

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TECNOLOGIA  
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**NATAN DAMBROS**

**ANÁLISE DE ASPECTOS COGNITIVO-AFETIVOS NA TOMADA DE DECISÃO:  
UM ESTUDO DE CASO NA ÁREA DE E-COMMERCE**

**CAXIAS DO SUL**

**2016**

**NATAN DAMBROS**

**ANÁLISE DE ASPECTOS COGNITIVO-AFETIVOS NA TOMADA DE DECISÃO:  
UM ESTUDO DE CASO NA ÁREA DE E-COMMERCE**

Trabalho de Conclusão de Curso para  
obtenção do título de Bacharel em Ciência  
da Computação pela Universidade de  
Caxias do Sul, orientado pela Profa. Dra.  
Carine Geltrudes Webber.

**CAXIAS DO SUL**

**2016**

## RESUMO

A computação afetiva é a área da inteligência artificial que trata de modelar e implementar as emoções humanas em computadores. Rosalind W. Picard é referência nessa área, sendo responsável por definir os principais itens para que computadores tenham a capacidade reconhecer, expressar e “ter” emoções. Para que isso seja possível, modelos afetivos são utilizados de apoio ao entendimento das emoções e como elas interferem nas decisões tomadas. Unindo a teoria da computação afetiva e um dos modelos de emoções apresentados, um assistente virtual de venda de produtos foi desenvolvido. O software teve a finalidade de averiguar se, utilizando emoções, agentes afetivos são capazes de otimizar as interações entre seres humanos e computadores em relação as interações onde agentes não afetivos são utilizados. Dados foram coletados através do uso da aplicação por usuários, sumarizados e analisados com o objetivo de verificar se há otimização nos resultados pelo uso de emoções nas interações entre usuário e máquina. Como conclusão observou-se que existem evidências de que a modelagem da emoção pode auxiliar na definição do comportamento de um agente mais eficiente.

**Palavras-chave:** Tomada de decisão. Computação afetiva. Assistente virtual.

## **ABSTRACT**

Affective computing is the area of artificial intelligence that deals with modelling and implementing human emotions in computers. Rosalind W. Picard is reference in this area, responsible for defining the main items for that computers have ability to recognize, express and “have” emotions. For this to be possible, affective models are used to support the understanding of emotions and how they interfere with the decisions made. Joining the theory of affective computing and one of the presented emotion models, a virtual assistant product sale was developed. The software had the objective to verify if, using emotions, affective agents are able to optimize the interactions between humans and computers in terms of its interaction where non-affective agents are used. Data were collected through use of the application by users, summarized and analyzed in order to verify if there is optimization in the results through the use of emotions in the interactions between user and machine. As a conclusion, it was observed that there is evidence that the modeling of the emotion can help in the definition of the behavior of a more efficient agent.

**Keywords:** Decision making. Affective computing. Virtual assistant.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Subáreas de pesquisa da computação afetiva.....	13
Figura 2 – Oito variáveis emocionais ordenados em círculo .....	19
Figura 3 – Solução multidimensional para vinte e oito palavras afetivas .....	20
Figura 4 – Visualização simplificada do modelo OCC.....	21
Figura 5 – Aprovação em Dragon Age: Origins.....	26
Figura 6 – Representação da qualidade da emoção (QE) e da intensidade da emoção (IE) como eixos .....	27
Figura 7 – Agentes predadores e presas durante uma execução do problema predador-presa.....	30
Figura 8 – Classes do padrão de arquitetura MVC .....	33
Figura 9 – Fluxo de dados entre as camadas da aplicação .....	33
Figura 10 – Diagrama de classes dos modelos dos agentes .....	34
Figura 11 – Diagrama de classes dos modelos dos produtos .....	35
Figura 12 – Diagrama de classes dos modelos das interações .....	36
Figura 13 – Elementos de 1 à 5 da interface gráfica do usuário .....	37
Figura 14 – Assistente virtual e suas emoções .....	38
Figura 15 – Elemento 6 da interface gráfica do usuário .....	39
Figura 16 – Diagrama de classes das controladoras .....	40
Figura 17 – Fluxo de etapas da conversação entre agentes.....	43

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fórmula dos registros da aplicação.....	42
Quadro 2 – Exemplo de registro da aplicação.....	42
Quadro 3 – Trecho de conversação objetiva entre usuário e assistente virtual .....	47
Quadro 4 – Trecho de conversação com mensagens não compreendidas .....	48
Quadro 5 – Trecho de conversação com fluxo de ofertas de produtos e dúvidas.....	49
Quadro 6 – Trecho de conversação com mensagens não compreendidas .....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Avaliação dos usuários que usaram a aplicação sem emoção .....	47
Tabela 2 – Avaliação dos usuários que usaram a aplicação com emoção .....	48
Tabela 3 – Duração das sessões entre usuário e assistente virtual.....	51
Tabela 4 – Valores de QE e IE dos usuários que usaram a aplicação sem emoção	52
Tabela 5 – Valores de QE e IE dos usuários que usaram a aplicação com emoção	52
Tabela 6 – Valores de QE e IE do assistente virtual com emoção.....	53

## LISTA DE SIGLAS

<b>Sigla</b>	<b>Significado</b>
IA	Inteligência Artificial
IE	Intensidade de Emoção
IE <sub>i</sub>	Intensidade de Emoção Inicial
IE <sub>f</sub>	Intensidade de Emoção Final
IE <sub>mín</sub>	Intensidade de Emoção Mínima
IE <sub>máx</sub>	Intensidade de Emoção Máxima
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MVC	Padrão de Arquitetura Modelo-Visão-Controlador
OCC	Modelo de Ortony, Clore e Collins
QE	Qualidade de Emoção
QE <sub>i</sub>	Qualidade de Emoção Inicial
QE <sub>f</sub>	Qualidade de Emoção Final
QE <sub>mín</sub>	Qualidade de Emoção Mínima
QE <sub>máx</sub>	Qualidade de Emoção Máxima
UCS	Universidade de Caxias do Sul



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
1.1	CONTEXTO GERAL DO TRABALHO	10
1.2	PROBLEMA E QUESTÃO DE PESQUISA	10
1.3	OBJETIVOS DO TRABALHO	11
1.3.1	Objetivo geral	11
1.3.2	Objetivos específicos	11
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	12
<b>2</b>	<b>COMPUTAÇÃO AFETIVA E MODELAGEM COMPUTACIONAL</b>	<b>13</b>
2.1	COMPUTAÇÃO AFETIVA	13
2.1.1	Reconhecimento das emoções do usuário	14
2.1.2	Expressão das emoções por máquina	15
2.1.3	Simulação de emoções em máquina	16
2.2	EMOÇÕES NAS INTERAÇÕES	17
2.3	MODELO TEÓRICO	18
2.3.1	Modelo circumplexo de emoções	18
2.3.2	Modelo Ortony, Clore e Collins	20
2.3.3	Comparação entre os modelos	22
2.4	APLICAÇÕES COMPUTACIONAIS	23
2.4.1	Frameworks	23
2.4.2	Aplicações finais	25
2.5	MODELO A SER UTILIZADO NESTE TRABALHO	27
2.5.1	Exemplo de aplicação do modelo a ser utilizado	28
<b>3</b>	<b>A APLICAÇÃO ASSIS: ASSISTENTE VIRTUAL</b>	<b>32</b>
3.1	OBJETIVO	32
3.2	ARQUITETURA	32
3.3	DETALHAMENTO DOS MODELOS	34
3.3.1	Modelos dos agentes	34
3.3.2	Modelos dos produtos	35
3.3.3	Modelos de entrada e saída	35
3.4	DETALHAMENTO DAS VISÕES – INTERFACE GRÁFICA	37
3.5	DETALHAMENTO DAS CONTROLADORAS	39
3.6	COMPORTAMENTO DA APLICAÇÃO	42

<b>4</b>	<b>TESTES COM A APLICAÇÃO</b>	<b>45</b>
4.1	MÉTODO EMPREGADO	45
4.2	PROTOCOLO DE APLICAÇÃO	45
4.3	ANÁLISES E RESULTADOS	46
4.3.1	Análise das interações	46
4.3.2	Análise dos índices de emoção	51
4.3.3	Análise dos resultados	53
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>55</b>
5.1	SÍNTESE DO TRABALHO	55
5.2	RESULTADOS E CONTRIBUIÇÕES	56
5.3	TRABALHOS FUTUROS	56
	<b>APÊNDICE A</b>	<b>60</b>
	<b>APÊNDICE B</b>	<b>65</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) é uma área que está em constante evolução no desenvolvimento de técnicas de solução de problemas complexos nos quais abordagens tradicionais de engenharia de software e programação se mostram limitadas. De acordo com a IA, um sistema inteligente deve exibir um comportamento autônomo que o situe em um ambiente permitindo que ele interaja e aprenda por meio de interações com outros sistemas, humanos e o ambiente.

### 1.1 CONTEXTO GERAL DO TRABALHO

Ao longo dos últimos anos, a área de computação afetiva vem propondo novas técnicas baseadas em modelos emocionais. Segundo este ramo da IA, um sistema dotado de um modelo emocional pode apresentar um comportamento mais próximo dos seres vivos e, portanto, ser mais eficiente. Esse comportamento pode ser observado na natureza quando algumas espécies são capazes de sobreviver (ser mais eficientes) mesmo na presença de predadores e outras ameaças. Esta é uma forma que a natureza encontrou para tornar os seres mais aptos e, portanto, mais eficientes. Neste sentido, modelar a emoção não significa “dotar” os computadores de características emocionais, mas sim de buscar mecanismos para torná-los mais robustos, tolerantes e eficientes em suas tarefas. Para fazer isso, agregar as técnicas tradicionais da IA no âmbito da tomada de decisão com as técnicas de computação afetiva, suplementadas por modelos que permitam essa união, pode ser o próximo passo na evolução.

### 1.2 PROBLEMA E QUESTÃO DE PESQUISA

Interações entre seres humanos e computadores tendem ser vistas como inferiores em relação as interações entre humanos. Isso porque o ser humano parte do pressuposto de que a máquina não implementa características cognitivas fundamentais para que haja reciprocidade (julgamento, avaliação, empatia, etc.) e credibilidade (ações intencionais que possam favorecer, altruísmo, etc.). Além disso, interagir com uma máquina para a tomada de decisão pode não ser crível (máquinas tendem a apresentar um comportamento único para situações semelhantes).

Neste trabalho, investiga-se a hipótese de que durante interações entre humanos e máquinas, se a máquina for capaz de simular características cognitivo-afetivas, ela pode se aproximar do comportamento humano. Com essa aproximação ela será capaz de alcançar a mesma qualidade de interações que ocorrem entre duas ou mais pessoas e conseqüentemente obter melhores resultados.

Sendo assim, ao desenvolver sistemas dotados de capacidade de interação com humanos, a utilização de fatores cognitivo-afetivos pode tornar tais sistemas mais próximos do modo como um ser humano interage com outro, do que sistemas que não fazem uso de tais fatores? Pode-se assim obter melhores resultados por meio de interações humano-computador mais elaboradas?

### 1.3 OBJETIVOS DO TRABALHO

Esta seção apresenta o conjunto de objetivos que direcionam o assunto tratado neste trabalho.

#### 1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral desse trabalho compreende analisar, desenvolver e avaliar um sistema de tomada de decisão baseado em um modelo cognitivo-afetivo.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

Acompanhando o objetivo geral, espera-se que os seguintes objetivos específicos sejam alcançados:

- a) Compilar material técnico e teórico para o desenvolvimento do sistema proposto;
- b) Caracterizar a computação afetiva e suas contribuições para sistemas de tomada de decisão;
- c) Elaborar ou adaptar um modelo computacional afetivo para embasar um sistema computacional interativo;
- d) Identificar um problema de aplicação do modelo computacional afetivo;
- e) Desenvolver uma aplicação de forma que o modelo afetivo possa ser facilmente acoplado e desacoplado;

- f) Realizar testes com amostras de usuários, utilizando as versões com e sem emoção do sistema desenvolvido para o levantamento de dados referentes as interações entre homem e máquina;
- g) Realizar a análise dos dados coletados com a aplicação dos testes com as amostras de usuários.

#### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este documento está dividido em cinco capítulos. O segundo capítulo apresenta as informações teóricas referentes a área da computação afetiva. Também são apresentados os modelos aplicados nessa área, capazes de modelar agentes afetivos. No terceiro capítulo é apresentado o desenvolvimento de uma aplicação, utilizando os conceitos estudados no capítulo anterior. A aplicação engloba o uso de um assistente virtual capaz de apresentar emoções durante suas interações com o usuário. No quarto capítulo é apresentada a metodologia de testes utilizada com os usuários que utilizaram a aplicação desenvolvida, assim como as informações coletadas. O quinto capítulo apresenta as conclusões e propostas de trabalhos futuros, dando continuidade aos estudos na área da computação afetiva.

## 2 COMPUTAÇÃO AFETIVA E MODELAGEM COMPUTACIONAL

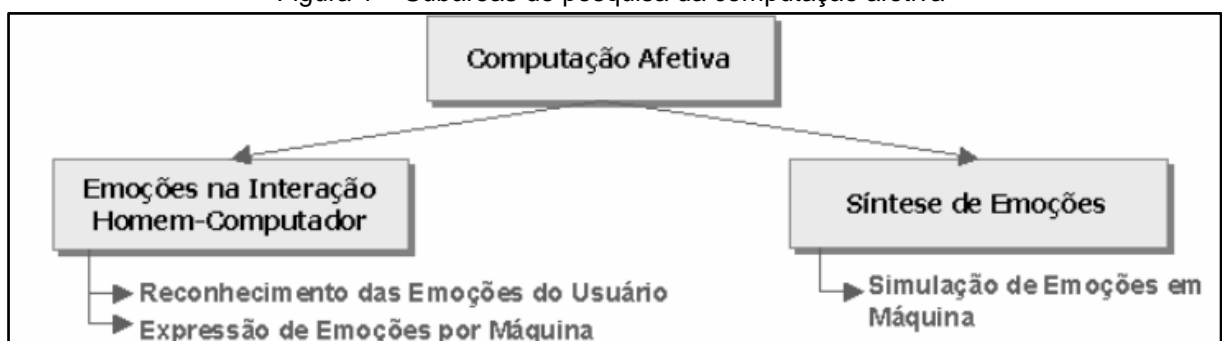
A computação afetiva representa um avanço para as técnicas de Inteligência Artificial (IA). Este capítulo descreve com mais detalhes esta área, os principais autores, as suas contribuições para ela e quais os modelos utilizados.

### 2.1 COMPUTAÇÃO AFETIVA

A computação afetiva surgiu na década de 90, no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), tendo como um dos principais autores na área, a Dra. Rosalind Wright Picard. Segundo Picard (1997), na computação afetiva estuda-se como computadores podem modelar e implementar emoções humanas de modo que sejam capazes de reconhecer e responder a tais emoções através de uma interface humano-computador. Picard (1997) define como a computação que está relacionada com, que surge de ou deliberadamente influencia emoções.

Esta área de estudo é dividida em duas subáreas de estudo, como mostra a Figura 1. A primeira subárea estuda maneiras pelas quais as emoções podem ser reconhecidas e expressas por máquinas durante interações humano-computador. A segunda subárea estuda meios pelos quais máquinas podem simular emoções, sendo chamado de síntese de emoções (JAQUES; VICARI, 2005).

Figura 1 – Subáreas de pesquisa da computação afetiva



Fonte: JAQUES, VICARI (2005).

### 2.1.1 Reconhecimento das emoções do usuário

De acordo com Picard (1997), para que uma máquina seja capaz de reconhecer emoções, sejam essas emoções do seu usuário, de outros agentes ou até mesmo dela própria, ela pode necessitar de capacidades similares as capacidades humanas de ver e ouvir. É possível ainda que a máquina possua capacidades superiores às capacidades humanas, como visão infravermelho ou visão térmica, para a coleta das informações a serem analisadas no reconhecimento de emoções.

Apenas coletar informações durante as interações não garante que a máquina seja capaz de reconhecê-las. Para que isso ocorra é necessário que a informação coletada seja avaliada. A avaliação da informação pode acontecer de duas maneiras distintas, sendo a primeira delas, dependente do indivíduo, na qual a máquina possui conhecimento prévio sobre o indivíduo com quem está interagindo. A segunda delas, independente do indivíduo, ocorre quando a máquina não possui conhecimento prévio do indivíduo com quem está interagindo e conseqüentemente precisa utilizar de capacidades genéricas de avaliação. É importante ressaltar que não há uma garantia de reconhecimento exato das emoções, uma vez que as emoções verdadeiras podem estar mascaradas por subterfúgios diversos (PICARD, 1997; JAQUES; VICARI, 2005).

Apenas realizar a avaliação e o reconhecimento das emoções transmitidas na interação pode ser útil aos interesses de quem assim o desejar. Porém para que a máquina se assemelhe melhor a um humano durante as interações, ela deve ser capaz de expressar emoções (PICARD, 1997).

Picard (1997) organiza critérios a serem utilizados em computadores para o reconhecimento de emoções da seguinte forma:

- a) Entrada: um conjunto de sinais recebidos, como voz, gestos, modo de andar, entre outros;
- b) Padrão de reconhecimento: ações de extração e classificação sobre os sinais recebidos;
- c) Raciocínio: predição da emoção baseado em conhecimento sobre como emoções são geradas e expressas;
- d) Aprendizado: capacidade do computador de aprender com os fatores anteriores para otimizar o reconhecimento de emoções ambíguas;
- e) Tendência: é o estado emocional do computador, se ele possuir emoções, que influencia no reconhecimento de emoções ambíguas;

- f) Saída: é o nome ou descrição das emoções reconhecidas.

### **2.1.2 Expressão das emoções por máquina**

Conforme Picard (1997), as necessidades mínimas que uma máquina necessita para que consiga expressar emoções são a capacidade de reproduzir sons ou imagens. Isso ocorre, quando realizamos uma comparação com humanos, pelo fato de que as mensagens expressas podem ser divididas em o que está sendo dito e a maneira como está sendo dita. Inflexões impostas sobre a mensagem expressa podem mudar a compreensão que o receptor da mensagem terá dela (PICARD, 1997, MELO; PAIVA, 2008).

A máquina é capaz de expressar emoções sem possuir tais emoções, diferentemente de humanos que apresentam emoções a todo o momento, queiram eles ou não. Ela diz ainda, que em um ambiente virtual, expressar emoções pode oferecer um canal melhor de interação do que em uma comunicação de pessoa para pessoa, devido a simplificação da informação transmitida de um ponto e que será recebida em outro, para sua compreensão (PICARD, 1997).

Picard (1997) organiza critérios a serem utilizados em computadores para a expressão de emoções da seguinte forma:

- a) Entrada: o computador recebe instruções de uma pessoa, de um computador ou outro mecanismo, sobre as emoções a serem expressas;
- b) Modo espontâneo x modo intencional: o computador pode ter, pelo menos, dois modos para ativação de expressão emocional, um intencional e outro espontâneo, os quais servem para modular como é realizada expressão das emoções;
- c) Retorno: faz com que o estado afetivo influencie na expressão afetiva e vice-versa;
- d) Exclusão por tendência: é o estado afetivo mais fácil de ser expresso, fazendo com que a expressão de outros se torne mais difícil;
- e) Normas de exibição social: são normas sociais relevantes que determinam como, onde e quando emoções são expressas;
- f) Saída: é a emoção e a forma como essa emoção será expressa.



### 2.1.3 Simulação de emoções em máquina

A possibilidade de criar uma máquina que possua emoções caminha sobre o problema de que ela tenha consciência, de modo que não se obtenha apenas um comportamento racional, mas também seja mais credível (JAQUES; VICARI, 2005). Isso é tão complexo que Picard (1997) propõe a descrição de cinco componentes, baseando-se em um sistema emocional humano saudável, para que um sistema tenha emoções, sendo que eles não precisam estar ativos simultaneamente a todo o momento:

- 1) Consiste de emoções emergentes e comportamento emocional. As emoções emergentes são aquelas que são atribuídas aos sistemas baseadas na observação de seu comportamento emocional, em outras palavras, o comportamento adotado pela máquina estará associado a fatores emocionais.
- 2) São as chamadas emoções primárias rápidas. Elas estão associadas a sobrevivência, sendo comum que elas já estejam sendo demonstradas quando o indivíduo se der conta do que está acontecendo. No caso de computadores, elas sempre serão uma tentativa de comportamento em resposta a estímulos específicos.
- 3) São as emoções geradas cognitivamente e são assim chamadas devido à existência de raciocínio explícito durante a sua geração. Sendo assim, a máquina saberá qual a emoção que surgirá de acordo com uma sequência de eventos que estão acontecendo, onde é comum o uso do modelo Ortony, Clore e Collins (OCC) (1998) como estrutura usada na construção do conjunto de heurísticas que gerarão os estados afetivos.
- 4) É a experiência emocional e um de seus aspectos chaves é a habilidade de ser cognitivamente consciente de seus estados emocionais. O segundo aspecto é a consciência sobre o seu estado fisiológico. O terceiro e último aspecto é o que a autora chama de sentimento subjetivo, o qual permite saber se algo que está acontecendo ou virá a acontecer é bom ou ruim.
- 5) São as interações entre o corpo e mente, em que as emoções interagem com outros processos que imitam funções cognitivas e físicas de humanos, tais como: memória, aprendizado, planejamento e priorização e

mecanismos regulatórios, afetando o seu funcionamento positivamente ou negativamente.

## 2.2 EMOÇÕES NAS INTERAÇÕES

Os seres humanos utilizam de diferentes processos mentais quando estão tomando suas decisões na presença de outros seres humanos em relação aos momentos em que estão tomando decisões em ambientes não sociais. Este é, portanto, um ponto crítico necessário para que interações entre humanos e máquinas atinjam a mesma eficiência encontrada em interações entre humanos (MELO; GRATCH; CARNEVALE, 2014).

Pesquisas indicam que as pessoas percebem a mente daqueles com que interagem, sejam eles humanos ou não, através de duas dimensões:

- a) Atuação: dimensão cujas responsabilidades são as capacidades de planejar e agir;
- b) Experiência: dimensão cujas responsabilidades são as capacidades de perceber e sentir.

As emoções experimentadas são conhecidas por terem um impacto amplo na tomada de decisão das pessoas e as emoções expressas por outros indivíduos também influenciam essas tomadas de decisão. Quando levamos isso em consideração, percebemos que para alcançar os níveis de cooperação vistos em interações entre humanos, é necessário que além dos aspectos cognitivos, os aspectos emocionais também sejam levados em consideração (MELO; GRATCH; CARNEVALE, 2014).

Assim, para o computador, o entendimento da natureza psicológica humana é extremamente relevante e necessária para que o mesmo possa melhorar sua compreensão do ser com quem interage, melhorando, assim, o nível de personalização e otimização dos seus processos de tomada de decisão visando potencializar a interação humano-computador (NUNES, 2012, p. 115-116).

Pesquisas mostram que pessoas tendem a tomar decisões diferentes, mesmo quando em situações semelhantes de tomada de decisão, quando estão interagindo com pessoas do que quando interagindo com computadores. Isso ocorre porque as pessoas tendem a ativar mais áreas do cérebro e a utilizar mais processos cognitivos, além da percepção de fatores emocionais, em interações com outras pessoas em

relação a interações realizadas com computadores (MELO; GRATCH; CARNEVALE, 2014).

Sendo assim:

Acredita-se que permitindo que agentes artificiais expressem/compreendam fisiológica e verbalmente uma emoção e/ou personalidade, em uma interação humano-computador, é possível induzir e despertar emoções em humanos. O principal objetivo de se promover esse interfaceamento afetivo é contribuir para o aumento da coerência, consistência, predicabilidade e credibilidade das reações e respostas computacionais providas durante a interação humana via interface humano-computador (NUNES, 2012, p. 117).

Com essa possível melhora nas interações humano-computador, pode-se diminuir o problema da negação mental do outro, que leva a uma exclusão tendenciosa deles e a uma conseqüente baixa nos níveis de confiança e cooperação entre os membros das interações (MELO; GRATCH; CARNEVALE, 2014).

## 2.3 MODELO TEÓRICO

Para a construção de sistemas afetivos, fazemos uso de modelos capazes de fornecer suporte ao que conhecemos sobre emoções.

### 2.3.1 Modelo circumplexo de emoções

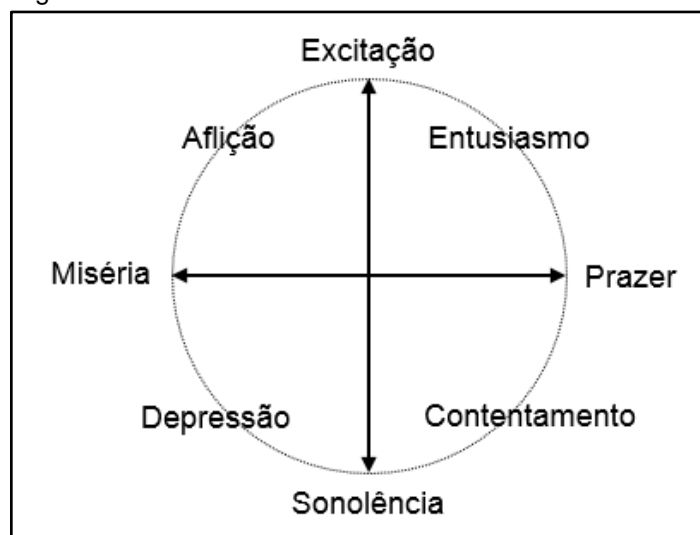
O modelo circumplexo de emoções é uma tese proposta por James A. Russel (1980), na qual ele afirma que estados afetivos são melhores representados quando dispostos em um espaço bipolar bidimensional. Para essa afirmação, ele faz uso de duas evidências, o modo como pessoas leigas conceituam estados afetivos e variadas análises de estados afetivos autorreferidos.

A conceituação de emoções por leigos é realizada diariamente pelas pessoas quando interagindo com os outros, nas quais a maioria das pessoas precisam interpretar humores, antecipar reações emocionais e tentar modificar tais reações, se necessário. Para isso, os leigos baseiam-se em conhecimento próprio adquirido por meio de experiência e que é organizado e armazenado em uma estrutura cognitiva, utilizada posteriormente para dar forma a interpretação de eventos específicos, que vão desde a comunicação verbal até atividades sutis do corpo humano (RUSSEL, 1980).

Essa estrutura cognitiva de emoções é composta por três propriedades que nomeiam esse modelo. A primeira dessas propriedades é a existência das dimensões de agradabilidade e de excitação, as quais definem os eixos horizontal e vertical, sobre as quais as emoções serão avaliadas. A segunda propriedade afirma que as descrições dimensionais são bipolares. Finalmente, a última propriedade afirma que qualquer termo significativo de emoção fará parte do perímetro do espaço definido pelos eixos e, portanto, será uma combinação de agradabilidade e de excitação (RUSSEL, 1980).

O modelo circunplexo é demonstrado na Figura 2, em que as oito variáveis são dispostas sobre um espaço circular com um par de eixos dimensionais. O eixo horizontal corresponde a uma visão de desagradabilidade-agradabilidade. O eixo vertical corresponde a uma visão de sonolência-excitação. As demais variáveis ajudam a definir os quadrantes, mesmo sem formar eixos próprios, e são posicionadas de forma que sejam uma combinação das variáveis que definem os eixos, assim o entusiasmo é colocado no canto nordeste, sendo oposto a depressão, colocada no canto sudoeste. Situação semelhante ocorre com a aflição, colocada no canto noroeste, sendo oposta ao contentamento, colocado no canto sudeste (RUSSEL, 1980).

Figura 2 – Oito variáveis emocionais ordenados em círculo

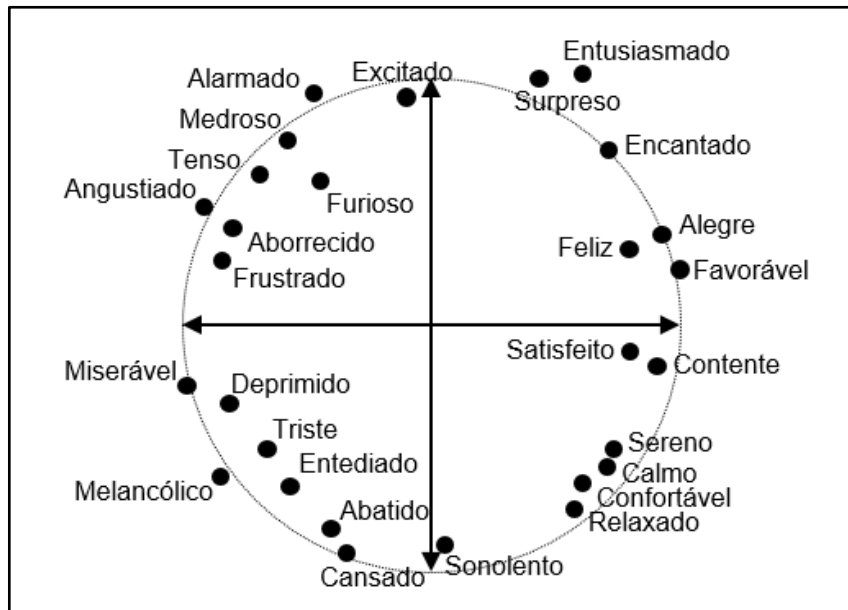


Fonte: Traduzido de RUSSEL (1980).

Em um conjunto de estudos e teste, Russel (1980) avaliou com grupos de voluntários o seu modelo, solicitando que um conjunto de vinte e oito termos fossem categorizados de acordo com uma das oito variáveis e ordenados de forma circular,

de modo que termos com sentidos opostos ficassem em posições opostas do círculo e termos semelhantes ficassem o mais próximo possível entre si. Fazendo esse tipo de avaliação, foi possível ver como o modelo é capaz de fornecer suporte ao entendimento cognitivo de quais dimensões estão associadas a cada emoção, como mostrado na Figura 3.

Figura 3 – Solução multidimensional para vinte e oito palavras afetivas



Fonte: Traduzido de RUSSEL (1980).

### 2.3.2 Modelo Ortony, Clore e Collins

Os autores Ortony, Clore e Collins (1988) criaram uma teoria com nome homônimo aos seus para tentar explicar as emoções. Apesar de seu objetivo não ser o de modelar emoções em máquinas, vem sendo frequentemente utilizado na área da Inteligência Artificial e citado por Picard (1997) como o modelo capaz de ser usado para modelar agentes afetivos.

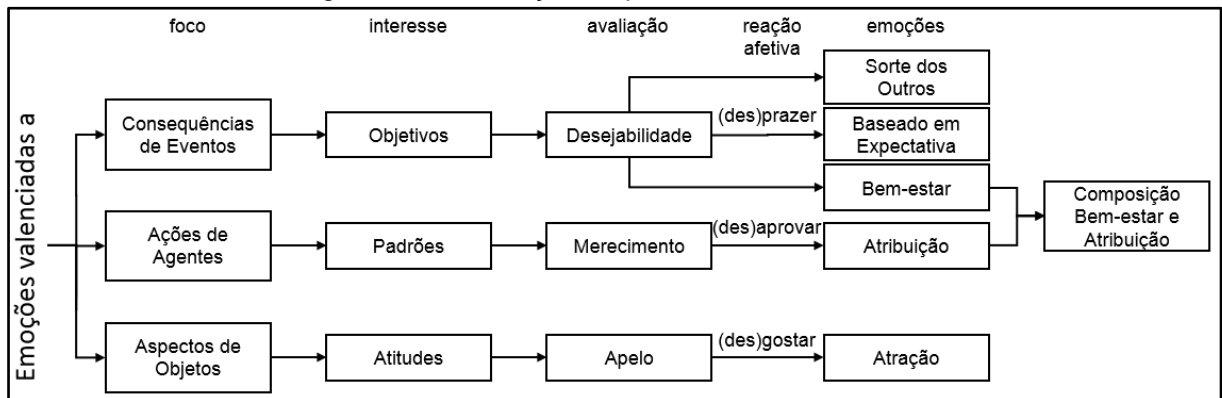
A teoria da estrutura cognitiva das emoções consiste de uma abordagem cognitiva da emoção, explicando a origem das emoções através da descrição dos processos cognitivos que as ativam. A avaliação dessas ativações, também chamada de *appraisal*, em Inglês, consiste de três conjuntos de elementos de valência: reações de valência a eventos, reações de valência a agentes e reações de valência a objetos.

Por basear-se no conceito de valência, um mesmo evento, agente ou objeto pode ser avaliado de formas completamente distintas por indivíduos diferentes. Os

autores afirmam que a avaliação ocorre, no caso de eventos, devido à desejabilidade de que ocorram, no caso de agentes, devido ao seu merecimento e no caso de objetos, devido a sua atratividade (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988; STEHOUWER, 2004; JAQUES; VICARI, 2005).

Uma vez avaliada a significância de qualquer um dos três elementos descritos com finalidade de interesse pessoal, uma reação afetiva ocorre resultando em uma emoção, como mostrado na Figura 4. Combinações variadas destes elementos criam padrões específicos, que podem ser demonstrados em seis grupos de emoções, cada um composto por muitos tipos de emoções, mas com um único padrão cognitivo em comum (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988; AHMADPOUR, 2014;).

Figura 4 – Visualização simplificada do modelo OCC



Fonte: Traduzido de AHMADPOUR (2014).

O critério de avaliação para consequências de eventos é a sua desejabilidade de alcançar um objetivo. Isso gera uma reação de sentir-se com prazer, se a consequência for benéfica ao objetivo, ou de sentir-se com desprazer, se a consequência é potencialmente perigosa ao objetivo. Os grupos de emoções resultantes são: sorte dos outros (regozijo, pena, etc.), baseado em expectativa (satisfação, alívio, etc.) e bem-estar (alegria, angústia, etc.) (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988; AHMADPOUR, 2014).

A avaliação do merecimento das ações de um agente se dá pela avaliação delas contra os padrões pessoais do indivíduo, resultando em reações afetivas de aprovação, se as ações se encontram de acordo com os padrões com os quais foi comparada, ou de reprovação, em caso contrário. Isso faz emergir emoções do grupo de atribuição (orgulho, vergonha, etc.). É possível que ocorram situações em que são avaliadas as ações de um agente em termos de suas consequências, sugerindo uma

composição de bem-estar e atribuição. Isso acontece quando as condições de bem-estar e de atribuição ocorrem simultaneamente, resultando em emoções, como fúria, pertencentes a esse grupo composto, que dependem da ocorrência de ambas as condições (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988; AHMADPOUR, 2014).

A avaliação de objetos ocorre pelo seu apelo, incitando reações de gostar ou desgostar e conseqüentemente resultando em emoções do grupo de atração (amor, ódio, etc.) (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988; AHMADPOUR, 2014).

Com a distinção de todos os tipos de emoções que um indivíduo pode experimentar quando se deparando com eventos, agentes ou objetos, são introduzidas variáveis globais de intensidade:

- a) Senso de realidade: representa o grau de realidade com que um evento, agente ou objeto se apresenta ao indivíduo;
- b) Proximidade variável: representa a proximidade psicológica de um evento, agente ou objeto;
- c) Premeditabilidade: representa quão inesperadamente um indivíduo é surpreendido, positivamente ou negativamente;
- d) Excitação: representa a excitação psicológica.

O modelo então prevê que cada emoção carrega um nível mínimo de intensidade determinados por essas variáveis, o que faz com que sejam necessárias para a existência de emoções. Por exemplo, a consequência oriunda de um evento só será desejável e sentida se houver a sensação de que é real (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988; AHMADPOUR, 2014).

### **2.3.3 Comparação entre os modelos**

A principal semelhança entre os modelos circumplexo e OCC é o fato de que ambos consideram que as emoções surgem a partir de reações de valência a estímulos. Outra característica comum a ambos os modelos é o uso de variáveis globais para ajudar na identificação e discriminação das emoções. Uma dessas variáveis é comum a ambos os modelos, a excitação, porém utilizada de forma diferente em cada um deles. Enquanto, no modelo circumplexo, excitação define um dos eixos dimensionais, sendo utilizada na identificação da geração de emoções, no modelo OCC, ela é um componente necessário para dar valência a geração de emoções.

Para Ahmadpour (2014), existe uma diferença fundamental entre eles. O modelo circumplexo de emoções baseia-se em agrupar características de reações emocionais, sendo assim aproveitado na identificação da geração de emoções e sua agradabilidade e intensidade. O modelo OCC, por sua vez, baseia-se em padrões emocionais, onde é melhor aproveitado na distinção de emoções a partir de suas causas, condições e atribuições. Outra diferença apontada por Ahmadpour (2014), refere-se à possibilidade que a existência da dimensão de calma-excitação tem de permitir a discriminação de emoções neutras, emoções estas que seriam deixadas de lado no modelo OCC, por focar-se apenas em reações positivas e negativas.

## 2.4 APLICAÇÕES COMPUTACIONAIS

Dentro da gama de aplicações computacionais que podem ser modeladas, desenvolvidas e aprimoradas, podemos destacar duas categorias diferentes. A primeira categoria consiste de ferramentas voltadas a facilitar, ou pelo menos, agilizar o desenvolvimento de sistemas emocionais, adaptando modelos cognitivo-afetivos, as quais podemos chamar de *frameworks*. A segunda categoria consiste de aplicações finais, que incorporam dentro de si características cognitivo-afetivas, tentando aprimorar seu desempenho, tornando-se mais realista, e que serão utilizadas por pessoas comuns em seus próprios dispositivos.

### 2.4.1 Frameworks

O pensador afetivo foi desenvolvido na Universidade de DePaul e utiliza o modelo OCC para a criação de agentes que respondem emocionalmente quando precisam reagir a algum estímulo (ELLIOT, 1992). Para isso, os agentes possuem uma pseudopersonalidade modelada como um conjunto de regras de avaliação, que representam os objetivos individuais do agente aos eventos que ocorreram e/ou podem vir a ocorrer, aos seus princípios para com outros agentes e as suas preferências quanto a objetos. Para comunicar-se com os usuários, os agentes desenvolvidos como pensadores afetivos utilizam diversos canais multimídia, sendo capazes de reproduzir expressões visuais em tempo real, gerando aproximadamente três mil formas diferentes. Além disso, existe também um sintetizador de voz, que permite reproduzir falas e músicas para dinamizar a expressão de emoções.



Pereira, Oliveira e Moreira (2006) adaptaram os conceitos de crença, desejo e intenção para incluir emoções. Em seu trabalho, os autores descrevem como fazer uso dos conceitos de crença, desejo e intenção em conjunto com emoções, fazendo com que os seus agentes tenham um comportamento guiado por esses conceitos. Sendo assim, eles definem um conjunto de semântica e sintaxe que deve ser seguido para que o agente modelado usando tal adaptação seja capaz de reconhecer o que está acontecendo a sua volta, realizar estimativas de tempo, recursos, situações e reações atômicas. Essas definições por si só não tornam o agente emocional, mas permitem que emoções sejam incorporadas ao agente, para que as emoções também sejam parte do agente. Isso é demonstrado por eles quando adicionam a emoção medo ao agente, e assim, adicionam características novas ao agente.

Para a modelagem do medo, o agente deve ser capaz de perceber o quão perigoso ele acredita que as consequências de um evento serão, o quão grave e qual é a possibilidade de que aconteçam. Além disso, o agente reagirá com diferentes níveis de desagrado aos eventos que o amedrontarem. Isso acontece devido a três regras básicas que vão ajudar a definir o medo em relação a eventos: a necessidade de autopreservação, o processamento estratégico motivado e estratégia de acesso direto. Esses dois últimos servem para manter o agente interagindo, mesmo sob risco, desde que tal risco não seja fatal para si, o que corresponde à primeira regra básica (PEREIRA; OLIVEIRA; MOREIRA, 2006).

É possível criar agentes com o conceito de crença, desejo e intenção que comportam emoções utilizando o KARO *framework* (MEYER; HOEK; LINDER, 1999), que é uma ferramenta que permite embasar a formalização das emoções do modelo OCC. Isso é demonstrado por Steunebrink, Dastani e Meyer (2012), as quais utilizam a ferramenta composta por uma mistura de lógica dinâmica, lógica doxástica (raciocínio por crença) e outros operadores que permitem lidar com motivação em agentes.

Como podemos perceber, tais ferramentas nos ajudam na criação e elaboração de sistemas capazes de reconhecer e expressar emoções, fornecendo conjuntos de regras pré-prontas e adaptáveis a diversas situações. Elas nos permitem modelar desde apenas uma única emoção até uma quantidade muito maior, dependendo apenas da complexidade e da necessidade do sistema.

### 2.4.2 Aplicações finais

Aplicações com as quais usuários finais terão contato e fazem uso de interações entre usuários e agentes, ou até mesmo entre os próprios agentes. Um exemplo comum de aplicações que fazem uso de emoções associadas a processos de tomada de decisão é o de aplicações que envolvem dinheiro, como a loteria e o investimento bancário.

O exemplo da loteria é explicado por Picard (1997). Um usuário interage com um agente computacional com capacidade de reconhecer e expressar emoções e é dono de uma quantidade predefinida de cupons que podem ou não estar premiados. O fato de um dos cupons ser o cupom premiado e o usuário, o agente, ambos ou nenhum deles saber disso afeta o comportamento e as emoções deles e por isso deve ser levado em consideração. O usuário inicialmente é dono de todos os cupons e pode realizar ofertas de cupons para o agente, de modo que este deve aceitar ou recusar propostas de acordo com seus objetivos. As ações para alcançar esses objetivos são afetadas pelas emoções que influenciam nas suas decisões. O agente inicialmente terá uma expressão neutra, mas propostas que sejam satisfatórias o deixam mais feliz e propenso a aceitar ofertas, enquanto que propostas desagradáveis terão o efeito contrário, deixando-o mais triste e tendendo a negar ofertas. Isso acontece porque a regra por trás dos cupons premiados consiste de: o usuário não ficar com todos os cupons e não ficar com nenhum dos cupons, pois não receberá prêmio algum nessas circunstâncias. Sendo assim, o usuário deverá ser capaz de interagir com o agente de modo que faça com que o agente aceite a melhor proposta possível e ainda seja capaz de ganhar o prêmio da loteria.

Na última década, diversas indústrias de jogos têm usado de fatores emocionais para otimizar a interação dos usuários com os agentes dos jogos. Um exemplo está em *Dragon Age: Origins*, da desenvolvedora BioWare e distribuído pela *Electronic Arts*, lançado em 2009 (SEARLE, 2010). Eles apresentam um sistema denominado de aprovação, na qual as ações e interações que o usuário faz com que seus personagens realizem no jogo e conseqüentemente afetem ações posteriores e o comportamento dos personagens dentro do jogo. Na Figura 5 podemos ver a barra de aprovação de um personagem do jogo, onde o indicador terá um valor maior, quanto mais à direita ele estiver. Quanto maior a aprovação que um personagem possui, mais amigável ele se torna e é até mesmo capaz de iniciar um romance com

outros personagens, enquanto que em casos onde a aprovação está negativa, levam o personagem a ter uma crise e até mesmo negar-se a manter qualquer tipo de relação com os outros personagens. Tal implementação permite que usuários desfrutem de múltiplas possibilidades durante suas interações e mesmo que venham a jogar repetidas vezes o jogo, serão capazes de desfrutar de diferentes devido ao sistema de emoção que o jogo possui (WIKIA, 2009).

Figura 5 – Aprovação em *Dragon Age: Origins*



Fonte: BLOWARE (2009).

Outro uso por parte da indústria de jogos em aplicações voltadas para usuários finais é apresentado por Johansson (2012). Ela explica como agregar emoções a personagens que precisam deslocar-se em amplos ambientes fazendo uso de algoritmos de busca. Segundo ela, as emoções podem ser trabalhadas em árvores e/ou redes comportamentais com os algoritmos de busca, de modo que durante uma expedição em que o usuário controlando seu personagem passe por um lugar que gere uma experiência traumática para o seu personagem, fará com o personagem comece a agir de forma diferente a ambientes semelhantes àquele que gerou o trauma. Em um exemplo, se o personagem é levado a seguir um caminho por uma floresta escura e acaba por ser assustado por algum evento, causando uma

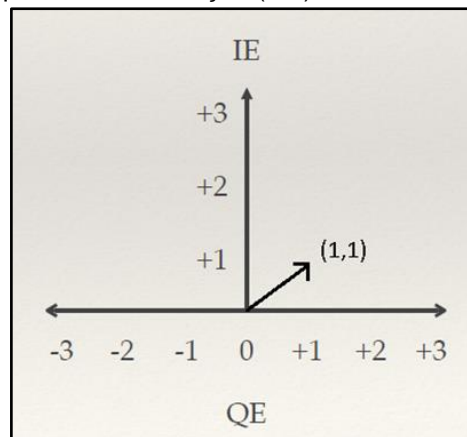
experiência traumática para o personagem. Em outras situações onde o personagem é levado a seguir por caminhos escuros poderão ser ignoradas pelo algoritmo de busca, que procurará por outras opções de caminhos que não tenham gerado traumas ou tenham gerado traumas menores.

## 2.5 MODELO A SER UTILIZADO NESTE TRABALHO

O modelo a ser utilizado nesse trabalho é baseado no modelo circumplexo de emoções (RUSSEL, 1980) e foi definido por Oliveira (2015). Nele, assume-se que a emoção pode ser representada através de dois eixos: um eixo horizontal (X), que representa a qualidade da emoção e um eixo vertical (Y), que representa a intensidade da emoção.

A qualidade da emoção define a relação entre emoções boas e emoções ruins. Por exemplo, alegria é uma emoção boa, enquanto que medo é uma emoção ruim. Para representar esses fatores bons e ruins, esse eixo possui uma escala numérica, com um valor mínimo, um valor máximo e um intervalo a serem delimitados de acordo com a necessidade da aplicação, como na Figura 6.

Figura 6 – Representação da qualidade da emoção (QE) e da intensidade da emoção (IE) como eixos



Fonte: OLIVEIRA (2015).

A intensidade da emoção corresponde as respostas que o corpo dá a estímulos e, portanto, um estímulo maior resultará em uma sensação mais intensa da emoção. Sendo assim, esse eixo não apresenta uma escala negativa, uma vez que a ausência de estímulo é representada pelo valor zero, o qual determina o limite mínimo inferior deste eixo.

Uma emoção é composta por um par ordenado de valores X e Y, correspondentes aos eixos de qualidade da emoção e de intensidade da emoção. O vetor resultante da origem até o ponto representado pelas coordenadas da emoção demonstrada é chamado de vetor motivação e será o responsável por guiar o comportamento das ações afetadas pela emoção.

Pensando desta forma, estímulos que gerem emoções prazerosas para o agente, fazem com que o mesmo se sinta agraciado em receber tal estímulo. Um estímulo maior, com maior intensidade, pode fazer com que a reação também seja mais intensa. Esse é um comportamento emocional que se faz valer tanto para emoções positivas, quanto para emoções negativas. No caso de uma emoção negativa, em vez de querer receber estímulos semelhantes mais frequentemente e mais intensamente, o agente pode sentir-se apto a fugir deles (OLIVEIRA, 2016).

### **2.5.1 Exemplo de aplicação do modelo a ser utilizado**

O modelo proposto para ser utilizado neste trabalho foi anteriormente utilizado durante a disciplina de Inteligência Artificial pelos alunos Natan Dambros, Vinícius Lahm Perini e Diego Marangon, da Universidade de Caxias do Sul (UCS), em 2015. Nesta disciplina, o modelo foi aplicado sobre um problema predador-presa, que consistia em simular o comportamento de agentes predadores e de agentes presas em um ambiente com a forma de uma matriz toroidal.

Os agentes predadores são capazes de perceber toda a área adjacente a área ocupada por si mesmos e têm o objetivo de capturar um agente presa por todos os lados (norte, sul, leste e oeste). Agentes predadores não são dotados de capacidades emocionais.

Os predadores são capazes de executar duas ações:

- 1) Viver: consiste em deslocar-se livremente pelo ambiente;
- 2) Caçar: ocorre quando uma presa é detectada dentro do seu campo de percepção, fazendo com que a partir de então, por onde ele passe, deixe um rastro de pegadas que enfraquece com o passar do tempo. Predadores que não estão caçando e percebem as marcas deixadas por outros predadores, passam a caçar também, seguindo as marcas deixadas.

Os agentes presas também são capazes de perceber toda a área adjacente a área ocupada por si mesmos. Eles são dotados de um estado emocional, também chamado de motivação, que determina e afeta o seu comportamento durante as interações com o ambiente e outros agentes. A capacidade motivacional de uma presa tem por objetivo torná-la mais eficiente durante a fuga e a luta pela sobrevivência.

As presas são capazes de executar quatro ações:

- 1) Viver: consiste em deslocar-se livremente pelo ambiente, em velocidade normal;
- 2) Atualizar estado emocional: o estado emocional é atualizado conforme regras preestabelecidas:
  - 2.1) A qualidade da emoção aumenta se ela é uma presa livre e detecta outra presa livre ou se ela é uma presa livre e detecta um predador;
  - 2.2) A qualidade da emoção diminui e a intensidade da emoção aumenta (quanto mais predadores são detectados, maiores são as taxas de diminuição da qualidade da emoção e do aumento da intensidade da emoção) se ela é uma presa livre e detecta uma presa que mudou de cor;
  - 2.3) A presa muda de cor, se a qualidade da emoção ficar negativa;
  - 2.4) A qualidade da emoção aumenta e a intensidade da emoção diminui se após um número  $n$  de interações ela não detectar nenhum predador ou presa em fuga;
- 3) Fugir: a presa passa a fugir na direção oposta de qualquer predador detectado e a procurar uma posição afastada de qualquer outra presa que mudou de cor. A velocidade com que a presa foge, é proporcional ao vetor motivação, determinado a partir dos valores de qualidade e intensidade da emoção;
- 4) Morrer: a presa morre se for cercada por quatro predadores adjacentes a si própria.

A Figura 7 ilustra as ações dos agentes predadores e presas durante a execução da aplicação.

Figura 7 – Agentes predadores e presas durante uma execução do problema predador-presa



Fonte: DAMBROS; PERINI; MARANGON. (2015).

Após diversas execuções foi possível chegar a algumas conclusões relacionadas as presas e aos predadores e ao fato de existir ou não capacidades emocionais nesses agentes. Graças aos fatores emocionais que envolvem a capacidade das presas de deslocar-se mais rapidamente e por tempos maiores pelo ambiente do que os predadores que não possuem os mesmos fatores emocionais, percebe-se que aplicar o modelo emocional nas presas tornou-as mais eficientes no quesito sobrevivência aos seus predadores. Apenas grandes números de predadores em relação ao número de presas são capazes de exterminar todas as presas do ambiente.

Este exemplo serve de ilustração do potencial que um modelo cognitivo-afetivo tem quando integrado a um sistema composto de agentes que possuem objetivos. Os agentes artificiais afetivos se tornam superiores na realização de suas tarefas quando comparados aos demais agentes. Por meio de simulação, foi possível observar que houve melhora no desempenho das presas em fugir dos predadores.

Pretende-se observar se este desempenho se repete em sistemas com outras características e que possuam interação direta com o usuário.



### 3 A APLICAÇÃO ASSIS: ASSISTENTE VIRTUAL

A aplicação desenvolvida é um assistente virtual para um sistema de *e-commerce*. Ela permite simular a resolução de dúvidas e a assistência na compra de produtos, desde a apresentação do usuário, que é um possível comprador, e do atendente, que é o assistente virtual, até a finalização das interações entre eles.

#### 3.1 OBJETIVO

Tendo em visto o problema pesquisado, essa aplicação propõe a realização de interações entre um usuário e um assistente virtual. Essas interações podem ser realizadas com o assistente utilizando o vetor motivação, representado pela QE e pela IE, modificando a forma como ele interage com o usuário. Durante as interações, são armazenados todos os dados gerados pelos agentes. Assim, a partir dos dados, podemos obter informações para avaliar os resultados das interações e comparar o impacto do uso de fatores cognitivo-afetivos com o não uso desses fatores em sistemas de apoio a tomada de decisão.

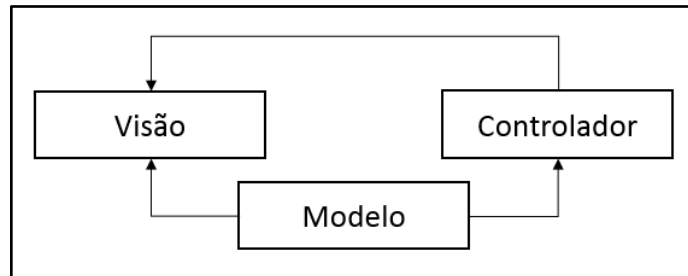
#### 3.2 ARQUITETURA

A aplicação foi desenvolvida utilizando o padrão de arquitetura Modelo-Visão-Controlador (MVC), devido a sua característica fundamental de separar a aplicação em camadas simples e bem definidas, deixando ela organizada sem aumentar demais a sua complexidade. O padrão de arquitetura MVC separa a modelagem do domínio, da apresentação das informações e as ações baseadas nas interações com usuários em três diferentes classes (BURBECK, 1992):

- a) Modelo: os modelos gerenciam o comportamento e os dados do domínio da aplicação, respondem a pedidos por informações relativas ao seu estado e a instruções para mudanças de estado;
- b) Visão: as visões gerenciam a exibição das informações que serão apresentadas na interface gráfica do usuário;
- c) Controlador: as controladoras interpretam as ações do usuário, informando aos modelos e/ou as visões as mudanças necessárias.

A Figura 8 mostra o relacionamento entre as diferentes classes que o padrão de arquitetura MVC define.

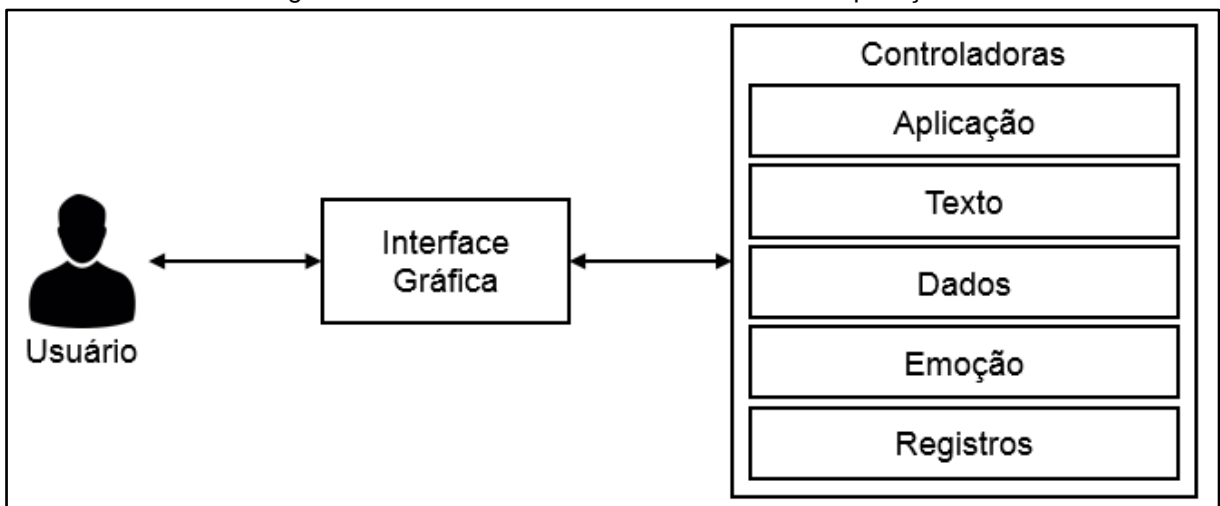
Figura 8 – Classes do padrão de arquitetura MVC



Fonte: Produção própria (2016).

Na aplicação desenvolvida, essas três classes estão separadas em duas camadas. A camada de apresentação com a qual o usuário interage é a interface gráfica composta pelas visões. A camada de domínio é responsável por analisar e processar as entradas do usuário oriundas da interface gráfica. Após o processamento ser realizado, o resultado é retornado para a interface gráfica, que deve atualizar as informações exibidas ao usuário. O fluxo de dados entre as camadas de apresentação e processamento é ilustrado na Figura 9. Os modelos definem as estruturas de dados utilizadas pelas visões e pelas controladoras.

Figura 9 – Fluxo de dados entre as camadas da aplicação



Fonte: Produção própria (2016).

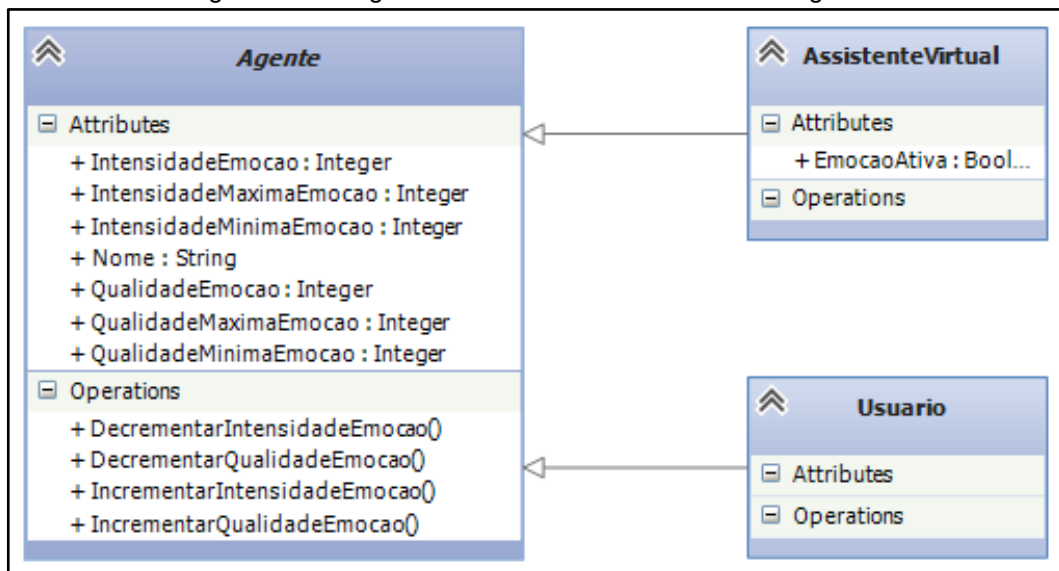
### 3.3 DETALHAMENTO DOS MODELOS

Os modelos definem as estruturas de dados da aplicação e estão separados em três grupos.

#### 3.3.1 Modelos dos agentes

Os agentes da aplicação herdam as características da classe abstrata *Agente*, ilustrada na Figura 10. Todo agente possui vetor motivação formado pelos valores de intensidade da emoção e de qualidade da emoção, limites mínimo e máximo para esses valores, e são capazes de incrementá-los e decrementá-los.

Figura 10 – Diagrama de classes dos modelos dos agentes



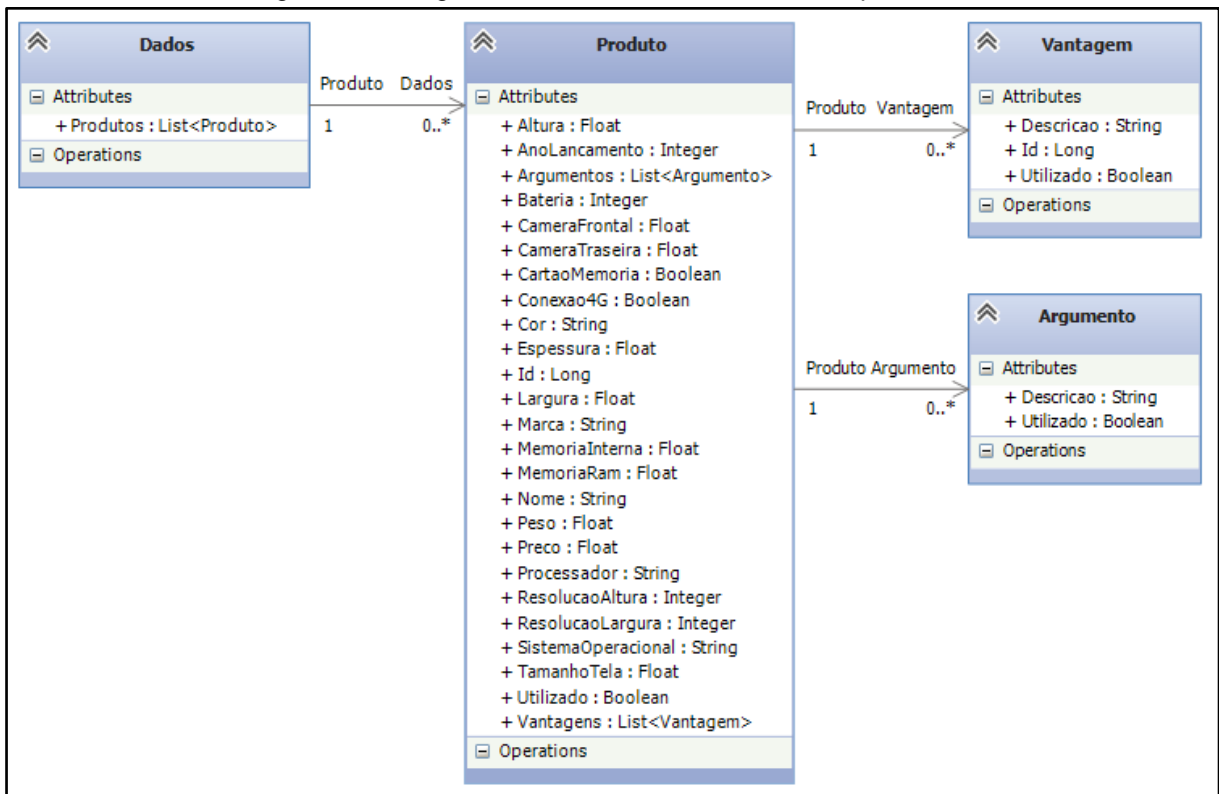
Fonte: Produção própria (2016).

Para separar os agentes virtuais controlados pela aplicação dos agentes que utilizam a aplicação, foram criadas duas classes que herdam *Agente*, ilustradas na Figura 10. A classe *AssistenteVirtual* define o assistente virtual com o qual o usuário conversa durante as interações com a aplicação. Ela tem um atributo além dos já herdados, que é o indicador de emoção ativa, ou seja, se o assistente virtual e quem o controla devem usar o seu vetor motivação. A classe *Usuario* define o usuário que está utilizando a aplicação. Ela não tem nenhum atributo além dos herdados.

### 3.3.2 Modelos dos produtos

Os modelos dos produtos definem as estruturas de dados de produtos, as vantagens que um produto possui em relação a outro produto e os seus argumentos de venda, como ilustra a Figura 11. O assistente virtual pode utilizar os argumentos de venda e as vantagens de um produto durante as interações com o usuário.

Figura 11 – Diagrama de classes dos modelos dos produtos



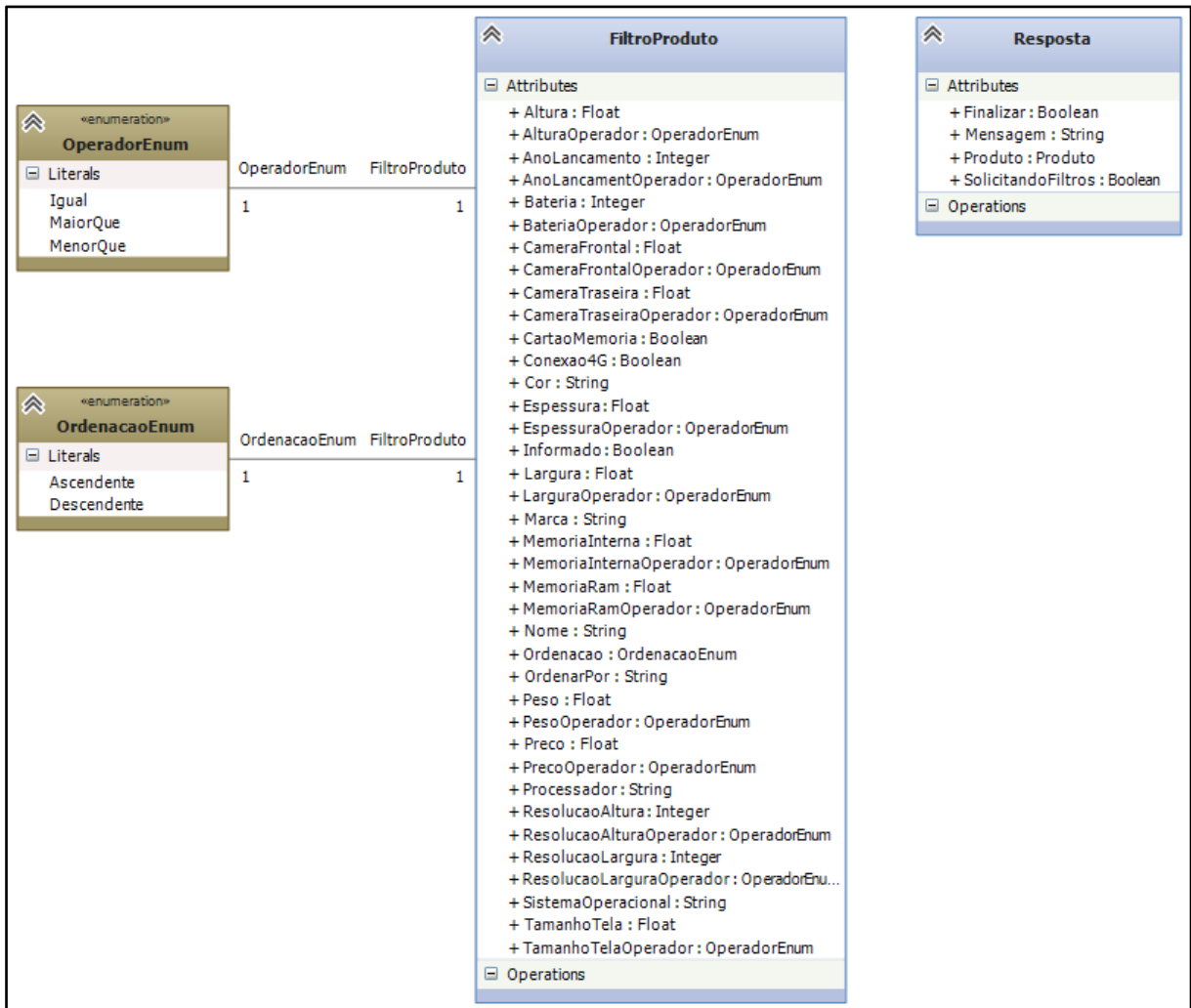
Fonte: Produção própria (2016).

### 3.3.3 Modelos de entrada e saída

A conversa realizada entre o usuário e o assistente virtual utiliza modelos de entrada e de saída. O modelo de entrada é definido pela classe `FiltroProduto`, ilustrado na Figura 12. Ela é usada como um simplificador de mensagens. Isso porque o usuário poderia digitar uma das seguintes mensagens: “Eu gostaria de adquirir um celular preto” ou “Eu quero comprar um celular de cor preta”. Em ambos os casos, um ser humano compreende que o usuário tem interesse por celulares cuja cor é preta, porém o assistente virtual precisaria possuir a capacidade de compreender que preto, na primeira mensagem, se refere implicitamente a cor preto, enquanto que na segunda

mensagem, preto é explicitamente informado como uma cor. Considerando que situações como essa podem acontecer com praticamente qualquer característica que um produto possua, seu uso visa simplificar as mensagens do usuário quando ele quer informar as características dos produtos que lhe interessam.

Figura 12 – Diagrama de classes dos modelos das interações



Fonte: Produção própria (2016).

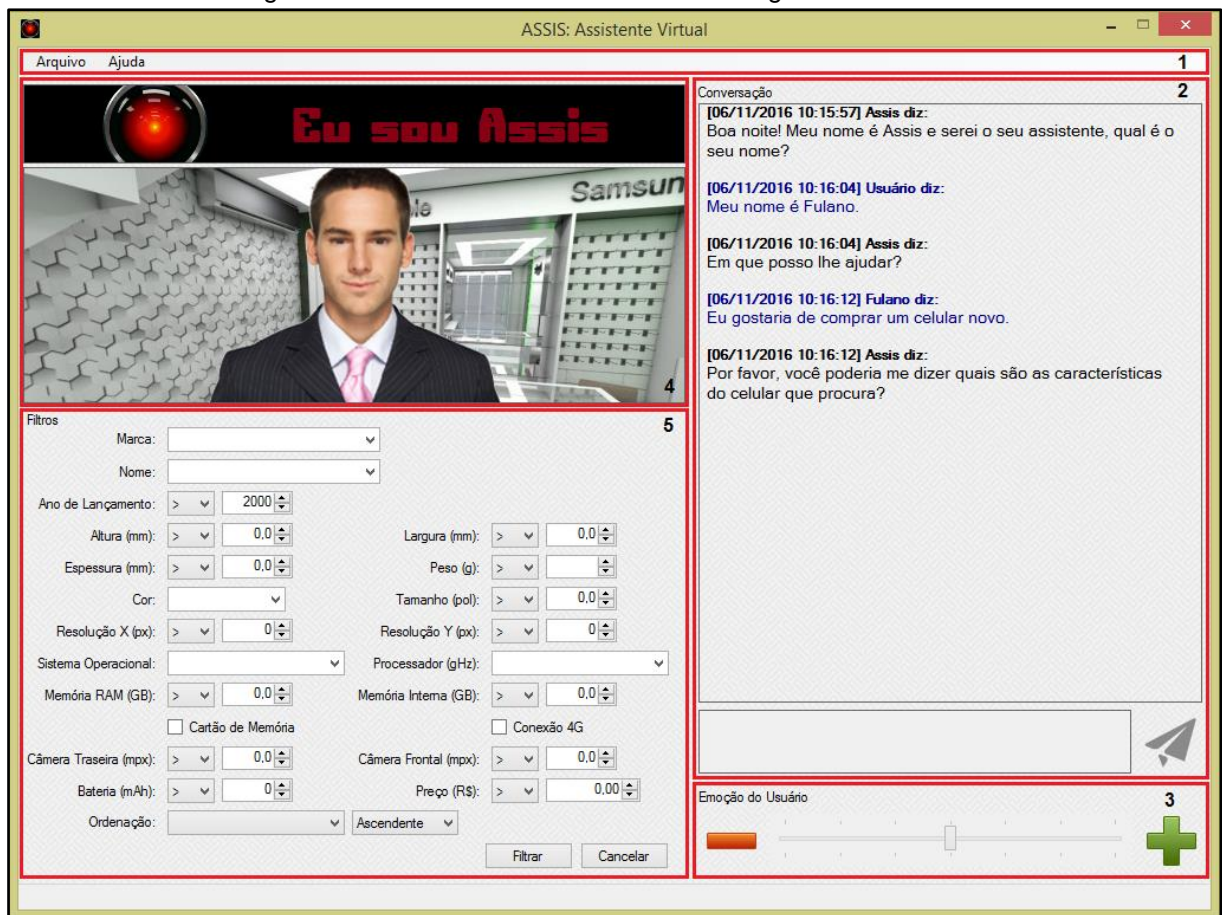
O modelo de saída é definido pela classe Resposta, ilustrado na Figura 12. Uma resposta é retornada para a interface gráfica pelas controladoras sempre que o usuário envia uma mensagem ao assistente virtual. Ela sempre vai conter uma mensagem para ser exibida ao usuário e outros indicadores utilizados pela interface na exibição de informações.

### 3.4 DETALHAMENTO DAS VISÕES – INTERFACE GRÁFICA

A interface gráfica da aplicação com a qual o usuário realiza as interações com o assistente virtual é composta de seis áreas distintas.

A primeira área, indicada pelo número 1 na Figura 13, é o menu da aplicação, com os grupos Arquivo e Ajuda. O grupo Arquivo, possui as opções de iniciar uma nova sessão com emoção, de iniciar uma nova sessão sem emoção e de finalizar a aplicação, e o grupo Ajuda, possui a opção de exibir as informações sobre a aplicação.

Figura 13 – Elementos de 1 à 5 da interface gráfica do usuário



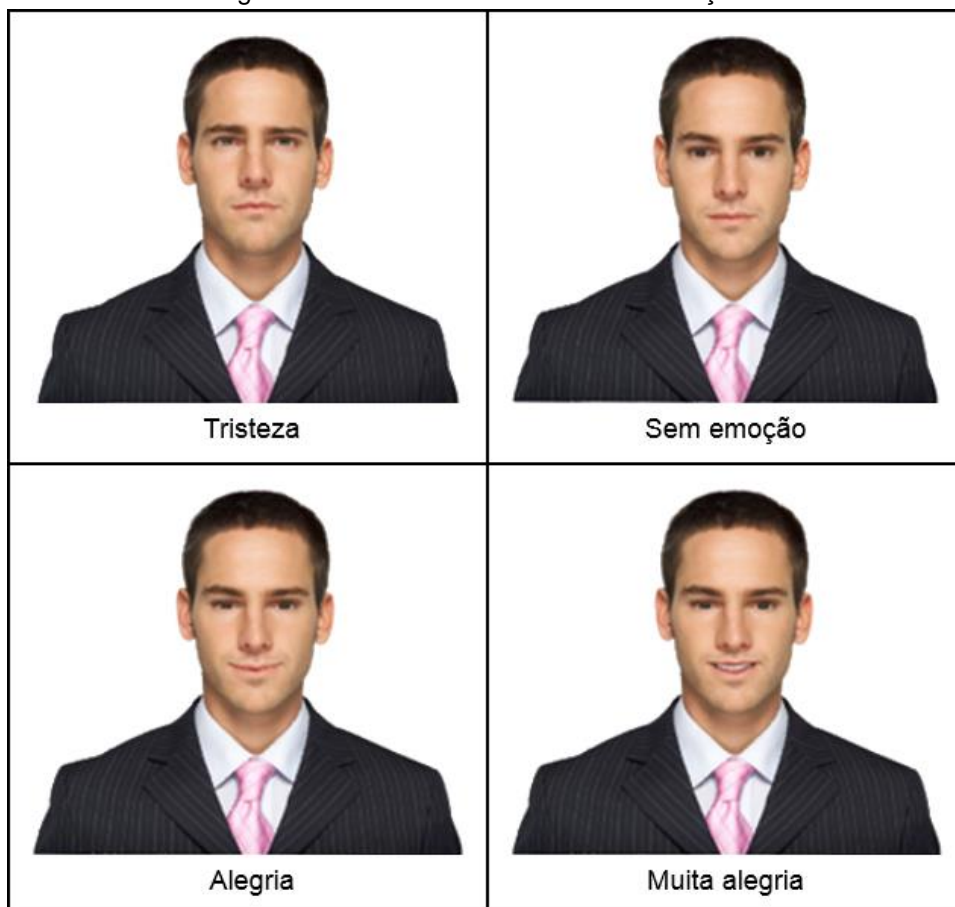
Fonte: Produção própria (2016).

A segunda área, indicada pelo número 2 na Figura 13 é a conversação, exibe o histórico de toda a conversação da sessão atual entre o assistente virtual e o usuário, com as mensagens do assistente virtual em preto e do usuário em azul. Também há um campo para o usuário digitar as suas mensagens e um botão para envio dessas mensagens.

A terceira área, indicada pelo número 3 na Figura 13 é a emoção do usuário, exibe a qualidade de emoção do usuário em uma barra de faixas. Também há dois botões com os quais o usuário pode decrementar ou incrementar a qualidade da emoção que ele está sentindo naquele momento.

A quarta área, indicada pelo número 4 na Figura 13 é a representação do assistente virtual. Quando o assistente virtual é representado na interface gráfica, ele expressa as suas emoções de acordo com o valor do índice de qualidade da emoção que ele possui naquele momento. Caso esse valor seja negativo, ele expressará tristeza. Caso esse valor seja zero, ele não expressará emoção, exibindo uma expressão neutra. Caso esse valor seja positivo, ele expressará alegria, sendo que quando a qualidade da emoção estiver no máximo, ele expressará muita alegria. As representações das emoções do assistente virtual são ilustradas na Figura 14. A representação ocorre se e somente se a sessão foi iniciada com o indicador de emoção do assistente virtual ativa.

Figura 14 – Assistente virtual e suas emoções

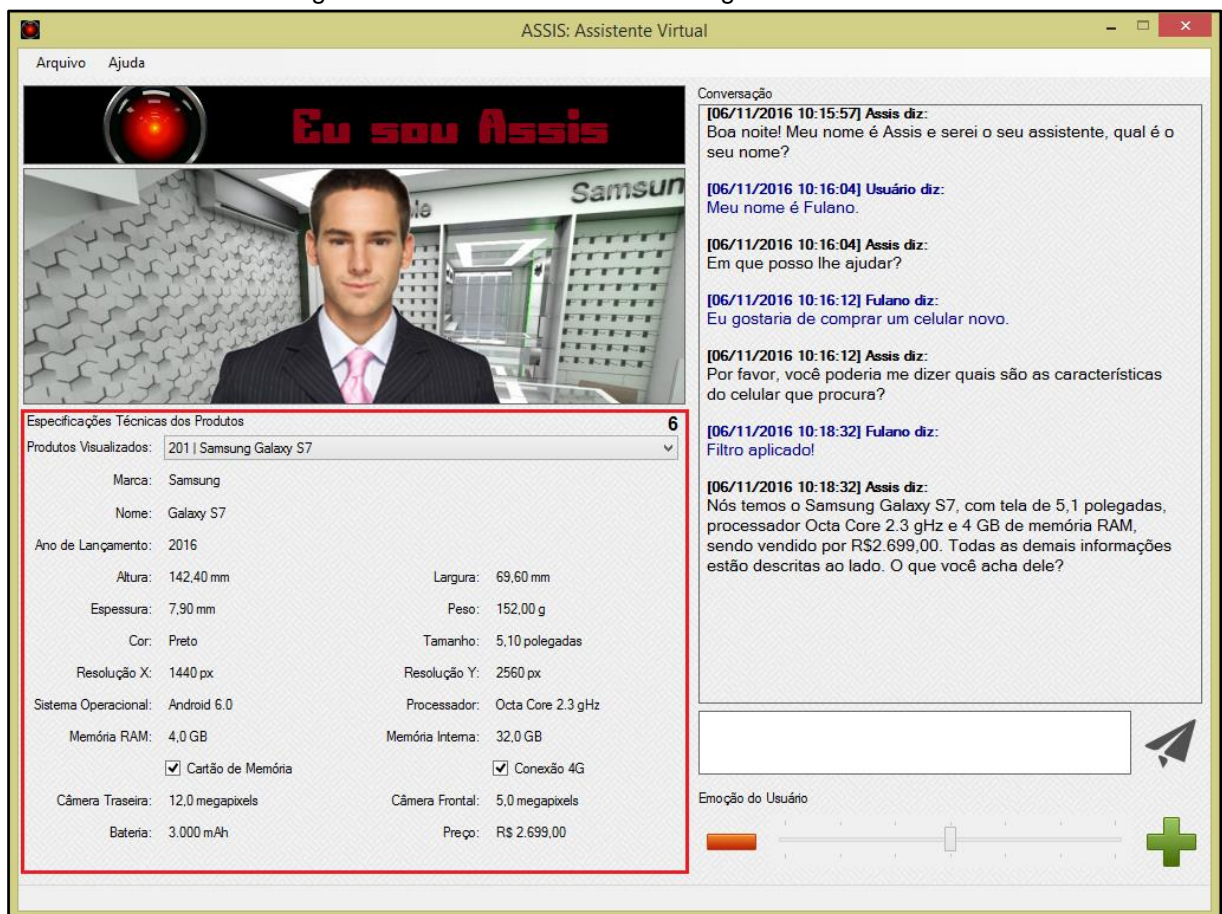


Fonte: Adaptação de SITEPAL (2016).

A quinta área, indicada pelo número 5 na Figura 13 são os filtros, é onde o usuário pode realizar a aplicação de filtros para que o assistente virtual realize a oferta de um produto com as características específicas que o usuário deseja. Ela é exibida quando o assistente virtual interpretar a intenção de filtrar produtos na mensagem do usuário. Nesse caso, a área de especificações técnicas dos produtos não é exibida.

A sexta área, indicada pelo número 6 na Figura 15 são as especificações técnicas, é onde as especificações técnicas de todos os produtos já oferecidos pelo assistente virtual ao usuário são exibidas. Ela é exibida quando ao menos um produto já foi oferecido pelo assistente virtual ao usuário e os filtros não estão sendo exibidos.

Figura 15 – Elemento 6 da interface gráfica do usuário



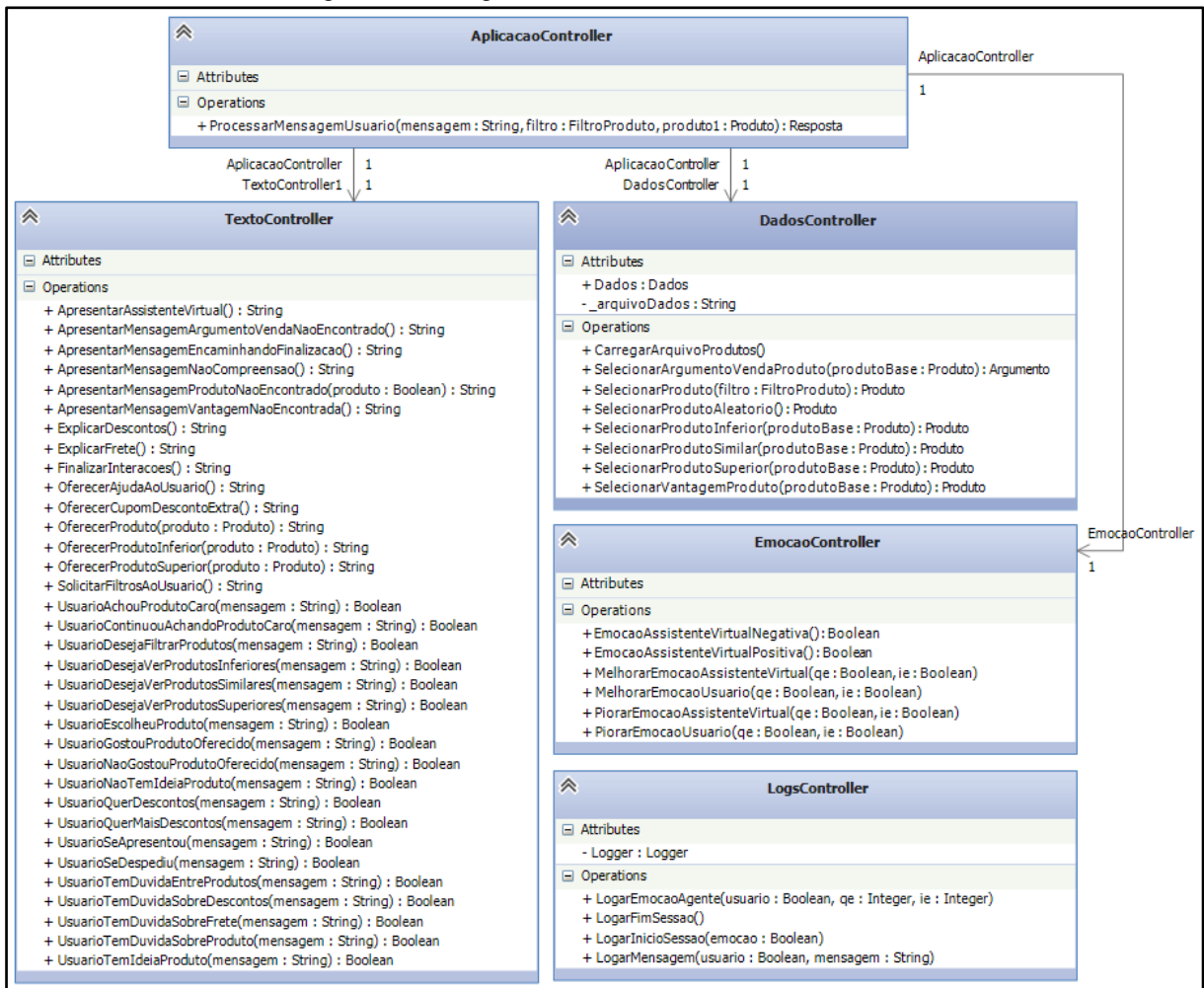
Fonte: Produção própria (2016).

### 3.5 DETALHAMENTO DAS CONTROLADORAS

As controladoras agrupam os métodos utilizados pela aplicação no processamento de dados de acordo com a sua finalidade, como mostra a Figura 16.



Figura 16 – Diagrama de classes das controladoras



Fonte: Produção própria (2016).

A controladora de texto, definida pela `TextoController` e ilustrada na Figura 16, é responsável pela avaliação de significado textual das mensagens do usuário e pelas mensagens que o assistente virtual é capaz de fornecer ao usuário. Os métodos de avaliação consistem em identificar se uma mensagem digitada pelo usuário contém um significado específico e retornam verdadeiro se a mensagem contém tal significado, senão retornam falso. A avaliação da mensagem ocorre realizando uma avaliação das palavras que compõem a mensagem, como verbos e substantivos. Os verbos são analisados parcialmente, já que devido a sua conjugação, podem ter diferentes composições de letras. Por exemplo, o verbo “comprar” é avaliado pelo termo “compr”. Para identificar se o usuário não deseja comprar um celular, são testadas as palavras “não”, “querer”, “comprar” e “celular”. Logo, se a mensagem digitada pelo usuário contiver tais palavras, o método que identifica esse significado retornará verdadeiro ao encontrar essas palavras na mensagem do usuário, senão ele

retornará falso. Os métodos de respostas retornam mensagens. Essas mensagens são afetadas pela emoção do assistente virtual, quando esta está ativa, pelo valor de IE, que modifica adjetivos e advérbios de intensidade das mensagens do assistente virtual.

A controladora de dados, definida pela `DadosController` e ilustrada na Figura 16, é responsável por carregar os dados dos produtos e fornecer meios de utilizá-los no restante da aplicação.

A controladora de emoções, definida pela `EmocaoController` e ilustrada na Figura 16, é responsável por avaliar a emoção positiva e negativamente, e atualizar os estados emocionais dos agentes da aplicação. Quando o agente é o assistente virtual, ela faz as verificações necessárias para garantir que as atualizações ocorram apenas quando ele possui emoção ativa.

A controladora de aplicação, definida pela `AplicacaoController` e ilustrada na Figura 16, é responsável por receber as entradas do usuário e processá-las. As entradas são as mensagens que o usuário digitar e os filtros que ele aplicar para pesquisar produtos. Para realizar o processamento necessário, são utilizadas as controladoras de texto, de dados e de emoção. O processamento é realizado pelo método `ProcessarMensagemUsuario`, que usa um conjunto de regras de condição-ação. Cada regra é composta por um conjunto de condições e conjunto de ações, que pode ser visto no Apêndice A. Um teste condicional avalia o momento atual das interações, a mensagem do usuário e a emoção do assistente virtual. O primeiro teste condicional que ocorre com sucesso executa o conjunto de ações correspondente a ele. Essas ações podem ser, entre outras:

- a) Atualizar a emoção do assistente virtual, quando ele possui emoção ativa, usando a controladora de emoção;
- b) Pesquisar por um produto na base de dados, usando a controladora de dados;
- c) Retornar uma mensagem textual adequada ao usuário.

Caso nenhum teste condicional ocorra com sucesso, uma mensagem de não compreensão é retornada para a interface gráfica exibir ao usuário.

A controladora de registros, ou *logs*, em Inglês, definida pela `LogsController` e ilustrada na Figura 16, é responsável por conter os métodos de registros da aplicação. Ela utiliza o componente `NLog`, uma biblioteca gratuita que torna fácil a criação e

manutenção de registros (NLOG, 2006). Essa controladora é utilizada pela interface gráfica para armazenar os seguintes tipos de registros:

- a) Início de sessão: armazena mensagem de início de sessão e o indicador de emoção ativa;
- b) Mensagem: armazena as mensagens do usuário e do assistente virtual, mantendo todo o histórico da conversa realizada;
- c) Emoção do agente: armazena os valores de qualidade de emoção e de intensidade da emoção;
- d) Fim de sessão: armazena mensagem de fim de sessão.

Todos os registros possuem a fórmula apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 – Fórmula dos registros da aplicação

data completa nível origem código mensagem [chave valor ]
---

Fonte: Produção própria (2016).

As variáveis da fórmula ficam entre barras verticais. A data completa é o ano, mês, dia, hora, minuto, segundo e milissegundo que o registro foi feito. O nível corresponde ao nível de criticidade do registro, podendo conter um dos seguintes valores: “INFO”, de informação, “WARNING”, de aviso, “ERROR”, de erro com exceção tratada, ou “FATAL”, de erro fatal. Origem define quem é o responsável pelo registro, podendo conter um dos seguintes valores: “SISTEMA”, “USUARIO” ou “ASSISTENTE”. O código identifica o tipo de registro e o dono. A mensagem é um texto relacionado ao registro. E a chave e o valor são repetíveis e opcionais, e podem armazenar qualquer conjunto de chave e valor. Um exemplo de registro é apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Exemplo de registro da aplicação

2000-12-31 12:00:59.0000 INFO SISTEMA 99 Aplicação iniciada
---

Fonte: Produção própria (2016).

### 3.6 COMPORTAMENTO DA APLICAÇÃO

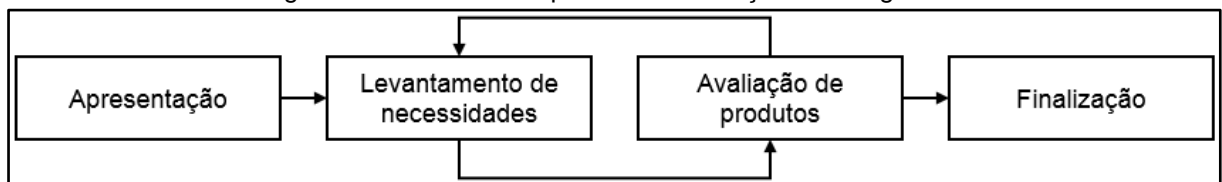
Ao iniciar a aplicação é possível criar uma nova sessão com o assistente virtual, com ou sem emoção ativa. Ao iniciar uma sessão, um registro de início de sessão é armazenado, uma instância de cada controladora e agente é criada, a

interface gráfica exibe os elementos conforme o indicador de emoção ativa e a conversa entre os agentes é iniciada.

A conversa transcorre com a troca de mensagens entre assistente virtual e usuário seguindo um fluxo de etapas. O fluxo de etapas é controlado no método `ProcessarMensagemUsuario` da `AplicacaoController` e contém as seguintes etapas, ilustradas na Figura 17:

- a) Apresentação: assistente virtual se apresenta ao usuário e vice-versa;
- b) Levantamento das necessidades: usuário informa características de produtos que procura e o assistente virtual realiza a oferta dos resultados encontrados na base de conhecimento de produtos da aplicação;
- c) Avaliação dos produtos: usuário indica se deseja comprar um dos produtos que lhe foram oferecidos pelo assistente virtual ou se deseja novas ofertas;
- d) Finalização: são resolvidas dúvidas do usuário e a interação entre os agentes é encerrada.

Figura 17 – Fluxo de etapas da conversação entre agentes



Fonte: Produção própria (2016).

A cada nova interação durante a conversa, a mensagem do usuário é avaliada, processada e respondida pelo método `ProcessarMensagemUsuario` da `AplicacaoController`, que usa o conjunto de regras de condição-ação para isso. A interface gráfica é atualizada com a resposta do processamento e uma nova interação é iniciada.

Se o assistente virtual está com o indicador de emoções ativo, interações com resultados positivos fazem com que os valores de QE e de IE dele aumentem, fazendo com que ele expresse alegria. Em situações opostas, onde interações com resultados negativos acontecem, os valores de QE e IE diminuem, fazendo com que expresse tristeza. Existe também a expressão de neutralidade, que ocorre quando os valores de QE e IE são nulos. O usuário pode alterar os seus valores de QE e IE através de interface gráfica, através dos botões de incrementar e decrementar emoção do

usuário. As mensagens e os valores de QE e IE dos agentes são armazenados usando os registros correspondentes a cada um deles.

Quando a aplicação entender que uma mensagem do usuário encerrou a conversa, um indicador de finalização é ativado na resposta do assistente virtual ao usuário. Isso faz com que a mensagem de despedida seja apresentada ao usuário, a interface gráfica bloqueada, um registro de fim de sessão armazenado e a sessão entre os agentes encerrada.

## 4 TESTES COM A APLICAÇÃO

Os testes foram realizados com usuários utilizando a aplicação desenvolvida, com a finalidade coletar dados para avaliação dos resultados.

### 4.1 MÉTODO EMPREGADO

Através do uso da metodologia qualitativa, buscou-se realizar uma pesquisa exploratória para analisar o uso de emoções em assistentes virtuais na área de *e-commerce*. A pesquisa contou com dois grupos de cinco usuários cada, com idade entre 18 e 35 anos que estudam ou trabalham com tecnologia da informação (por questões de afinidade com os produtos ofertados no software desenvolvido). Um dos grupos utilizou o assistente que modela níveis de emoção, enquanto que o outro grupo utilizou o assistente sem níveis de emoção. Cada usuário utilizou a aplicação desenvolvida individualmente e foram registradas as informações referentes à conversação entre ele e o assistente virtual. As informações registradas são o histórico de conversação, o indicador de emoção ativa, e os valores de QE e IE dos agentes.

Após utilizar a aplicação, cada usuário preencheu uma ficha de avaliação, disponível no Apêndice B, complementando os dados coletados com a utilização da aplicação. Na ficha, o usuário avaliou o seu grau de satisfação final quanto a interação com o sistema usando a escala de Likert e pôde fazer comentários, críticas e/ou sugestões em relação às interações com o assistente virtual.

### 4.2 PROTOCOLO DE APLICAÇÃO

Um protocolo de aplicação de testes foi criado e utilizado com todos os usuários que testaram a aplicação desenvolvida. Devido aos testes terem sido realizados individualmente, o protocolo também foi explicado individualmente a cada usuário. Durante a explicação buscou-se informar o contexto do ambiente, o funcionamento da aplicação e as informações disponíveis.

Iniciando pelo contexto, se explicou ao usuário que ele seria um possível comprador de um celular e que utilizaria um sistema de *e-commerce* para pesquisar informações sobre os aparelhos. O usuário, com a intenção de conseguir mais

informações e até mesmo tirar dúvidas, iria conversar com o assistente virtual do sistema.

Após contextualizar o usuário, se explicou como conversar com o assistente virtual através da aplicação desenvolvida, sendo que ele deveria preferencialmente utilizar frases completas (compostas de sujeito, verbo e complemento), e que ele poderia aplicar filtros para selecionar os produtos de acordo com as suas preferências. Também se explicou que ele poderia indicar o seu nível de emoção através dos botões da interface gráfica. Sobre as áreas com as informações dos produtos e do assistente virtual, quando este está sendo representado, se comentou que tinham a função de exibir informações.

Com a explicação do funcionamento da aplicação, foi informado ao usuário as características predominantes da base de conhecimento de celulares disponíveis. Depois de todas essas informações terem sido dadas, o usuário foi liberado para utilizar a aplicação por um período de até dez minutos, realizando uma sessão de conversa com o assistente virtual. Tendo utilizado a aplicação e conversado com o assistente virtual, o usuário preencheu a ficha de avaliação, encerrando o teste.

### 4.3 ANÁLISES E RESULTADOS

Os resultados obtidos a partir dos dados obtidos com os testes qualitativos que foram realizados com os dois grupos de usuários são apresentados a seguir.

#### 4.3.1 Análise das interações

Os resultados aqui descritos foram produzidos pela análise dos registros de mensagens dos agentes e das fichas de avaliação que cada usuário respondeu ao final dos testes.

A Tabela 1 apresenta as avaliações dos usuários que utilizaram o agente sem emoção. Nela podemos ver que nenhum usuário se sentiu plenamente satisfeito, avaliando o seu grau de satisfação sempre com valores menores que o máximo possível, ou seja, com um grau de satisfação menor que cinco. Considerando todos os usuários, alcançou-se um valor total de dezoito pontos de grau de satisfação final de vinte e cinco possíveis.

Tabela 1 – Avaliação dos usuários que usaram a aplicação sem emoção

Usuário	Grau de satisfação	Comentários, Críticas e/ou Sugestões
USE1	3	A forma como transcorreu o diálogo foi muito breve, não gerando expectativa. O bom dessa objetividade é que não há um vendedor lhe empurrando um produto.
USE2	4	A aplicação deveria ser menos crítica com relação a ortografia, muitas palavras e pontuações não são identificadas, pois os usuários geralmente não se importam muito com a concordância ou ortografia quando escrevem na internet. Quando o usuário opta por comprar o produto, a aplicação finaliza a conversa ao invés de esclarecer dúvidas.
USE3	3	Gostaria de ter comprado um outro aparelho, porém era muito caro e escolhi um mais barato.
USE4	4	Faltou a interpretação de respostas para perguntas de sim ou não por parte do assistente.
USE5	4	Muito interessante a ideia sobre o assistente, porém tive dificuldade em interagir. É excelente para tirar dúvidas referentes ao aparelho e ao sistema de venda e frete.

Fonte: Produção própria (2016).

Destaca-se nos comentários dos usuários, a objetividade da conversa e a interpretação textual do assistente virtual. Os registros do Quadro 3 ajudam a ilustrar os comentários dos usuários onde a conversa foi breve e objetiva.

Quadro 3 – Trecho de conversação objetiva entre usuário e assistente virtual

2016-11-07 19:21:38.2974 INFO ASSISTENTE 11 Em que posso lhe ajudar?
2016-11-07 19:21:59.7311 INFO USUARIO 21 eu quero comprar um celular
2016-11-07 19:21:59.7670 INFO ASSISTENTE 11 Informe as características ao lado!
2016-11-07 19:22:21.3917 INFO USUARIO 21 Filtro aplicado!
2016-11-07 19:22:21.4422 INFO ASSISTENTE 11 Nós temos o Motorola Moto G4, com tela de 5,5 polegadas, processador Octa Core 1.5 GHz e 2 GB de memória RAM, sendo vendido por R\$1.099,00. Todas as demais informações estão descritas ao lado. O que você acha dele?
2016-11-07 19:22:36.8732 INFO USUARIO 21 eu quero comprar este celular



2016-11-07 19:22:36.9044	INFO	ASSISTENTE	11	Algo mais em que eu posso lhe ajudar?
2016-11-07 19:22:53.1102	INFO	USUARIO	21	tenho uma dúvida sobre o frete
2016-11-07 19:22:53.1627	INFO	ASSISTENTE	11	Nós temos duas opções de frete para entregas dentro do Brasil. A primeira opção é o PAC, que é mais barato e tem prazo de entrega de 7 a 21 dias úteis. A segunda opção é o e-SEDEX, que é um pouco mais caro, mas tem prazo de entrega de 3 à 7 dias úteis. O valor depende do CEP do destinatário e é calculado após a opção PAC ou e-SEDEX ter sido selecionada e o CEP ter sido informado, durante a finalização. Você têm mais alguma dúvida?
2016-11-07 19:23:49.9917	INFO	USUARIO	21	eu tenho dúvida sobre forma de pagamento
2016-11-07 19:23:50.0452	INFO	ASSISTENTE	11	Obrigado por utilizar nossos serviços! Tchau!

Fonte: Produção própria (2016).

No fim desta conversa o, o assistente virtual não compreendeu a mensagem do usuário perguntando sobre as formas de pagamento e finalizou a conversa o. Outro trecho de registros que demonstra a não compreensão das mensagens do usuário, mas para perguntas de sim ou não, pode ser visto no Quadro 4.

Quadro 4 – Trecho de conversa o com mensagens não compreendidas

2016-11-08 13:14:03.7764	INFO	USUARIO	21	Sim, quero comprar este aparelho
2016-11-08 13:14:03.7921	INFO	ASSISTENTE	11	Eu poderia lhe ajudar em algo mais?
2016-11-08 13:14:29.7153	INFO	USUARIO	21	não
2016-11-08 13:14:29.7309	INFO	ASSISTENTE	11	Mensagem não compreendida!

Fonte: Produ o própria (2016).

Por sua vez, a Tabela 2 apresenta as avalia es dos usuários que utilizaram o agente com emo o. Nela podemos ver que houve usuários que se sentiram plenamente satisfeitos, avaliando o seu grau de satisfa o com grau cinco, o máximo possível. Considerando todos os usuários, alcançou-se um valor total de vinte e dois pontos de grau de satisfa o final de vinte e cinco possíveis.

Tabela 2 – Avalia o dos usuários que usaram a aplica o com emo o

(continua)

Usuário	Grau de satisfa�o	Comentários, críticas e/ou sugestões
UCE1	4	O objetivo do assistente virtual foi concluído com sucesso, ofereceu o produto, comentei que o

		mesmo era caro, falou das vantagens e finalizou a venda.
UCE2	3	O assistente virtual direcionou a conversa de forma satisfatória, porém não compreendeu frases simples.
UCE3	5	Houve interação com o assistente virtual, que deu leques de opções e um fluxo de conversação, porém com pouca objetividade.
UCE4	5	A interface é fácil de utilizar e as respostas foram dadas com informações completas. As perguntas foram compreendidas e houve um desenvolvimento linear da conversa, desde a apresentação até a compra do aparelho. Como sugestão, exibir as imagens dos celulares, melhorando a interatividade.
UCE5	5	Gostei da aplicação pois remete ao comportamento de um vendedor, porém poderia existir mais opções de interação, diversas perguntas minhas não foram interpretadas.

Fonte: Produção própria (2016).

Para os usuários que utilizaram o assistente virtual com emoção, os comentários que se destacam são o fluxo da conversa e a interpretação textual do assistente virtual. O Quadro 5 ajuda a ilustrar os comentários dos usuários referente ao fluxo da conversa, sendo mantido durante diversas ofertas de produtos e resoluções de dúvidas do assistente virtual ao usuário.

Quadro 5 – Trecho de conversação com fluxo de ofertas de produtos e dúvidas

2016-11-09 13:25:46.7975 INFO ASSISTENTE 11 Em que posso lhe ajudar?
2016-11-09 13:25:51.9942 INFO USUARIO 21 Eu quero comprar um celular
2016-11-09 13:25:52.0233 INFO ASSISTENTE 11 Por favor, você poderia me dizer quais são as características do celular que procura?
2016-11-09 13:25:57.9630 INFO USUARIO 21 Filtro aplicado!
2016-11-09 13:25:58.0056 INFO ASSISTENTE 11 Nós temos o Samsung Galaxy S7, com tela de 5,1 polegadas, processador Octa Core 2.3 GHz e 4 GB de memória RAM, sendo vendido por R\$2.699,00. Todas as demais informações estão descritas ao lado. Quer comprar esse celular? Ou deseja usar os filtros outra vez?
2016-11-09 13:26:17.9790 INFO USUARIO 21 Eu desejo ver celulares mais caros
2016-11-09 13:26:18.0303 INFO ASSISTENTE 11 Nós temos o Apple iPhone 6S, que é melhor, com tela de 4,7 polegadas, processador Dual Core 1.84 GHz e 2 GB

de memória RAM, sendo vendido por R\$3.199,00. É um celular ótimo! Quer comprar esse celular? Ou deseja usar os filtros outra vez?

|2016-11-09 13:26:28.3093|INFO|USUARIO|21|Eu tenho dúvida sobre o frete|

|2016-11-09 13:26:28.3341|INFO|ASSISTENTE|11|Nós temos duas opções de frete para entregas dentro do Brasil. A primeira opção é o PAC, que é mais barato e tem prazo de entrega de 7 à 21 dias úteis. A segunda opção é o e-SEDEX, que é um pouco mais caro, mas tem prazo de entrega de 3 à 7 dias úteis. O valor depende do CEP do destinatário e é calculado após a opção PAC ou e-SEDEX ter sido selecionada e o CEP ter sido informado, durante a finalização. Você têm mais alguma dúvida?

|2016-11-09 13:26:46.8395|INFO|USUARIO|21|Eu quero questionar sobre o desconto|

|2016-11-09 13:26:46.8605|INFO|ASSISTENTE|11|Nós trabalhamos com desconto apenas para pagamentos realizados à vista, esse desconto é de 10% e é dado automaticamente. Você têm mais alguma dúvida?

|2016-11-09 13:27:13.0230|INFO|USUARIO|21|Eu busco por aparelhos piores|

|2016-11-09 13:27:13.0741|INFO|ASSISTENTE|11|Nós temos o Asus Zenfone 6, que é mais simples, com tela de 6 polegadas, processador Dual Core 2.0 GHz e 2 GB de memória RAM, sendo vendido por R\$849,00. É um celular ótimo! Quer comprar esse celular? Ou deseja usar os filtros outra vez?

|2016-11-09 13:28:02.2118|INFO|USUARIO|21|Eu não procuro por aparelhos dessa marca|

|2016-11-09 13:28:02.2578|INFO|ASSISTENTE|11|Nós temos o LG G5, que é melhor, com tela de 5,3 polegadas, processador Quad Core 2.15 GHz e 4 GB de memória RAM, sendo vendido por R\$2.659,00. É um bom celular. Quer comprar esse celular? Ou deseja usar os filtros outra vez?

|2016-11-09 13:28:25.2243|INFO|USUARIO|21|Eu quero comprar este celular|

|2016-11-09 13:28:25.2460|INFO|ASSISTENTE|11|Obrigado por utilizar o nosso serviço! Existe algo mais em que eu posso lhe ajudar, como resolver alguma dúvida sobre frete ou desconto?

|2016-11-09 13:28:33.4743|INFO|USUARIO|21|Até logo|

|2016-11-09 13:28:33.5685|INFO|ASSISTENTE|11|Obrigado por ter entrado em contato, estamos sempre à disposição! Tchau!

Fonte: Produção própria (2016).

Nesse trecho de registros, vê-se como o assistente interage com o usuário, oferecendo diversos produtos com informações completas. Porém, mesmo com diversas informações que descrevem o aparelho, foi sugerido a inclusão de imagens dos aparelhos para que os usuários possam ver o que está sendo ofertados para eles.

Do mesmo modo como aconteceu com os usuários que utilizaram o assistente virtual sem emoção, a sua versão com emoção não foi capaz de compreender todas as mensagens dos usuários. Isso pode ser visto nos registros do Quadro 6.

Quadro 6 – Trecho de conversação com mensagens não compreendidas

2016-11-10 13:21:50.3028 INFO ASSISTENTE 11 Nós temos o Motorola Moto G4, com tela de 5,5 polegadas, processador Octa Core 1.5 GHz e 2 GB de memória RAM, sendo vendido por R\$1.099,00. Todas as demais informações estão descritas ao lado. Quer comprar esse celular? Ou deseja usar os filtros outra vez?
2016-11-10 13:22:04.9098 INFO USUARIO 21 Quero comprar.
2016-11-10 13:22:04.9448 INFO ASSISTENTE 11 Desculpe, mas eu não entendi o que você tentou dizer.
2016-11-10 13:22:19.5518 INFO USUARIO 21 Quero comprar este celular
2016-11-10 13:22:19.5708 INFO ASSISTENTE 11 Obrigado por utilizar o nosso serviço! Existe algo mais em que eu posso lhe ajudar, como resolver alguma dúvida sobre frete ou desconto?

Fonte: Produção própria (2016).

A Tabela 3 apresenta a duração das sessões de cada usuário com o assistente virtual, assim como o tempo médio e o tempo total. Apesar dos comentários sobre a objetividade da conversa nas fichas de avaliação dos usuários que utilizaram a versão sem emoção, eles foram responsáveis pelas sessões mais longas, com tempo médio de duração próximo dos cinco minutos. Eles também possuem a sessão mais longa, com mais de nove minutos de duração, próximo ao tempo limite dos testes, que era de dez minutos.

Tabela 3 – Duração das sessões entre usuário e assistente virtual

Sem emoção		Com emoção	
Usuário	Duração	Usuário	Duração
USE1	00:02:19	UCE1	00:03:48
USE2	00:04:09	UCE2	00:01:39
USE3	00:04:40	UCE3	00:05:50
USE4	00:09:13	UCE4	00:02:54
USE5	00:03:32	UCE5	00:03:02
Média	00:04:47	Média	00:03:27
Total	00:23:53	Total	00:17:13

Fonte: Produção própria (2016).

#### 4.3.2 Análise dos índices de emoção

Os resultados quantitativos foram obtidos dos registros dos agentes, especialmente dos registros de emoção, que armazenam os valores de QE e IE de cada agente. Esses resultados foram agrupados pelo indicador de emoção ativa do

assistente virtual e os valores de QE e IE foram computados em quatro instâncias: a qualidade de emoção inicial ( $QE_i$ ) e a intensidade de emoção inicial ( $IE_i$ ), a qualidade de emoção final ( $QE_f$ ) e a intensidade de emoção final ( $IE_f$ ), a qualidade de emoção mínima ( $QE_{\min}$ ) e a intensidade de emoção mínima ( $IE_{\min}$ ), e a qualidade de emoção máxima ( $QE_{\max}$ ) e a intensidade de emoção máxima ( $IE_{\max}$ ).

Na Tabela 4 veem-se os valores de QE e IE dos usuários que utilizaram o agente sem emoção e quais deles evidenciam que comprariam o produto que foi oferecido.

Tabela 4 – Valores de QE e IE dos usuários que usaram a aplicação sem emoção

Usuário	$QE_i$	$IE_i$	$QE_f$	$IE_f$	$QE_{\min}$	$IE_{\min}$	$QE_{\max}$	$IE_{\max}$	Compra?
USE1	0	0	3	3	0	0	3	3	Sim
USE2	0	0	0	0	0	0	0	0	Sim
USE3	0	0	0	0	0	0	0	0	Sim
USE4	0	0	0	0	0	0	0	0	Não
USE5	0	0	0	0	0	0	0	0	Sim

Fonte: Produção própria (2016).

Essa tabela indica que apenas um dos usuários utilizou os botões de incremento e decremento de emoção, presentes na interface gráfica, para ajustar os índices de QE e IE, pois todos os outros usuários não apresentaram diferença entre os valores inicial, final, mínimo e máximo de QE e IE. Também indica que um dos usuários não evidenciou que compraria um dos produtos que lhe foram oferecidos.

Na Tabela 5 veem-se os valores de QE e IE dos usuários que utilizaram o agente com emoção e quais deles evidenciam que comprariam o produto que foi oferecido. Assim como aconteceu com o grupo de usuários que utilizou a aplicação sem emoção, houve usuários que não utilizaram os botões de incremento e decremento de emoção, porém mais da metade deles o fez. Quanto a compra dos produtos, todos os usuários indicaram que comprariam um dos produtos.

Tabela 5 – Valores de QE e IE dos usuários que usaram a aplicação com emoção

(continua)

Usuário	$QE_i$	$IE_i$	$QE_f$	$IE_f$	$QE_{\min}$	$IE_{\min}$	$QE_{\max}$	$IE_{\max}$	Compra?
UCE1	0	0	3	3	-1	0	3	3	Sim
UCE2	0	0	0	0	0	0	0	0	Sim
UCE3	0	0	3	3	0	0	3	3	Sim
UCE4	0	0	2	2	0	0	2	2	Sim

UCE5	0	0	0	0	0	0	0	0	Sim
------	---	---	---	---	---	---	---	---	-----

Fonte: Produção própria (2016).

Com a versão com emoção sendo utilizada, foram registrados os valores de QE e IE do assistente virtual, apresentados na Tabela 6. Em nenhum momento o valor de QE tornou-se negativo, pois o  $QE_i$  e o  $QE_{\min}$  de todos os usuários são zero, o que indica que o assistente virtual nunca expressou tristeza. A expressão de tristeza ocorreria se o usuário fornecesse um número maior de mensagens negativas do que mensagens positivas.

Tabela 6 – Valores de QE e IE do assistente virtual com emoção

Usuário	$QE_i$	$IE_i$	$QE_f$	$IE_f$	$QE_{\min}$	$IE_{\min}$	$QE_{\max}$	$IE_{\max}$
UCE1	0	0	3	2	0	0	3	2
UCE2	0	0	2	1	0	0	2	1
UCE3	0	0	3	2	0	0	3	2
UCE4	0	0	3	2	0	0	3	2
UCE5	0	0	3	2	0	0	3	2

Fonte: Produção própria (2016).

### 4.3.3 Análise dos resultados

As questões de pesquisa deste trabalho perguntam se o uso de emoções para otimizar as interações entre homem e máquina podem melhorar os resultados obtidos. Ao analisar o grau de satisfação total nas avaliações dos usuários, mesmo que a pesquisa tenha sido qualitativa, os usuários que interagiram com o assistente virtual sem emoção avaliaram com dezoito pontos de vinte e cinco possíveis (equivalente a 72% da amostra), enquanto que os usuários que interagiram com a versão com emoção avaliaram com vinte e dois pontos de vinte e cinco possíveis (equivalente a 88% da amostra). Relativamente, os usuários que conversaram com o agente com características cognitivo-afetivas sentiram 16% mais satisfação do que os usuários que conversaram com o agente sem essas características, o que deixa indícios de que utilizar fatores cognitivo-afetivos pode otimizar as interações.

O fato de todos os usuários que interagiram com o assistente virtual com emoção indicarem que comprariam um produto, enquanto que um dos usuários que interagiu com a versão sem emoção não indicou que compraria um produto, também deixa evidências de que utilizar fatores cognitivo-afetivos pode otimizar as interações

e conseqüentemente os resultados dessas interações. Essas evidências convergem com os resultados obtidos por Nunes (2012) em sistemas de recomendação, e Melo, Gratch e Carnevale (2014) em sistemas de cupons de loteria, que utilizaram características afetivas em aplicações para otimizar as interações humano-computador.

Um dos pontos fortes da aplicação foi a interface gráfica, que segundo os comentários dos usuários é fácil de utilizar e apresenta informações completas sobre os produtos. Para melhorar ela, foi sugerido a inclusão de imagens dos produtos que são oferecidos ao usuário, melhorando a interatividade entre usuário e assistente. Outro ponto forte da aplicação é o controle de fluxo da conversa. Isso porque o conjunto de regras utilizados é capaz de manter o usuário conversando com o assistente a partir de sua apresentação, por diversos ciclos de oferta e de avaliação de produtos, de resolução de dúvidas, até a conversa se encerrar.

O ponto fraco é a limitação da capacidade de interpretação textual do assistente virtual, que por vezes não compreende mensagens simples do usuário, frustrando-o. Essa frustração, porém, nem sempre é constatada nos registros da aplicação, uma vez que dependem da intervenção do próprio usuário sinalizar suas emoções através dos botões de decremento e incremento de emoção. A ideia de utilizar botões para registrar as emoções do usuário mostrou ser válida, porém ineficiente.

Com a intenção de tornar o assistente virtual melhor, é possível expandir a sua capacidade de interpretação usando as informações dos registros armazenados, melhorando a compreensão das mensagens do usuário e as respostas para estas mensagens. Outra melhoria possível é a utilização de um mecanismo automático para detecção das emoções do usuário, de modo que os registros de emoções do usuário sejam armazenados em todas as conversas realizadas sem depender de algum tipo de intervenção.

## 5 CONCLUSÃO

Neste trabalho estudou-se a área da computação afetiva, criando um assistente de venda para tomada de decisão dotado de simulação de emoção para melhorar as interações com o usuário e ser melhor avaliados por clientes em função dos resultados obtidos dessas interações.

### 5.1 SÍNTESE DO TRABALHO

Durante este trabalho desenvolveu-se um estudo na área da computação afetiva, um dos ramos da IA. Esse estudo apresentou a origem da computação afetiva, os conceitos sobre o reconhecimento de emoções do usuário, sobre a expressão de emoções por máquina e sobre a simulação de emoções por máquina, bem como a maneira como emoções interferem nas interações entre dois agentes.

Foram analisados e comparados modelos psicológicos que são utilizados para modelar e construir sistemas com emoções, o modelo circumplexo de emoções e o modelo OCC. Esses modelos são utilizados em sistemas que contém fatores emocionais que foram estudados nesse trabalho, sistemas estes que foram divididos em duas categorias: frameworks, bibliotecas que auxiliam no desenvolvimento de aplicações, e aplicações finais, aplicações desenvolvidas para serem utilizadas pelo usuário final. Um terceiro modelo, baseado no modelo circumplexo de emoções foi explanado com uma ilustração de uso, sendo proposto como modelo a ser utilizado no desenvolvimento de uma aplicação com emoções.

Uma aplicação foi modelada e desenvolvida a partir do modelo proposto para realizar um estudo de caso na área de *e-commerce*. Essa aplicação era um assistente virtual, capaz de expressar emoções se necessário, que conversava com os usuários oferecendo produtos e retirando dúvidas. As conversas tinham o objetivo de coletar dados sobre as interações entre os agentes para serem analisados posteriormente.

Com a aplicação desenvolvida, foram aplicados testes qualitativos com duas amostras de usuários, que utilizaram a aplicação com e sem emoção. Essas amostras de usuários preencheram, após o uso da aplicação, uma ficha de avaliação referente as interações com o assistente virtual.

A partir dos dados coletados nos testes, análises sobre eles foram executadas. Essas análises mostraram evidências que convergem com outros



trabalhos realizados nessa área. Resultados estes que mostram que utilizar emoções em sistemas virtuais pode efetivamente melhorar as interações e os resultados obtidos em sistemas de tomada de decisão onde usuário e máquina interagem. Finalizando as análises, avaliou-se os pontos fortes e fracos da aplicação desenvolvida e possíveis melhorias futuras.

## 5.2 RESULTADOS E CONTRIBUIÇÕES

Os resultados produzidos com este trabalho alcançaram os objetivos propostos e convergem com os resultados produzidos por pesquisadores em outros experimentos. Com eles foi possível identificar os pontos fortes e os pontos fracos da aplicação desenvolvida.

A análise dos resultados mostrou evidências de que ao desenvolver sistemas com fatores cognitivo-afetivos, usuários que utilizam esses sistemas se sentem mais satisfeitos com as interações humano-computador do que usuários que utilizam sistemas sem tais fatores. A análise também mostrou evidências de que é possível melhores resultados por meio de interações humano-computador mais elaboradas. Portanto, percebe-se que é possível modelar agentes virtuais para que sejam mais críveis ao auxiliar os usuários de sistemas de tomada de decisão.

Assim este trabalho contribuiu com o ramo da computação afetiva, fornecendo indícios de que usar assistentes autônomos para auxiliar na tomada de decisão em sistemas de *e-commerce* é viável.

## 5.3 TRABALHOS FUTUROS

As perspectivas sobre os trabalhos futuros referem-se ao aperfeiçoamento do assistente virtual, de modo a otimizar as interações e os resultados. Para isso, um dos aspectos que pode ser aperfeiçoado é a análise de mensagens do usuário e respostas do assistente, substituindo o conjunto estático de regras de condição-ação por um conjunto dinâmico. Esse conjunto dinâmico seria criado de acordo com as necessidades de um gerente de aplicação, através de um motor gerador de condição-ação com uma interface gráfica própria para isso. A criação desse motor permitiria a flexibilização das regras e a realização de ajustes de forma mais ágil e prática.

Outro aspecto que pode ser trabalhado é a base de dados de conhecimento, expandindo a quantidade de termos e sentenças compreendidas pelo agente e de respostas que ele fornece. Ainda na base de conhecimento, a utilização de um banco de dados real de produtos já forneceria um progresso nas respostas do assistente para produtos.

Um aspecto importante da aplicação que é válido, mas mostrou-se ineficiente por depender da intervenção do usuário, foi o uso de botões para capturar as emoções do usuário. Para melhorar isso, sugere-se o uso de um mecanismo de captura de imagens para obter dados sobre as emoções do usuário utilizando reconhecimento facial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMADPOUR, Naseem. 3C - Measurement 1. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KANSEI ENGINEERING AND EMOTION RESEARCH, 2014, Linköping. **OCC model application and comparison to the dimensional model of emotion.** Linköping, Suécia: [S.n.], 2014.

BURBECK, Steve. **Applications Programming in Smalltalk-80™**: How to use Model-View-Controller (MVC). [S.l.:s.n.], 1992.

DAMBROS, Natan; PERINI, Vinícius Lahm; MARANGON, Diego. **Implementação de multiagentes do problema predador-presa.** 2015. Disciplina de Inteligência Artificial II, Universidade de Caxias do Sul.

ELLIOT, Clark. **The Affective Reasoner**: A Process Model of Emotions in a Multi-agent System. 1992. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Institute for the Learning Sciences, Northwestern University, Illinois, 1992.

JAQUES, Patrícia A.; VICARI, Rosa M. Estado da Arte em Ambientes Inteligentes de Aprendizagem que Consideram a Afetividade do Aluno. **Informática na educação**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 15-38, 2005.

JOHANSSON, Anja. **Affective Decision Making in Artificial Intelligence**: Making Virtual Characters With High Believability. Linköping, Suécia: Linköping University Electronic Press, 2012.

MELO, Celso M. de; PAIVA, Ana. **The Art of Expressing Emotions in Virtual Humans.** California, Estados Unidos: [S.n.], 2008.

MELO, Celso M. de; GRATCH, Jonathan; CARNEVALE, Peter J. Cognitive Modelling. In: AAAI CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 28, 2014, Québec. **The Importance of Cognition and Affect for Artificially Intelligent Decision Makers.** Québec, Canadá: AAAI Press, 2014.

MEYER, John-Jules Ch.; HOEK, Wiebe van der; LINDER, Bernd van. A logical approach to the dynamics of commitments. **Artificial Intelligence**, Utrecht, n. 113, p. 1-40, 1999.

NLOG. NLog Project. Disponível em: <<http://nlog-project.org>>. Acesso em: 05 jun. 2016.

NUNES, Maria Augusta Silveira Netto. **Computação Afetiva personalizando interfaces, interações e recomendações de produtos, serviços e pessoas em ambientes computacionais.** [S.l.:s.n.], 2012.

OLIVEIRA, Lucas Furstenau de. **Relatório de atividades sobre modelo de motivação.** 2015. Universidade de Caxias do Sul.

ORTONY, Andrew; CLORE, Gerald; COLLINS, Alan. **The cognitive structure of emotions.** Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press, 1988.

PEREIRA, David; OLIVEIRA, Eugénio; MOREIRA, Nelma. **Modelling Emotional BDI Agents**. Porto, Portugal: [S.n.], 2006.

PICARD, Rosalind W. **Affective Computing**. Cambridge, Estados Unidos: MIT Press, 1997.

RUSSEL, James A. **A Circumplex Model of Affect**. Vancouver, Canadá: [S.n.]: 1980.

SEARLE, Mike. **Dragon Age: Origins Ultimate Guide**. Roseville, Estados Unidos: Prima Games, 2010.

SITEPAL. Free Text-to-Speech (TTS) Avatar Widget by SitePal. Disponível em: <<http://www.sitepal.com/editordemo>>. Acesso em: 05 jun. 2016.

STEUNEBRINK, Bas R.; DASTANI, Mehdi; MEYER, John-Jules Ch. A formal model of emotion triggers: an approach for BDI agents. **Synthese**, Lugano, p. 83-129, 2012.

STEHOUWER, Herman. **Emotional nersus non-Emotional Agents in a predator-prey environment**. Enschede, Países Baixos: [S.n.], 2004.

WIKIA. Approval – Dragon Age: Origins Wiki. Disponível em: <<http://dragonage.wikia.com/wiki/Approval>>. Acesso em: 09 maio 2016.

## APÊNDICE A

### PSEUDOALGORITMO: REGRAS DE CONDIÇÃO-AÇÃO DO FLUXO DE INTERAÇÕES ENTRE ASSISTENTE VIRTUAL E USUÁRIO

O pseudoalgoritmo tem como objetivo apresentar as condições (testes que buscam significados específicos nas mensagens do usuário) e as ações (consequências decorrentes do significado da mensagem do usuário). As regras de condição-ação possuem o formato:

SE condições ENTÃO

ações

SENÃO (opcional)

Ações

Regras de condição-ação do pseudoalgoritmo:

SE etapa de apresentação E SE primeira interação com usuário ENTÃO

apresentar assistente virtual

SE etapa de apresentação E SE usuário se apresentou ENTÃO

melhorar emoção do assistente virtual

avançar para etapa de levantamento de necessidades

oferecer ajuda ao usuário

SE etapa de levantamento de necessidades E SE usuário não têm ideia de produto

ENTÃO

selecionar produto aleatório

SE encontrou produto ENTÃO

avançar para etapa de avaliação de produtos

oferecer produto ao usuário

SENÃO

apresentar mensagem de produto não encontrado

SE etapa de levantamento de necessidades E SE usuário têm ideia de produto

ENTÃO

solicitar filtros ao usuário

SE etapa de levantamento de necessidades E SE filtros não informados E SE emoção do assistente virtual positiva ENTÃO

selecionar produto aleatório

SE encontrou produto ENTÃO

piorar emoção do assistente virtual

avançar para etapa de avaliação de produtos

oferecer produto ao usuário

SENÃO

apresentar mensagem de produto não encontrado

SE etapa de levantamento de necessidades E SE filtros informados ENTÃO

selecionar produto a partir dos filtros

SE encontrou produto ENTÃO

melhorar emoção do assistente virtual

avançar para etapa de avaliação de produtos

oferecer produto ao usuário

SENÃO

apresentar mensagem de produto não encontrado

SE etapa de avaliação de produtos E SE usuário quer filtrar produtos ENTÃO

melhorar emoção do assistente virtual

voltar para etapa de levantamento de necessidades

solicitar filtros ao usuário

SE etapa de avaliação de produtos E SE usuário não gostou do produto oferecido ENTÃO

piorar emoção do assistente virtual

selecionar produto superior

SE encontrou produto ENTÃO

oferecer produto superior ao usuário

SENÃO

apresentar mensagem de produto não encontrado

SE etapa de avaliação de produtos E SE usuário quer ver produtos similares ENTÃO

melhorar emoção do assistente virtual

selecionar produto similar

SE encontrou produto ENTÃO

oferecer produto ao usuário

SENÃO

apresentar mensagem de produto não encontrado

SE etapa de avaliação de produtos E SE usuário quer ver produtos superiores ENTÃO

melhorar emoção do assistente virtual

selecionar produto superior

SE encontrou produto ENTÃO

oferecer produto superior ao usuário

SENÃO

apresentar mensagem de produto não encontrado

SE etapa de avaliação de produtos E SE usuário quer ver produtos inferiores ENTÃO

selecionar produto inferior

SE encontrou produto ENTÃO

oferecer produto inferior ao usuário

SENÃO

apresentar mensagem de produto não encontrado

SE etapa de avaliação de produtos E SE usuário gostou do produto oferecido ENTÃO

melhorar emoção do assistente virtual

avançar para etapa de finalização

solicitar se usuário têm alguma dúvida sobre descontos ou frete

SE etapa de avaliação de produtos E SE usuário tem dúvida entre produtos ENTÃO

selecionar vantagem de um produto em relação ao outro produto

SE encontrou vantagem ENTÃO

informar vantagem ao usuário

SENÃO

apresentar mensagem de vantagem não encontrada

SE etapa de avaliação de produtos E SE usuário tem dúvida na aquisição de um produto ENTÃO

selecionar argumento de venda do produto

SE encontrou argumento de venda ENTÃO

informar argumento de venda ao usuário

SENÃO

apresentar mensagem de argumento de venda não encontrado

SE etapa de avaliação de produtos E SE usuário continua achando um produto caro ENTÃO

piorar emoção do assistente virtual

selecionar produto inferior

SE encontrou produto ENTÃO

oferecer produto inferior ao usuário

SENÃO

apresentar mensagem de produto não encontrado

SE etapa de avaliação de produtos E SE usuário achou um produto caro ENTÃO

selecionar argumento de venda do produto

SE encontrou argumento de venda ENTÃO

informar argumento de venda ao usuário

SENÃO

apresentar mensagem de argumento de venda não encontrado

SE etapa de avaliação de produtos E SE usuário escolheu comprar um produto ENTÃO

melhorar emoção do assistente virtual

avançar para etapa de finalização

solicitar se usuário têm alguma dúvida sobre descontos ou frete

SE usuário têm dúvida sobre frete ENTÃO

explicar frete ao usuário



SE usuário têm dúvida sobre descontos ENTÃO

explicar descontos ao usuário

SE usuário quer desconto na compra de um produto ENTÃO

explicar descontos ao usuário

SE usuário quer mais descontos na compra de um produto E SE emoção do assistente virtual positiva ENTÃO

oferecer cupom de desconto extra ao usuário

SE usuário se despediu ENTÃO

finalizar interações com o usuário

SE não passou em nenhum dos testes anteriores ENTÃO

apresentar mensagem que o assistente virtual não compreendeu a mensagem do usuário

**APÊNDICE B****FICHA DE AVALIAÇÃO**

Grau de satisfação final, onde 1 é o pior grau de satisfação e 5 é o melhor grau de satisfação:

1       2       3       4       5

Comentários, críticas e/ou sugestões: