequências de eventos,
- Ações dos agentes,
- Aspectos dos objetos.

O modelo *OCC* categoriza as emoções em três classes, seis grupos e 22 tipos. A representação esquemática de tal representação é feita na figura 5.

Figura 5: Modelo OCC de emoções. Extraído de (ORTONY, 1990, página 19)

Uma das razões para a grande popularidade do modelo *OCC* é que nele as emoções são definidas como reação valenciada⁴ a eventos, agentes e objetos. Implementações computacionais desse modelo são factíveis e o modelo se adapta bem à extração de emoções inclusive a partir de comunicação textual (SHAIKH; PRENDINGER; ISHIZUKA, 2009).

Neste modelo, as emoções tem raízes em três classes de causas:

- São consequências de eventos:
 - Consequências para outras pessoas,

⁴Valência, em psicologia, especialmente no debate sobre as emoções, se entende como o atrativo intrínseco (valência positiva) ou a aversão (valência negativa) de um evento, objeto ou situação

- Consequências para a própria pessoa.
- São consequências de ações de agentes:
 - Sobre o próprio agente,
 - Sobre outros.
- São consequências de aspectos observados de objetos.

O desacoplamento inicial entre a observação de eventos, o registro de ações de agentes e a presença/ausência/proximidade/afastamento de objetos é bastante conveniente do ponto de vista computacional em ambientes de simulação, pois permite que cada uma das causas seja analisada inicialmente dentro de seu contexto computacional, sem grandes rupturas com a estrutura usual das máquinas de jogos utilizadas na operação dos mundos virtuais.

No contexto deste trabalho, conforme (SHAIKH; PRENDINGER; ISHIZUKA, 2009, página 52), o modelo *OCC* fornece uma estrutura de reconhecimento/avaliação de emoções orientada a objetivos, padrões e atitudes, adequada às implementações que fazem reconhecimento de situações de indução emocional a partir de processamento de linguagem natural (*NLP*).

Diversos experimentos, como por exemplo *WASABI* (BECKER-ASANO; I.WACHSMUTH, 2008) fazem uso desse desacoplamento entre cognição e emoção para a elaboração de modelos computacionalmente eficientes para a geração de agentes inteligentes críveis. A figura 6 mostra a distinção entre cognição e personificação propostos na arquitetura *WASABI*.

Adotando uma visão como apresentada por Bartneck em (BARTNECK, 2002), podemos caracterizar cinco processos realizados por um *NPC* para, a partir de um dado evento, calcular o comportamento resultante:

1. **Classificação:** o *NPC* avalia evento, ação ou objeto e identifica quais categorias de emoção são afetadas;
2. **Quantificação:** o *NPC* calcula a intensidade dos estímulos para as categorias emocionais afetadas;
3. **Interação:** o valor emocional do evento, ação ou objeto calculados nas etapas de *classificação* e *quantificação* é interagido com o estado emocional corrente do **NPC**;
4. **Mapeamento:** o estado emocional resultante após o processo de *interação* é mapeado sobre alguma das 22 categorias do modelo *OCC* ou um subconjunto delas;
5. **Expressão:** O estado emocional é infundido no *NPC* e apresentado na simulação de mundo virtual.

Figura 6: Distinção conceitual entre percepção/cognição e personificação na arquitetura WASABI. extraído de (BECKER-ASANO; I.WACHSMUTH, 2008)

A estrutura de processos apresentada acima é bastante conveniente, pois permite modularizar as atividades referentes à infusão de emoção (e personalidade) em *NPCs* e avatares e possibilita a proposição de arquiteturas de sistemas computacionais que implementam tais características de seres animados.

Ainda é conveniente seguir o proposto por (BARTNECK, 2002) para caracterizar cada um dos cinco processos propostos e encadeá-los em um algoritmo para processamento de emoções.

No contexto de cada ciclo de simulação em um ambiente de mundos virtuais, o estado de cada *NPC* e avatar é calculado. Neste momento os efeitos dos eventos, ações ou objetos influentes, resultantes do ciclo de simulação imediatamente anterior (atraso necessário para manter causalidade) são avaliados para cada *NPC*. Assim, a primeira etapa do algoritmo de processamento de emoções constitui a *Classificação*.

Para poder classificar as influências sobre um *NPC*, é importante conhecer o impacto emocional que cada objeto, ação ou evento provocam sobre este. A rigor é um conhecimento prévio, que precisa estar ao alcance do programador para que este o inclua no modelamento do personagem. Em situações da vida real, quando trabalhamos com personagens humanos ou com animais, sempre é possível experimentar: verificar as reações dos personagens ao que acontece ao seu redor e, a partir da observação, convergir para resultados satisfatórios. Entretanto, quando se trabalha com seres artificiais, tal experimentação é mais complicada. Por exemplo, no mundo real temos personagens mais ou menos tímidos. Tais personagens vão reagir a situações como, por exemplo, reprimendas e cumprimentos de formas diferentes. Entretanto, uma vez observado o comportamento geral do personagem, é possível criar um modelo em que as reações como alegria/tristeza ou confiança/apreensão estejam ponderadas para as diversas situações. Já quando tratamos de personagens sintéticos, tais reações precisam ser pré-modeladas e, eventualmente ajustadas através de mecanismos de feedback adequados ao contexto de uso de tais personagens.

Do ponto de vista de modelamento, o modelo *OCC* possui dois tipos de variáveis: aquelas que são indutivas (induzem emoções) e as variáveis que refletem a intensidade das emoções (SHAIKH; PRENDINGER; ISHIZUKA, 2009). A tabela 1, apresentada em (SHAIKH; PRENDINGER; ISHIZUKA, 2009, pg. 53) fornece a lista das variáveis do modelo e seus possíveis valores.

As Variáveis do Modelo OCC de Emoções		
Tipo	Nome da Variável	Valores Possíveis
Agent-based	agent_fondness(af)	liked, not_liked
	direction_of_emotion(de)	self, other
Object-based	object_fondness(of)	liked, not_liked
	object_appealing(oa)	attractive, not_attractive
Event-based	self_reaction(sr)	pleased, displeased
	self_presumption(sp)	desirable, undesirable
	other_presumption(op)	desirable, undesirable
	prospect(pros)	positive, negative
	status(stat)	unconfirmed, confirmed, disconfirmed
	unexpectedness(unexp)	true, false
	self_appraisal(sa)	praiseworthy, blameworthy
Intensity	valenced_reaction(vr)	true, false
	event_deservingness(ed)	high, low
	effort_of_action(eoa)	obvious, not_obvious
	expected_deviation(edev)	high, low
	event_familiarity(ef)	common, uncommon

Tabela 1: Variáveis do Modelo OCC

Octantes do Espaço P,A,D		
P,A,D	Definição	Características
$P > 0, A > 0, D > 0$	Exuberante	Extrovertido, alegre, sociável
$P > 0, A > 0, D < 0$	Dependente	Ligado a outros, dependente de outros ou de ajuda, positivo e sociável
$P > 0, A < 0, D > 0$	Relaxado	Confortável, seguro, confiante, resistente ao stress
$P > 0, A < 0, D < 0$	Dócil	Agradável, não emotivo, submisso, conformado, simpático
$P < 0, A > 0, D < 0$	Ansioso	Aborrecido, nervoso, inseguro, tenso, triste, propenso à doença
$P < 0, A > 0, D > 0$	Hostil	Nervoso, emocionalmente negativo, possivelmente violento
$P < 0, A < 0, D > 0$	Desdenhoso	Desprezando os outros, solitário, distante e calculista, anti-social
$P < 0, A < 0, D < 0$	Aborrecido	Triste, solitário, afastado, fisicamente inativo

Tabela 2: Octantes do espaço PAD

Conforme mencionado anteriormente, o modelo *OCC* abrange vinte e dois tipos de emoção e dois estados cognitivos. Na tabela 3 apresentamos as regras (do ponto de vista do agente ou *self*) para o cálculo dos tipos de emoção. Essas regras são baseadas num modelo de camadas de personalidade, humor (*mood*) e emoção. Neste caso, personalidade é considerada o estado inicial do agente, representada como um ponto no espaço (tridimensional), o humor é representado por posições relativas ao tempo no espaço PAD:

- **Pleasure** (prazer),
- **Arousal** (excitação),
- **Dominance** (dominância).

Estes parâmetros P,A,D definem um espaço tridimensional. Tal espaço pode ser dividido em oito quadrantes, limitados pelos planos PA, PD e AD. Os octantes definem espaços segundo a tabela 2. Para efeito do presente trabalho os eixos P, A e D variam no intervalo $[-1, +1] \in \mathbb{R}$

Emoções são modificadores do humor no espaço *PAD* e, conforme dito, ocorrem em função de eventos e o seus efeitos atenuam-se em função do tempo. Na tabela 3 apresentamos as emoções definidas pelo modelo *OCC* e as regras em termos de estímulos nos eixos *P*, *A* e *D* que tais emoções causam. A quarta coluna da tabela indica a direção para a qual a emoção tende a deslocar a personalidade do *NPC* ou *avatar*.

É importante reforçar que as emoções tem efeitos transitórios: suas intensidades variam no tempo em função de estímulos fornecidos e as influências dos estímulos decaem no tempo a partir da cessação deles. (PARK et al., 2011) apresentam um interessante modelo para dotar personalidade a autômatos usando o modelo *OCC* de emoções. Inicialmente é proposto o mapeamento das emoções possíveis na teoria *OCC* para um conjunto de seis emoções básicas no espaço *PAD*:

- alegria,
- surpresa,
- desgosto,
- raiva,
- medo,
- tristeza.

Os autores partem do mapeamento no espaço *PAD* de 151 termos que denotam emoções, realizado por Russel e Mehrabian (RUSSEL; MEHRABIAN, 1977, págs. 286-289) e utilizam a técnica *k-means* para reduzir tal mapeamento a seis clusters, correspondendo às seis emoções citadas.

Assim, a idéia básica é reduzir as 151 observações $x_0, x_1, \dots, x_{151}$ para as categorias $S = e_1, \dots, e_6$. A equação básica para essa categorização é:

$$\arg_s \min \sum_{i=1}^6 \sum_{x_j \in e_i} \|x_j - \mu_i\|^2 \quad (2.1)$$

Para verificar a validade da clusterização (PARK et al., 2011) utilizaram o critério Davies-Bouldin.

$$DB = \frac{1}{c} \sum_{i=1, i \neq j}^c \max\left(\frac{\sigma_i + \sigma_j}{d(m_i, m_j)}\right) \quad (2.2)$$

Regras para definição de emoções no modelo OCC			
Emoção	Regra	Definição	Mood Octant
Joy	[+P+A+D]	Pleased about a desirable event	Exuberant
Distress	[-P-A-D]	Displeased about an undesirable event	Bored
Happy_for	[+P+A+D]	Pleased about an event desirable for a liked agent	Exuberant
Sorry_for	[-P-A-D]	Displeased about an event undesirable for a liked agent	Bored
Resentment	[-P-A-D]	Displeased about an event desirable for another agent who is not a liked agent	Bored
Gloating	[+P-A-D]	Pleased about an event undesirable for another agent who is not a liked agent	Docile
Hope	[+P+A-D]	Pleased about positive prospect of a desirable unconfirmed event	Dependent
Fear	[-P+A-D]	Displeased about a negative prospect of undesirable unconfirmed event	Anxious
Satisfaction	[+P-A+D]	Pleased about confirmation of positive prospect of desirable event	Relaxed
Fears_confirmed	[-P-A-D]	Displeased about confirmation of negative prospect of undesirable event	Bored
Relief	[+P-A+D]	Pleased about disconfirmation of negative prospect of undesirable event	Relaxed
Disappointment	[-P+A-D]	Displeased about disconfirmation of positive prospect of desirable event	Anxious
Shock	[-P-A-D]	Distress emotion with unexpected undesirable event	Bored
Surprise	[+P+A+D]	Joy emotion with unexpected desirable event	Exuberant
Pride	[+P+A+D]	Pleased about praiseworthy action/event of self	Exuberant
Shame	[-P+A-D]	Displeased about blameworthy action/event of self	Anxious
Admiration	[+P+A-D]	Pleased for praiseworthy action/event of other	Dependent
Reproach	[-P-A+D]	Displeased for blameworthy action/event of other	Disdainful
Gratification	[+P+A+D]	Higher joy emotion with higher pride emotion	Exuberant
Remorse	[-P+A-D]	Higher distress emotion with higher shame emotion	Anxious
Gratitude	[+P+A-D]	Higher joy with higher admiration	Dependent
Anger	[-P+A+D]	Higher stress with higher reproach	Hostile
Love	[+P+A+D]	Liking an attractive entity	Exuberant
Hate	[-P+A+D]	Disliking and unattractive entity	Hostile

Tabela 3: Regras para cálculos de emoções no modelo OCC

No presente trabalho, ao invés de reduzir o conjunto de 151 para 6 emoções básicas, trabalharemos com o conjunto de emoções do modelo OCC, conforme indicado na tabela 3. Isso é necessário porque quando trabalhamos com seres virtuais (não robôs) com um maior realismo e onde a percepção de estranheza por parte do usuário é maior.

Uma vez especificado o processo de clusterização das emoções no espaço PAD, é importante descrever o método para avaliar (plotar) um estado emocional neste espaço. Para tanto, neste trabalho utiliza-se a abordagem desenvolvida por (PARK et al., 2011) a qual é seguida por outros autores como (ZHANG et al., 2007). Para efeito de demonstração, reproduzimos a clusterização obtida por (ZHANG et al., 2007) onde o conjunto de emoções básicas é clusterizado para sete categorias:

Figura 7: Exemplo de clusterização de emoções no espaço PAD. Extraído de (ZHANG et al., 2007)

Para cada cluster podemos determinar o vetor médio $\bar{x}$ e sua covariância:

$$COV = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x}) \cdot (Y_i - \bar{y})}{n - 1} \quad (2.3)$$

Portanto conhecemos a distribuição de cada cluster. Então, dada uma entrada em termos de coordenadas *PAD*, podemos calcular a distância Mahalanobis (MCLACHLAN, 1999) entre os vetores de entrada medidos e os vetores médios de cada cluster.

Consideremos que a avaliação estado emocional (*emotional appraisal*) é representada por:

$$ea = \begin{bmatrix} e_1 \\ \dots \\ e_k \\ \dots \\ e_c \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

onde cada e_i é o valor relativo de uma emoção básica na composição do estado emocional total. (PARK et al., 2011) usam seis emoções básicas, então o vetor de avaliação do estado emocional para eles é constituído de seis valores, cada um correspondendo à influência relativa de cada uma dessas emoções.

(PARK et al., 2011) utilizam o seguinte algoritmo para o cálculo de cada e_i :

$$\begin{cases} e_k = \frac{\frac{1}{h_k}}{\sum_{i=1}^c \frac{1}{h_i}}, h_k \neq 0 \\ e_1 = 0, e_2 = 0, \dots, e_k = 1, \dots, e_c = 0, h_k = 0 \end{cases} \quad (2.5)$$

onde h_i é calculado da seguinte forma:

$$h_i = (x_{in} - m_i)^T \sum_i (x_{in} - m_i), i = 1, 2, \dots, c \quad (2.6)$$

onde h_i é a distância de mahanobis entre o vetor de entrada e o cluster i , x_{in} é o vetor de entrada e m_i é o centro do cluster i correspondente à emoção básica c_i .

2.3.3 Modelamento de Trajetórias Emocionais em Fóruns Online e Redes Sociais

As comunidades *online* são um fenômeno recente, cujo uso tem se expandido muito rapidamente. Nelas, a comunicação entre pessoas difere substancialmente da comunicação face-a-face e mesmo dos meios tradicionais de comunicação como telefone ou vídeo.

Apesar da maior parte da comunicação ser realizada via texto, as pessoas procuram transmitir todo o conjunto de emoções humanas. Na ausência da possibilidade de expressar emoções através de gestos, tom de voz

e expressões faciais, os usuários lançam mão de outros recursos, como emoticons (DERKS; BOS; GRUMBKOW, 2008) e hashtags (DAVIDOV; TSUR; RAPPOPORT, 2010).

(GALIK; RANK, 2012) consideram que as mensagens trocadas entre agentes nas redes sociais são definidas com três parâmetros:

- **Destinatário(s):** δ
- **Valência:** α
- **Excitação (Arousal):** ν

Ou seja:

$$A = \{\delta, \alpha, \nu\} \quad (2.7)$$

com:

$$\delta \in \{Agentes\} \cup \{\}, \alpha \in [-5, 5], \alpha \in \mathbb{N}, \nu \in [-5, 5], \nu \in \mathbb{N}$$

(GALIK; RANK, 2012) definem o ambiente onde os agentes operam como:

$$E = e_0, e_1, \dots, e_n \text{chapter} \quad (2.8)$$

Ou seja, o ambiente é o conjunto de todas as mensagens trocadas entre os usuários. Cada elemento e_i do ambiente é parametrizado com uma marca de tempo, um autor e a própria mensagem. Ou seja:

$$e_i = \{T_i, \delta_i, A_i\} \quad (2.9)$$

Quando analisamos cada agente (usuário) individualmente, temos o conjunto de suas ações:

$$run = e_0A_0, e_1A_1, e_2A_2, \dots \quad (2.10)$$

onde correlacionamos o estado e_i do sistema com a ação A_i do usuário. Se considerarmos I como o conjunto dos estados internos, a função *action* é definida como o mapeamento de I no espaço A , ou seja:

$$action : I \mapsto A \quad (2.11)$$

E define-se também uma função *next* que mapeia um estado interno e uma percepção (impressão mental de uma mensagem recebida) para um novo estado:

$$next : I \times Per \mapsto I \quad (2.12)$$

(GALIK; RANK, 2012) consideram que o estado interno do agente consiste do estado emocional corrente do usuário ϵ e uma tabela de personalidade Π que é definida como um conjunto de regras. Assim:

$$I = \{\epsilon, \Pi\}, \epsilon \in [-5, 5] \wedge \epsilon \in \mathbb{R} \quad (2.13)$$

e

$$\Pi = [r_0, r_1, \dots, r_n] \quad (2.14)$$

Em (GALIK; RANK, 2012), cada regra r é definida por uma tupla que consiste de informação abstraída de eventos que promoveram um tipo de ação na história do agente e a reação do agente a este evento. Ou seja:

$$r = T_t, \epsilon_t, \delta_t, \alpha_t, \nu_t, T_r, \delta_r, \alpha_r, \nu_r \quad (2.15)$$

Note-se que T_t e T_r são os *timestamps* exatos da ocorrência do evento gatilho e da reação.

Note-se que os autores (GALIK; RANK, 2012) estão preocupados apenas com a intensidade da resposta emocional (donde ϵ ser um número real e variar num range arbitrário (no caso: $[-5, 5]$). No desenvolvimento de **Second Persona** será utilizado o modelo PAD e o set de emoções definido pelo modelo OCC e, neste caso, $\epsilon = \{p, a, d\}, p \in [-1, 1], a \in [-1, 1], d \in [-1, 1], p, a, d \in \mathbb{R}$.

Além disso, em *Second Persona*, os estados emocionais também estão mapeados sobre as emoções básicas (22) definidas no modelo OCC, ou seja, para cada estado emocional ϵ , além das componentes PAD também está definido um vetor:

$$E = \{e_0, e_1, \dots, e_{22}\}, e \in [-1, 1], e \in \mathbb{R} \quad (2.16)$$

onde cada e_i é a distância de mahanobis até o cluster c_i .

(GALIK; RANK, 2012) inicializam o modelo fazendo um pré-ajuste da tabela de personalidades dos agentes. Mas também definem uma função *Update* capaz de trabalhar com tabelas pré-ajustadas ou tabelas vazias (usuários sem histórico anterior). A função *Update* opera da seguinte forma:

1. Detecta-se atividade do usuário no fórum,
2. Identifica-se o evento gatilho para a atividade,
3. Gera-se uma regra r para personalidade em Π ,
4. Verifica-se se a regra é suficientemente similar à alguma r_i pré-existente,
5. Se existir tal regra r_i , seu número de ocorrências é incrementado,

6. Senão, insere-se a nova regra r com número de ocorrências 1.

O mecanismo de *Update* gera a estatística que relaciona eventos nas redes sociais aos estados psicológicos no modelo *OCC*.

2.3.4 Identificando Estados Emocionais em Redes Sociais

A identificação de emoções em redes sociais baseadas majoritariamente em texto (como por exemplo Facebook e Twitter) é feita majoritariamente por estatísticas de padrões (especialmente ocorrência de palavras ou frases com conotação emocional conhecida) (SHAIKH; PRENDINGER; I.MITSURU, 2007; DAVIDOV; TSUR; RAPPOPORT, 2010; NEVIAROUSKAYA; PRENDINGER; MITSURU, 2007).

As abordagens utilizadas na literatura não buscam a interpretação do sentido dos textos analisados. Uma abordagem sucinta de técnicas estatísticas referentes a interpretação e extração de significados em textos pode ser encontrada em (RUSSEL; NORVIG, 2010, págs. 860-887). Entretanto o custo computacional dessas abordagens limita o campo de utilização.

(HANCOCK; LANDRIGAN; SILVER, 2007) realizaram experimentos para identificar estados emocionais em comunicação via chats. Para tanto os autores utilizaram o programa de contagem de palavras *LIWC*. Este programa faz contagem palavra a palavra e compara os resultados contra um dicionário dividido em 74 dimensões linguísticas. Os participantes do experimento (14 homens e 26 mulheres) auto-reportaram o resultado das conversações com os seguintes resultados relativos às estratégias dos usuários para expressarem emoções:

- Quatro formas dos usuários diferenciarem entre sentimentos positivos e negativos,
- A frequência de discordância na comunicação é fator chave na identificação de sentimentos positivos e negativos. Achou-se evidência de que usuários que tem sentimentos positivos *discordam mais* do que usuários com sentimentos negativos (note-se que universo de pesquisa é pequeno e culturalmente concentrado),
- Pessoas em estado emocional negativo utilizaram cinco vezes mais termos emocionalmente negativos do que pessoas em estado emocional positivo,
- Pontuação é fortemente usada para expressar emoções. Por exemplo, o uso de exclamações,
- Usuários emocionalmente positivos tendem a responder muito mais rapidamente do que usuários em estado emocionalmente negativo.

(HANCOCK; LANDRIGAN; SILVER, 2007) detectaram que os indicadores mais fortes com relação ao estado emocional de pessoas em chats são o uso de pontuação e o uso de negações.

(DAVIDOV; TSUR; RAPPOPORT, 2010) propõe um sistema supervisionado de classificação de emoções na rede social *Twitter* utilizando *hashtags* e *smileys* como rótulos de sentimentos. Para a classificação do estado emocional os autores usam os seguintes recursos:

- Palavras,
- n-gramas,
- Padrões,
- Pontuação.

Estes recursos são agrupados em um vetor.

(DAVIDOV; TSUR; RAPPOPORT, 2010) fazem contagem de palavras e o peso de cada palavra é calculado como o inverso da contagem da palavra no corpus do *Twitter* (conjunto de mensagens). Os n-gramas são sequências de palavras consecutivas (2 a 5 palavras) e o peso de cada n-grama é calculado da mesma forma que o peso das palavras isoladas. Então, os n-gramas tem sempre pesos maiores do que as palavras. Quaisquer palavras ou n-gramas com frequência inferior a 5% são descartados. *Smileys* ou sequências de pontuação são contados como única palavra. O mesmo critério é usado para *hashtags* e *urls*. Os autores definem *palavras com alta frequência de ocorrência* (HFWs) e conjuntos de palavras designados por *content words* (ou CWs). Os padrões são definidos como sequências ordenadas de HFWs e slots para CWs.

(DAVIDOV; TSUR; RAPPOPORT, 2010) realizam a detecção de padrões segundo o seguinte critério:

- *Exact Match*: padrões ocorrem no twit na ordem correta e sem elementos adicionais;
- *Sparse Match*: padrões ocorrem no twitt mas há elementos adicionais;
- *Incomplete Match*: elementos do padrão ocorrem no twitt, com elementos adicionais intercalados;
- *No Match*: nenhum elemento do padrão ocorre no twit.

(DAVIDOV; TSUR; RAPPOPORT, 2010) utilizam um algoritmo de *k-nearest* (RUSSEL; NORVIG, 2010, págs. 601, 738-814) para classificar novos exemplos. Para tanto é construído um vetor de características para cada elemento do conjunto de teste e um vetor de características para cada

elemento do conjunto de treinamento. Para cada vetor do conjunto de teste é calculada a distância euclidiana para o conjunto de vetores de treinamento onde os vetores levados em conta são aqueles que contém pelo menos um padrão, n-grama ou palavra em comum. A emoção atribuída ao vetor corresponde ao da maioria dos vetores próximos.

(DAVIDOV; TSUR; RAPPOPORT, 2010) utilizaram a priori significados emocionais conhecidos para *smileys*, *hashtags* e para *CWs* e padrões. Note-se que, em seu trabalho, eles não projetam tais significados emocionais no eixo *PAD* e, portanto, o enquadramento nas categorias *OCC* não é feito.

No presente trabalho pretendemos utilizar o trabalho de (DAVIDOV; TSUR; RAPPOPORT, 2010) e extendê-lo para *Facebook*. Também pretendemos extendê-lo para gerar projeções sobre o espaço *PAD* de modo a tornar possível modelamento de estado emocional compatível com *OCC*.

Outros autores como (NEVIAROUSKAYA; PRENDINGER; MITSURU, 2007) também trabalham com padrões, mas utilizam avaliações semânticas e contextuais para estabelecer a correlação entre esses padrões e estados emocionais. Tais abordagens dependem fortemente de heurísticas para estabelecer a influência dos padrões sobre a avaliação de emoção e também apresentam demanda computacional maior. Mas oferecem a vantagem de mapearem mais rapidamente sobre o espaço **PAD**.

Como exemplo da heurística, a tabela (NEVIAROUSKAYA; PRENDINGER; MITSURU, 2007, pág. 222) é reproduzida na tabela 4:

Smiley	Meaning	Category	Intensity
: -)	happy	joy	0.6
: -o	surprise	surprise	0.8
: -S	worried	fear	0.4
\(\wedge O \wedge) /	very excited	joy	1.0
(_)	grumpy	anger	0.3
m(. _ .)m	bowing	thanks	-
JK	just kidding	joy	0.3
4gv	forgive	guilt	0.6
PPL	people	-	-

Tabela 4: Avaliação emoções por heurística em (NEVIAROUSKAYA; PRENDINGER; MITSURU, 2007)

2.4 Conclusão

Neste capítulo apresentamos o estado da arte nas disciplinas e tecnologias que são relevantes para o desenvolvimento do modelo *Second Persona*, mostramos como as abordagens desenvolvidas por outros pesquisadores interagem e agregam, suprimindo suporte técnico e científico para o

desenvolvimento proposto nesta tese.

Desta forma, *Second Persona* agrega ao estado da arte:

- Um modelo automático para a codificação da personalidade a partir de linguagem natural em redes sociais (Facebook, Twitter);
- Um modelo de campo de personalidade nas dimensões *NEOAC* do *Big-5*;
- A elaboração de um modelo de excitação emocional, nas dimensões *NEOAC*, a partir de análise de linguagem natural em redes sociais e em ambiente de jogos, compatível com modelo *OCC* (ORTONY, 1990) (que leva em conta estímulos ambientais no mundo virtual do jogo);
- A elaboração de um modelo de persona, definido como modelo de comportamento involuntário percebido de avatares e *NPCs* em ambientes de mundos virtuais 3D. Este modelo envolve a transição do estado emocional no campo de personalidade a partir de estímulos (excitações emocionais).

3 O MODELO SECOND PERSONA

O desenvolvimento de aplicações em ambientes de simulação multimídia realista 3D demanda a construção de personagens (*NPCs* e avatares) críveis. Um fator importante para a construção de credibilidade é que os personagens exibam comportamentos naturais e compatíveis com as situações que ocorrem nos ambientes de simulação.

O conjunto de comportamentos exibidos, que vão das características de movimentação (*'gait'*) até manifestações de natureza cognitiva definem a personalidade de um determinado agente. No caso de agentes artificiais (*NPCs* e avatares) o que é apresentado é um simulacro de personalidade e, portanto, uma pessoa.

A implementação de persona leva em consideração circunstâncias do local virtual (estímulos 'físicos'), circunstâncias sociais (interação entre agentes) e características cognitivas e psicológicas. As circunstâncias objetivas (de ambiente e de interação social) são modeladas de acordo com características 'físicas' dos ambientes virtuais (presença e posição de objetos, presença e posição de outros personagens, ambiente físico geral, ruído). Já as circunstâncias subjetivas derivadas de cognição tem seu modelamento mais complicado: *NPCs* não tem 'história de vida', não tem psique e, mesmo considerando implementações avançadas de inteligência artificial, não tem cognição no sentido próprio do termo.

Assim, é necessário criar um modelo de personalidade que, além das implementações de reações a situações objetivas permita dotar os agentes (*NPCs* e avatares) de características cognitivas e psicológicas mais profundas. É preciso desenvolver modelos de personalidade e emoção que possam ser agregados e gerarem resultado realista.

Second Persona foca atenção no desenvolvimento de personas para avatares. Como avatares são basicamente marionetes digitais, a hipótese principal é que é possível adquirir informações relativas à personalidade do manipulador e refletir aspectos dela na persona do avatar.

Diversos trabalhos tem sido realizados no campo do processamento de imagem para capturar gestos, trejeitos e expressões de seres humanos e refletir os resultados em seres virtuais. Consideramos que essas abordagens são adequadas para criação de mecanismos de movimentos (no sentido de fazer os seres artificiais moverem-se e gesticularem e apresentarem expressões faciais e outros movimentos como, por exemplo, sincronização

entre lábios e fala, convincentes). Entretanto, como são vazias de conteúdo cognitivo, dependem de técnicas de scripting para criar roteiros convincentes para o sequenciamento e transição de tais expressões e movimentos.

Para modelar interações sociais e reações emocionais e cognitivas sobre o comportamento exibido, há que buscar outras fontes de informação e criar modelos que tragam embutido conteúdos cognitivos. Dentre as técnicas estudadas estão a análise emocional de discurso (processamento de linguagem natural). As técnicas de análise de discurso dividem-se em análise de aspectos de fala (respiração, ritmo, pausas, *pitch* e outras características de vocalização) ou em aspectos de linguagem como frequências de elementos sintáticos, uso de tempos verbais, predominância de primeira pessoa/de terceira pessoa, dentre outros.

A pesquisa aqui apresentada está fundamentada na análise de linguagem natural em redes sociais (modalidade de comunicação com idiossincrasias particulares) para definição de um modelo de temperamento e para a análise de distúrbios sobre o temperamento. Considera que o temperamento está refletido num conjunto de manifestações exteriores (personalidade em seres humanos) e que os distúrbios se apresentam como as alterações num estado de equilíbrio do comportamento. Analisa como fonte de dados de distúrbios (no sentido de excitações sobre o estado de repouso de comportamento) as interações individuais do usuário nas redes sociais. Considera apenas os aspectos de análise de temperamento a partir de processamento de linguagem natural que já foram objeto de estudo em Psicologia Cognitiva Comportamental.

3.1 Histórico da Pesquisa

A pesquisa foi inicialmente proposta como uma extensão dos resultados obtidos por Perlin(PERLIN; GOLDBERG, 1996) no campo da emulação de personalidade em atores artificiais em animações gráficas. Perlin propôs um modelo onde um comportamento pré definido (scripted) recebia como entrada ruído rosa derivado de situações no ambiente de animação (timbre e altura do som de fundo da animação, por exemplo). Este trabalho foi estendido pelos pesquisadores brasileiros José Wey(WEY, 1998) e Marcelo Zuffo.

O objetivo inicial era estabelecer um método prático para implementar personas em agentes inteligentes autônomos em mundos virtuais 3D visando realismo em ambientes de simulação avançada do tipo *serious games*.

Foram realizados estudos relativos às arquiteturas de mundos virtuais 3D para diversos ambientes: ambientes de simulação, ambientes de jogos de computador, ambientes de socialização aos moldes de *SecondLife*. Em cada caso foram analisados os aspectos relevantes para a animação tanto de agentes autônomos quanto de avatares.

Foram realizados estudos relativos às implementações dos agentes artificiais autônomos e também relativos aos modelos de inteligência artificial utilizados para dotá-los de comportamento natural. Foram de particular interesse trabalhos na área de simuladores para treinamento militar voltados à familiarização em ambientes etnicamente díspares (por exemplo, treinamento de oficiais médicos ocidentais para atuação em cenários de combate no Oriente Médio)(RICKEL et al., 2002).

Uma vez conhecido o estado da arte no campo da implementação de agentes artificiais autônomos (os *NPCs*) e das marionetes virtuais (avatares), foi levantado o estado da arte na área de processamento afetivo (*affective processing*) e a implementação de emoção e personalidade em seres artificiais.

Foram identificados diversos mecanismos *ad hoc* utilizados para emular afeto, emoção e expressão com a finalidade de reduzir os efeitos de estranheza nas interações entre humanos e tais autômatos. Foram constatados esforços para implementar simulacros de cognição humana em autômatos. O modelo *OCC* foi estudado de forma profunda.

Concluiu-se que os modelos artificiais de afeto, voltados à implementação de expressividade, dependem de entradas de dados que permitem interpretar o estado emocional dos usuários de tal forma que eles sejam conduzidos a um estado de imersão. Dependem também da maneira de interpretar tais entradas e da maneira de produzir no ambiente virtual ações que correspondem às expectativas dos usuários.

Ficou claro que a tentativa de replicar cognição (emoções, reflexos, intuições, raciocínios e entendimento em *NPCs* e avatares) é esforço para outros campos de pesquisa como por exemplo Filosofia, Psicologia, Neurociências e Biologia. Tal replicação depende, dentre outras coisas, do entendimento da natureza da cognição, emoção, reflexos, intuição, e outros aspectos inerentes aos seres vivos.

Assim, o campo de pesquisa foi delimitado: o uso de estímulos externos para a caracterização do usuário que interage num mundo virtual 3D através de avatar com a finalidade de criar de um modelo de comportamento exibido (persona) a ser implementado no avatar de modo que este reflita o estado emocional do usuário. Não se pretende reproduzir a essência de cognição humana, mas emular comportamento.

Foi realizado o levantamento do estado da arte no campo de transposição de estímulos externos para comportamento exibido em avatares e *NPCs*. Foram consideradas abordagens voltadas a processamento de imagem (notadamente processamento de expressões faciais), abordagens voltadas a processamento de som e voz e abordagens baseadas no processamento de linguagem natural escrita.

Análise de estímulos a partir da análise de imagens e outros eventos em tempo real (análise de voz, por exemplo) oferece resultados interessantes.

Entretanto, é bastante difícil estabelecer um modelo de fundo de personalidade a partir dessas abordagens. Para tanto haveria de se analisar sequências de dados coletadas ao longo do tempo e em situações diversas, o que implica em problemas de implementação.

A alternativa é a análise de estímulos a partir de comunicação escrita. Para tanto há que se dispor de registros históricos. Os repositórios digitais convenientes de registros escritos de longo termo são a pesquisa em blogs, em e-mails e nas redes sociais.

A pesquisa em e-mails é maculada por problemas de natureza ética. Os blogs são de aplicabilidade reduzida, já que poucas pessoas os escrevem de forma regular e por longos períodos de tempo. Além disso, as interfaces com blogs não são padronizadas, o que demanda a construção de infra-estruturas de aquisição dedicadas (num esquema do tipo 'caso a caso').

Já as redes sociais (ex. *Facebook* e *Twitter*) apresentam interfaces padronizadas. Além disso seu uso como meio de expressão tem se tornado hábito, de forma que a obtenção de registros volumosos e de longo termo é possível e conveniente. Ademais, nas redes sociais os usuários compartilham comunicação de forma regulada e seletiva: eles estabelecem o que pode ser visto, quem pode ver o que escrevem e o que pode ser compartilhado para fora de suas redes de relacionamento.

Assim, para efeito deste trabalho, resolveu-se utilizar a análise histórica de textos postados por usuários em redes sociais, particularmente no Facebook. Para resolver problemas de natureza ética, decidiu-se que os dados coletados seriam convertidos em meta-dados já na primeira etapa de processamento, de tal forma que o conteúdo original não é preservado em nenhuma instância.

Com dados de longo termo obtidos, foram realizadas as análises pertinentes para a confirmação da tese proposta.

No início foi desenvolvida uma proposta de arquitetura na plataforma *SecondLife*, com um mecanismo de identificação e processamento de emoções bastante simples, descrita a seguir.

3.1.1 SecondPersona para SecondLife - A Visão Inicial

No ambiente de mundos virtuais *SecondLife* e na sua contrapartida de domínio público *OpenSim*, é possível utilizar a linguagem *LSL* (*SecondLife Scripting Language*(RYMASZEWSKI, 2007)) e sua grande gama primitivas de suporte à animação para implementações de comportamento de avatares na filosofia cliente-servidor. Neste caso, a parte cliente cuida especificamente da animação dos avatares, enquanto o servidor executa a inteligência da operação.

Os *scripts LSL* precisam ser associados a itens do inventário de objetos e não diretamente aos avatares. A forma prática de contornar esta limitação

é “vestindo” o avatar com um item do inventário (um anel, uma jaqueta, um colar) para o qual o script foi implementado(FRIEDMAN; STEED; SLATER, 2007)(RYMASZEWSKI, 2007).

Do ponto de vista do avatar, a construção de uma persona pode ser entendida como a implementação de um mecanismo de controle de comportamento. Tal sistema tem em seu núcleo uma máquina que detecta estímulos do ambiente (proximidade de objetos, locais, outros avatares, *NPCs*) e gera estímulos correspondentes para os *scripts* de animação do avatar.

Os *scripts* de animação de avatares implementam(RYMASZEWSKI, 2007):

- Movimentos de corpo (levantar ou abaixar os braços, virar a cabeça, mover as pernas, sentar-se, levantar-se, etc)
- Posturas e gestos básicos do avatar (simulações de movimentos involuntários, por exemplo)
- Expressão facial de emoção
- Reconhecimento do ambiente circundante (no sentido topológico: “o que está ao redor”)
- Carregar, descarregar e manipular item do inventário
- Permitir ao avatar a manipulação de objetos que estejam próximos (como: tocar, sentar-se, pegar, soltar, etc)
- Movimentar-se por um percurso pré-estabelecido (andar ou voar de um ponto a outro)
- Processamento básico de chats/conversas (texto)
 - Identificar expressões a partir de um dicionário
 - Responder automaticamente algumas expressões
- Processamento automático de som
 - Identificar fontes de som/ruído
 - Identificar mudanças no volume do som
 - Identificar a origem de uma voz e o volume da voz (normal, gritado, sussuro)

Deve-se notar que no ambiente *SecondLife*, expressões faciais e animações são coisas diferentes. As expressões faciais são definidas como um conjunto de situações pré-definidas. A única forma de lidar com expressões é criar *scripts* que transitam entre as expressões. A figura 8 apresenta uma matriz com todas as possíveis expressões faciais no *SecondLife*.

Figura 8: Expressões faciais de avatares no SecondLife <http://wiki.secondlife.com/wiki/File:SL_face_expressions.jpg>

Animações são operações sobre juntas do corpo (RYMASZEWSKI, 2007). É possível realizar simultaneamente diversas dessas operações, desde que não sejam sobre a mesma junta. Quando duas operações afetam a mesma junta, a operação de maior prioridade é executada.

Isso tem implicações para o projetista que pretende desenvolver avatares

expressivos. Outro fato importante é que os scripts devem ser leves (baixo processamento) para evitar a degradação de desempenho do servidor.

As limitações de operação sobre juntas, a forma de implementação de animação facial e a necessidade de manter o processamento leve tem impactos na possibilidade de expressão de personalidade do avatar:

- O nível de detalhe dos avatares no *SecondLife* é baixo quando comparado ao que se consegue em outros ambientes de simulação de mundos virtuais. Particularmente não é simples a aplicação de texturas complexas nas faces, cabelos, mãos, etc. Também não é possível executar animações sofisticadas de cabelos, olhos, boca e movimentos do corpo. É preciso notar que a adição de texturas é frequentemente implementada como ‘vestir uma pele (ou *skin*)’ do repositório.
- A execução de *scripts* no *SecondLife* é realizada em baixa prioridade. Isso significa que a implementação e simulação de características de personalidade deve prever degradação graciosa caso o sistema se torne não responsivo. As consequências desse fato são significativas: Para o avatar exibir personalidade ele precisa estar localizado. Ele precisa conhecer a sua própria posição, a posição dos objetos circundantes, a posição dos avatares em sua proximidade. Particularmente ele deve ser capaz de focalizar sua atenção para o interlocutor corrente. Esta sincronização não deve ser perdida devido a perda de ciclos de processamento.
- Como a maior parte da ‘inteligência emocional’ está implementada fora do simulador do *SecondLife*, os *scripts* de animação devem ser capazes de lidar com situações relativas à conexão com aplicações externas via *HTML*, *RPC* ou outro processo qualquer. Isso significa, entre outras coisas, que as aplicações e os *scripts* devem ser tolerantes a falhas como interrupções na conexão, quedas na taxa de transferência de dados. Também há questões relevantes no campo da segurança de comunicação.

3.1.1.1 O Sistema de Animação de Personalidade no SecondLife

Assim, uma arquitetura para a implementação de avatares com personalidade no ambiente *SecondLife* demanda uma arquitetura cliente servidor projetada de modo a minimizar as demandas do cliente executado no ambiente *SecondLife*.

No ambiente de simulação (servidores do) *SecondLife*, os clientes são implementados como bots (autômatos) em objetos do inventário que são ‘vestidos’ pelo avatar. Todos os bots são implementados em LSL. Do ponto de vista de arquitetura, o conjunto dos clientes constituem o lado cliente (ou ‘*client side*’) modular da arquitetura proposta.

Fora do ambiente *SecondLife* há a implementação de um servidor que recebe e analisa tanto os dados gerados pelos robôs no mundo virtual quanto os dados de estado de personalidade extraídos da mídia social *Facebook*.

3.1.1.2 O Cliente

O cliente é constituído pelo seguinte conjunto de módulos:

- **WorldAwareness:** implementa os recursos e funcionalidades que ajudam o avatar a manter-se localizado. Ele coleta os dados e alimenta o servidor, as atividades locais são mantidas no nível mínimo para reduzir o impacto de processamento nos simuladores. Seus sub-módulos são:
 - **Radar:** Localiza o avatar no mundo. Encontra objetos, *bots* e outros avatares próximos.
 - **Ear:** Identifica as fontes de sons ao redor, a proximidade, o volume.
 - **AvatarProber:** checa os outros avatares ao redor, detecta atenção, detecta reação a toque
 - **ChatFollower:** detecta *chats*, volume e *pitch*
 - **IMFollower:** registra linguagem natural e envia para processamento no servidor
- **PersonaManager:** este módulo cuida do comportamento do avatar naquilo que caracteriza sua persona (*gait*, transição de expressões faciais), a aparência geral (a pele (*skin*) em uso, por exemplo). As atividades controladas são:
 - **DressUndress:** Carrega e descarrega objetos para/do avatar (roupas, acessórios, skins, etc),
 - **MotionControl:** Carrega e descarrega *scripts* de movimento. Altera parâmetros nos *scripts* de movimento,
 - **AppearanceControl:** Controla a aparência e o estilo do avatar.
- **InventoryManager:** este módulo provê facilidades para manipulação do inventário. É basicamente um módulo de gerenciamento e serviços.
- **CommCentral:** provê a infra-estrutura de comunicação ao cliente em sua conexão com o servidor. Gerencia segurança e controle de acesso.
- **MasterControl:** coordena os demais módulos, monitora e gerencia a carga de processamento, trata questões de segurança que incluem a degradação de desempenho por queda de servidor ou de conexão.

Todos os módulos estão fatorados em submódulos para evitar limitações impostas aos *scripts SecondLife* tais quais: limitações estritas ao uso de memória e atrasos nos movimentos (*delays*).

3.1.1.3 O Servidor

Enquanto o cliente atua basicamente como instrumento sensor (olhos, ouvidos e tato) e músculos, o servidor está a cargo das decisões, parametrização e ajustes (*tunning*). Basicamente ele recebe o estado de um cliente. Entende-se estado por:

- O estado presente do avatar
 - Inventário disponível
 - Itens do inventário usados
 - Estado dos itens do inventário
- Onde está o avatar? (Localização no mundo)
- O que circunda o avatar?
- O que está ao redor do avatar?
- Objetos
- Outros avatares
- Estímulos “sensoriais” fornecidos como valores, códigos ou deltas
- Som de fundo: volume, *pitch* e distância da fonte
- Som produzido por outros avatares

O servidor gera sequências de comandos enviados ao *PersonaManager* no lado cliente da arquitetura.

O *PersonaEngine* também permite ao usuário criar uma persona inicial (ou seja, estabelecer as rotinas e sequências de poses e gestos e trejeitos do avatar, a animação *default* do avatar) e definir estados de retorno (*fall back*) para o caso do avatar entrar em um estado indesejável.

ControlStation é dividido em dois submódulos. Através deles o gerente do sistema e os usuários podem controlar o comportamento do sistema. A interface de usuário é implementada em *HTML* e o acesso pode ser feito através de navegador (*Firefox*, *Google Chrome*, etc).

ControlStation implementa dois níveis de controle de acesso. Para gerentes do sistema ele disponibiliza acesso de controle local via código de acesso (*usercode*) e senha. Para usuários do *SecondLife* a checagem das credenciais é feita diretamente nos servidores do *Linden Labs*. No caso de protótipo no *OpenSim* (versão código aberto do servidor *SecondLife*), a checagem das contas de usuários é feita no próprio *OpenSim*.

O servidor também segue as postagens do usuário no *Facebook* (e no *Twitter*) e processa o texto obtido para a identificação de mudanças no estado emocional do usuário, a serem refletidas na persona do avatar.

3.1.1.4 A Estrutura Básica do Servidor

Para implementar as funcionalidades descritas, o servidor é composto dos seguintes módulos:

- **AvatarManager**: acompanha o avatar e o seu estado presente.
- **PersonaEngine**: processa os estímulos e calcula a persona do avatar para o próximo ciclo de simulação.
- **WebCrawler**: acompanha na rede social *Facebook* (e *Twitter*) os textos postados pelo usuário (postagens e comentários), faz a aquisição dos textos e seu pré-processamento (marca de tempo, filtragem de elementos não pertinentes, despersonalização para garantia de privacidade).
- **SLViewerSim**: simula algumas funcionalidades dos navegadores do *SecondLife* (*SecondLife viewers*) para complementar a aquisição de dados do ambiente no qual o avatar está inserido.
- **CommStation**: provê comunicação com o avatar, incluindo autenticação e segurança.
- **ControlStation**: habilita o controle de usuários.
- **ManagementStation**: módulo que cuida das tarefas administrativas e de gestão do sistema.
- **UserControl**: módulo que oferece ferramentas para que o usuário gerencie aspectos e funcionalidades relacionadas à experiência desejada da persona no *SecondLife* (ou *OpenSim*).

A parte mais relevante da arquitetura do servidor é o *PersonaEngine*. Ele é basicamente um sistema baseado em conhecimento, modelado em CommonKADS (SCHREIBER, 2000). Este módulo calcula dinamicamente o estado emocional do avatar e também calcula transições evitando situações que podem quebrar a credibilidade. Ele gera sequências de comandos que são enviados para o módulo *PersonaManager*.

ControlStation implementa duas formas de controle de acesso: para os gerentes de sistema há uma conta local com acesso por credenciais locais (código de usuário e senha). Para usuários comuns, utiliza-se a infra-estrutura do *SecondLife* (*Linden Labs*) ou do *OpenSim* para fazer a autenticação com credenciais do *SecondLife*.

3.1.1.5 A Proposta de Processamento Afetivo a Partir de Linguagem Natural

A persona básica do avatar é definida através de um conjunto de parâmetros ajustados pelo usuário, de tal forma que o resultado de emulação de personalidade seja adequado às suas necessidades.

Estes parâmetros incluem a aparência (*“look and feel”*) do avatar, roupas e apetrechos. O usuário também classifica itens no inventário de acordo com critérios que relacionam os itens com situações específicas (por exemplo: roupas definidas como “formais” ou “informais”).

As redes sociais (*Facebook, Twitter*) e o próprio *chat* to *SecondLife/OpenSim* são usados como fontes externas de “ruído afetivo(emocional)”. O usuário deve conceder permissão para que o sistema acompanhe seu perfil nas redes sociais. Os conteúdos postados nas redes sociais e no *chat* são processados e certos padrões são extraídos e relacionados com estados emocionais ou modalidades de personalidade. Um exemplo de conjunto de entradas no dicionário de expressões de valor afetivo é apresentado na tabela 5.

KEY	Texto Natural	KEYS TO EMOTAB
00001	dia {VB} maravilhoso	00001; 0000A; 0000D; ...
00002	amo {o,a} {P_NAME}	00001; 00009; 0000E; 0000A; 00015; ...
00003	{P_NAME} {VB_SER_ESTAR} doente	00004; 00005; 0000F; ...
.....		

Tabela 5: Dicionário de Estruturas Com Valor Emocional/Afetivo

A tabela 6 oferece uma amostra da tabela de relações entre expressões (identificadas pelas chaves) e o conteúdo emocional. Ela considera que a interpretação de conteúdo emocional pode ser diferente nas diferentes redes sociais. As expressões são classificadas, em termo de sensibilidade de medida como de pequeno, médio e alto impactos. Utiliza-se o conteúdo emocional definido por Ortony(ORTONY, 1990)(A, 2003). Há também a possibilidade de definir diferentes personalidades de modo que as os impactos baixo, alto e médio sejam adequados à elas.

Tabela 6: Tabela de Influência dos Fatores Emocionais Externos

NW	Chave	Personalidade	Emoção	Sensibilidade
TW	00001	Qualquer	Admiration	Média
TW	00002	Qualquer	Anger	Média
TW	00003	Qualquer	Disapointment	Média
TW	00004	Qualquer	Distress	Média
TW	00005	Qualquer	Fear	Média

Continua na próxima página

Tabela 6 – continuado da página anterior

NW	Chave	Personalidade	Emoção	Sensibilidade
TW	00006	Qualquer	Fears-Confirmed	Média
TW	00007	Qualquer	Gloating	Média
TW	00008	Qualquer	Gratification	Média
TW	00009	Qualquer	Gratitude	Média
TW	0000A	Qualquer	Happy For	Média
TW	0000B	Qualquer	Hate	Média
TW	0000C	Qualquer	Hope	Média
TW	0000D	Qualquer	Joy	Média
TW	0000E	Qualquer	Love	Média
TW	0000F	Qualquer	Pitty	Média
TW	00010	Qualquer	Pride	Média
TW	00011	Qualquer	Relief	Média
TW	00012	Qualquer	Remorse	Média
TW	00013	Qualquer	Reproach	Média
TW	00014	Qualquer	Ressentment	Média
TW	00015	Qualquer	Satisfaction	Média
TW	00016	Qualquer	Shame	Média
..				
FB	0F001	Qualquer	Admiration	Média
FB	0F002	Qualquer	Anger	Média
FB	0F003	Qualquer	Disapointment	Média
FB	0F004	Qualquer	Distress	Média
FB	0F005	Qualquer	Fear	Média
FB	0F006	Qualquer	Fears-Confirmed	Média
FB	0F007	Qualquer	Gloating	Média
tabular FB	0F008	Qualquer	Gratification	Média
FB	0F009	Qualquer	Gratitude	Média
FB	0F00A	Qualquer	Happy For	Média
tabular ..				
SL	10001	Qualquer	Admiration	Média
SL	10002	Qualquer	Anger	Média
SL	10003	Qualquer	Disapointment	Média
SL	10004	Qualquer	Distress	Média
SL	10005	Qualquer	Fear	Média
SL	10006	Qualquer	Fears-Confirmed	Média
SL	10007	Qualquer	Gloating	Média
SL	10008	Qualquer	Gratification	Média
SL	10009	Qualquer	Gratitude	Média
SL	1000A	Qualquer	Happy For	Média
..				

As interações do(s) usuário(s) são registradas em bases de dados com o

formato apresentado na tabela 7. O usuário é identificado por um *UID* numérico, a rede social da qual foi extraído e processado o texto é identificado pelo código (**FB** para *Facebook*, **TW** para *Twitter*, **SL** para *SecondLife chat*), o texto é marcado no tempo e os conteúdos emocionais são registrados como uma sequência de códigos da tabela 6.

UID	Social Network	Time Stamp	Emo Dict Seq
00101	FB	2012-05-12/15:13:25	0F0D1 0F0C3 0F013 0F021
00101	FB	2012-05-12/16:25:16	0F001
00101	TW	2012-05-12/17:50:44	00001
....	..		

Tabela 7: Exemplo de “log” de dados extraídos de posts no Facebook, Twitter, SL Chat

As frequências de ocorrência do conteúdo emocional registrado no log conforme 7 são calculadas e daí são derivados os campos de emoção em coordenadas *PAD*, conforme mapeamento reverso utilizando a metodologia apresentada por (PARK et al., 2011) e as equações 2.1 até 2.6.

3.1.1.6 Revisando a Abordagem Inicial: Processamento Afetivo de Linguagem Natural

A aquisição de léxicos afetivos (dicionários de expressões com conteúdo afetivo) quantificados é atividade complexa. A maior parte das abordagens presentes na literatura tentativa (artigos contendo propostas de interpretações de conteúdo de comunicação em mídias sociais e chats) padece de um ou mais dos seguintes vícios:

1. Amostragem insuficiente: os grupos de teste são pequenos, em geral atindindo poucas dezenas de indivíduos como é o caso em (DAVIDOV; TSUR; RAPPOPORT, 2010) (NEVIAROUSKAYA H. PRENDINGER, 2007). Assim, a significância dos resultados apresentados é questionável.
2. Não universalidade: os grupos de teste não são representativos de uma população mais ampla, não levam em consideração diferenças de idade, sexo, etnia, nível de instrução, atividade profissional e outros tantos fatores que influenciam a forma de expressão.
3. Não perenidade: os dados são colhidos durante período curto de tempo e envolvem expressão em meio tecnológico em constante evolução. Autores como (DAVIDOV; TSUR; RAPPOPORT, 2010) consideram apenas emoticons, outros consideram emoticons e hashtags, outros emoticons, hashtags e memes. Mas todos estes elementos tem evoluído muito rapidamente e tem seus significados desdobrados e modificados.

4. Ambiguidade: quando se selecionam expressões linguísticas (conjunto de palavras e, às vezes estruturas) isoladas de um contexto maior, a possibilidade de ambiguidade é grande.
5. Não conformidade com teorias da Psicologia Cognitiva Comportamental: os teóricos dessa disciplina científica estudaram profundamente a relação entre estrutura de linguagem e personalidade (PENNEBACKER, 2007) (MCCRAE, 1985) (YARKONI, 2010) e apresentam estudos de larga escala relacionando uso de linguagem e traços de personalidade. As tentativas de detecção de emoção em mídias sociais utilizando processamento de expressões tem resultados que divergem dos resultados obtidos pela Psicologia Cognitiva Comportamental sem apresentar qualquer refutação à validade destes.

Para manter, dentro do possível, os resultados consistentes com as investigações de emoção, sentimentos e personalidade consagradas na literatura, decidiu-se utilizar abordagem tradicional na análise dos registros das interações entre usuários, mídias sociais e o chat do *SecondLife*. Assim, a estrutura descrita no item 3.1.1.5 teve de ser profundamente revista, como sera apresentado em capítulo posterior.

3.1.1.7 Revisando a Abordagem Inicial: Integração de Estímulos

A abordagem inicial previa integração de estímulos (*SecondLive chat*, *Facebook*, sons e ruídos no ambiente *SecondLife*) para o cálculo de uma resposta de comportamento. A diversidade de modelos e abordagens teóricas e práticas conduziu à avaliação de que esta abordagem é claramente impraticável no escopo da presente pesquisa.

3.1.1.8 Revisando a Abordagem Inicial: O Declínio do SecondLife e Demais Redes Sociais em Metaversos

Por uma série de razões não ligadas ao interesse científico e tecnológico, os serviços e plataformas de interação em mídias sociais em metaversos perderam, paulatinamente, o interesse do mercado e do público em geral. Atualmente (2015), das diversas plataformas de metaversos apenas *SecondLife* e *Club Penguin* continuam ativas. Particularmente *SecondLife* reposicionou-se com grande ênfase no sentido de tornar-se uma plataforma de jogos *RPG* (*role playing games*) ou jogos de simulação social onde os participantes assumem papéis específicos numa encenação. As orientações comerciais adotadas pelo proprietário do sistema (*Linden Labs*) desestimularam a continuidade de uso dessa plataforma como ambiente de desenvolvimento de pesquisa.

Foram analisadas alternativas utilizando OpenSim (versão aberta do servidor *SecondLife*) e implementações utilizando *Unity3D* e *Unreal Engine* (*Unreal*

SDK). Avaliou-se que o trabalho de implementação de ambientes virtuais 3D seria pouco relevante para o desenvolvimento de um modelo geral de extração de informação das redes sociais para estímulo de uma persona em ambiente virtual.

Como comentário: o declínio dos metaversos enquanto redes sociais deve-se à dificuldade de estabelecer um modelo adequado de negócio. Também houve desgaste de imagem devido a problemas relacionados à introdução precoce de tecnologia:

- Problemas de segurança de acesso: invasão de reuniões em ambientes virtuais, por exemplo.
- Problemas de segurança de operação: diversos ataques na modalidade *denial of service* (“*silver goo*” por exemplo).
- Problemas de segurança de privacidade: roubos de identidade, trans-personificação, assédio a amigos e conhecidos (do ambiente virtual).
- Problemas de controle de conteúdo: pornografia e assuntos especiais veiculados fora dos contextos adequados.
- Problemas de desempenho: queda de desempenho em reuniões com muitas pessoas presentes (através de seus avatares), problemas de qualidade de áudio, atrasos na movimentação dos avatares, atrasos e dessincronização de áudio.
- Navegadores computacionalmente onerosos: grande parte do desempenho dos computadores dos usuários sequestrado pelos navegadores.
- Protocolos de comunicação onerosos: grande parte da banda de comunicação dos usuários sequestrada pelos navegadores.

O comentário é necessário para enfatizar a crença do autor de que o declínio no uso de redes sociais baseadas em metaversos é temporário, que está havendo na verdade um amadurecimento da tecnologia e até mesmo da regulamentação e legislação necessários ao florescimento de negócios baseados nesse paradigma.

3.1.1.9 O Reposicionamento da Pesquisa

Como consequência do exposto, reposicionou-se a pesquisa.

A análise de estímulos a partir da análise de imagens e outros eventos em tempo real (análise de voz, por exemplo) oferece resultados interessantes. Entretanto, é bastante difícil estabelecer um modelo de fundo

de personalidade a partir dessas abordagens. Para tanto haveria de se analisar sequências de dados coletadas ao longo do tempo e em situações diversas, o que implica em problemas de implementação.

A alternativa é a análise de estímulos a partir de comunicação em linguagem natural escrita. Para tanto há que se dispor de registros históricos. Os repositórios digitais convenientes de registros escritos de longo termo são a pesquisa em *blogs*, em e-mails e nas redes sociais.

A pesquisa em e-mails é maculada por problemas de natureza ética. Os *blogs* são de aplicabilidade reduzida, já que poucas pessoas os escrevem de forma regular e por longos períodos de tempo. Além disso, as interfaces com blogs não são padronizadas, o que demanda a construção de infra-estruturas de aquisição “caso a caso”.

Já as redes sociais (ex. *Facebook* e *Twitter*) apresentam interfaces padronizadas. Além disso seu uso como meio de expressão tem se tornado hábito, de forma que a obtenção de registros volumosos e de longo termo é possível e conveniente. Ademais, nas redes sociais os usuários compartilham comunicação de forma regulada e seletiva: eles estabelecem o que pode ser visto quem pode ver o que escrevem.

Assim, para efeito deste trabalho, resolveu-se utilizar a análise histórica de textos postados por usuários em redes sociais, particularmente no *Facebook*. Para resolver problemas de natureza ética, decidiu-se que os dados coletados seriam convertidos em meta-dados já na primeira etapa de processamento, de tal forma que o conteúdo original não é preservado em nenhuma instância.

O objetivo específico especificado para a pesquisa foi o estabelecimento de um modelo para a obtenção de informações relativas à personalidade dos usuários nas redes de mídias sociais (especificamente no *Facebook*), suas alterações temporais e a utilização dessas informações para o estabelecimento de alterações na persona de avatares em ambientes virtuais 3D.

Com dados de longo termo obtidos, foram realizadas as análises pertinentes para a confirmação da tese proposta.

3.2 As Premissas

São premissas para o desenvolvimento de *Second Persona*:

1. A personalidade pode ser representada a partir de dimensões independentes e o modelo dos cinco grandes traços de personalidade (*Big-5*), conforme apresentado por Digman(DIGMAN, 1990), Goldberg(GOLDBERG, 1981) e McCrae(MCCRAE, 1985), com parametrização nas dimensões de **N** (*Neuroticism*), **E** (*Extraversion*),

O (*Openness*), **A** (*Agreeableness*) e **C** (*Conscientiousness*) é válido e geral.

2. O modelo de personalidade baseado nos cinco grandes traços (*Big-5*) é universal, trans-étnico e trans-cultural, conforme comprovado por McCrae e Costa(MCCRAE; JR., 1997) e Martínez(BENNET-MARTÍNEZ, 1998)
3. As dimensões de personalidade podem ser obtidas a partir de corpo de texto em linguagem natural, conforme comprovado por Yarkoni(YARKONI, 2010).
4. A determinação da personalidade a partir de corpo de texto não depende de entendimento cognitivo, da semântica do texto ou de qualquer outro aspecto relacionado com o entendimento *stricto sensu* do conteúdo do texto, mas somente da frequência e periodicidade de elementos de linguagem como uso da primeira ou terceira pessoas, uso de adjetivos, de palavrões (*swearing*), de tempos verbais e outros, conforme medido por Yarkoni(YARKONI, 2010), Martinez(BENNET-MARTÍNEZ, 1998), (DIGMAN, 1997)
5. Os elementos de linguagem necessários para a determinação da personalidade são conhecidos, são classificados e existem ferramentas e dicionários estabelecidos e validados, conforme trabalho de Pennebaker(PENNEBACKER, 2007)
6. Existe dicionário estabelecido para a linguagem utilizada (português do Brasil)(BALAGE T. A. S. PARDO, 2013)
7. Existe corpo de texto suficiente para determinação de personalidade.
8. O modelo de personalidade extraído pode ser implementado em sistemas para animação de avatares em infra-estruturas de engenho de jogos do tipo *Unity3D* ou de comunidades virtuais 3D como *Second-Life*.

3.3 Síntese do Capítulo

A partir das medidas das frequências de elementos de linguagem natural categorizados em dicionário(s) LIWC20078(PENNEBACKER, 2007), extraídos do corpo de texto (conjunto de todo o texto) produzido por um usuário na rede social *Facebook*, é possível modelar - para a finalidade específica de animação de um avatar em ambiente de simulação de mundo virtual 3D - sua personalidade segundo o modelo Big-5 na forma de um campo penta-dimensional. Tal campo é derivado a partir das correlações específicas das categorias LIWC(PENNEBACKER, 2007) determinadas a partir do estudo psico-estatístico de Yarkoni(YARKONI, 2010).

Em repouso, o estado emocional é tal que os parâmetros de medição dos traços de personalidade *NEOAC* encontram-se no centro deste campo. Este fato é indicado pelas pesquisas de Russel e Mehrabian, embora estes pesquisadores tenham se concentrado no modelo de três fatores (*PAD*)(RUSSEL; MEHRABIAN, 1977) e em aspectos mais particulares da cognição e do comportamento humano (teoria da emoção).

Conjuntos de interações recentes na mídia social correpondem a excitações dos parâmetros de personalidade (por exemplo: aumento ou diminuição dos aspectos de neuroticidade, aumento ou diminuição dos aspectos de extroversão) e, portanto, constituem vetores penta-dimensionais de excitação afetiva. Os aspectos de captura de personalidade a partir de mídias sociais tem sido explorado amplamente como, por exemplo, por Davidov e Rappoport(DAVIDOV; TSUR; RAPPOPORT, 2010), Balabantaray e outros(BALABANTARY M. MOHAMMAD, 2012), Neviarouskaya e Prendinger(NEVIAROUSKAYA H. PRENDINGER, 2007) e Galik e Rank(GALIK; RANK, 2012).

Esses vetores, aplicados ao campo, promovem alterações temporais no comportamento percebido (persona). As alterações são proporcionais ao conteúdo *NEOAC* desse conjunto de entradas, tem efeito inicial impulsivo e decaimento (temporal) proporcional à correlação entre os elementos de linguagem que constituem os vetores e as dimensões *NEOAC*. Evidência para esta afirmação tem sido encontrada em diversos trabalhos relativos à medidas de emoção (novamente particularização de personalidade) como evidenciado nos trabalhos de Park(PARK et al., 2011), Zhang(ZHANG et al., 2007), Galik e Rank(GALIK; RANK, 2012), Davidov e outros(DAVIDOV; TSUR; RAPPOPORT, 2010).

As alterações no campo de personalidade, numericamente determinadas, podem ser convertidas em dados para *scripts* de animação de avatares para ambientes implementados em engenhos de jogos como *Unity3D* (*scripts* em C#), *SecondLife* (*scripts* em LSL), *Unreal* (*scripts* em *UnrealScript* ou *UScript*), oferecendo variações cognitivamente significativas de persona.

4 METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

Para a comprovação da tese foi adotada metodologia analítico experimental. Utilizou-se teoria de personalidade, baseada no modelo de cinco fatores (traços de personalidade), conforme apresentada por McCrae(MCCRAE, 1992), Digman(DIGMAN, 1990); John, Naumann e Soto(JOHN L. P. NAUMANN, 2008); Goldberg(GOLDBERG, 1992) e outros.

4.1 Seleção do Repositório de Informações

A escolha para a seleção do sistema de mídia social foi guiada pelos seguintes requisitos:

- A interação no sistema deve ser realizada majoritariamente na forma de linguagem natural,
- Os usuários expressam-se sem limitação relativa ao discurso (tamanho do texto, pontuação, acentuação, uso do vernáculo completo incluindo gírias comuns e expressões de baixo calão.
- Os textos desenvolvidos pelos usuários são apresentados aos demais usuários de seu círculo de compartilhamentos sem filtragem e sem inserção de elementos adicionais como propagandas ou textos alheios ou outros elementos quaisquer,
- Os textos desenvolvidos pelos usuários são registrados de forma permanente (exceto nos casos de remoção ou edição pelo próprio autor), e são recuperáveis na ordem cronológica.
- O usuário não é conduzido a utilizar neologismos particulares ao sistema de mídia social,
- O uso de abreviações gráficas (como, por exemplo, emoticons) não é significativo quando comparado ao volume de texto,
- As abreviações gráficas são convertidas em texto em linguagem natural,
- É simples separar texto em linguagem natural de outros elementos como ligações para imagens e *URLs*,

- O sistema não estimula o usuário a desenvolver “várias personalidades” (ou seja: segmentar automaticamente os conteúdos que escreve para audiências diferentes).

Os requisitos foram estabelecidos de maneira a permitir que as interações em linguagem natural atendessem aos padrões desenvolvidos pelos sistemas de análise de traços de personalidade consagrados.

A partir dos requisitos acima expostos, foram considerados três sistemas de redes sociais:

- Facebook,
- Google+,
- Twitter.

4.1.1 A Rede Social Facebook

O *Facebook* apresenta fácil acesso ao histórico de postagens dos usuários. Possui um sistema de controle de acesso relativamente plano e hierarquizado. Os usuários interagem preferencialmente através de textos em linguagem natural, incluindo nas interações imagens (estáticas), vídeos e links *URL* que são facilmente filtráveis.

O *Facebook* apresenta usuários com longo histórico de uso (acima de três anos de uso).

O *Facebook* permite separar facilmente postagens por autoria, originais e cópias (encaminhamentos, retransmissões).

O *Facebook* não adiciona elementos que interferem com o texto postado (por exemplo: publicidade entremeada com a postagem).

O *Facebook* não altera o texto (encurtando-o, apresentando versões resumidas, etc).

O *Facebook* permite a recuperação do histórico de texto de usuários sem necessidade de artifícios, favorecendo acesso direto e ético.

O *Facebook* traduz alguns emoticons em linguagem natural, como as expressões ‘*se sentindo...*’ (*triste, alegre, ...*).

4.1.2 A Rede Social Google+

O *Google+* apresenta fácil acesso ao histórico de postagens dos usuários. Possui um sistema de controle de acesso categorizado (os “círculos”). Os usuários interagem preferencialmente através de textos em linguagem natural,

incluindo nas interações imagens (estáticas), vídeos e links URL que são facilmente filtráveis.

O *Google+* dispõe de usuários com longo histórico de uso (acima de três anos de uso).

O *Google+* permite separar facilmente postagens por autoria, originais e cópias (encaminhamentos, retransmissões).

O *Google+* não adiciona elementos que interferem com o texto postado (por exemplo: publicidade entremeada com o post).

O *Google+* não altera o texto (encurtando-o, apresentando versões resumidas, etc);

O *Google+* permite a recuperação do histórico de texto de usuários sem necessidade de artifícios, favorecendo acesso direto e ético.

4.1.3 A Rede Social Twitter

O *Twitter* apresenta fácil acesso ao histórico de postagens dos usuários.

Os usuários interagem preferencialmente através de textos resumidos, dada a limitação de tamanho das postagens.

Os usuários são estimulados ao uso de abreviações e neologismos e grafismos.

Permite a fácil identificação de autoria.

Não adiciona elementos adicionais aos textos postados.

Apresenta usuários com longos históricos de participação (superior a dois anos).

4.1.4 A Escolha do Facebook como Fonte de Dados

Considerando os aspectos elencados acima, descartou-se inicialmente o *Twitter* em função da frequência de uso de abreviações, grafismos e uso particular de pontuação (o que distorce os resultados das ferramentas de análise de traços de personalidade consagradas).

A adaptação das ferramentas de análise para *Twitter* demanda pesquisa nas áreas de Linguística e de Psicologia. Existem diversas abordagens tentativas como as propostas por Roberts e outros (ROBERTS et al., 2012), ou Paul e Dredze (PAUL; DREDZE, 2011) que apresenta uma interessante análise do corpo de texto no Twitter com estados gerais de saúde (inclusive problemas psicológicos/psiquiátricos) ou Bollen, Pepe e Mao (BOLLEN; PEPE; MAO, 2009) ou Mohammad (MOHAMMAD, 2012). Entretanto as abordagens apresentam visões dissonantes do modelo de personalidade e emoção, com

o agravante da ausência de uma base consagrada na Psicologia e na Linguística.

O *Google+* e o *Facebook* apresentam muitas características comuns no aspecto de aquisição de textos. Entretanto o *Google+*, através de sua política de acesso por *círculos* favorece que seu usuário desenvolva formas específicas de expressão em linguagem natural nos diferentes círculos.

Assim, utilizando-se como principal critério a uniformidade de identidade (que se reflete na forma de redigir posts), escolheu-se o Facebook como fonte de dados.

4.2 A Escolha dos Indivíduos para Aquisição de Dados

Estabeleceu-se o critério de selecionar usuários com participação superior a dois (02) anos no sistema de mídia social *Facebook*.

Os usuários selecionados postaram texto significativo (conforme será discutido) com frequência superior a um texto por dia.

Os textos foram desenvolvidos majoritariamente em língua portuguesa do Brasil (incluindo regras ortográficas, acentuação e gírias).

Os textos não contém quantia significativa de elementos não consagrados nas metodologias para medição de personalidade a partir de linguagem natural, notadamente elisão de elementos (pronomes, advérbios, pronomes), utilização de jargão da internet, utilização de grafismos como emoticons.

Foram selecionados seis usuários de acordo com critério etário e de gênero (dois adolescentes, dois jovens adultos e dois adultos). Para cada faixa etária foi escolhido um homem e uma mulher.

Os usuários selecionados apresentam razoável domínio do idioma português conforme falado e escrito no Brasil (correção de texto, domínio da linguagem). A razão da imposição deste critério foi a não disponibilidade de sistema capaz de implementar correções de erros de linguagem para o sistema *LIWC* e seu dicionário *LIWC-Português-Brasil* disponível.

4.3 A Coleta de Dados

Para cada usuário foi extraída sua *timeline* completa (ou seja: o conjunto de todas as postagens diretas). Cada entrada recuperada foi marcada com um identificador de usuário (*UID*) e com uma marca de tempo (*timestamp*).

As entradas foram processadas para remoção dos elementos que não podem

ser imediatamente convertidas para texto em linguagem natural.

Após a remoção dos elementos que não são linguagem natural, as linhas nulas (vazias, sem texto) foram removidas.

Não foi feita nenhuma consideração com relação a entradas com conteúdo mínimo (aquelas que após o processamento resultaram apenas em uma palavra, por exemplo). Deve-se observar que o pré-processamento não apresenta nenhuma etapa para análise de conteúdo semântico (interpretação ou estimação do sentido do texto).

Uma questão relevante é: qual a efetiva quantidade de texto para determinar de forma razoável os traços de personalidade de uma pessoa? Para a determinação da quantidade mínima de texto utilizamos o trabalho de Eben Haber(HABER, 2015).

4.4 A Análise Linguística dos Dados Coletados

O corpo de texto coletado foi então submetido a um programa de contagem linguística. Para cada entrada foram contadas as ocorrências de elementos nas seguintes categorias coerentes com LIWC(PENNEBACKER, 2007):

1. **Quantidade de pronomes:** pronomes encontrados
2. **Primeira pessoa do singular:** eu (explícito)
3. **Primeira pessoa do plural:** nós (explícito)
4. **Primeira pessoa:** eu + nós (explícito e implícito)
5. **Segunda pessoa:** tu + vós
6. **Terceira pessoa:** ele + eles
7. **Negações:** negação simples
8. **Concordâncias:** sim, certamente, concordâncias
9. **Artigos:** contagem de artigos presentes no texto (definidos, indefinidos, etc)
10. **Preposições**
11. **Números:** expressões de quantidades, números
12. **Afeto:** amor, carinho, ternura, etc
13. **Emoções positivas:** palavras que identificam claramente emoções
14. **Sentimentos positivos:** sentimento é categoria cognitiva diferente de emoção

15. **Otimismo**
16. **Emoções negativas**
17. **Ansiedade**
18. **Raiva**
19. **Tristeza**
20. **Processos cognitivos**: palavras que indicam percepção/cognição
21. **Causação**: palavras que indicam causa (para um efeito)
22. **Insight**: percepção de algo
23. **Discrepância**
24. **Inibição**
25. **Experimentação**
26. **Certeza**
27. **Processos sensoriais**
28. **Ver**
29. **Ouvir**
30. **Sentir/Tato**
31. **Sociais**
32. **Comunicação**: falou, disse, escreveu, demonstrou, etc
33. **Outros**: estranhos
34. **Amigos**
35. **Família**
36. **Humanos**
37. **Tempo**
38. **Verbos no pretérito**
39. **Verbos no presente**
40. **Verbos no futuro**
41. **Espaço**: amplo, apertado, constricto, etc
42. **Para cima**

- 43. **Para baixo**
- 44. **Inclusive:** pessoas ou coisas incluídas
- 45. **Exclusive:** pessoas ou coisas excluídas, exceto
- 46. **Movimento**
- 47. **Ocupação:** geral, diferente de trabalho e escola
- 48. **Escola**
- 49. **Emprego/Trabalho**
- 50. **Realização**
- 51. **Lazer**
- 52. **Casa**
- 53. **Esportes**
- 54. **TV/Filmes**
- 55. **Música**
- 56. **Dinheiro/Finanças**
- 57. **Metafísica**
- 58. **Religião**
- 59. **Morte**
- 60. **Aspectos de saúde**
- 61. **Corpo**
- 62. **Sexualidade**
- 63. **Comer/Beber**
- 64. **Higiene/Arrumar-se**
- 65. **Pragas/Xingamentos/Baixo Calão**

A classificação foi realizada utilizando um dicionário LIWC(2007)(PENNEBACKER, 2007) para o Português do Brasil. Um extrato do dicionário é apresentado:

```

% -----
% Id/Categoria LIWC
% -----
356    leisure
357    home
358    money
359    relig
360    death
462    assent
463    nonfl
464    filler
% -----
% Palavra / Categorias a que pertence
% -----
a      1      2      3      6      7
      9      10     17     121    131
     138     252    463
aba    146
abafa  125     127    129
abafad* 125     127    129
abafada 125     127    129
abafadas    125     127    129
abafado 125     127    129
abafados    125     127    129
abafai 125     127    129

```

Para a classificação foi utilizado um *script* funcionalmente análogo ao *LIWC*, desenvolvido na linguagem de programação *perl*. O resultado da classificação é uma tabela de contagem de elementos. Um extrato da tabela (para um usuário) é apresentado:

id	Function Words	Pronouns	Personal Pronouns	I	We	You	She	He	They	Impersonal Pron.
2015/04/06	73	22	16	1	0	12	12		2	17
2015/04/04	0	0	0	0	0	0	0		0	0
2015/04/04	2	0	0	0	0	0	0		0	0
2015/04/04	2	0	0	0	0	0	0		0	0
2015/04/04	20	5	3	0	0	3	1		2	3
2015/04/03	24	7	7	1	0	6	5		1	5
2015/04/03	4	2	2	1	0	0	1		0	1
2015/04/03	37	14	8	0	1	7	9		1	12
2015/04/03	19	7	2	0	0	2	2		0	7
2015/04/01	13	5	4	0	0	3	4		0	5

Tabela 8: Contagem absoluta de elementos LIWC

Após a geração das contagens absolutas dos elementos *LIWC*, linha a linha, as linhas com somas de elementos zero são eliminadas. São linhas sem conteúdo relevante para análise de personalidade e usualmente decorrem da presença de palavras fora do dicionário ou de linhas que contém apenas grafismos.

O *timestamp* passa a ser o *ID* para cada entrada, há uma completa despersonalização dos dados. Isso faz com que a confidencialidade de comunicação e a privacidade do usuário do *Facebook* sob análise sejam garantidas.

Entretanto remanesce o problema da comparação entre conteúdos de entradas diferentes. Como a contagem de elementos depende basicamente do tamanho do texto escrito, não é possível comparar duas entradas em sua forma bruta. Para tanto é necessária uma uniformização de dados.

Para a uniformização, os dados brutos (contagens absolutas) são convertidos em frações do total de contagem. Assim, cada elemento passa a ser considerado como uma porcentagem de todos os elementos presentes em uma linha. A fórmula de uniformização é: $n_x / \sum_1^n n_i$. Após a uniformização, o conjunto de dados passa a ser representado por uma tabela cujo extrato apresentamos a seguir:

id	Function Words	Pronouns	Personal Pronouns	I	We	You	She He
2015/04/06	0,0988	0,0298	0,0217	0,0014	0,0000	0,0162	0,0162
2015/04/04	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2015/04/04	0,0870	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2015/04/04	0,0870	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2015/04/04	0,1042	0,0260	0,0156	0,0000	0,0000	0,0156	0,0052
2015/04/03	0,1154	0,0337	0,0337	0,0048	0,0000	0,0288	0,0240
2015/04/03	0,1739	0,0870	0,0870	0,0435	0,0000	0,0000	0,0435
2015/04/03	0,1066	0,0403	0,0231	0,0000	0,0029	0,0202	0,0259
2015/04/03	0,0995	0,0366	0,0105	0,0000	0,0000	0,0105	0,0105
2015/04/01	0,1182	0,0455	0,0364	0,0000	0,0000	0,0273	0,0364

Tabela 9: Valores LIWC uniformizados

A determinação das dimensões *NEOAC* é realizada a partir da contagem total dos elementos *LIWC*. Existem duas contagens a serem consideradas: a contagem total do corpo de texto e a contagem a partir das entradas individualizadas.

No caso das entradas uniformizadas, é calculado o valor médio e o desvio padrão para cada elemento *LIWC*: $E[x] = \mu = (\sum_{i=1}^{n_{Entr}} fator_i) / n_{Entr}$ e $sdev = \sigma = \sqrt{E[(fator - \mu)^2]}$. Um extrato do resultado é apresentado a seguir:

LIWC	Function Words	Pronouns	Personal Pronouns	I	We	You	She He
C_MEAN	0,1002	0,0263	0,0187	0,0017	0,0003	0,0154	0,0134
C_SDEV	0,0505	0,0240	0,0213	0,0115	0,0014	0,0181	0,0159

Tabela 10: Valores calculados para média e desvio padrão dos fatores LIWC

Os valores médios dos fatores apresentados na tabela 4.4 correspondem às frequências relativas dos elementos *LIWC*.

Yarkoni estimou as correlações entre as categorias *LIWC* e os parâmetros *NEOAC* (YARKONI, 2010). Os valores obtidos para um mínimo de 576 amostras são apresentados na tabela 11.

Tabela 11: Correlações de pearson e aplicabilidade conforme determinado por Yarkoni(YARKONI, 2010)

Categorias LIWC	Correlação Pearson Frequência LIWC e Fatores Big-5					Aplicabilidade dos Índices para Predição				
	N	E	O	A	C	N	E	O	A	C
Total pronouns	0,06	0,06	-0,21	0,11	-0,02	0	0	1	1	0
First person sing.	0,12	0,01	-0,16	0,05	0,00	1	0	1	0	0
First person plural	-0,07	0,11	-0,10	0,18	0,03	0	1	1	1	0
First person	0,10	0,03	-0,19	0,08	0,02	0	0	1	0	0
Second person	-0,15	0,16	-0,12	0,08	0,00	1	1	1	0	0
Third person	0,02	0,04	-0,06	0,08	-0,08	0	0	0	0	0
Negations	0,11	-0,05	-0,13	-0,03	-0,17	1	0	1	0	1
Assent	0,05	0,07	-0,11	0,02	-0,09	0	0	1	0	0
Articles	-0,11	-0,04	0,20	0,03	0,09	1	0	1	0	0
Prepositions	-0,04	-0,04	0,17	0,07	0,06	0	0	1	0	0
Numbers	-0,07	-0,12	-0,08	0,11	0,04	0	1	0	1	0
Affect	0,07	0,09	-0,12	0,06	-0,06	0	0	1	0	0
Positive Emotions	-0,02	0,10	-0,15	0,18	0,04	0	1	1	1	0
Positive Feelings	0,01	0,11	-0,11	0,14	-0,02	0	1	1	1	0
Optimism	-0,08	0,05	0,00	0,15	0,16	0	0	0	1	1
Negative Emotions	0,16	0,04	0,00	-0,15	-0,18	1	0	0	1	1
Anxiety	0,17	-0,03	-0,02	-0,03	-0,05	1	0	0	0	0
Anger	0,13	0,03	0,03	-0,23	-0,19	1	0	0	1	1
Sadness	0,10	0,02	-0,03	0,01	-0,11	0	0	0	0	1
Cognitive Processes	0,13	-0,06	-0,09	-0,05	-0,11	1	0	0	1	1
Causation	0,11	-0,09	-0,02	-0,11	-0,12	1	0	0	0	0
Insight	0,08	0,00	-0,08	0,01	-0,05	0	0	0	0	0
Discrepancy	0,13	-0,07	-0,12	-0,04	-0,13	1	0	1	0	1
Inhibition	0,09	-0,13	-0,07	-0,08	-0,05	0	1	0	0	0
Tentative	0,12	-0,11	-0,06	-0,07	-0,10	1	1	0	0	0
Certainty	0,13	0,10	-0,06	0,05	-0,10	1	1	0	0	0
Sensory Processes	0,05	0,09	-0,11	0,05	-0,10	0	0	1	0	0
Seeing	-0,01	0,03	-0,04	0,09	0,01	0	0	0	0	0
Hearing	0,02	0,12	-0,08	0,01	-0,12	0	1	0	0	1
Feeling	0,10	0,06	-0,01	0,10	-0,05	1	0	0	1	0
Socials	-0,06	0,15	-0,14	0,13	-0,04	0	1	1	1	0
Communication	0,00	0,13	-0,06	0,02	-0,07	0	1	0	0	0
Others	-0,08	0,15	-0,14	0,15	-0,02	0	1	1	1	0
Friends	-0,08	0,15	-0,01	0,11	0,06	0	1	0	1	0
Family	-0,07	0,09	-0,17	0,19	0,05	0	0	1	1	0
Humans	-0,05	0,13	-0,09	0,07	-0,12	0	1	0	0	1
Time	0,01	-0,02	-0,22	0,12	0,09	0	0	1	1	0
Pasts Vb.s	0,03	-0,01	-0,16	0,10	0,00	0	0	1	0	0
Presents Vb.s	0,06	-0,01	-0,16	0,00	-0,06	0	0	1	0	0
Futures Vb.s	-0,02	-0,06	-0,08	-0,01	-0,01	0	0	0	0	0
Space	-0,09	0,02	-0,11	0,16	0,04	0	0	1	1	0
Up	-0,10	0,09	-0,15	0,11	0,09	0	0	1	1	0
Down	-0,04	-0,02	-0,11	0,11	0,06	0	0	1	1	0
Inclusive	-0,02	0,09	0,11	0,18	0,07	0	0	1	1	0
Exclusive	0,10	-0,06	0,00	-0,07	-0,16	0	0	0	0	1
Motion	-0,02	0,02	-0,22	0,14	0,04	0	0	1	1	0
Occupation	0,05	-0,12	0,01	-0,04	0,06	0	1	0	0	0
School	0,06	-0,07	0,02	-0,01	-0,04	0	0	0	0	0
Job/Work	0,07	-0,08	0,04	-0,07	0,07	0	0	0	0	0
Achievement	0,01	-0,09	-0,05	0,05	0,14	0	0	0	0	1
Leisure	-0,05	0,08	-0,17	0,15	0,06	0	0	1	1	0
Home	0,00	0,03	-0,20	0,19	0,05	0	0	1	1	0
Sports	-0,01	0,05	-0,14	0,06	0,00	0	0	1	0	0
TV/Movies	-0,02	0,05	0,05	-0,05	-0,06	0	0	0	0	0
Music	-0,02	0,13	0,04	0,08	-0,11	0	1	0	0	0
Money/Finance	0,04	-0,04	-0,04	-0,11	-0,08	0	0	0	1	0
Metaphysical	-0,01	0,08	0,07	-0,01	-0,08	0	0	0	0	0
Religion	-0,03	0,11	0,05	0,06	-0,04	0	1	0	0	0
Death	0,03	0,01	0,15	-0,13	-0,12	0	0	1	1	1
Physicals	0,03	0,14	-0,09	0,09	-0,05	0	1	0	0	0
Bodys	0,02	0,10	-0,04	0,09	-0,07	0	0	0	0	0
Sexuality	0,03	0,17	0,00	0,08	-0,06	0	1	0	0	0
Eating/drinking	-0,01	0,08	-0,15	0,03	-0,04	0	0	1	0	0

Continua na próxima página

Categorias LIWC	Correlação Pearson Frequência LIWC e Fatores Big-5					Aplicabilidade dos Índices para Predição				
	N	E	O	A	C	N	E	O	A	C
Sleep	0,10	0,02	-0,14	0,11	-0,03	0	0	1	1	0
Grooming	0,05	-0,01	-0,20	0,07	-0,05	0	0	1	0	0
Swears	0,11	0,06	0,06	-0,21	-0,14	0	0	0	1	1

É possível estimar os traços de personalidade *NEOAC* a partir do conhecimento da frequência dos fatores linguísticos *LIWC*. Mairesse(MAIRESSE et al., 2007), por exemplo, apresenta a seguinte equação para a determinação da extroversão 4.1:

$$E = (\textit{substantives} + \textit{adjectives} + \textit{prepositions} + \textit{articles} - \textit{pronouns} - \textit{verbs} - \textit{adverbs} - \textit{interjections} + 100)/2 \quad (4.1)$$

De forma análoga, Nunes, Teles e Sousa(NUNES; TELES; SOUZA, 2013) derivam as equações para os demais traços de personalidade.

$$N = (\textit{negWords} - \textit{posWords} + \textit{firstPerson} - \textit{thirdPerson} + 100)/2 \quad (4.2)$$

$$O = (\textit{longWords} - \textit{shortWords}/2 + \textit{thirdPerson} - \textit{firstPerson} + 100)/2 \quad (4.3)$$

$$A = (\textit{posWords} - \textit{negWords} - \textit{articles} + 100)/2 \quad (4.4)$$

$$C = (\textit{posWords} - \textit{negations} - \textit{negWords} + 100)/2 \quad (4.5)$$

A aplicabilidade das equações 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5 depende de dicionários com contagem correta de substantivos (por exemplo: detecção correta de nomes próprios) e com catalogação de “palavras longas” e “curtas” para o idioma selecionado (no caso português brasileiro).

De qualquer forma, através dos trabalhos de Yarkoni(YARKONI, 2010), Fast e Funder(FAST; FUNDER, 2008) e outros, permitem assegurar a validade das estimativas dos traços de personalidade *NEOAC* baseadas em correlações de categorias *LIWC* e frequências medidas de ocorrência dessas categorias em textos escritos.

4.4.1 Quantificação dos Traços de Personalidade no Modelo Second Persona

A partir das frequências de categorias LIWC e das correlações entre as categorias e os traços de personalidade, e considerando que $correlation(T, i)$ é a correlação entre o traço T (N,E,O,A,C) e a categoria i do LIWC, que $freq(i)$ é a frequência da categoria i no corpo de texto e que $app(T, i)$ é um valor lógico 0 ou 1 referente à aplicabilidade da correlação entre a categoria i e o traço T (significância estatística), propõe-se a seguinte equação para quantificação desses últimos:

$$Trait = \frac{\sum_{i=1}^n (correlation(T, i) * freq(i) * app(T, i))}{\sum_{i=1}^n (correlation(T, i) * app(T, i))} \quad (4.6)$$

Como $0.0 \leq freq(i) \leq 1.0$ e $-1.0 \leq correlation(T, i) \leq 1.0$, então o valor da equação 4.6 situa-se no intervalo $[-1.0, 1.0]$. Valores próximos a -1.0 indicam baixa presença do correspondente traço de personalidade, valores próximos a 1.0 indicam alta presença do correspondente traço de personalidade.

Os valores obtidos podem ser escalados e ajustados às escalas utilizadas em outros métodos de estimação de personalidade como *BFI*, *NEO-PI* e outros.

From Corrected Counts					
LIWC CATEGORIES	NEUROTICISM	EXTRAVERSION	OPENNESS	AGREEABLENESS	CONSCIENTIOUSNESS
Total pronouns	1,5766E-03	1,5766E-03	-5,5181E-03	2,8905E-03	-5,2554E-04
First person sing.	2,0304E-04	1,6920E-05	-2,7072E-04	8,4600E-05	0,0000E+00
First person plural	-1,9153E-05	3,0098E-05	-2,7362E-05	4,9252E-05	8,2086E-06
First person	1,9656E-04	5,8969E-05	-3,7347E-04	1,5725E-04	3,9313E-05
Second person	-2,3036E-03	2,4572E-03	-1,8429E-03	1,2286E-03	0,0000E+00
ESTIMATION OF BIG 5					
	NEUROTICISM	EXTRAVERSION	OPENNESS	AGREEABLENESS	CONSCIENTIOUSNESS
	1,7344E-02	1,7066E-02	-4,8780E-02	3,7039E-02	-1,8093E-02

Tabela 12: Exemplo de tabela frequência vs correlação

O conjunto de cinco valores obtidos a partir da aplicação da equação 4.6 para os cinco traços de personalidade indica o “centro do campo de personalidade”.

Os vetores de excitação sobre o campo de personalidade são computados utilizando-se a mesma equação 4.6 para as frequências *LIWC* computadas ao longo de um dia. O resultado é uma sequência de valores de excitação nas dimensões N, E, O, A, C. Um exemplo de excitação está apresentado na figura 9.

Figura 9: Exemplo de excitação calculada NEOAC a partir de frequências de fatores LIWC e correlações calculadas de acordo com Yarkoni(YARKONI, 2010)

4.4.2 Determinação dos Valores PAD (Personality, Arousal, Dominance) a Partir dos Traços NEOAC

Mehrabian (MEHRABIAN, 1996) enuncia equações para determinação de traços de personalidade, a partir de diversos estudos de larga escala. Do portfólio apresentado, escolhemos as equações pelo critério de significância dos fatores P, A, D (evitando equações onde um desses elementos não estivesse representado) e pelo critério de relação entre o traço de personalidade do sistema *NEOAC* com os traços *PAD*.

$$Agreeableness = 0.73 * P + 0.11 * A - 0.18 * D \quad (4.7)$$

$$Extroversion = 0.21 * P + 0.17 * A + 0.50 * D \quad (4.8)$$

$$Neuroticism = -0.26 * P + 0.49 * A - 0.25 * D \quad (4.9)$$

As equações definem um sistema linear definido:

$$\begin{pmatrix} Agreeableness \\ Extroversion \\ Neuroticism \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.73 & 0.11 & -0.18 \\ 0.21 & 0.17 & 0.50 \\ -0.26 & 0.49 & -0.25 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} Personality \\ Arousal \\ Dominance \end{pmatrix} \quad (4.10)$$

A solução desse sistema resulta em:

$$\begin{pmatrix} Personality \\ Arousal \\ Dominance \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1,17 & 0,25 & -0,35 \\ 0,32 & 0,94 & 1,64 \\ -0,60 & 1,58 & -0,41 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} Agreeableness \\ Extroversion \\ Neuroticism \end{pmatrix} \quad (4.11)$$

Como exemplo, consideremos os seguintes valores N, E, O, A e C determinados para um indivíduo em 4.4.2:

NEUROTICISM	EXTRAVERSION	OPENNESS	AGREEABLENESS	CONSCIENTIOUSNESS
1,7344E-02	1,7066E-02	-4,8780E-02	3,7039E-02	-1,8093E-02

Tabela 13: Valores N, E, O, A e C calculados

Aplicando à equação 4.11 resulta:

$$\begin{pmatrix} Personality \\ Arousal \\ Dominance \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1,17 & 0,25 & -0,35 \\ 0,32 & 0,94 & 1,64 \\ -0,60 & 1,58 & -0,41 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 3,7039E-02 \\ 1,7066E-02 \\ 1,7344E-02 \end{pmatrix} \quad (4.12)$$

Cujo resultado é:

$$\begin{pmatrix} P \\ A \\ D \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,0416532816 \\ 0,0562317542 \\ -0,0024811747 \end{pmatrix} \quad (4.13)$$

Os valores de P, A e D na equação 4.13 não estão ajustados em escala. O ajuste é linear e o range é $[-1.0, 1.0]$.

Para cada ponto da fonte de excitação, cuja saída está indicada na figura 9 faz-se o cálculo do valor P, A, D (algoritmo na forma de mensagem smalltalk):

```
calculatePAD: dataSource
| padList |

"create ordered list to store calculated PAD values"
padList := OrderedCollection new;

"for all elements in input (dataSource) do"
1 to: dataSource size do: [ :i |
    | pad |

    "create a triplet to store PAD"
    pad := OrderedCollection new;

    "calculate pad"
    pad add: (1.17 * (dataSource at: i) at: 1) +
              (0.25 * (dataSource at: i) at: 2) -
              (0.35 * (dataSource at: i) at: 3);
    pad add: (0.32 * (dataSource at: i) at: 1) +
              (0.94 * (dataSource at: i) at: 2) +
              (1.64 * (dataSource at: i) at: 3);
    pad add: (-0.6 * (dataSource at: i) at: 1) +
              (1.58 * (dataSource at: i) at: 2) -
              (0.48 * (dataSource at: i) at: 3);

    "add pad to PAD list collection"
    padList add: pad;
]

"return PAD calculated values"
^padList
```

O esquema geral para o processamento está indicado na figura 10

Figura 10: Diagrama Cálculo fatores PAD para Second Persona

4.5 Fatores de Segunda Ordem

A determinação dos traços *NEOAC* a partir de contagem *LIWC* também permite a determinação dos fatores de segunda ordem para cada traço de personalidade. No desenvolvimento da pesquisa, os fatores foram calculados. Estes fatores são fontes adicionais de informação a respeito da personalidade do usuário e podem ser utilizados para a implementação de personas em avatares.

4.5.1 Fatores de Segunda Ordem Para Neuroticismo

A seguinte tabela apresenta a composição dos fatores de segunda ordem para **N** (*Neuroticismo*) conforme cálculos apresentados por Yarkoni (YARKONI, 2010), em termos de correlação de Pearson:

Tabela 14: Fatores de Segunda Ordem para Neuroticidade

Neuroticism	
Anxiety	
Feeling	0,17
Anxiety	0,16
Articles	-0,16
Continua na próxima página	

Continuado da Página Anterior	
Neuroticism	
Space	-0,15
I	0,15
Certainty	0,13
I, We	0,12
Neg. Emot.	0,12
Up	-0,11
Discrepancy	0,1
You	-0,1
Affect	0,1
Negation	0,1
Grooming	0,1
Cog. Proc.	0,1
Anger	
Neg. Emot.	0,18
Anger	0,17
Negation	0,16
Swearing	0,14
Discrepancy	0,13
Space	-0,13
Causation	0,13
School	0,13
Cog. Proc.	0,12
Up	-0,12
I	0,11
Exclusive	0,11
Certainty	0,11
Feeling	0,1
Anxiety	0,1
I, We	0,1
Tentative	0,1
Depression	
Anger	0,15
Neg. Emot.	0,15
Up	-0,14
Discrepancy	0,14
Tentative	0,13
We	-0,13
Negation	0,13
Anxiety	0,12
Cog. Proc.	0,12
Articles	-0,12
Space	-0,12
Causation	0,12
Continua na próxima página	

Continuado da Página Anterior	
Neuroticism	
Feeling	0,12
Optimism	-0,12
Swearing	0,1
You	-0,1
Sensory Proc	0,1
Numbers	-0,09
Self Consc.	
Causation	0,18
Negation	0,16
Cog. Proc.	0,16
Achievement	0,16
Tentative	0,15
Friends	-0,15
Soc. Proc.	-0,14
Other Refs	-0,14
We	-0,14
Occupation	0,13
Discrepancy	0,13
Communication	-0,13
Present Tense	0,13
VB	
Hearing	-0,12
Family	-0,12
Religion	-0,12
School	0,12
I	0,11
Exclusive	0,11
Articles	-0,1
Immoderation	
Anger	0,18
Swearing	0,16
Neg. Emot.	0,14
Optimism	-0,12
I	0,12
Tentative	0,11
Negation	0,11
Articles	-0,11
We	-0,11
Vulnerability	
Feeling	0,18
Anxiety	0,16
Articles	-0,16
I	0,14
Continua na próxima página	

Continuado da Página Anterior	
Neuroticism	
I, We	0,13
Causation	0,11
Discrepancy	0,11
Cog. Proc.	0,1
Grooming	0,1
You	-0,1

Para um usuário em particular, os resultados obtidos foram os seguintes, apresentados na tabela 4.5.1:

Neuroticism			
Neuroticism	Anxiety	7,7055E-03	9,89%
	Anger	2,0165E-02	25,88%
	Depression	1,4444E-02	18,53%
	Self Conscientiousness	2,1626E-02	27,75%
	Immoderation	5,4552E-03	7,00%
	Vulnerability	8,5311E-03	10,95%

Tabela 15: Fatores de segunda ordem para neuroticismo

Neuroticism

A distribuição gráfica dos fatores de segunda ordem deste exemplo está reproduzida na figura 11

4.5.2 Fatores de Segunda Ordem para Extroversão

A seguinte tabela 16 apresenta a composição dos fatores de segunda ordem para **E** (*Extroversão*) conforme cálculos apresentados por Yarkoni(YARKONI, 2010), em termos de correlação de Pearson:

Tabela 16: Fatores de Segunda Ordem Para Extroversão

Extraversion
Extraversion
Continua na próxima página

Continuado da Página Anterior
Extraversion

Friendlyness	
Friends	0,23
Leisure	0,22
We	0,22
Family	0,2
Other Refs	0,18
Up	0,18
Soc. Proc.	0,17
Positive	0,17
Emotions	
Sexual	0,16
Space	0,16
Physical States	0,15
Home	0,15
Sports	0,15
Motion	0,14
Music	0,14
Inclusive	0,14
Eating	0,14
Time	0,13
Optimism	0,13
Causation	-0,13
Gregariousness	
Friends	0,26
Leisure	0,23
Sexual	0,22
Soc. Proc.	0,2
Music	0,2
TV/Movies	0,2
Positive	0,19
Emotions	
Sports	0,19
Communication	0,18
Family	0,18
Positive	0,18
Feelings	
Humans	0,17
Articles	-0,16
Hearing	0,16
Other Refs	0,16
Affect	0,16
We	0,14
Eating	0,14
Continua na próxima página	

Continuado da Página Anterior	
Extraversion	
Time	0,13
Motion	0,13
Assertiveness	
Communication	0,14
You	0,11
Friends	0,11
Numbers	-0,1
Hearing	0,1
Soc. Proc.	0,09
Activity Level	
Time	0,15
Job / Work	0,14
Occupation	0,13
Motion	0,12
Up	0,12
Eating	0,11
Achievement	0,11
Leisure	0,11
School	0,1
Excitement Seeking	
Anger	0,22
Swearing	0,22
Neg. Emot.	0,19
Communication	0,19
Hearing	0,18
Numbers	-0,14
Grooming	-0,14
Music	0,14
Sexual	0,14
Causation	0,13
Affect	0,12
TV/Movies	0,12
Sports	0,12
Assent	0,12
Articles	-0,12
Home	-0,1
Religion	0,1
Inclusive	-0,1
You	0,1
Present Tense	0,1
VB	
Cheerfulness	
Continua na próxima página	

Continuado da Página Anterior	
Extraversion	
Positive Emotions	0,25
Music	0,25
Positive Feelings	0,22
Affect	0,21
Friends	0,21
Sexual	0,21
You	0,21
Leisure	0,2
Physical States	0,19
Assent	0,17
We	0,16
Other Refs	0,16
Total Pronouns	0,16
Eating	0,15
Seeing	0,14
Soc. Proc.	0,14
Space	0,14
Motion	0,13
Body States	0,12
I, We	0,12

Para um usuário foram obtidos os resultados apresentados a seguir, na tabela 4.5.2:

Extraversion		
Friendlyness	2,5672E-02	21,80%
Gregariousness	2,4079E-02	20,44%
Assertiveness	5,5109E-03	4,68%
Activity Level	1,1639E-02	9,88%
Excitement Seeking	1,1546E-02	9,80%
Cheerfulness	3,9334E-02	33,40%

Tabela 17: Fatores de segunda ordem para extroversão

A distribuição gráfica dos fatores de segunda ordem deste exemplo está reproduzida na figura 12

Figura 11: Fatores de segunda ordem para Neuroticidade (exemplo)

4.5.3 Fatores de Segunda Ordem para Abertura Para Experiência (Openness)

A seguinte tabela 18 apresenta a composição dos fatores de segunda ordem para **O** (abertura para experiências ou *Openness*) conforme cálculos apresentados por Yarkoni(YARKONI, 2010), em termos de correlação de Pearson:

Tabela 18: Fatores de Segunda Ordem Para Abertura Para Experiências (Openness)

Openness	
Imagination	
Home	-0,22
Time	-0,21
Death	0,19
Motion	-0,18
Up	-0,18
Family	-0,18
Past Tense VB	-0,17
Swearing	0,16
Grooming	-0,15
Leisure	-0,14
Anger	0,14

Continua na próxima página

Continuado da Página Anterior	
Openness	
Positive	-0,14
Emotions	
I, We	-0,14
Articles	0,14
Total Pronouns	-0,13
Eating	-0,13
Optimism	-0,12
We	-0,12
Soc. Proc.	-0,12
I	-0,11
Artistic Interests	
Inclusive	0,21
Positive	0,21
Feelings	
Music	0,2
Sexual	0,19
Seeing	0,19
Positive	0,18
Emotions	
Exclusive	-0,16
Leisure	0,14
Negation	-0,13
Anger	-0,13
Optimism	0,13
Inhibition	-0,12
Discrepancy	-0,12
Causation	-0,11
TV/Movies	0,11
Physical States	0,1
Cog. Proc.	-0,1
Swearing	-0,11
We	0,1
Body States	0,1
Emotionality	
Feeling	0,26
Sexual	0,22
Physical States	0,21
Body States	0,19
Positive	0,18
Feelings	
Anxiety	0,17
Affect	0,17
Sadness	0,16
Continua na próxima página	

Continuado da Página Anterior	
Openness	
I, We	0,16
Inclusive	0,16
I	0,16
Total Pronouns	0,15
Neg. Emot.	0,14
Sleeping	0,14
Positive	0,14
Emotions	
Certainty	0,13
Numbers	-0,13
Friends	0,12
Assent	0,12
Humans	0,11
Adventurousness	
Grooming	-0,22
Negation	-0,21
Total Pronouns	-0,19
Present Tense	-0,18
VB	
I	-0,18
I, We	-0,18
Discrepancy	-0,15
Physical States	-0,14
Sleeping	-0,14
Home	-0,14
Affect	-0,13
Body States	-0,13
Certainty	-0,13
Cog. Proc.	-0,13
Prepositions	0,12
Tentative	-0,12
Assent	-0,12
Sensory Proc	-0,12
Exclusive	-0,12
Intellect	
Eating	-0,24
Total Pronouns	-0,24
Positive	-0,24
Emotions	
Time	-0,24
Motion	-0,23
I, We	-0,23
Grooming	-0,22
Continua na próxima página	

Continuado da Página Anterior	
Openness	
I	-0,21
Articles	0,2
Physical States	-0,2
Affect	-0,2
Home	-0,2
Prepositions	0,2
Past Tense VB	-0,19
Positive	-0,18
Feelings	
Leisure	-0,17
Sleeping	-0,17
Sensory Proc	-0,17
You	-0,14
Other Refs	-0,14
Liberalism	
You	-0,29
Other Refs	-0,26
Home	-0,25
Family	-0,25
Leisure	-0,24
Positive	-0,24
Emotions	
Grooming	-0,24
Soc. Proc.	-0,22
Total Pronouns	-0,21
Motion	-0,2
Sports	-0,19
Positive	-0,18
Feelings	
Time	-0,17
Down	-0,17
We	-0,17
Religion	-0,16
Swearing	0,16
Affect	-0,16
Prepositions	0,16
Up	-0,15

A seguir, na tabela 4.5.3 mostram-se os valores obtidos para um usuário:

Figura 12: Fatores de segunda ordem para Extroversão (exemplo)

Openness		
Imagination	-1,8087E-02	-12,71%
Artistic Interests	-4,2892E-03	-3,01%
Emotionality	2,9024E-02	20,39%
Adventurousness	-3,0209E-02	-21,22%
Intellect	-3,0169E-02	-21,19%
Liberalism	-3,0567E-02	-21,47%

Tabela 19: Fatores de segunda ordem para openness

A distribuição gráfica dos fatores de segunda ordem deste exemplo está reproduzida na figura 13

4.5.4 Fatores de Segunda Ordem para Amabilidade (Agreeableness)

A tabela 20 apresenta a composição dos fatores de segunda ordem para **A** (*Amabilidade* ou *Agreeableness*) conforme cálculos apresentados por Yarkoni(YARKONI, 2010), em termos de correlação de Pearson:

Figura 13: Fatores de segunda ordem para Abertura Para Experiência ou “Openness” (exemplo)

Tabela 20: Fatores de Segunda Ordem para Amabilidade

Agreeableness	
Agreeableness	
Trust	
Space	0,22
Anger	-0,2
Numbers	0,2
We	0,18
Home	0,18
Leisure	0,18
Time	0,17
Motion	0,16
Up	0,16
Family	0,15
Death	-0,15
Positive	0,15
Emotions	
Down	0,15
Neg. Emot.	-0,14
Optimism	0,13
Inclusive	0,12
Past Tense VB	0,12
Continua na próxima página	

Continuado da Página Anterior	
Agreeableness	
Swearing	-0,11
Sports	0,11
Causation	-0,1
Morality	
Time	0,18
Home	0,18
Swearing	-0,18
Anger	-0,16
Motion	0,15
Leisure	0,14
Family	0,14
Up	0,14
Down	0,13
Numbers	0,13
Positive	0,13
Emotions	
Inclusive	0,12
We	0,12
Grooming	0,11
Neg. Emot.	-0,11
Space	0,11
Optimism	0,1
Death	-0,1
Past Tense VB	0,1
Total Pronouns	0,09
Altruism	
Optimism	0,18
Leisure	0,17
We	0,16
Friends	0,16
Swearing	-0,16
Positive	0,15
Emotions	
Motion	0,15
Space	0,14
Family	0,14
Inclusive	0,13
Home	0,13
Up	0,13
Down	0,12
Tentative	-0,12
Other Refs	0,11
Death	-0,1
Continua na próxima página	

Continuado da Página Anterior	
Agreeableness	
Sports	0,1
Causation	-0,1
Time	0,1
Cooperation	
Anger	-0,26
Swearing	-0,26
Space	0,23
Numbers	0,2
Neg. Emot.	-0,19
Down	0,15
Optimism	0,14
Inclusive	0,13
Money	-0,13
Communication	-0,13
Death	-0,13
Up	0,13
Hearing	-0,12
Prepositions	0,12
Positive	0,12
Emotions	
Causation	-0,11
Negation	-0,11
Motion	0,1
Home	0,1
Time	0,1
Modesty	
Motion	0,16
Achievement	0,14
Time	0,13
Home	0,13
Positive	0,11
Emotions	
Past Tense VB	0,1
Grooming	0,1
Sleeping	0,1
Family	0,09
Sympathy	
Inclusive	0,13
Family	0,12
Anger	-0,11
Prepositions	0,11
Feeling	0,11
Swearing	-0,11

Para um usuário testado, a distribuição de fatores de segunda ordem para Amabilidade ou *Agreeableness* é dada na tabela 4.5.4 abaixo:

Agreeableness		
Trust	1,7496E-02	23,38%
Morality	1,7031E-02	22,76%
Altruism	1,2641E-02	16,90%
Cooperation	1,0601E-02	14,17%
Modesty	1,0295E-02	13,76%
Sympathy	6,7553E-03	9,03%

Tabela 21: Fatores de segunda ordem para agreeableness

A distribuição gráfica dos fatores de segunda ordem deste exemplo está reproduzida na figura 15

Figura 14: Fatores de segunda ordem para Amabilidade ou “Agreeableness” (exemplo)

4.5.5 Fatores de Segunda Ordem Para Escrupulosidade ou (Conscientiousness)

A seguinte tabela 22 apresenta a composição dos fatores de segunda ordem para **O** (abertura para experiências ou *Openness*) conforme cálculos apresentados por Yarkoni(YARKONI, 2010), em termos de correlação de Pearson:

Tabela 22: Fatores de Segunda Ordem Para Escrupulosidade (Conscientiousness)

Conscientiousness	
Conscientiousness	
Self Efficacy	
Negation	-0,13
Up	0,13
Leisure	0,13
Anger	-0,13
Prepositions	0,12
We	0,12
Discrepancy	-0,12
Optimism	0,11
Tentative	-0,11
Articles	0,11
Achievement	0,11
Neg. Emot.	-0,11
Cog. Proc.	-0,1
Space	0,1
Orderliness	
Time	0,14
Anger	-0,14
Death	-0,13
Home	0,12
Grooming	0,12
I, We	0,12
Music	-0,11
I	0,1
Metaphysical States	-0,1
Dutifulness	
Anger	-0,20
Swearing	-0,18
Time	0,16
Home	0,14
Motion	0,14
Continua na próxima página	

Continuado da Página Anterior
Conscientiousness

Optimism	0,14
Neg. Emot.	-0,13
Up	0,13
Down	0,12
Space	0,11
Hearing	-0,11
We	0,11
Achievement	0,11
Sports	0,1
Feeling	-0,1
Positive	0,1
Emotions	
Humans	-0,1

Achievement Striving

Anger	-0,23
Neg. Emot.	-0,17
Swearing	-0,16
Occupation	0,14
Exclusive	-0,14
Job / Work	0,14
Negation	-0,13
Optimism	0,12
Achievement	0,12
Death	-0,12
Tentative	-0,12
Discrepancy	-0,12
Other	-0,11
Sadness	-0,11
Humans	-0,11
Music	-0,11
Metaphysical	-0,1
States	
Hearing	-0,1
School	0,1

Self Discipline

Tentative	-0,18
Optimism	0,16
Exclusive	-0,16
Anger	-0,15
Discrepancy	-0,14
Cog. Proc.	-0,14
Negation	-0,13
Time	0,13

Continua na próxima página

Continuado da Página Anterior	
Conscientiousness	
Up	0,13
Achievement	0,13
Swearing	-0,12
Leisure	0,12
Home	0,12
Family	0,11
Certainty	-0,11
Neg. Emot.	-0,1
Motion	0,1
Down	0,1
Friends	0,1
Causation	-0,1
Cautiousness	
Swearing	-0,23
Anger	-0,21
Optimism	0,19
Neg. Emot.	-0,17
Sexual	-0,15
Numbers	0,14
Music	-0,14
Hearing	-0,13
Communication	-0,12
Articles	0,11
Death	-0,1
Negation	-0,1

A distribuição dos fatores de segunda ordem para o traço *Escrupulosidade* (*Conscientiousness*) são apresentados na tabela 4.5.5 abaixo:

Conscientiousness		
Self Efficacy	-2,7621E-03	-5,96%
Orderliness	2,7624E-03	5,96%
Dutyfulness	5,8422E-03	12,61%
Achievement Striving	-1,0515E-02	-22,70%
Self Discipline	-1,9117E-02	-41,27%
Cautiousness	-5,3272E-03	-11,50%

Tabela 23: Fatores de segunda ordem para conscientiousness

A distribuição gráfica dos fatores de segunda ordem deste exemplo está reproduzida na figura 15

Figura 15: Fatores de segunda ordem para Escrupulosidade ou “Conscientiousness” (exemplo)

4.6 Dados Para Animação

Os valores que caracterizam a persona são extraídos do sistema de equações 4.13. Eles definem “o ponto central” da personalidade no espaço PAD. Os parâmetros das equações foram obtidos de forma integrativa: calcula-se *NEAOC* a partir dos dados integralizados dos fatores *LIWC* e das correlações estabelecidas por Yarkoni(YARKONI, 2010):

$$N = \frac{\sum_{i=1}^{n_{CatLIWC}} countCatLIWC_i(N) * covCatLIWC_i(N)}{\sum_{i=1}^{n_{CatLIWC}} covCatLIWC_i(N)} \quad (4.14)$$

$$E = \frac{\sum_{i=1}^{n_{CatLIWC}} countCatLIWC_i(E) * covCatLIWC_i(E)}{\sum_{i=1}^{n_{CatLIWC}} covCatLIWC_i(E)} \quad (4.15)$$

$$A = \frac{\sum_{i=1}^{n_{CatLIWC}} countCatLIWC_i(A) * covCatLIWC_i(A)}{\sum_{i=1}^{n_{CatLIWC}} covCatLIWC_i(A)} \quad (4.16)$$

$$O = \frac{\sum_{i=1}^{n_{CatLIWC}} countCatLIWC_i(O) * covCatLIWC_i(O)}{\sum_{i=1}^{n_{CatLIWC}} covCatLIWC_i(O)} \quad (4.17)$$

$$C = \frac{\sum_{i=1}^{nCatLIWC} countCatLIWC_i(C) * covCatLIWC_i(C)}{\sum_{i=1}^{nCatLIWC} covCatLIWC_i(C)} \quad (4.18)$$

Onde $nCatLIWC$ é o número de categorias do dicionário *LIWC* processadas, $countCatLIWC_i(x)$ é a contagem proporcional de ocorrências da categoria i e calculado da seguinte forma:

$$countCatLIWC_i(x) = \frac{n_i(x)}{\sum_{j=1}^{nCatLIWC} n_j(x)} \quad (4.19)$$

Ou seja: os valores de *NEOAC* estarão apresentados em ranges $[-1.0, +1.0]$, bastando fazer o ajuste de range e escala para colocar os valores nas escala tradicional $[0.0, 5.0]$ compatível com os testes desenvolvidos por Goldberg (GOLDBERG, 1981) (GOLDBERG, 1992) e outros.

Para o cálculo da dispersão do campo, calculam-se os valores de *NEOAC* em intervalos unitários de tempo (conjunto de transações diárias) segundo o conjunto de equações 4.14, 4.15, 4.17, 4.16, 4.18 e faz-se a conversão para valores *PAD* utilizando as equações 4.13, plota-se a distribuição nos eixos **P**, **A** e **D** (análogo a um histograma, por intervalos).

Como dito anteriormente, considera-se que no repouso a personalidade do usuário encontra-se no centro do campo *PAD* calculado através do equacionamento apresentado. Os distúrbios são as entradas no Facebook (ou em outra fonte de texto de mídia social compatível em termos de modalidade de texto) que ocorrem num período pré-determinado de tempo. No caso do *Facebook* considera-se intervalos de um dia.

Os valores *PAD* dos distúrbios são calculados de acordo com as equações 4.14, 4.15, 4.17, 4.16, 4.18 e convertidos para *PAD* por meio do sistema de equações 4.13.

Considera-se que os distúrbios retiram o usuário do estado de equilíbrio. Considera-se que os distúrbios afetam o estado de equilíbrio como função da posição *PAD* calculada da seguinte forma: a intensidade do distúrbio é proporcional à densidade de probabilidade do valor nos eixos *PAD*:

$$I_{P,A,D}(x_{P,A,D}) = k_{P,A,D} * F_{P,A,D}(x_{P,A,D}) = V_{P,A,D}(t_0) \quad (4.20)$$

$V_{P,A,D}(t_0)$ é a intensidade do distúrbio no momento em que acontece. As constantes $k_{P,A,D}$ são ajustadas empiricamente. $F_{P,A,D}(x_{P,A,D})$ é dado por:

$$F(x) = P[-1.0 \leq x \leq +1.0] \quad (4.21)$$

O decaimento do distúrbio é proporcional à distância entre os valores de suas coordenadas *PAD* e a distância do centro do campo de personalidade (ou o

ponto *PAD* de equilíbrio).

$$V_{P,A,D}(t) = V_{P,A,D}(t_0) * e^{(-k*((P,A,D)-(P_0,A_0,D_0)))*t} \quad (4.22)$$

Assim, temos definido o campo de persona *PAD* em função da análise dos registros em linguagem natural em sistemas de mídia social, temos definidas as funções de perturbação do campo e o comportamento temporal do sistema.

4.7 Considerações Finais Relativas à Metodologia

É importante levar em consideração que os valores numéricos obtidos refletem a probabilidade de alguém apresentar traços de personalidade com uma determinada intensidade e permanência. Os valores absolutos em si são desprovidos de significado. Não há sentido intrínseco afirmar que alguém apresenta “neuroticismo de 0.5 numa escala de -1.0 a +1.0”. Quando se afirma que o “valor do neuroticismo” é de 0.5, isso significa que o indivíduo em particular apresenta características de comportamento descritas por esse traço de personalidade moderadamente acentuadas quando comparado ao restante da população. Se o valor fosse 0.0, as características de comportamento seriam equivalentes à média esperada para a população. Se o valor fosse negativo, as características de neuroticismo seriam inferiores às observadas na média da população.

É importante levar em consideração que a determinação dos valores dos traços *NEOAC* a partir das frequências de elementos linguísticos realizada pelo *LIWC* são intermediadas por correlações entre tais frequências e a presença e intensidade dos traços de personalidade estabelecidos por meio de estatísticas de grandes grupos. A correlação estatística utilizada é a correlação de Pearson dada pela seguinte equação 4.23:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (4.23)$$

Assim, os coeficientes de correlação indicam a tendência do traço de personalidade ser mais ou menos relevante (‘intenso’) conforme a frequência de determinada categoria *LIWC* aumenta ou diminui. Coeficientes positivos indicam aumento de intensidade com aumento de frequência, coeficientes negativos indicam diminuição da intensidade com o aumento da frequência. De forma geral, para que a correlação seja utilizável, o valor da significância *p* deve ser suficientemente baixo. No caso dos valores determinados por Yarkoni (YARKONI, 2010), das 330 correlações possíveis apresentadas na tabela 11, apenas 103 apresentam fator de confiança $p < 0.001$. Isso indica uma oportunidade para simplificar os sistemas de equações e reduzir o tempo

de processamento dos textos para geração das frequências das categorias *LIWC*.

O levantamento das frequências das categorias linguísticas *LIWC* é fortemente dependente dos dicionários e do pré-processamento sobre o texto bruto para livrá-lo de ruídos. Dentre os ruídos encontram-se os erros de tipografia que impedem que palavras sejam corretamente identificadas, abreviações, neologismos, onomatopéias (como 'kkk' para denotar risada), grafismos (como os emoticons) e outras ocorrências que contaminam os textos em linguagem natural.

Resumindo: os traços de personalidade são avaliados de forma estimativa, como forma de se ter uma idéia geral do caráter do usuário. Não se pretende fazer um diagnóstico ou qualquer forma de análise psicológica ou cognitiva de quem quer que seja.

Considerando a natureza estatística do processo, uma questão importante é: 'quanto texto é necessário'? Esta é uma pergunta não respondida na presente pesquisa. Aqui procurou-se analisar corpo de texto de usuários prolíficos, que falam português do Brasil de forma correta.

O presente modelo não pretende criar nenhuma forma de inteligência, cognição computacional, emoção computacional ou mesmo de emulação operacional de afeto. A única pretensão é gerar entradas para mecanismos de simulação funcional de persona.

5 CONCLUSÃO

A pesquisa resultou num modelo para a extração de informações relativas à personalidade dos usuários. Foram analisados diversos modelos, desde os puramente empíricos até os baseados nas teorias de personalidade como proposta por Digman(DIGMAN, 1990)(DIGMAN, 1997), Goldberg(GOLDBERG, 1981)(GOLDBERG, 1992), McCrae e Costa (MCCRAE, 1985)(MCCRAE, 1992)(MCCRAE; JR., 1997) e Mehrabian (MEHRABIAN, 1996).

Este modelo é compatível com estrutura de emoções proposta por Ortony, Clore e Collins(ORTONY, 1990) (A, 2003) e permite a integração dos estímulos emocionais coletados através de linguagem natural com demais estímulos decorrentes da interação com ambiente em diversas modalidades.

O modelo é baseado em teoria de determinação dos cinco traços de personalidade (DIGMAN, 1990)(GOLDBERG, 1981) a partir do processamento de linguagem natural. Goldberg(GOLDBERG, 1981) e McCrae e Costa(MCCRAE, 1985) comprovaram a universalidade do modelo através de etnias, culturas e línguas diferentes.

O modelo também é baseado nas categorias psico linguísticas definidas por Pennebaker(PENNEBACKER, 2007) e instrumentalizadas em uma série de dicionários e em uma ferramenta de análise linguística, o *LIWC*.

Através da utilização das medidas realizadas por Yarkoni(YARKONI, 2010) foi possível estimar grandezas para os cinco traços de personalidade (teoria Big-5 de (DIGMAN, 1990)(GOLDBERG, 1981)(YARKONI, 2010) (MCCRAE, 1985)).

A partir das estimativas dos traços de personalidade e de seus componentes, utilizando equações analisadas por Mehrabian(MEHRABIAN, 1996) foi possível transitar entre o modelo *Big-5* para o modelo *Big-3* e trabalhar em coordenadas de *Pleasure*, *Arousal* e *Dominance*.

A vantagem de trabalhar no sistema *PAD* é a possibilidade de integrar com o modelo *OCC*(ORTONY, 1990) e com outras abordagens como nos trabalhos de Prendinger(PRENDINGER et al., 2010), Park(PARK et al., 2011), Davidov e Rappoport (DAVIDOV; TSUR; RAPPOPORT, 2010) e outros.

Também foi demonstrado que por meio de uma metodologia simples, é possível estimar trajetórias emocionais. A metodologia, conforme apresentada envolve pré-processamento simples de mídia social, processamento do resultado através de um filtro *LIWC* compatível, extração das frequências das

categorias *LIWC*, ponderação das frequências para extração dos parâmetros *NEOAC*, transformação da base *NEOAC* para base *PAD* e tratamento do campo de personalidade e do campo ruído.

Além disso, o modelo é auto ajustado: a cada interação do usuário, um novo conjunto de dados emocionais-afetivos é adicionado ao conjunto de dados pré-existente. Ao longo do tempo as variações de temperamento do usuário são automaticamente atualizadas.

O modelo desenvolvido aplica-se não só ao campo de cálculo de personalidade para agentes artificiais. Como funciona através do monitoramento de comunicação em linguagem natural, encontra aplicações em qualquer campo onde o conhecimento do estado afetivo influi na tendência de ação ou inação do indivíduo.

O modelo é seguro e garante privacidade. Não há registro de conversas: uma vez extraídos os dados para processamento linguístico, a comunicação original é removida, a identificação do usuário e de outras pessoas é removida, trabalha-se apenas com contagem de elementos linguísticos.

6 TRABALHOS FUTUROS

Como desenvolvimentos futuros podemos elencar:

- o aprimoramento dos dicionários e o incremento do programa de processamento linguístico.
- estudar a possibilidade de extrair os parâmetro *PAD* diretamente da análise linguística, eliminando a necessidade de calcular os parâmetros *NEAOC*.
- capacidade para operar em modo multi-idíomas, como forma de contornar o problema dos usuários que se comunicam em diversas línguas nas mídias sociais. No Brasil é comum o uso de português e inglês.
- o estudo da transcrição de emoticons e outros grafismos das redes sociais para linguagem que pode ser processada em *Second Persona*.
- o estudo da incorporação de linguagem falada (transcrição de voz) no modelo do sistema.

REFERÊNCIAS

A, O. *On making believable emotional agents believable*. Trapple, RP ed.: *Emotions in humans and artefacts*. [S.l.]: MIT Press, Cambridge, USA, 2003. 189 – 211 p.

ACTON, G. *Reading Course: Believable Action Selection For Non Player Characters In Video Games*. Tese (Masters Thesis) — University of Western Ontario, 2009. Disponível em: <http://gav.log2n.ca/research/msc/_thesis/reading/_course/_gacton/_V1.pdf>.

AFONSO, N.; PRADA, R. Agents that relate: Improving the social believability of non-player characters in role-playing games. *Entertainment Computing-ICEC 2008*, Springer, p. 34–45, 2009. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/index/lw370267n045x7q2.pdf>>.

ALLBECK, J. M. *Creating 3d animated human behaviors for virtual worlds*. 165 p. Tese (PhD Thesis) — University of Pennsylvania, 2009. Disponível em: <<http://www.cis.upenn.edu/grad/documents/allbeckThesis.pdf>>.

BAKKES, S.; SPRONCK, P.; van Den Herik, J. Rapid and Reliable Adaptation of Video Game AI. *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, v. 1, n. 2, p. 93–104, jun. 2009. ISSN 1943-068X. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=5191044>>.

BALABANTARY M. MOHAMMAD, N. S. R. C. Multi-class twitter emotion classification: A new approach. *International Journal of Applied Information Systems*, Foundation of Computer Science, New York, USA, v. 4, n. 1, 09 2012. ISSN 2249-0868.

BALAGE T. A. S. PARDO, S. M. A. P. An evaluation of the brazilian portuguese liwc dictionary for sentiment analysis. *Proceedings of the 9th Brazilian Symposium in Information and Human Language Technology*, Sociedade Brasileira de Computação, p. 215 – 219, 2013.

BARELLA, A. et al. Multi-agent systems applied to virtual environments: a case study. *Virtual Reality Software and Technology*, p. 237, 2007. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1315184.1315238>>.

BARTNECK, C. Integrating the occ model of emotions in embodied characters. In: *Proceedings of the Workshop on Virtual Conversational Characters: Applications, Methods, and Research Challenges*, Melbourne. Melbourne AU: [s.n.], 2002.

BECKER-ASANO, C.; I.WACHSMUTH. Affect simulation with primary and secondary emotions. In: 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE INTELLIGENT VIRTUAL AGENTS. *Proceedings*. Tokyo JP: Springer, 2008.

Benjamin Bell, J. M. How to avoid using stupid agents to train intelligent people. In: *The Interservice/Industry Training, Simulation & Education Conference (IITSEC)*. Orlando, FLA, US: [s.n.], 2010.

BENNET-MARTÍNEZ, O. P. J. V. Los cinco grandes accross cultures and ethnic groups: Multitrait multimethod analyses of the big five in spanish and english. *Journal of Psychology and Social Psychology*, v. 75, n. 3, p. 729 – 750, 1998.

BOLLEN, J.; PEPE, A.; MAO, H. Modeling public mood and emotion: Twitter sentiment and socio-economic phenomena. *arXiv preprint arXiv:0911.1583*, 2009.

BURDEN, D. Deploying embodied AI into virtual worlds. *Knowledge-Based Systems*, Elsevier B.V., v. 22, n. 7, p. 540–544, out. 2009. ISSN 09507051. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0950705109000148>>.

DAVIDOV, D.; TSUR, O.; RAPPOPORT, A. Enhanced sentiment learning using twitter hashtags and smileys. In: CIPS - ACM. *Proceedings of the 23rd International Conference on Computational Linguistics*. Beijing CN: ACM, 2010. p. 241–249.

DAVIES, N.; MEHDI, Q.; GOUGH, N. Creating and visualising an intelligent npc using game engines and ai tools. In: *19th European Conference on Modeling and Simulation*. Riga, Latvia: [s.n.], 2005. v. 4, n. Cd. Disponível em: <<http://www.comp.glam.ac.uk/ASMTA2005/Proc/pdf/game-06.pdf>>.

DAVIS, A. et al. Avatars, People, and Virtual Worlds: Foundations for Research in Metaverses. *Journal of the Association for Information Systems*, v. 10, n. 2, p. 90–117, 2009. Disponível em: <http://khazanchi.ist.unomaha.edu/vita/ResearchPapers/JAIS_Metaverse_Paper2009.pdf>.

DERKS, D.; BOS, A.; GRUMBKOW, J. Emoticons and online message interpretation. *Social Science Computer Review*, Sage Publications, v. 26, n. 3, p. 379 – 388, 2008.

DIGMAN, J. Higher-order factors of the big five. *Journal of Personality and Social Psychology*, v. 73, n. 6, p. 1246 – 1256, 12 1997. ISSN 1939-1315 (Electronic); 0022-3514 (Print).

DIGMAN, J. M. Personality structure: Emergence of the five-factor model. *American Review on Psychology*, v. 41, p. 417 – 440, 1990.

DIGNUM, F. et al. Games and Agents: Designing Intelligent Gameplay. *International Journal of Computer Games Technology*, v. 2009, p. 1–19, 2009.

ISSN 1687-7047. Disponível em: <<http://www.hindawi.com/journals/ijcgt/2009/837095.html>>.

DOHI, H. A Life-Like Agent Interface System with Second Life Avatars on the OpenSimulator Server. *Online Communities and Social Computing*, p. 182–190, 2009. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/index/wr36722r15h8uu34.pdf>>.

(ED.), W. B. *Online Worlds: Convergence of the Real and the Virtual*. 1. ed. London, UK: Springer London, 2010. 318 p. ISBN 978-1-84882-824-7. Disponível em: <<http://www.mendeley.com/research/future-virtual-worlds/>>.

ELLIOT, A.; THRASH, T. Approach-avoidance motivation in personality: Approach and avoidance temperaments and goals. *Journal of Personality and Social Psychology*, American Psychological Association, Inc, v. 82, n. 5, p. 804–818, 2002.

FAST, L. A.; FUNDER, D. C. Personality as manifest in word use: correlations with self-report, acquaintance report, and behavior. *Journal of personality and social psychology*, American Psychological Association, v. 94, n. 2, p. 334, 2008.

FRIEDMAN, D.; STEED, A.; SLATER, M. Spatial social behavior in second life. In: SPRINGER. *Intelligent virtual agents*. [S.l.], 2007. p. 252–263.

GALIK, M.; RANK, S. Modelling emotional trajectories of individuals in an online chat. In: TIMM, I.; GUTTMANN, C. (Ed.). *Proceedings 10th German Conference on Multiagent System Technologies - LNAI 7598*. [S.l.]: Springer, 2012. p. 96 – 105. ISBN 978-3-642-33689-8.

GEE, F.; BROWNE, W.; KAWAMURA, K. Uncanny valley revisited. In: *ROMAN 2005. IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, 2005*. IEEE, 2005. p. 151–157. ISBN 0-7803-9274-4. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=1513772>>.

GEE, F. C.; BROWNE, W. N.; KAWAMURA, K. Uncanny valley revisited. In: IEEE. *Robot and Human Interactive Communication, 2005. ROMAN 2005. IEEE International Workshop on*. [S.l.], 2005. p. 151–157.

GOLDBERG, L. The development of markers for the big-five factor structure. *Psychological Assessment*, American Psychological Association, Inc., v. 4, n. 1, p. 26 – 42, 1992.

GOLDBERG, L. R. Language and individual differences: The search for universals in personality lexicons. *Review of Personality and Social Psychology*, v. 2, p. 142 – 165, 1981.

GREGORY, J. *Game Engine Architecture*. 1. ed. Boca Raton US: A K Peters/CRC Press, 2009. ISBN 978-1568814131.

GUTIERREZ, M.; THALMANN, D.; VEXO, F. Creating Cyberworlds: Experiences in Computer Science Education. In: *2004 International Conference on Cyberworlds*. IEEE, 2004. p. 401–408. ISBN 0-7695-2140-1. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=1366204>>.

HABER, E. M. On the stability of online language features: How much text do you need to know a person? *arXiv preprint arXiv:1504.06391*, 2015.

HAN, S. et al. Distinct neural substrates for the perception of real and virtual visual worlds. *NeuroImage*, Elsevier, v. 24, p. 928–935, 2005.

HANCOCK, J.; LANDRIGAN, C.; SILVER, C. Expressing emotion in text-based communication. In: *Proceedings of SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. San Jose US: [s.n.], 2007.

HUDLICKA, E.; BROEKENS, J. Foundations for modelling emotions in game characters: Modelling emotion effects on cognition. In: *2009 3rd International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction and Workshops*. IEEE, 2009. p. 1–6. ISBN 978-1-4244-4800-5. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=5349473>>.

JOHN L. P. NAUMANN, C. J. S. O. P. Paradigm shift to the integrative big five trait taxonomy, history, measurement and conceptual issues. In: JOHN R. W. ROBBINS, L. A. P. O. P. (Ed.). *Handbook of Personality: Theory and Research*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 114 – 156.

KIPP, M. et al. Realizing Multimodal Behavior. In: *Intelligent Virtual Agents*. Springer, 2010. p. 57–63. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/index/H86W220Q573U2778.pdf>>.

KOZASA, C. et al. Facial animation using emotional model. In: *Computer Graphics, Imaging and Visualisation, 2006 International Conference on*. IEEE, 2006. p. 428–433. ISBN 0769526063. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=1663828>.

KURATATE, T. et al. Are virtual humans uncanny?: Varying speech, appearance and motion to better understand the acceptability of synthetic humans. In: AVSP 2009 - INTERNATIONAL CONFERENCE ON AUDIO-VISUAL SPEECH PROCESSING. *Proceedings*. Norwich UK: University of East Anglia, 2009.

LOYALL, A. *Believable agents: building interactive personalities*. 222 p. Tese (PhD) — Carnegie Mellon University, 1997.

MAIRESSE, F. et al. Using linguistic cues for the automatic recognition of personality in conversation and text. *Journal of artificial intelligence research*, p. 457–500, 2007.

MCCRAE, O. P. J. R. R. An introduction to the five-factor model and its applications. *Journal of Personality*, v. 60, n. 2, p. 175 – 215, 1992.

MCCRAE, P. T. C. J. R. R. Updating norman's adequate taxonomy: Intelligence and personality dimensions in natural languages and questionnaires. *Journal of Personality and Social Pshychology*, v. 49, p. 710 – 721, 1985.

MCCRAE, R.; JR, P. C. Validation of the five-factor model of personality across instruments and observers. *Journal of Personality and Social Psychology*, American Psychological Association, Inc, v. 52, n. 1, p. 81–90, 1987.

MCCRAE, R. R.; JR., P. T. C. Personality trait structure as a human universal. *American Psychologist*, v. 52, n. 5, p. 509 – 516, 1997.

MCGEE, K.; ABRAHAM, A. T. Real-time team-mate AI in games: a definition, survey, & critique. In: *Proceedings of the Fifth International Conference on the Foundations of Digital Games*. New York, NY, USA: ACM, 2010. (FDG '10), p. 124–131. ISBN 978-1-60558-937-4. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/1822348.1822365>.

MCLACHLAN, G. Mahalanobis distance. *Resonance*, n. June, p. 20–26, 1999. ISSN 0971-8044.

MEHRABIAN, A. Pleasure-arousal-dominance: A general framework for describing and measuring individual differences in temperament. *Current Psychology*, Springer, v. 14, n. 4, p. 261–292, 1996.

MOHAMMAD, S. M. # emotional tweets. In: ASSOCIATION FOR COMPUTATIONAL LINGUISTICS. *Proceedings of the First Joint Conference on Lexical and Computational Semantics-Volume 1: Proceedings of the main conference and the shared task, and Volume 2: Proceedings of the Sixth International Workshop on Semantic Evaluation*. [S.l.], 2012. p. 246–255.

MORI, M. The uncanny valley. *Energy*, v. 7, n. 4, p. 33–35, 1970.

MORIE, J. F.; VERHULSDONCK, G. Body/persona/action! In: *Proceedings of the 2008 International Conference in Advances on Computer Entertainment Technology - ACE '08*. New York, New York, USA: ACM Press, 2008. p. 365. ISBN 9781605583938. Disponível em: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1501750.1501837>.

NEVIAROUSKAYA, A.; PRENDINGER, H.; MITSURU, I. Textual affect sensing for sociable and expressive online communication. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AFFECTIVE COMPUTING AND INTELLIGENT INTERACTION (ACII2007). *Proceedings*. Lisbon PT: Springer, 2007.

NEVIAROUSKAYA H. PRENDINGER, M. I. A. Textual affect sensing for sociable and expressive online communication. *Affective Computing and Intelligent Interaction*, Springer, Berlin Heidelberg, p. 218 – 229, 2007.

NUNES, M. A. S. N.; TELES, F. R.; SOUZA, J. G. d. Inferindo personalidade via tweets. *GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias*, v. 3, n. 3, p. 045–057, 2013.

ORTONY, A. *The cognitive structure of emotions*. [S.l.]: Cambridge university press, 1990.

ORTONY, A.; CLORE, D.; COLLINS, A. *The Cognitive Structure of Emotions*. New York USA: Cambridge University Press, 1988. ISBN 0521386440.

PARK, J. et al. How to completely use the pad space for socially interactive robots. In: 2011 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ROBOTICS AND BIOMIMETICS. *Proceedings*. Phuket TH: IEEE, 2011.

PAUL, M. J.; DREDZE, M. You are what you tweet: Analyzing twitter for public health. In: *ICWSM*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 265–272.

PENNEBACKER, R. J. B. a. M. E. F. J. W. *Operator's Manual Linguistic Inquiry and Word Count: LIWC2007*. [S.l.], 2007.

PERLIN, K.; GOLDBERG, A. Improv: A system for scripting interactive actors in virtual worlds. *Proceedings of the 23rd annual conference on Computer graphics and interactive techniques - SIGGRAPH '96*, ACM Press, New York, New York, USA, p. 205–216, 1996. Disponível em: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=237170.237258>.

PRENDINGER, H. et al. MPML3D: Scripting Agents for the 3D Internet. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, Published by the IEEE Computer Society, v. 17, n. X, abr. 2010. ISSN 1077-2626. Disponível em: <http://www.computer.org/portal/web/csdl/doi/10.1109/TVCG.2010.66>.

REEVES, B.; NASS, C. *The Media Equation: How People Treat Computers, Television, and New Media Like Real People and Places*. Stanford, CA, USA: CSLI Publications, 2002.

RICKEL, J. et al. *Toward a new generation of virtual humans for interactive experiences*. [S.l.], 2002.

ROBERTS, K. et al. Empatweet: Annotating and detecting emotions on twitter. In: *LREC*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 3806–3813.

ROBINSON, M. Personality, affective processing, and self-regulation: Toward process-based views of extraversion, neuroticism and agreeableness. *Social and Personality Psychology Compass*, v. 1, n. 1, p. 223–235, 2007.

RUSSEL, J. A.; MEHRABIAN, A. *Evidence for a Three-Factor Theory of Emotions*. 1977. 273–294 p.

RUSSEL, S.; NORVIG, P. *Artificial Intelligence A Modern Approach*. 3. ed. New Jersey US: Prentice Hall, 2010. ISBN 978-0-13-604259-4.

RYMASZEWSKI, M. *Second life: The official guide*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2007.

SANTOS, R. et al. Personality, emotion and mood simulation in decision making. In: FOURTEENTH PORTUGUESE CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE. *Proceedings*. Aveiro PT: Universidade de Aveiro, 2009.

SCHILBACH, L. et al. Being with virtual others: Neural correlates of social interaction. *Neuropsychologia*, Elsevier, v. 44, p. 718–730, 2006.

SCHREIBER, G. *Knowledge engineering and management: the CommonKADS methodology*. [S.l.]: MIT press, 2000.

SELAND, J. *NPC AI for the MMO RTS/RPG Call of the Kings, with focus on opponent modeling and planning under uncertainty*. 99 p. Tese (PhD) — CopenHagen University, 2008.

SHAIKH, M.; PRENDINGER, H.; I.MITSURU. Rules of emotions: A linguistic interpretation of an emotion model for affect sensing from texts. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AFFECTIVE COMPUTING AND INTELLIGENT INTERACTION (ACII2007). *Proceedings*. Lisbon PT: Springer, 2007.

SHAIKH, M.; PRENDINGER, H.; ISHIZUKA, M. A linguistic interpretation of the occ emotion model for affect sensing from text. In: TAO, J.; TAN, T. (Ed.). *Affective Information Processing*. Oxford UK: Springer Verlag, 2009. p. 45 – 72. ISBN 978-1-84800-305-7.

ULLRICH, S. et al. Extending mpml3d to second life. In: *Intelligent Virtual Agents*. Springer, 2008. p. 281–288. Disponível em: <http://www.springerlink.com/index/xm6753830qnh3057.pdf>.

WEY, J. A. Z. J. D. R. Interface: a real time facial animation system. In: *International Symposium on Computer Graphics, Image Processing, and Vision, Proceedings. SIBGRAPI '98*. Rio de Janeiro - RJ - Brazil: IEEE, 1998. p. 200–207. Disponível em: http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=722751&tag=1.

YARKONI, T. Personality in 100.000 words: A large-scale analysis of personality and word use among bloggers. *Journal of Research in Personality*, v. 44, p. 363 – 373, 2010.

ZALTMAN, G.; MOORMAN, C. The importance of personal trust in the use of research. *Journal of Advertising Research*, v. 28, n. 3, p. 16–24, 1988. Disponível em: <http://faculty.fuqua.duke.edu/~moorman/Publications/JAR1988.pdf>.

ZHANG, S. et al. Facial expression synthesis using pad emotional parameters for a chinese expressive avatar. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AFFECTIVE COMPUTING AND INTELLIGENT INTERACTION (ACII2007). *Proceedings*. Lisbon PT: Springer, 2007.