

Gerson Antonio Urban Filho

**SIMULAÇÃO DE EMOÇÕES E  
PERSONALIDADE EM SISTEMA  
MULTIAGENTE UTILIZANDO OS MODELOS  
OCC E OCEAN**

Brasil

2015



Gerson Antonio Urban Filho

# **SIMULAÇÃO DE EMOÇÕES E PERSONALIDADE EM SISTEMA MULTIAGENTE UTILIZANDO OS MODELOS OCC E OCEAN**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Centro de Ciências Computacionais da Universidade Federal do Rio Grande como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Computação.

Universidade Federal do Rio Grande – FURG

Centro de Ciências Computacionais

Engenharia de Computação

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dra. Diana Francisca Adamatti

Brasil

2015

---

Gerson Antonio Urban Filho

SIMULAÇÃO DE EMOÇÕES E PERSONALIDADE EM SISTEMA MULTIAGENTE UTILIZANDO OS MODELOS OCC E OCEAN/ Gerson Antonio Urban Filho. – Brasil, 2015-

83 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dra. Diana Francisca Adamatti

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio Grande – FURG  
Centro de Ciências Computacionais  
Engenharia de Computação, 2015.

1. Sistemas Multiagente. 2. Emoções. 3. Personalidade. 4. Simulação de emoções e personalidade em agentes. I. Universidade Federal do Rio Grande. II. Bacharel em Engenharia de Computação.

---

Gerson Antonio Urban Filho

# **SIMULAÇÃO DE EMOÇÕES E PERSONALIDADE EM SISTEMA MULTIÁGENTE UTILIZANDO OS MODELOS OCC E OCEAN**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Centro de Ciências Computacionais da Universidade Federal do Rio Grande como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Computação.

Trabalho aprovado. Brasil, 11 de dezembro de 2015:

---

**Prof<sup>a</sup>. Dra. Diana Francisca Adamatti**  
Orientador  
C3/FURG

---

**Prof. Dr. Cleo Zanella Billa**  
C3/FURG

---

**Prof. Dr. Eder M. Nunes Gonçalves**  
C3/FURG

Brasil  
2015



*Este trabalho é dedicado às crianças adultas que,  
quando pequenas, sonharam em se tornar cientistas.*





# Agradecimentos

Gostaria de agradecer primeiramente a minha família, que esteve comigo durante todo o meu processo de aprendizagem, estiveram comigo comemorando os bons momentos e confortando nos mals, e que sempre se esforçaram para que eu tivesse a oportunidade de estudar e me formar.

Gostaria de agradecer a minha orientadora Diana Adamatti, que aceitou me orientar neste trabalho de conclusão, e que esteve sempre disposta a me ajudar e me direcionar em vários momentos.

Agradecer também aos professores de projetos que tive durante a graduação, e que foram essenciais para a minha formação, assim como os professores que se esforçaram para passar seu conhecimento aos alunos.

Agradecer à meus amigos, os quais estiveram juntos nos momentos de estudos, sempre ajudando uns aos outros e que certamente são amigos para o resto da vida. A minha namorada, que esteve comigo nesse último ano, me ajudando e dando inspiração, assim como minha sogra, que foi como uma mãe para mim.



*“Não vos amoldeis às estruturas deste mundo,  
mas transformai-vos pela renovação da mente”  
(Bíblia Sagrada, Romanos 12, 2a)*



# Resumo

Com os propósitos mais diversos, existe uma grande busca para que sejam desenvolvidas soluções computacionais que se comportem de maneira mais próxima possível com nós humanos, como inteligência artificial em jogos, interação humano-computador ou simulações sociais. Dentre estas soluções, as simulações de emoções em agentes é a mais comumente utilizada, pois é bastante genérico, servindo para diversas aplicações, e também por ter uma fácil assimilação de como ocorre o comportamento humano. Outro aspecto muito importante do comportamento humano é a personalidade. Apesar de não ser computacionalmente tão explorada como as emoções, a personalidade possui um grande potencial para trazer os modelos de IA mais próximos a realidade do comportamento humano.

As simulações computacionais de emoções geralmente são avaliadas e testadas em ambiente multiagente, e utilizam as emoções com a finalidade de adaptação do agente ao meio ou respostas diferentes para diferentes estímulos. No geral, utilizam emoções para que o comportamento do agente seja variado de acordo com o ambiente em que ele está inserido.

Como forma de obter uma melhor aproximação com o comportamento humano, este trabalho apresenta uma proposta de integração de agentes que possuem emoções e personalidade. É apresentado um modelo matemático de integração entre emoções e personalidade, o qual as emoções sentidas dependem tanto da personalidade do agente, como de sua interação com o mundo e suas ações dependem indiretamente de seu estado emocional e diretamente de sua personalidade.

Além das emoções sentidas dependerem não só exclusivamente do que acontece com o agente, a personalidade do agente pode variar conforme o tempo, podendo sofrer influências do meio ou sociedade em que ele está inserido. Para tal é necessário trabalhar com ambiente multiagente, onde é definido um modelo de trocas sociais que envolvem mercadorias.

Este trabalho propõe um modelo genérico para integrar emoções e personalidade em agentes, e realiza um estudo de caso sobre o modelo, utilizando os modelos de emoções e personalidade mais comumente utilizados na literatura. Para tal validação, é utilizado um sistema multiagente baseado em trocas de mercadorias, onde o desejo e troca, a quantidade de recursos trocados, a aceitação ou não da oferta por outro agente, será influenciado pela emoção e personalidade dos agentes.

**Palavras-chaves:** Emoções, Personalidade, Sistemas Multiagente.



# Abstract

With the most diverse purposes, there is a search for computational solutions are developed to behave more closely as possible with us human-beings, such as artificial intelligence in games, human-computer interaction and social simulations. Among these solutions, simulation of emotions in agents is the most commonly used because it is fairly generic, serving for many applications, and also for an easy assimilation as it is human behavior. Another very important aspect of human behavior is the personality. Although not as computationally explored how emotions, personality has a great potential to bring closer IA models the reality of human behavior.

Computer simulations of emotions are usually evaluated and tested in multiagent environment, and they use emotions to adapt the environment or agent different responses to different stimuli. Overall, use emotions to the agent's behavior is varied according to the environment in which it is inserted.

In order to get a better approach to human behavior, this work presents a proposal for integration of agents who have emotions and personality. It presents a mathematical model of integration between emotions and personality, which the felt emotions depend on agent's personality and its interaction with the world and its actions depend indirectly from its emotional state and directly of its personality appears.

In addition to the felt emotions not only depend on what happens to the agent, the agent's personality may vary over time and it may undergo influences of the environment or society in which it is inserted. This requires a multiagent environment, which is defined a model of social exchanges involving goods.

This work proposes a generic model to integrate emotions and personality agents, and undertake a case study on the model, using the models of emotions and personality most commonly used in the literature. For such validation is used, a multiagent system based on trade in goods, where desire and exchange, the amount of exchanged resources, the acceptance or rejection of the offer by another agent, will be influenced by emotion and personality of the agents.

**Key-words:** Emotions, Personality, Multiagent Systems.





# Lista de ilustrações

Figura 1 – Modelo OCC . . . . .	32
Figura 2 – Fluxograma simplificado do comportamental do modelo. . . . .	39
Figura 3 – Fluxograma detalhado do comportamental do modelo. . . . .	40
Figura 4 – Fluxograma representativo do modelo Egges. . . . .	40
Figura 5 – Fluxograma das equações do modelo genérico de emoções. . . . .	43
Figura 6 – Curva gerada pela equação 3.11 utilizando $k = 2$ . . . . .	44
Figura 7 – Crenças, planos e ações dos agentes . . . . .	47
Figura 8 – Fluxograma para as emoções de expectativa. . . . .	49
Figura 9 – Fluxograma para as emoções de realização. . . . .	50
Figura 10 – Fluxograma para as emoções de avaliação primeiro agente. . . . .	51
Figura 11 – Fluxograma para as emoções de avaliação segundo agente. . . . .	51
Figura 12 – Simulação executando apenas <i>Joy</i> no Agente. . . . .	56
Figura 13 – Simulação executando apenas <i>Distress</i> no Agente. . . . .	56
Figura 14 – Simulação executando mais emoções boas em Agente, utilizando <i>pBio</i> . . . . .	57
Figura 15 – Simulação executando mais emoções ruins em Agente, utilizando <i>pBio</i> . . . . .	58
Figura 16 – Simulação executando mais emoções boas em Agente, não utilizando <i>pBio</i> . . . . .	59
Figura 17 – Simulação executando mais emoções ruins em Agente, não utilizando <i>pBio</i> . . . . .	59
Figura 18 – Simulação executando mais emoções boas em Agente, utilizando <i>pBio</i> . . . . .	61
Figura 19 – Comparação entre os valores de personalidade finais para S1 e S2. . . . .	64
Figura 20 – Comparação entre as médias de dias sobrevividos para Agente0 durante S1 e S2. . . . .	65
Figura 21 – Comparação entre os valores de personalidade finais para S3 e S4. . . . .	66
Figura 22 – Comparação entre as médias de dias sobrevividos para Agente 0 durante S3 e S4. . . . .	66
Figura 23 – Comparação entre os valores de personalidade finais para S5 e S6. . . . .	68
Figura 24 – Comparação entre as médias de dias sobrevividos para Agente 0 durante S5 e S6. . . . .	69
Figura 25 – Matriz MEP0 . . . . .	77
Figura 26 – Matriz MEP1 . . . . .	78
Figura 27 – Matriz de influencia positiva e negativa OCC x OCEAN . . . . .	79
Figura 28 – Diagrama de classes do modelo . . . . .	81

Figura 29 –Diagrama de classes do modelo . . . . . 82

Figura 30 –Fluxograma das emoções sentidas . . . . . 83

# Lista de tabelas

Tabela 1 – Emoções do modelo OCC . . . . .	31
Tabela 2 – Descrição do modelo OCEAN . . . . .	34
Tabela 3 – Características OCEAN utilizadas na modelagem . . . . .	35
Tabela 4 – Comparativo entre trabalhos relacionados. . . . .	38
Tabela 5 – Comparação entre valores de Neuroticism para diferentes valores de <i>pBio</i> . . . . .	57
Tabela 6 – Comparação entre os valores OCEAN finais das simulações das figuras 14 e 15. . . . .	58
Tabela 7 – Comparação entre os valores OCEAN finais sem pBio. . . . .	60
Tabela 8 – Comparação dos os valores OCEAN finais com e sem <i>pBio</i> , referente as figuras 14, 15, 16 e 17. . . . .	60
Tabela 9 – Comparação entre resultados da figura 14 com a figura 18. . . . .	60
Tabela 10 – Parâmetros utilizados nas simulações comparadas . . . . .	63
Tabela 11 – Valores dos parâmetros utilizados na primeira simulação. . . . .	63
Tabela 12 – Valores dos parâmetros utilizados na segunda simulação. . . . .	64
Tabela 13 – Comparação das características finais do Agente 0 entre as simulações S1 e S2. . . . .	64
Tabela 14 – Valores dos parâmetros utilizados na simulação S3. . . . .	65
Tabela 15 – Valores dos parâmetros utilizados na simulação S4. . . . .	65
Tabela 16 – Comparação das características finais do Agente 0 entre as simulações S3 e S4. . . . .	67
Tabela 17 – Valores dos parâmetros utilizados na simulação S5. . . . .	67
Tabela 18 – Valores dos parâmetros utilizados na simulação S6. . . . .	68
Tabela 19 – Comparação das características finais do Agente0 entre as simulações 5 e 6 . . . . .	68



# Lista de abreviaturas e siglas

Ag	Agente
Big Five	Modelo de Personalidade
FURG	Universidade Federal do Rio Grande
OCC	Modelo de emoções (Ortony, Clore e Collins)
OCEAN	Modelo de Personalidade (Openness, Conscientiousness, Extrovert, Altruism e Neuroticism)
pBio	Personalidade Biológica
pSoc	Personalidade Social
MER	Modelo Entidade Relacional
SMA	Sistemas Multiagente
UML	Unified Modeling Language
IA	Inteligência Artificial
NPC	Non-Played Character (Personagem não Jogável)



# Lista de símbolos

$\Gamma$	Letra grega Gama
$\Lambda$	Lambda
$\zeta$	Letra grega minúscula zeta
$\in$	Pertence
$\alpha$	Letra grega Alfa
$\forall$	Para todo
$\epsilon$	Pertence
$\beta$	Letra grega Beta
$\delta$	Letra grega Delta
$\rho$	Letra grega Rho
$\gamma$	Letra grega Gamma
$\vartheta$	Letra grega vartheta





# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>25</b>
1.1	Objetivo	27
1.2	Organização do texto	27
<b>2</b>	<b>Revisão Bibliográfica</b>	<b>29</b>
2.1	Emoções	29
2.1.1	O Modelo OCC	30
2.2	Personalidade	32
2.2.1	O Modelo OCEAN	33
2.3	Sistemas Multiagente	33
2.4	Trabalhos Relacionados	36
<b>3</b>	<b>O Modelo Proposto</b>	<b>39</b>
3.1	Um modelo genérico para gerar emoções	39
3.2	Um modelo genérico para atualização da personalidade	43
3.3	Um modelo de mundo para a simulação multiagente	45
3.4	O modelo multiagente	46
3.4.1	O desejo de troca	46
3.4.2	O resultado das ações e as emoções sentidas	49
3.5	Instanciação dos modelos	51
3.5.1	Instanciando o modelo genérico de emoções	51
3.5.2	Instanciando o modelo genérico de personalidade	52
3.5.3	Instanciando o modelo de mundo	53
3.5.4	Instanciando o ambiente multiagente	54
<b>4</b>	<b>Análise dos Resultados</b>	<b>55</b>
4.1	Validando o modelo genérico	55
4.2	A simulação multiagente	62
<b>5</b>	<b>Conclusão e Trabalhos Futuros</b>	<b>71</b>
	<b>Referências</b>	<b>73</b>
	<b>Anexos</b>	<b>75</b>
	<b>ANEXO A Matrizes de co-relação OCC x OCEAN</b>	<b>77</b>

**ANEXO B Modelagem UML do sistema . . . . . 81**

**ANEXO C Fluxograma de emoções completo . . . . . 83**

# 1 Introdução

O comportamento humano e o próprio ser humano são alvos constantes de diversos estudos. Estudos estes que buscam entender desde como funcionamos até quem somos. Dentre estes sobre o comportamento humano, tem grande relevância o estudo de como são compostas as emoções, como funciona a personalidade de cada indivíduo, no que as emoções e a personalidade nos afetam, e o que as afetam (SKINNER, 1965) (CAPRARA; CERVONE, 2000) (HENDERSON, 1982) (ELSTER, 2000) (KAGAN et al., 1994).

Simulações computacionais são muito comuns para diversos fins, como simulações físicas, matemáticas, químicas e, da mesma maneira, simulações sociais são alvo de grande estudo. Uma abordagem muito utilizada para simulações sociais é a utilização de sistemas multiagentes. Sistemas multiagente são uma técnica muito eficiente para utilização de simulações, onde há a necessidade de simular diversas instâncias que interagem e comportam-se de forma heterogênea.

Porém, por melhores que sejam estas simulações, ou por mais complexas que sejam, muitas vezes elas são uma representação simplificada de como ocorre na natureza. Da mesma forma, as simulações que envolvem emoções ou comportamento humano, não conseguem representar toda a complexidade envolvida no problema, e portanto tentam representar o que ocorre de forma simplificada.

Existem muitas pesquisas que buscam entender as emoções de modo geral. Contudo, existem muitas definições diferentes do que são emoções, de quais são as emoções sentidas pelo ser humano, ou quais são as emoções essenciais. Apesar de tantas pesquisas, ainda não se chegou a um consenso sobre quais emoções são essenciais aos seres humanos e outros animais, ou quais são apenas sentidas pelos seres humanos. Com tamanha complexidade, acaba se tornando impossível simular computacionalmente todas as emoções sentidas por um indivíduo. E com a personalidade não é diferente, a complexidade sobre o assunto é grande e o conhecimento é limitado, por isto, a melhor maneira de se trabalhar com ambas, é trabalhar com suas simplificações.

Existe muito interesse para que hajam modelos computacionais que se comportem de maneira parecida com o ser humano, e os modelos estão cada vez mais próximos e parecidos com o real, seja para aplicações com inteligência artificial em jogos, seja para softwares que se adaptam ao usuário. Portanto, existe muito interesse em simular o comportamento de emoções humanas, ou o comportamento da própria personalidade humana.

Como existem estas necessidades, existem também definições de modelos teóricos, que tentam simular ou imitar como ocorre na natureza. Dentre estes modelos, o mais

comumente usado para simulações computacionais de emoções é o proposto por Ortony, Clore e Collins, conhecido como OCC, e o mais utilizado como modelo de personalidade é o OCEAN<sup>1</sup> também conhecido como Big-Five.

OCC (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988) é um modelo definido por psicólogos, o qual engloba 22 emoções, que são geradas a partir de estímulos positivos ou negativos de acordo com determinados tipos de eventos. Enquanto o OCEAN (TUPES; CHRISTAL, 1961) (DIGMAN, 1990) (COSTA; JR. MCCRAE, 1992) (GOLDBERG, 1993), é um modelo de personalidade definido por pesquisadores independentes, que perceberam que as pessoas tem cinco traços de personalidade bem definidos e que a personalidade de qualquer pessoa pode ser bem representada dando um peso para cada um destes traços.

Por ser bem documentada, com explicações e especificações das variáveis do modelo e as variáveis de ativação das emoções, o modelo OCC é um dos mais utilizados computacionalmente. E por representar, com um peso, o traço de personalidade de uma pessoa, o modelo OCEAN de personalidade, é um modelo de fácil implementação computacional e que pode se adaptar facilmente à diversas aplicações.

Embora o modelo OCC seja muito utilizado para, a partir de emoções, influenciar nas ações tomadas por um agente, o modelo OCC tem o problema de gerar sempre as mesmas emoções a partir de um mesmo estímulo, o que acaba não refletindo a condição humana, onde podem ocorrer diferentes reações emocionais para um mesmo estímulo sentido. Por isto, foi utilizado o modelo OCEAN, o qual interfere a forma com que a emoção é gerada, fazendo com que a emoção sentida, seja determinada não apenas pelo evento sentido pelo agente, mas também pela sua personalidade.

Desta forma, esse trabalho propõe construir uma integração entre emoções e personalidade, de forma que uma possa influenciar na outra e ambas influenciem na tomada de decisão final. Assim, tornando o comportamento do sistema mais parecido com o comportamento humano.

Tanto personalidade como emoções podem influenciar nas ações que um indivíduo toma. Então, foi proposto um modo de integrar estas duas características a um ambiente multiagente, para que neste ambiente sejam feitas simulações que envolvam tomada de decisão entre agentes.

Existem alguns trabalhos que utilizam emoções em sistemas multiagente ou então, aspectos de personalidade para tomada de decisão. Este trabalho apresenta a possibilidade de uma característica influenciar na outra.

Outro aspecto importante sobre o trabalho é a portabilidade existente. Embora as ações tomadas por um agente sejam determinadas de maneira particular para a aplicação,

---

<sup>1</sup> O nome OCEAN é referente às variáveis de personalidade que são definidas no modelo, sendo elas: *Openness*, *Conscientiousness*, *Extrover*, *Altruism* e *Neuroticism*. A explicação do modelo OCEAN pode ser encontrada na seção 2.2.1

o método proposto, de interferência entre emoções e personalidade, é formalizado de maneira genérica, podendo ser utilizado em outros trabalhos com outras finalidades de aplicação e com quantidade de emoções e pesos de personalidade distintos.

Para avaliar os resultados, os modelos foram testados em ambiente multiagente. Foi definido um modelo de trocas entre agentes, o qual pode ser utilizado para outras aplicações de simulação multiagente, tais como: simulação de reputação entre agentes ou simulações que envolvam teoria dos jogos, por exemplo.

Este modelo será utilizado para validar o modelo inicialmente proposto pelo trabalho, possibilitando a geração de resultados e a análise dos mesmos. Também possibilita a demonstração do quão próximo à realidade humana o modelo proposto pode chegar.

## 1.1 Objetivo

O trabalho tem como objetivo desenvolver um modelo que integre emoções e personalidade para a tomada de decisão em agentes, utilizando com base os modelos OCC e OCEAN, de emoções e personalidade. De forma a validar o modelo proposto, o mesmo será aplicado em um ambiente multiagente com a utilização de um modelo de trocas entre agentes, ou seja, mostrar uma maneira de integrar emoção e personalidade em agentes, fazendo com que esta personalidade possa variar de acordo com o meio em que o agente está inserido. Assim, será possível verificar que as emoções variam na personalidade e personalidade afeta no modo com que as emoções são disparadas.

Para que este objetivo seja alcançado foi necessário, além de estudar o comportamento humano, as emoções e personalidade, realizar uma simplificação para que pudessem tornar um modelo computacional simples, mas que fosse capaz de representar um pouco da complexa realidade.

O modelo foi simulado diversas vezes, com diversas variações nos pesos OCEAN, a fim de verificar a variação comportamental dos agentes de acordo com a variação da sociedade em que eles estavam inseridos.

## 1.2 Organização do texto

O capítulo 2 apresenta uma revisão sobre as técnicas utilizadas para a modelagem de emoções, personalidade e de Sistemas Multiagente (SMA). Também são apresentados alguns trabalhos que utilizam os conceitos OCC ou OCEAN em SMA.

A construção do modelo genérico de emoções e de personalidade é apresentado no capítulo 3, assim como o modelo para trocas de recursos entre agentes e a união destes três modelos. É apresentada também a instanciamento desses modelos em um sistema

multiagente.

A avaliação das simulações, assim como os seus resultados estão demonstrados no capítulo 4, enquanto que no capítulo 5 é apresentada a conclusão sobre os resultados e é demonstrado o que poderá ser implementado e modificado futuramente, para aumentar tanto a complexidade das simulações assim como os métodos de análise.

Os anexos desse trabalho apresentam informações importantes para seu entendimento, como as tabelas de pesos de influência entre personalidade e emoções, apresentadas no Apêndice [A](#).

## 2 Revisão Bibliográfica

Nesta seção são introduzidos os três principais temas estudados. Sendo eles: modelagem de emoções, modelagem de personalidade e sistemas multiagente. Além disso, são apresentados trabalhos já realizados nesse escopo de pesquisa.

### 2.1 Emoções

Emoções são consideradas a regra central de nossas vidas, tendo grande impacto na tomada de decisões, ações, memória, atenção, etc. Existem diversas propostas para a modelagem de emoções, de forma a tentarem apresentar uma explicação melhor sobre como estas funcionam. Além disso, estas propostas oferecem o modelo básico para que emoções sejam simuladas em máquina (GRATCH; MARSELLA, 2001). Dentre estas definições, algumas são mais apropriadas para a modelagem computacional do que outras. Um dos modelos que mais se destacam para tal aplicação é o OCC (acrônimo de seus criadores Ortony, Clore e Collins) (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988).

Porém, realizar a simulação de emoções em máquina não é uma tarefa fácil. Em tarefas onde as emoções exercem um papel fundamental, como processos de tomada de decisão, diversos fatores, tanto sociais quanto fisiológicos, tornam a realização da modelagem e simulação do processo bastante complexa (MARSELLA; GRATCH; PETTA, 2010).

Muitas das dificuldades ocorrem pelo fato de que as emoções são o centro das motivações humanas, sendo tanto precursor quanto resultado final em muitos empreendimentos, isto é, as emoções interferem em nosso comportamento, ações, na forma como nos relacionamos com outras pessoas, etc. (BERCHT, 2001)

No dicionário “The Oxford companion to emotion and affective sciences” (SANDER; SCHERER, 2009a), é dada a uma classificação das emoções e também demonstradas algumas definições, levando em conta a perspectiva da neurociência, da filosofia e da psicologia. Também é dado um resumo de como são construídas as teorias e conceitos das emoções, levando em conta estas mesmas três perspectivas.

Como o modelo implementado leva em consideração a perspectiva psicológica das emoções, a área de maior estudo para o desenvolvimento do trabalho foi dentro desta perspectiva.

Segundo esse dicionário, o termo emoção é um dos conceitos mais “confusos” de toda a ciência. Pois, apesar de ser amplamente aceito que alegria, medo ou raiva, por exemplo, são emoções, tem sido praticamente impossível chegar em uma definição con-

sensual do que de fato são e os processos que levam até chegar nas emoções a serem sentidas. Segundo Marsella et al. (MARSELLA; GRATCH; PETTA, 2010), existem vários modelos computacionais de emoções, que seguem variados conceitos emocionais e tem aplicações diferentes. Em nível mais amplo, ocorre da mesma forma, filosoficamente e psicologicamente, existem diversas definições e tentativas de entender como ocorrem as emoções em um indivíduo.

### 2.1.1 O Modelo OCC

Em seu livro “The Cognitive Structure of Emotions” (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988), Ortony, Clore e Collins propuseram um modelo de emoções capaz de identificar, a partir de estímulos gerados em um ambiente arbitrário, quais emoções seriam geradas, dentro de um conjunto predeterminado de emoções. Este é um dos modelos mais utilizados no ramo da computação, seja para adicionar emoções a agentes artificiais ou para se trabalhar com a tomada de decisão influenciada pelas emoções.

O modelo OCC divide as emoções em três categorias principais:

- *Event-based Emotions* podem ser definidas como emoções que resultam da consequência de eventos que ocorrem com outros indivíduos ou com o próprio indivíduo. Dentro destas emoções para o próprio indivíduo estão: *Joy*, *Distress*, *Satisfaction*, *Fears-Confirmed*, *Relief* e *Desapointment*; e como emoções para os outros estão: *Happy-For*, *Pity*, *Gloating* e *Ressentment*.
- *Agent-Based Emotions* são emoções sentidas em relação à alguma ação, tanto de outros indivíduos como de si mesmo. Estas emoções são: *Pride* e *Shame* para si, e *Admiration* e *Reproach* para outros indivíduos.
- *Object-Based Emotions* são emoções direcionadas à objetos. São definidas duas emoções: *Love* e *Hate*.

Essas três categorias podem ser melhor visualizadas na imagem 1.

Além disto, o modelo se baseia no princípio da diferenciação entre reações de valência positivas e negativas, ou seja, a partir de um estímulo do ambiente, variáveis são atribuídas de forma a determinar se o evento proporciona sentimentos positivos ou negativos para o indivíduo modelado.

Um resumo das relações existentes nestes subgrupos pode ser visualizado na Tabela 1, a qual apresenta a relação entre cada emoção e as condições para seu disparo no modelo OCC.

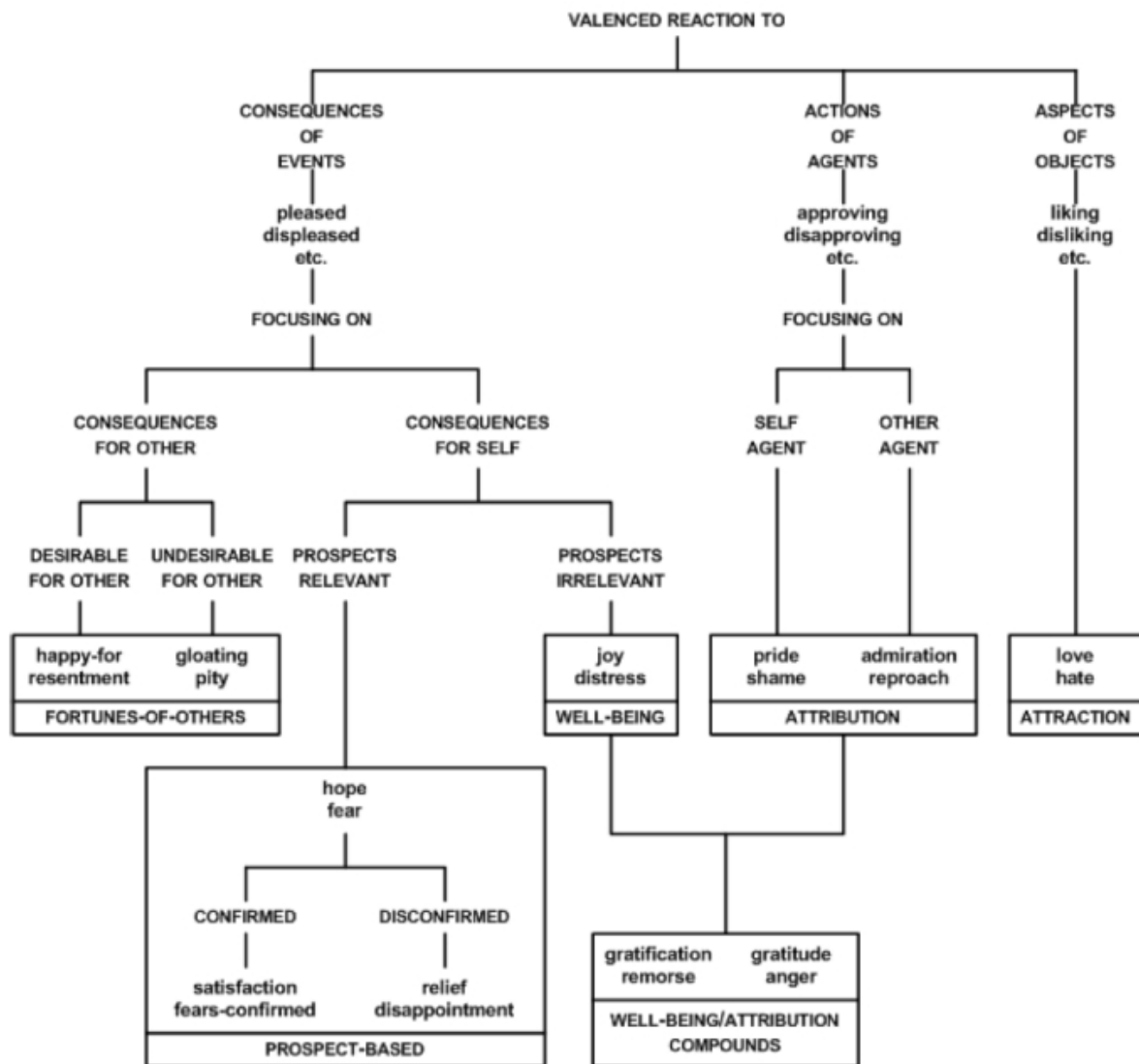
Neste trabalho, as emoções *Love* e *Hate* não serão utilizadas, por motivos de simplificação e porque não foi encontrada uma aplicação específica para o propósito do modelo.



Tabela 1: Emoções do modelo OCC

Emoções	Condições
Joy	(contente com) um evento desejável
Distress	(descontente com) um evento indesejável
Happy-for	(contente com) um evento que se presume desejável para outro indivíduo
Pity	(descontente com) um evento que se presume indesejável para outro indivíduo
Gloating	(contente com) um evento que se presume indesejável para outro indivíduo
Resentment	(descontente com) um evento que se presume indesejável para outro indivíduo
Hope	(contente com) a perspectiva de um evento desejável
Fear	(descontente com) a perspectiva de um evento indesejável
Satisfaction	(contente com) a confirmação da perspectiva de um evento desejável
Fears-confirmed	(descontente com) a confirmação da perspectiva de um evento indesejável
Relief	(contente com) a não confirmação da perspectiva de um evento indesejável
Disappointment	(descontente com) a não confirmação da perspectiva de um evento desejável
Pride	(aprovação de) uma ação louvável do próprio indivíduo
Shame	(desaprovação de) uma ação condenável do próprio indivíduo
Admiration	(aprovação de) uma ação louvável de outro indivíduo
Reproach	(desaprovação de) uma ação condenável de outro indivíduo
Gratification	(aprovação de) uma ação louvável do próprio indivíduo e (estar contente com) um evento desejável relacionado
Remorse	(desaprovação de) uma ação condenável do próprio indivíduo e (estar descontente com) um evento indesejável relacionado
Gratitude	(aprovação de) uma ação louvável de outro indivíduo e (estar contente com) um evento desejável relacionado
Anger	(desaprovação de) uma ação condenável de outro indivíduo e (estar descontente com) um evento indesejável relacionado
Love	(gostar de) um objeto atraente
Hate	(não gostar de) um objeto desagradável

Figura 1: Modelo OCC



Fonte: Collins et. al.

Assim, serão simuladas 20 emoções distintas, ao invés das 22 contempladas pelo modelo OCC. Posteriormente será explicado a importância e a função de cada emoção dentro do modelo proposto.

## 2.2 Personalidade

Buscando entender o comportamento humano e suas reações adversas para uma mesma situação, pesquisadores e filósofos tentam definir o funcionamento da personalidade humana a muito tempo. O conceito de personalidade está sempre atrelado ao de comportamento, entretanto, assim como as emoções, existem muitas definições, conceitos e modelos distintos do que é a personalidade e como ela é definida ou composta. Alguns destes conceitos são demonstrados nos trabalhos (ZUCKERMAN et al., 1993) (READ et

al., 2010) (CARBONELL, 1979).

Segundo o dicionário “The Oxford companion to emotion and affective sciences” (SANDER; SCHERER, 2009b) personalidade corresponde ao padrão de afeto, comportamento, cognição e desejos ao longo do tempo e espaço. Do mesmo modo que as emoções representam a integração de sentimentos, ação, avaliação e desejo em um determinado tempo e lugar a personalidade é representada por estes componentes através da integração temporal e espacial.

### 2.2.1 O Modelo OCEAN

Durante pesquisas, grupos independentes de pesquisadores (TUPES; CHRISTAL, 1961) (DIGMAN, 1990) (COSTA; JR. MCCRAE, 1992) (GOLDBERG, 1993), definiram, de forma empírica, a personalidade humana como o conjunto de cinco grandes fatores, o que ficou conhecido como Big Five ou OCEAN. Atualmente este é o conceito mais amplamente usado nas mais diversas áreas do conhecimento.

Estes cinco fatores são Abertura à experiência (*Openness*), Escrupulosidade (*Conscientiousness*), Extroversão (*Extraversion*), Altruísmo (*Agreeableness*) e Neuroticismo (*Neuroticism*). De forma a estar de acordo com o acrônimo OCEAN, serão utilizados os nomes em inglês de cada fator (pois cada letra representa um dos fatores). Cada pessoa tem um peso diferente para cada um destes fatores, sempre tendo todos os fatores representados por algum valor. Cada fator tem uma significância e pode ser influenciado de forma diferente.

A tabela 2 demonstra os cinco grande fatores do OCEAN e o que eles representam em um indivíduo. Já na Tabela 3, uma definição mais geral do que são os 5 fatores é apresentada.

## 2.3 Sistemas Multiagente

Como o modelo proposto visa determinar as emoções a serem sentidas e a formação da personalidade de um indivíduo, é interessante simulá-lo em um Sistema Multiagente (SMA). Os SMA são uma subárea da Inteligência Artificial Distribuída (IAD), que diferentemente da Inteligência Artificial clássica, é capaz de simular um comportamento entre vários indivíduos, seu comportamento social, e as iterações que existem entre eles, podendo ser analisado tanto o nível micro (indivíduo) quanto o nível macro (sociedade) (FERBER, 1999).

Em um SMA, cada agente pode ter suas crenças e desejos, possibilitando assim que cada individuo ‘pense’ e aja de forma diferente.

Segundo Wooldridge (WOOLDRIDGE, 2002), um agente é uma entidade encapsulada

Tabela 2: Descrição do modelo OCEAN

OCEAN	Descrição
Openness	Indivíduos com abertura à experiência geralmente são muito ativos, têm uma enorme inclinação para a criatividade e estética, e são mais propensos a seguir os seus sentimentos internos. Estes indivíduos são geralmente abertos a novos aprendizados, procuram novas habilidades e experiências. Pessoas com um alto peso em Openness geralmente tem a “mente mais aberta” e “moderna” em suas perspectivas em relação aos indivíduos que tem um valor baixo neste mesmo parâmetro. Tais indivíduos são conservadores, relutantes a mudanças e tem uma abordagem mais tradicional para com a vida.
Conscientiousness	Quando um indivíduo tem um valor alto de Conscientiousness ele é mais cauteloso e auto-disciplinado. Não realiza ações por impulso, pensa antes de agir, age com consciência. Uma pessoa com esse traço de personalidade é geralmente metódica e tende a se tornar perfeccionista em longo prazo. Pessoas com um valor alto em Conscientiousness são mais orientados de forma pró-ativa, objetiva e auto-disciplinada. Eles se esforçam muito para alcançar metas e objetivos dentro do prazo estipulado.
Extraversion	Quando um indivíduo tem um valor alto no peso Extraversion ele pode ser definido como um ser extrovertido. De maneira oposta, quando há um valor baixo, ele pode ser referenciado como um indivíduo introvertido. Um ser extrovertido se preocupa mais com o mundo a sua volta, é um ser que tem mais tendências a interagir com as pessoas ao redor e é mais comunicativa e não gosta de passar o tempo sozinho. Gosta de festas, convenções sociais e de conhecer pessoas. Já um ser introvertido é o oposto, é um indivíduo mais “fechado”, se preocupa mais com a própria vida e pouco com o que acontece ao redor. Prefere ficar em casa em vez de sair com outras pessoas. Fala menos e portanto tende a ter uma quantidade menor de amigos.
Agreeableness	Agreeableness é um traço de personalidade que interfere de forma positiva em como o indivíduo se adapta à algumas situações, sendo que um indivíduo com um valor alto neste fator tende a enfrentar e aceitar bem mudanças que eventualmente ocorrem. É um indivíduo mais amigável e bondoso, está sempre pronto para ajudar os outros. Já indivíduos com valor baixo tem mais dificuldades em ajudar os outros e podem ser um pouco indesejados.
Neuroticism	Neuroticism é um traço no qual os indivíduos são mais propensos a terem pensamentos negativos, tais como ansiedade, raiva, inveja, culpa e medo. Tendem a ser mais depressivos, a olhar para o lado ruim das coisas e a lidar de maneira mais difícil com situações caóticas e com o estresse.

Tabela 3: Características OCEAN utilizadas na modelagem

OCEAN	Descrição
Openness	Um indivíduo com valor alto em Openness está mais disposto a ter novas experiências, no geral tem tendências a ser original, curioso, criativo e que busca novas vivências e experiências.
Conscientiousness	Um indivíduo com alto valor em Conscientiousness é um indivíduo que tem mais foco em seus objetivos, geralmente é mais sistemático e tem disciplina para alcançar o que deseja.
Extraversion	O fator Extraversion, como já pode ser deduzido, é referente à extroversão que o indivíduo tem, a facilidade de ser bastante sociável e comunicativo.
Agreeableness	Agreeableness é o fator que mede o quão altruísta o indivíduo é. Quando se tem um valor alto de altruísmo, o indivíduo é mais amigável e está mais a disposição de ajudar quando necessário.
Neuroticism	Um indivíduo com valor alto em Neuroticism é um indivíduo muito neurótico, que tem medo de que as coisas dêem errado. Um indivíduo assim pode se tornar um ser ansioso, irritado, temperamental e mal-humorado.

sulada capaz de resolver problemas que possuem autonomia, reatividade, pró-atividade e habilidade social. Um agente é definido como uma entidade cognitiva consciente, capaz de expressar sentimentos, percepções e emoções, assim como os seres humanos. Estes agentes possuem características específicas, como benevolência, mobilidade, conhecimento, crença, intenções e racionalidade.

Segundo (REZENDE, 2003), existem basicamente dois tipos de agentes, os reativos e os cognitivos. Agentes reativos apenas reagem as iterações que sofrem. Uma vez recebido um determinado estímulo, existe uma determinada reação para corresponder-lo. Já agentes cognitivos, são agentes mais complexos, que tem a capacidade de “pensar”. Estes agentes podem reagir de forma diferente à um mesmo estímulo. Um agente cognitivo ao receber alguma interação com o mundo, processa esta informação para decidir qual será a resposta aquilo. Neste trabalho serão utilizados agentes do tipo cognitivo.

Uma vez que cada agente tenha sua própria personalidade, é possível que existam variações comportamentais entre eles, assim como em uma sociedade, onde cada indivíduo, ao sofrer uma mesma ação, possa ter reações completamente diferentes, de acordo com seus pensamentos e ideologia. Com isto, é possível simular também as emoções, uma vez que existem estas variações comportamentais existem também as respostas que são dadas pelo ambiente em volta do agente, estas por sua vez são responsáveis pelas emoções que os agentes irão sentir.

## 2.4 Trabalhos Relacionados

É notável o grande potencial que cada uma das técnicas apresentadas possui individualmente. Entretanto, para que se tente encontrar a solução de diversos problemas é necessário a união destas técnicas.

Os modelos, tanto de emoções como de personalidade, são modelos teóricos que necessitam de um meio experimental para que tenham utilidade prática. Por isso, o uso de sistemas multiagente para sua experimentação, devido a sua capacidade de criar simulações, tornando-se uma excelente ferramenta computacional para validação de métodos matemáticos e computacionais.

Em seu trabalho, (NEVES, 2014) utiliza emoções do modelo OCC juntamente com rede bayesianas, a fim de adicionar uma variável probabilística de incerteza ao modelo OCC. Utilizado e integrado este método ao modelo OCC, o trabalho apresenta simulações em um ambiente multiagente, onde o agente executará as ações de acordo com sua motivação. Motivação esta que é afetada e regida diretamente pelas emoções. Para que seja possível esta integração, foi desenvolvida uma rede bayesiana inspirada no modelo OCC, onde as variáveis de ativação de emoções estão estruturadas como uma rede bayesiana. Possibilitando que as emoções não fossem 100% dependentes das variáveis de ativação, mas houvesse probabilidade envolvida.

Estas emoções, quando ativadas, são estimuladas em um agente que diferencia a emoção entre ser ruim ou boa. Onde emoções consideradas boas aumentavam a motivação do agente, enquanto emoções ruins diminuíam sua motivação. De acordo com a motivação, o agente executava tarefas de maneira mais rápida ou mais lenta. Em seu estudo de caso foi utilizado um agente que fazia limpeza em um área delimitada, de acordo com a quantidade de lixo e quanto tempo ele ficava procurando por este lixo, e as emoções eram geradas (NEVES, 2014).

Este trabalho demonstra a importância de se trabalhar de maneiras alternativas com um modelo de emoções. Assim, por mais que exista a ativação das variáveis emocionais, não se sabe como serão exatamente as respostas para aqueles estímulos. Como existem muitas variáveis desconhecidas, uma solução é adicionar variáveis randômicas ao modelo, a fim de representar esta incerteza que existe no funcionamento de emoções (SANDER; SCHERER, 2009a) (RUSSELL; NORVIG, 2003).

Já no trabalho realizado por (EGGES; KSHIRSAGAR; MAGNENAT-THALMAN, 2004), foi desenvolvido um modelo para integrar personalidade e emoções, em vez de adicionar uma variável aleatória ao modelo OCC, como o desenvolvido por Neves (2014). Nesse trabalho, a personalidade do agente faz o papel de alterar o modo com que as emoções são ativadas. De acordo com a personalidade, são sentidas diferentes emoções as quais definem a reação dos estímulos para o agente.

O trabalho utiliza o modelo OCC para emoções e o OCEAN para personalidade, além de utilizar um modelo multiagente para que haja comunicação entre os agentes simulados. Apesar de usar o modelo OCEAN, no trabalho de Egges, a personalidade do agente é definida de forma constante, não variando com o tempo. As emoções que serão geradas são responsáveis pelas respostas que os agentes darão a perguntas feitas à eles. Assim, se, por exemplo, um segundo agente perguntar ao agente em questão, se ele quer ajudar para carregar as compras, dependendo de sua personalidade (por exemplo, se ele é muito ou pouco neurótico), ele pode ser mais influenciado a recusar ou a aceitar a oferta dada pelo outro agente, pelo fato de sentir medo ou esperança, por exemplo. Como o modelo também testa de forma gráfica o que o agente sente, de acordo com a emoção gerada existem algumas expressões faciais que o agente demonstra de acordo com determinada emoção. Porém, são expressões que representam apenas 6 tipos de emoções e não as 22 propostas no modelo OCC (EGGES; KSHIRSAGAR; MAGNENAT-THALMAN, 2004).

Este trabalho também pode ser aplicado a área de jogos, onde NPCs (*Non Player Character*) podem expressar emoções diferentes, de acordo com as ações do jogador, e consequentemente ações e expressões faciais diferentes também. Tornando o jogo mais dinâmico e aberto a diversas possibilidades de jogabilidade. Demonstrando como podem ser realizadas algumas implementações de IA em jogos e até mesmo como podem ser feitas simulações sociais de trocas de informações (EGGES; KSHIRSAGAR; MAGNENAT-THALMAN, 2004).

No trabalho de (SANTOS, 2008), é proposto um modelo de trocas sociais, onde essas trocas não são quantitativas, mas são representadas em forma de serviços. Para que os serviços prestados pelos agentes fossem quantificados, foi adicionado fatores de personalidade nos agentes, os quais através de Lógica Fuzzy (MENDEL, 2001) tinham uma personalidade, que podia definir o quanto valia um determinado trabalho para ele.

O modelo de personalidade utilizado por Santos foi baseado no modelo proposto por (DIMURO et al., 2008). Esse modelo separa os traços de personalidade em três grupos diferentes, um que é referente ao quanto o agente cobra por aquele serviço ou troca social, o qual se assemelha em vários aspectos com o *Altruism* de OCEAN, outro grupo que representa o quanto o agente acredita que aquela troca é boa para ele, o qual acaba sendo parecido com o *Neuroticism* de OCEAN, e por último um grupo de variáveis que em conjunto se assemelham com muitas características contidas nos fatores *Openness* e *Conscientiousness* do modelo OCEAN.

Contudo, é aplicado Lógica Fuzzy a fim de determinar a personalidade dos agentes e estes darem os respectivos pesos e valores para as trocas sociais que realizam, podendo assim quantificar os serviços trocados. Este trabalho demonstra como pode ser trabalhado com pesos de personalidade para que sejam definidas trocas sociais, e como a personalidade

de um agente pode interferir nestas trocas (SANTOS, 2008).

Existem vários trabalhos que envolvem emoções em agentes, e em número menor, mas ainda assim expressivo, trabalhos que envolvem personalidade em agentes. Mas, trabalhos que integram ambos os modelos são escassos.

Observando os trabalhos que utilizam emoções e/ou personalidade, é possível verificar a vasta área de aplicações tanto para personalidades quanto para os modelos de emoções, além de como mencionado, a busca pelo próprio entendimento e simulação do comportamento humano.

A tabela 4 apresenta uma comparação resumida entre algumas das técnicas utilizadas em cada um dos trabalhos apresentados e o proposto. As técnicas apresentadas para comparação, neste trabalho são: Modelagem de Emoções (ME), Modelagem de Personalidades (MP) e Sistemas Multiagente (SMA).

Tabela 4: Comparativo entre trabalhos relacionados.

Trabalho	ME	MP	SMA
(NEVES, 2014)	OCC	—	Sim
(EGGES; KSHIRSAGAR; MAGNENAT-THALMAN, 2004)	OCC	OCEAN	Sim
(SANTOS, 2008)	—	Dimuro	Sim
Modelo Proposto	OCC	OCEAN	Sim



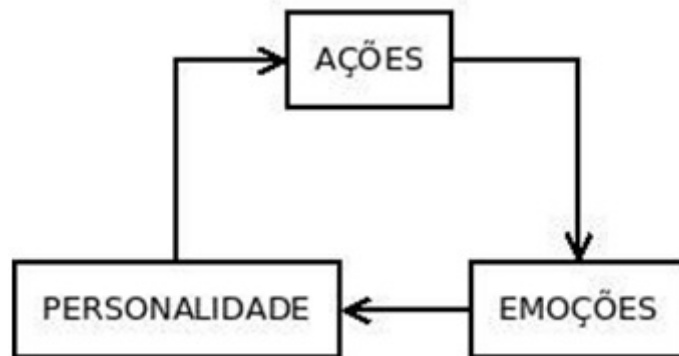
### 3 O Modelo Proposto

O modelo comportamental do agente pode ser representado em três partes, as quais são dependentes umas das outras, como mostra a figura 2. A parte das ações é responsável por determinar qual ação o agente tomará a partir de seus recursos e sua personalidade. A parte da emoção é a responsável por gerar as emoções. Nela, as emoções são geradas e sentidas a partir das consequências das ações anteriores, baseado no modelo OCC. Por fim, a parte da personalidade, que é responsável pela atualização dos pesos OCEAN. Neste passo, a partir das emoções sentidas, são calculados os novos fatores OCEAN.

Para que haja validação no modelo comportamental de um agente, foi preciso desenvolver um sistema multiagente. E para que este sistema seja testado, foi necessário criar um modelo de mundo no qual os agentes serão inseridos. Modelo este, que é responsável pelas regras de sobrevivência e de trocas para cada agente. Um fluxograma mais detalhado do modelo comportamental está representado na figura 3.

Inicialmente serão introduzidos os modelos de emoções e personalidade em sua forma genérica. Posteriormente será explicado o modelo de mundo e suas regras e, por fim, a aplicação de todo o conjunto.

Figura 2: Fluxograma simplificado do comportamental do modelo.

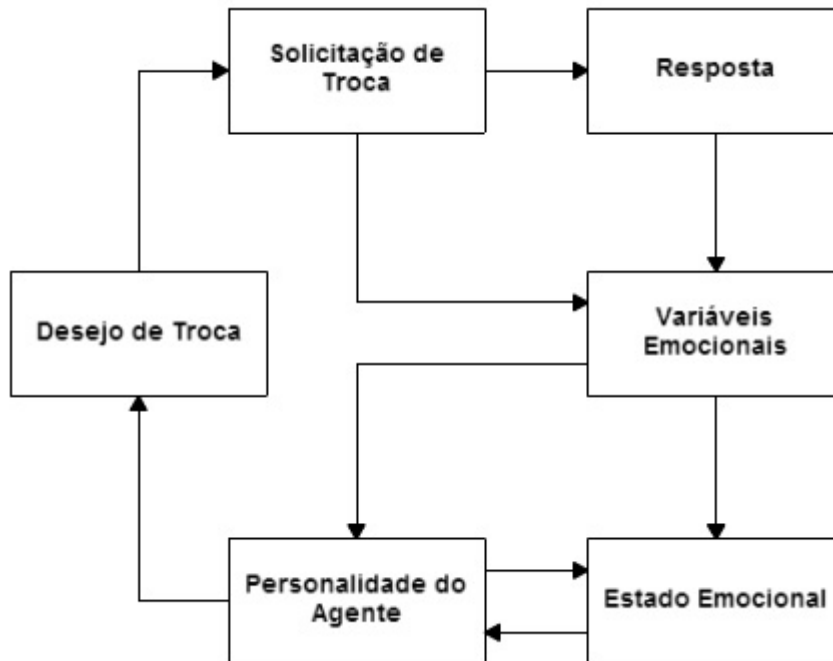


Como já mencionado, a integração entre emoções e personalidade pode ser dividida em duas etapas: a primeira, onde a personalidade influencia a emoção que o agente irá sentir de acordo com o ocorrido no ambiente, e a segunda onde a personalidade varia em função da emoção sentida naquele instante.

#### 3.1 Um modelo genérico para gerar emoções

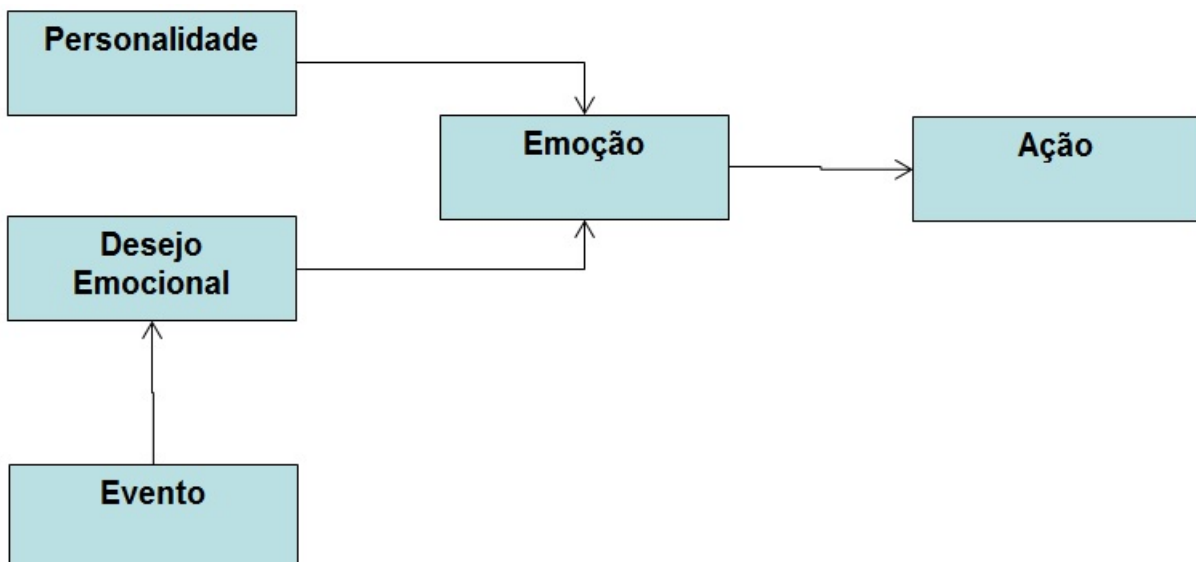
Para definir este modelo foi utilizado como base o modelo proposto por (EGGES; KSHIRSAGAR; MAGNENAT-THALMAN, 2004). Esse modelo varia as emoções

Figura 3: Fluxograma detalhado do comportamental do modelo.



de acordo com a personalidade. O fluxograma representado na figura 4 demonstra o comportamento do modelo, onde, o desejo emocional do Agente é definido pela Percepção do Agente e a emoção sentida é representada através da personalidade e do desejo emocional do Agente.

Figura 4: Fluxograma representativo do modelo Egges.



Para melhor entendimento do modelo genérico, serão definidas algumas variáveis principais: um vetor de pesos de personalidade  $P$  de tamanho  $Np$  e um de estado emocional  $ee$  de tamanho  $Ne$ , onde  $Np$  é o número de fatores de personalidade que se deseja

simular,  $Ne$  é o número de emoções que se deseja simular e seus valores devem estar no intervalo  $[0,1]$ .

Portanto a personalidade e o estado emocional de um agente podem ser representados conforme as equações 3.1 e 3.2 respectivamente.

$$P = [\alpha_i, \dots, \alpha_n] \begin{cases} \forall i \in [1, Np] \\ \forall \alpha \in [0, 1] \end{cases} \quad (3.1)$$

$$ee = [\beta_i, \dots, \beta_n] \begin{cases} \forall i \in [1, Ne] \\ \forall \beta \in [0, 1] \end{cases} \quad (3.2)$$

Onde: 1 representa que o agente terá comportamentos similares aos definidos no modelo, e 0 é a ausência do fator definido no modelo.

O vetor  $ee$  será responsável por descobrir qual emoção será sentida no instante  $t$ . Sendo que no início, em  $t = 0$ , os valores de suas componentes serão nulas.

Outra importante variável para esse modelo é a variável de desejo emocional ( $dE$ ), a qual será diretamente relacionada com os resultados das ações que ocorrerem com o agente, ou seja, seus valores são definidos de acordo com a percepção do agente sobre o resultado de suas ações. Esta variável também deverá ser de tamanho  $Ne$ , e ser representada por valores no intervalo  $[0,1]$ , conforme Equação 3.3.

$$dE = [\delta_i, \dots, \delta_n] \begin{cases} \forall i \in [1, Ne] \\ \forall \delta \in [0, 1] \end{cases} \quad (3.3)$$

Dado os três principais vetores do modelo, o vetor de personalidade, o vetor de estado emocional e o vetor de desejo emocional, deve-se entender como o vetor de estado emocional varia em função do vetor de personalidade.

Para obter tal variação, são necessárias outras duas componentes: uma matriz de pesos de influência de variação (Anexos 25 e 26), a qual será chamada de  $MEP$ ; e um vetor que armazenará o valor dos pesos desta matriz com os pesos OCEAN, denominado de  $iP$ . Esta matriz é responsável pela alteração no comportamento das emoções através da personalidade, pois cada uma de suas componentes tem o peso referente à quanto a personalidade  $P_i$  influencia na emoção  $ee_i$ . Logo, a matriz  $MEP$  deverá ter um tamanho  $Ne \times Np$ , a fim de abranger todos os pesos possíveis. Os pesos destas matrizes também pertencem ao intervalo  $[0,1]$ . Portanto, a matriz  $MEP$  pode ser representada conforme

Equação 3.4.

$$MEP = \begin{bmatrix} q_{00} & \dots & q_{0Np} \\ \dots & \dots & \dots \\ q_{Ne0} & \dots & q_{NeNp} \end{bmatrix} \quad \forall q \in [0, 1] \quad (3.4)$$

Para encontrar o valor de variação nas emoções a serem sentidas, é necessário trabalhar com esta matriz de pesos. Para isto, foi determinado que a variável  $iP$  (Equação 3.5) será responsável por armazenar o quanto a personalidade do agente, naquele instante, influencia na emoção que será sentida. Portanto  $iP$  é de tamanho  $Ne$ , e é representado pelo produto entre  $MEP$  e  $P$ , conforme Equação 3.6.

$$iP = [\rho_i, \dots, \rho_n] \begin{cases} \forall i \in [1, Ne] \\ \forall \rho \in [0, 1] \end{cases} \quad (3.5)$$

$$iP = MEP \times P \quad (3.6)$$

Uma vez obtida a influência que a personalidade tem nas emoções a serem sentidas e tendo também o desejo emocional, é preciso determinar qual emoção tem mais chance de ser ativada no agente. Para isto, é definido o último vetor desta etapa, denominado de  $iE$ .

$iE$  representa o estado emocional do agente no instante  $t$ . É um vetor de tamanho  $Ne$ , com seus componentes dentro do intervalo  $[0,1]$ , como pode ser visualizado na Equação 3.7, e é representado pelo produto das variáveis  $iP$  e  $dE$ . Portanto,  $iE$  pode ser representado conforme Equação 3.8.

$$iE = [\gamma_i, \dots, \gamma_n] \begin{cases} \forall i \in [1, Ne] \\ \forall \gamma \in [0,1] \end{cases} \quad (3.7)$$

$$iE = iP \times dE \quad (3.8)$$

A resultante desta multiplicação será um vetor de tamanho  $Ne$ . Esse vetor indica a variação emocional naquele instante.

O estado emocional ( $ee$ ) ocorre pela variação do estado emocional anterior ( $ee_{(t-1)}$ ), com a variação emocional no instante atual ( $iE$ ) e um peso constante de decaimento da

função, chamado de  $dC$  (apresentada na Equação 3.9). Portanto,  $ee$  pode ser representado de acordo com a Equação 3.10:

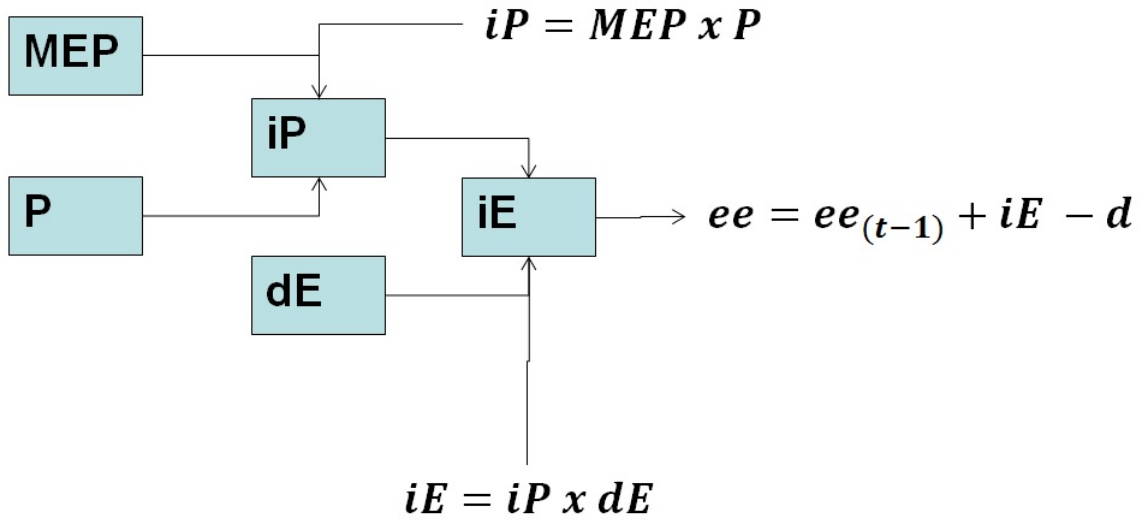
$$dC = [\vartheta_i, \dots, \vartheta_n] \begin{cases} \forall i \in [1, Ne] \\ \forall \vartheta \in [0, 1] \end{cases} \quad (3.9)$$

$$ee_i = ee_{i(t-1)} + iE_i - dC_i \quad (3.10)$$

Onde o vetor  $dC$  é de tamanho  $Ne$  e cada um de seus valores contém uma constante para decaimento da função a cada iteração.

O fluxograma representado na figura 5 demonstra de forma resumida o comportamento do modelo, afim de melhor explicá-lo. Demonstrando o fluxo das variáveis que compõe as equações, assim como suas dependências.

Figura 5: Fluxograma das equações do modelo genérico de emoções.



## 3.2 Um modelo genérico para atualização da personalidade

Para realizar atualização da personalidade, é necessário verificar a emoção sentida naquele instante de tempo e em quais pesos OCEAN esta emoção influencia. Posteriormente, é feito um cálculo de atualização que utiliza como base o peso da personalidade no instante anterior.

Para entender o funcionamento da atualização é importante, primeiramente, que seja entendido como funciona a variação da personalidade. Cada peso OCEAN pode ser representado pelo intervalo  $[0,1]$ , onde 0 significa a abstinência de um determinado peso e 1 a total presença. Exemplificando, se um agente tem valor 0 em *Agreeableness* ( $A=0$ )

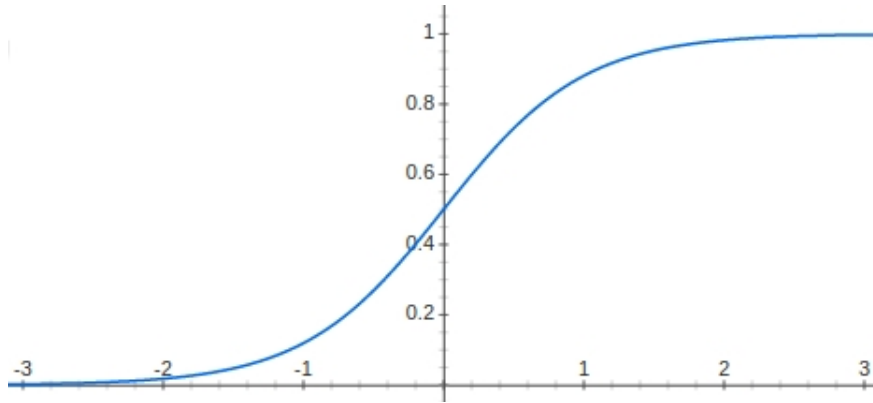
significa que é um agente muito egoísta, se tiver valor 1 ( $A=1$ ), significa que é muito altruísta.

Quando um agente tem um peso OCEAN com valor próximo aos limites (0 ou 1), a variação de sua personalidade é menor que quando seu peso é intermediário, ou seja, um agente com  $A=0,1$ , tem menos variação positiva em seu peso OCEAN do que um agente com  $A = 0,6$ , quando expostos à um mesmo evento de altruísmo.

Para que seja possível este comportamento de variação, os valores OCEAN foram representados por funções sigmoidais, possibilitando maiores variações quando seu peso é médio, e menores variações quando seus pesos tendem à 0 ou 1.

A função que representa os pesos OCEAN é dada pela Equação 3.11 e na figura 6 pode ser visualizado o seu comportamento.

Figura 6: Curva gerada pela equação 3.11 utilizando  $k = 2$



$$f(x_i) = \frac{1}{1 + e^{-kx_i}} \quad (3.11)$$

Para atualizar os pesos de personalidade, trabalha-se com os valores de  $x$ . Como cada agente é inicializado com valores diferentes de personalidade, é necessário, primeiramente, encontrar cada valor inicial de  $x$ . Aplicando regras matemáticas básicas e propriedades logarítmicas na Equação 3.11 obtém-se a Equação 3.12.

$$x_i = -\frac{1}{k} \times \ln \frac{1 - f(x_i)}{f(x_i)} \quad (3.12)$$

Para realizar a atualização do peso OCEAN foram definidas duas equações: uma irá definir o comportamento de subida e a outra o comportamento de descida de cada peso OCEAN. Nestas equações são utilizados dois tipos de fatores de personalidade, a personalidade social, definida por  $f(x)$  e a personalidade biológica, definida por ( $pBio$ ).

Ao contrário da personalidade social, a personalidade biológica nunca muda, ela é constante por toda a vida do agente. A  $pBio$  é responsável por fazer com que um

indivíduo seja propenso a ter certos comportamentos. Em nosso modelo, será responsável por influenciar na personalidade final do agente. Ou seja, um agente que tenha sua  $pBio$  definida como muito egoísta, por mais altruístas que sejam as iterações que este agente sofra ao longo da vida, ele nunca será completamente altruísta.

Portanto, a equação responsável por elevar o valor de personalidade, pode ser representada pela seguinte Equação 3.13.

$$x_{i(t+1)} = x_i + \frac{f(x_i) + C \times (pBio_i - f(x_i))}{fD + fT} \quad (3.13)$$

E a equação referente a descida da curva é apresentada pela Equação 3.14.

$$x_{i(t+1)} = x_i - \frac{1 - f(x_i) + C \times (pBio_i - f(x_i))}{fD + fT} \quad (3.14)$$

Onde:

$fD$  é uma constante de divisão, para que a mudança em  $x$  ocorra de forma suavizada.

$fT$  é o fator temporal da equação. A cada iteração este fator aumenta, diminuindo cada vez mais a variação sofrida por  $x$ . Ele é responsável por dar um peso às emoções ocorridas anteriormente, para que uma emoção que foi sentida em algum instante continue tendo seu peso, mesmo que pequeno, na personalidade atual do agente. Ou seja, uma emoção anteriormente sentida pelo agente, deixará sua marca pelo resto das iterações que ele sofrer. Assim, é possível que as emoções sentidas tenham um peso na formação final da personalidade do agente.

$C$  é uma constante de multiplicação responsável por definir o peso que a personalidade biológica influenciará na personalidade final do agente.

### 3.3 Um modelo de mundo para a simulação multiagente

Como o objetivo do trabalho é fazer com que agentes tenham personalidade e esta interfira em suas ações, foi necessário criar um ambiente multiagente com um conjunto de regras.

Este modelo foi desenvolvido para simplificar ao máximo as ações e demonstrar de uma maneira clara como a personalidade pode influenciar nas ações de um agente.

Para tal, foi desenvolvido um modelo baseado em trocas entre os agentes. O modelo consiste na obtenção de recursos para cada agente e o consumo destes recursos, fazendo com que um agente que não tenha recursos para consumir morra.

Para um entendimento melhor de como funciona o modelo será inserido o seguinte contexto, e a partir deste, serão explicadas as regras de mundo:

*Em uma cidade existem apenas pequenos agricultores e cada agricultor produz apenas um determinado alimento. Um agricultor pode consumir o que produz. Entretanto, para ter uma melhor saúde, ele deve variar sua dieta, pelo menos uma vez por semana. Como cada agricultor pode produzir apenas um tipo de recurso, ele deve realizar trocas com outros agricultores de sua cidade.*

Assim, é definido o ambiente proposto, onde cada agricultor é representado por um agente e cada ‘cultivo’ é representado por um tipo de recurso. Portanto, foram definidas as seguintes regras:

1. Se um agente não consumir um recurso diferente dentro de um número  $N$  de dias, ele morre;
2. Após consumir um recurso diferente, o agricultor tem mais  $N$  dias para consumir outro recurso diferente novamente;
3. A produção de recurso ( $PR$ ) de cada agente deve ser de pelo menos  $N$  recursos para cada  $N$  dias, a fim de a cada dia poder ser consumido um recurso, próprio ou trocado;
4. Um agente só pode fazer uma solicitação de troca a cada dia, entretanto pode receber mais de uma solicitação;
5. Deve existir um valor  $M$ , que defina a quantidade máxima de estoque para cada recurso.

Nesse trabalho, foi definido que  $N = 4$  e  $PR = 8$ . Assim, a cada 4 dias os agentes produzem 4 recursos a mais para efetuarem a troca e obterem um novo recurso para consumo.

## 3.4 O modelo multiagente

Uma vez definido os modelos a serem utilizados, é preciso integrá-los aos agentes e em um sistema multiagente. Como mostra a figura 2, o comportamento do modelo é um ciclo, portanto um depende do outro. Nesta seção será demonstrado como é definida a escolha de uma ação, assim como a de uma emoção. Será demonstrado também como foram definidas as variáveis das equações e como tudo foi integrado a um sistema multiagente.

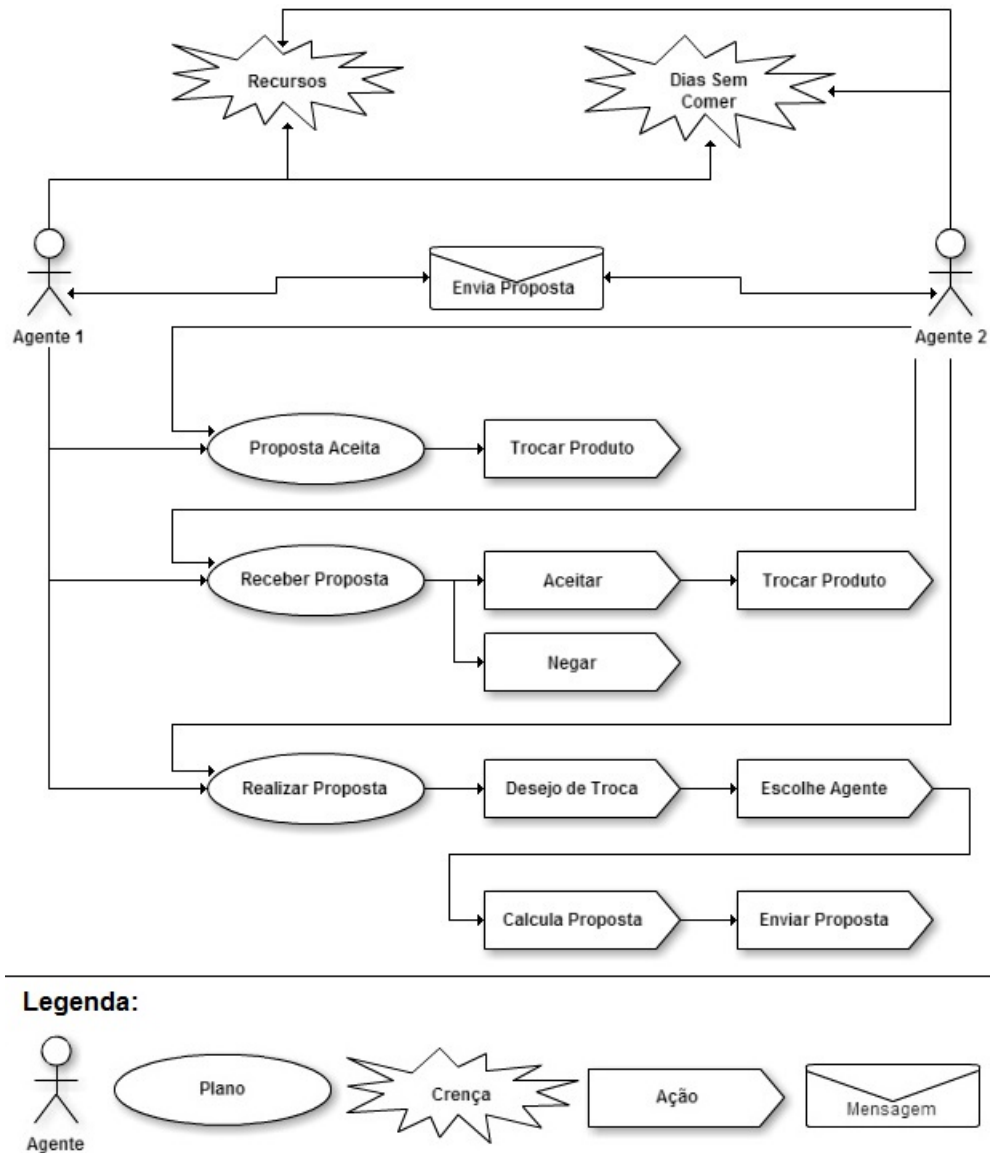
### 3.4.1 O desejo de troca

Primeiro será demonstrado como ocorre a escolha de uma ação, para depois mostrar como a resposta desta ação influencia na emoção sentida.



Um agente pode ser definido, de forma geral, com suas crenças, ações e planos, conforme figura 7, que modela o sistema utilizando a metodologia Prometheus<sup>1</sup>.

Figura 7: Crenças, planos e ações dos agentes



A iteração de trocas pode ser representada pela figura 7, que demonstra as crenças e planos do agente. Como dois agentes podem interagir entre si, na próxima subseção será explicada de forma mais detalhada como ocorre a troca. Nesse momento, é preciso entender como um agente define se tem ou não o desejo de realizar uma troca. Existem duas crenças, uma que representa a quantidade de dias sem comer um recurso diferente e outra a quantidade de cada recurso que o agente tem naquele momento. As escolhas das ações são baseadas nestas duas crenças e em seus pesos de personalidade.

<sup>1</sup> Prometheus é uma metodologia para Engenharia de Software Orientada a Agentes. Mais informações em: [goanna.cs.rmit.edu.au/linpa/Papers/bookchB.pdf](http://goanna.cs.rmit.edu.au/linpa/Papers/bookchB.pdf)

Uma solicitação de troca é realizada quando o agente tem um desejo de troca. O desejo de troca é definido pela necessidade que o agente tem de obter um novo recurso, ou seja, os dias que ele ainda tem para consumir e a quantidade de recursos extras estocados.

Tudo depende do nível de *Conscientiounness* e de *Extrovert* do agente, isto porque para que o agente tenha o desejo de troca depende do quão focado ele é em alcançar o seu objetivo (*Conscientiounness*) e o quanto ele tem de facilidade em se comunicar com outros indivíduos à sua volta (*Extrovert*). Contudo, se houver um desejo de troca, será necessário escolher um agente para a troca e definir a oferta a ser proposta.

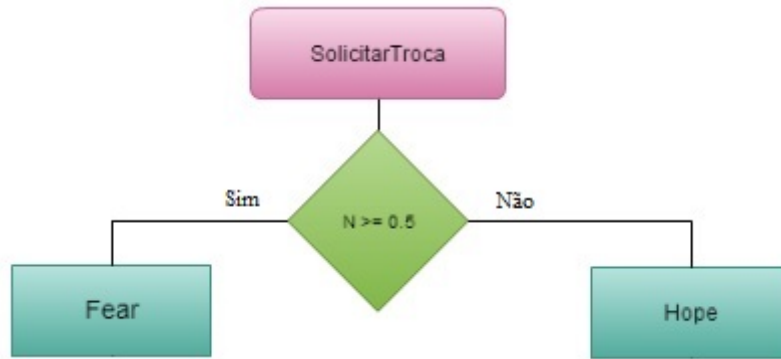
A escolha do agente é definida por três fatores: (i) o peso *Openness*, que representa o quão o agente é aberto à tentativa de uma troca com outro agente; (ii) o peso *Neuroticism*, que verifica o quanto ele terá medo da troca dar ou não certo; (iii) um peso de sua última troca efetuada, caso já tenha efetuado alguma troca anteriormente. Este último peso serve para verificar se a última troca efetuada pelo agente foi boa. Se foi, haverá um peso maior para que não mude de agente a ser solicitado a troca. Caso contrário, se houve uma troca ruim ou se a solicitação foi negada, ele terá mais chance de escolher um agente diferente do anterior.

Por fim, a oferta será calculada com base na necessidade e no *Agreeableness* do agente, onde quanto maior for a necessidade do agente, mais recursos ele ofertará para o outro agente, e, da mesma maneira, quanto mais altruísta ele for, mais ele se importará em fazer uma boa oferta para o outro agente.

Após serem definidos os valores de troca, é enviada uma solicitação de troca para o agente ao qual será solicitada a troca. Para facilitar, o agente que envia a proposta denomina-se *Ag1*, e o que recebe de *Ag2*. Esta solicitação serve para verificar se o *Ag2* está ocupado, já efetuando alguma troca. Uma vez que *Ag2* está livre, é enviada uma mensagem indicando a oferta proposta, ou seja, quantos recursos de *Ag1* por quantos recursos de *Ag2*. Esta ação será responsável pela primeira parte para gerar as emoções, a qual pode ser visualizada no fluxograma da figura 8.

Quando *Ag2* receber a proposta, ele irá avaliar se ela é boa ou não. A avaliação da proposta é feita através de dois parâmetros: o *Agreeableness* de *Ag2*, pois se ele tiver um alto nível de altruísmo, ele tentará ajudar o outro agente, aceitando a troca; e também através da verificação de quanto boa é a oferta de *Ag1*, verificando se está ganhado ou perdendo recursos com a mesma. Se o *Ag2* aceitar, eles irão trocar os recursos. Esta etapa será responsável por gerar

Figura 8: Fluxograma para as emoções de expectativa.



a segunda, a terceira e a quarta parte das emoções sentidas pelo agente, as quais são introduzidas na próxima seção.

### 3.4.2 O resultado das ações e as emoções sentidas

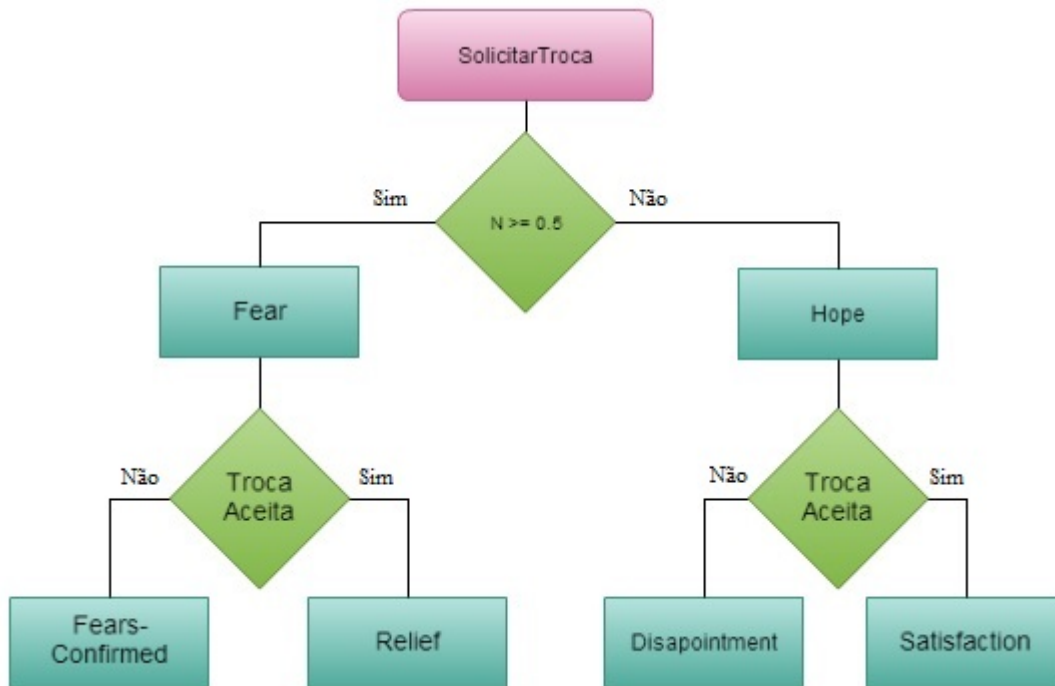
Como já explicado, para uma emoção ser gerada, é preciso que o agente execute alguma ação. No modelo proposto, a ação responsável por gerar tais emoções é a de solicitação de troca. Para melhor explicar e detalhar o procedimento de gerar uma emoção, ele é dividido em 4 etapas. O fluxograma do anexo 30 demonstra como ocorre este processo.

Para uma emoção ser gerada, é preciso que o agente execute alguma ação, para que haja uma resposta do ambiente, e consequentemente o agente, através de sua percepção, processe esta resposta. No modelo proposto, a ação inicial do agente é de solicitação de troca, e as respostas dadas por esta ação são divididas em quatro partes. A primeira parte, como já foi mostrado no item 3.4.1, ocorre quando o *Ag1* fizer a solicitação de troca e, portanto, é referente às emoções de expectativa. Dentre as emoções de expectativa estão *Hope* e *Fear*. Elas serão sentidas de acordo com o nível de *Neuroticism* de *Ag1*. Se *Ag1* for muito neurótico, ele sentirá medo de *Ag2* não aceitar a troca; caso contrário, ele sentirá esperança por *Ag2* e aceitará sua troca. Este comportamento pode ser visualizado no fluxograma da Figura 8.

A segunda parte é composta por quatro emoções: *Satisfaction*, *Fears-Confirmed*, *Relief* e *Disappointment*, que podem ser chamadas de emoções de realização, sendo que *Satisfaction* e *Disappointment* são consequências de *Hope*, e *Relief* e *Fears-Confirmed* são consequências de *Fear*, quando a troca é aceita por *Ag2* ou não, respectivamente. Da mesma maneira, estas emoções e seu fluxograma está representado na figura 9.

As emoções da terceira e da quarta parte podem ser chamadas de emoções de avaliação. Estas são geradas após o agente analisar se ele efetuou uma boa

Figura 9: Fluxograma para as emoções de realização.



troca ou não. Na terceira parte, podem ser geradas as emoções de avaliação para o próprio agente. Estas emoções são: *Joy*, *Distress*, *Gloating*, *Ressentment*, *Admiration*, *Reproach*, *Gratification*, *Remorse*, *Gratitude* e *Anger*, as quais são influenciadas pelos pesos OCEAN e pela aceitação ou rejeição da oferta por *Ag2*.

Na quarta parte, podem ser geradas as emoções de avaliação para o outro agente (*Ag2*). Estas emoções são: *Happy-For*, *Pity*, *Pride* e *Shame*, as quais são influenciadas pela proposta feita para *Ag2*, se a troca foi ruim para ele ou não.

Os fluxogramas que representam as emoções de avaliação estão representados nas Figuras 10 e 11.

Por fim, ao verificar estas emoções, elas serão colocadas no vetor de influência emocional, citado na seção 3.1, e será calculada qual emoção será sentida. Como já explicado, para tal, foi utilizado o modelo proposto por (EGGES; KSHIRSAGAR; MAGNENAT-THALMAN, 2004). Este modelo escolhe a emoção a ser sentida através de matrizes e vetores de pesos influenciados pelos fatores OCEAN.

Figura 10: Fluxograma para as emoções de avaliação primeiro agente.

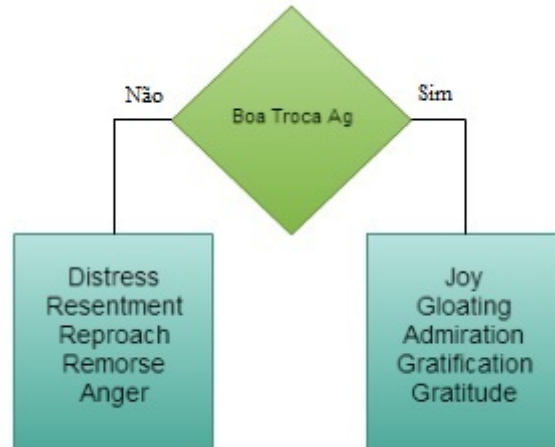
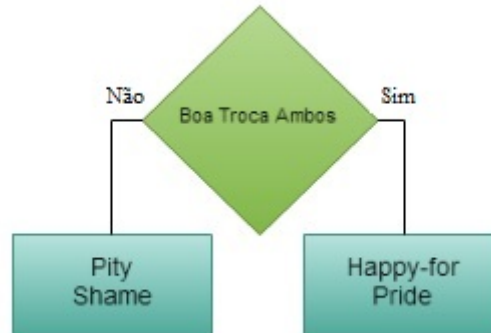


Figura 11: Fluxograma para as emoções de avaliação segundo agente.



## 3.5 Instanciação dos modelos

Nesta seção são introduzidas as principais variáveis utilizadas pelo sistema e como estas variáveis se comportam de acordo com seus valores, quais os valores adotados para as simulações e o por que destes valores. Para melhor organização, é seguida a mesma ordem em que são apresentados os modelos propostos (seção 3.1, 3.2 e 3.3).

### 3.5.1 Instanciando o modelo genérico de emoções

Os primeiros valores a serem instanciados são os valores  $Ne$  e  $Np$ , os quais representam a quantidade de emoções e de pesos de personalidade. Como o modelo OCC tem 22 emoções e o modelo OCEAN cinco personalidades, os valores são  $Ne = 22$  e  $Np = 5$ .

Outras variáveis que precisam ter seus valores definidos é  $MEP$  e  $dC$ . As outras variáveis dependem do comportamento do modelo, e não são constantes após a definição dos parâmetros para simulação.

Como explicado em 3.1,  $dC$  é um vetor responsável por fazer os pesos emocio-

nais caírem suavemente a cada iteração. Portanto, todas as suas componentes são definidas como -0,1. Se houver a necessidade em fazer uma emoção se tornar mais dificilmente sentida, pode-se colocar o peso de umas das componente de  $dC$  como -0,5, por exemplo, pois desta maneira a vontade de sentir aquela emoção cai drasticamente e ela só será sentida quando todas as instâncias ao seu redor influenciarem para que ela seja sentida.

A matriz de pesos  $MEP$  é responsável por dar um peso no qual a personalidade influencia nas emoções sentidas. Para as simulações feitas neste trabalho, foram definidas duas matrizes  $MEP$  com pesos diferentes. Pode-se chamá-las de  $MEP0$  e  $MEP1$ , onde  $MEP0$  é responsável por influenciar as emoções quando o peso OCEAN é maior ou igual à 0,5 e  $MEP1$  é responsável por influenciar as emoções quando o peso OCEAN é menor que 0,5. Para definir os pesos de  $MEP0$  e  $MEP1$ , foi primeiramente estudado e definido quais pesos OCEAN tinham correlação com cada emoção, e posteriormente foram definidos os valores das matrizes.

Como já mencionado, cada valor da matriz define em quanto um determinado peso de personalidade influencia para uma determinada emoção ser sentida. Como a matriz é de tamanho  $N_e \times N_p$ , se houver alguma linha com todos os seus valores 0, aquela emoção nunca será sentida; e se houver uma linha com todos os valores 1, ela será a emoção com mais chances de ser sentida. Estas duas matrizes com seus pesos foram anexadas ao trabalho e podem ser encontradas no anexo 25 e no anexo 26.

### 3.5.2 Instanciando o modelo genérico de personalidade

No modelo de personalidade, a primeira variável que é apresentada é  $F(x)$ . Esta variável representa o valor do peso OCEAN para cada  $x_i$ . Sendo assim, ela é representada como um vetor de 5 posições.

Na primeira equação demonstrada na seção, a equação 3.11, existe a variável  $k$ . Esta variável é responsável por variar o comportamento da curva que expressa os pesos OCEAN. De acordo com a variação de  $k$ , a curva se torna mais ou menos íngreme. Se o valor for muito alto, a curva diminui no eixo das abscissas, fazendo com que tenham menos valores que a represente, e consequentemente fazendo com que as alterações nos pesos de personalidade sofram alterações mais bruscas. De forma oposta, quanto menor o valor de  $k$ , mais suave é a inclinação da curva visualizada na figura 6, e portanto, mais suave são as mudanças de personalidade que ocorrem durante as variações. Nesse trabalho, foi utilizado  $k = 1/8$ .

Nas equações de atualização de  $x_i$  pode-se encontrar, além de  $f(x_i)$ ,  $C$ ,  $fD$ ,  $fT$  e  $pBio$ .  $pBio$ , já foi explicada na seção 3.2: ela é responsável por representar o valor OCEAN biológico do agente. Nesse trabalho, ao começar a simulação é necessário setar dois parâmetros para cada agente: o seu peso inicial de personalidade e o seu peso inicial de personalidade biológica, a qual uma vez definida, nunca será alterada. Ela será responsável por influenciar o resultado final da equação, para que tenda sempre à seu valor.

$fD$  é uma constante que serve para diminuir o valor da alteração que  $x_i$  sofrerá. Consequentemente, fazendo com que a personalidade seja modificada suavemente a cada iteração. Quanto maior seu valor, menores serão as alterações sofridas por  $x_i$  e consequentemente, a personalidade do agente. Se é desejável que o Agente sofra grandes alterações na personalidade, quando ele sentir alguma ação, então o valor de  $fD$  pode ser baixo. Nas simulações foi utilizado  $fD = 250$ , pois o intuito era verificar a variação da personalidade a médio prazo.

Outra variável é  $fT$ , que é responsável por fazer com que as emoções anteriormente sentidas tenham um peso na personalidade atual. A cada dia que passa,  $fT$  é incrementado, se tornando maior e diminuindo cada vez mais a variação da personalidade ao longo do tempo. Possibilitando assim que um agente quando velho, tenha uma personalidade praticamente definida.

Por fim, tem-se  $C$ , que é uma constante no modelo, é um fator multiplicativo responsável por definir qual a influência que a personalidade biológica terá no agente. Quanto maior seu valor, mais a personalidade biológica influenciará na variação da personalidade, sendo que com um valor muito alto, a personalidade se manterá igual a personalidade biológica. Para as simulações foram utilizadas  $C = 2$ , a fim de dar um peso razoável à  $pBio$ . Foram realizadas algumas simulações com  $C = 0$ , a fim de verificar como é o comportamento do modelo sem a personalidade biológica.

### 3.5.3 Instanciando o modelo de mundo

Para o modelo de mundo foi definido, que um agente deve consumir um novo tipo de recurso a cada 4 dias. Sendo a quantidade de recursos produzidas é de duas por dia, uma para consumo próprio e outra armazenada para troca.

Neste modelo, quanto maior o número de dias que um agente pode ficar sem consumir um outro tipo de recurso, mais tempo eles sobrevivem, de modo que quando este valor é muito alto eles nunca morrem. Já a produção de recursos influencia na oferta dos agentes: se eles tem bastante recursos, podem fazer ofertas maiores, contudo conseguindo as trocas. Se a quantidade de recurso

produzida for baixa, suas ofertas geralmente serão consideradas ruins, o que ocasionará a morte destes agentes.

### 3.5.4 Instanciando o ambiente multiagente

Como mencionado, o ambiente multiagente é baseado em trocas, onde cada agente tem a oportunidade de solicitar uma única troca à cada instante de tempo, o qual foi chamado de “dia”. Para que o modelo fosse instanciado, foi necessário primeiro definir duas variáveis: número de agentes e número de dias a serem simulados. Para realizar a análise final, é necessário realizar a média de alguns valores, bem como seu desvio padrão. Assim, a variável de tempo é importante durante a coleta dos dados.

A partir destas duas principais variáveis, é possível simular e gerar os resultados para análise e validação do modelo. Na implementação, foi desenvolvida uma classe que calcula as médias e os desvios padrão dos principais valores dos agentes, personalidade final e dias que o agente permanece vivo . O diagrama de classe que representa a implementação do modelo pode ser visualizada nos anexos [28](#) e [29](#).



## 4

# Análise dos Resultados

A análise dos resultados foram realizadas em duas etapas. A primeira foi para analisar e validar o modelo genérico proposto. E a segunda analisa a simulação do modelo como um todo.

## 4.1 Validando o modelo genérico

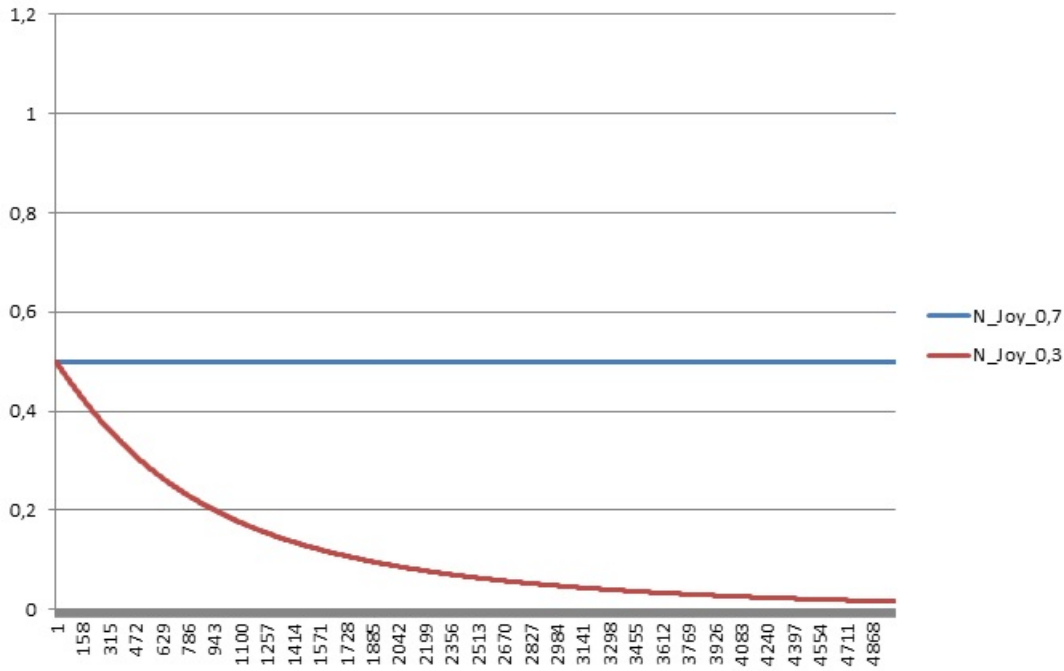
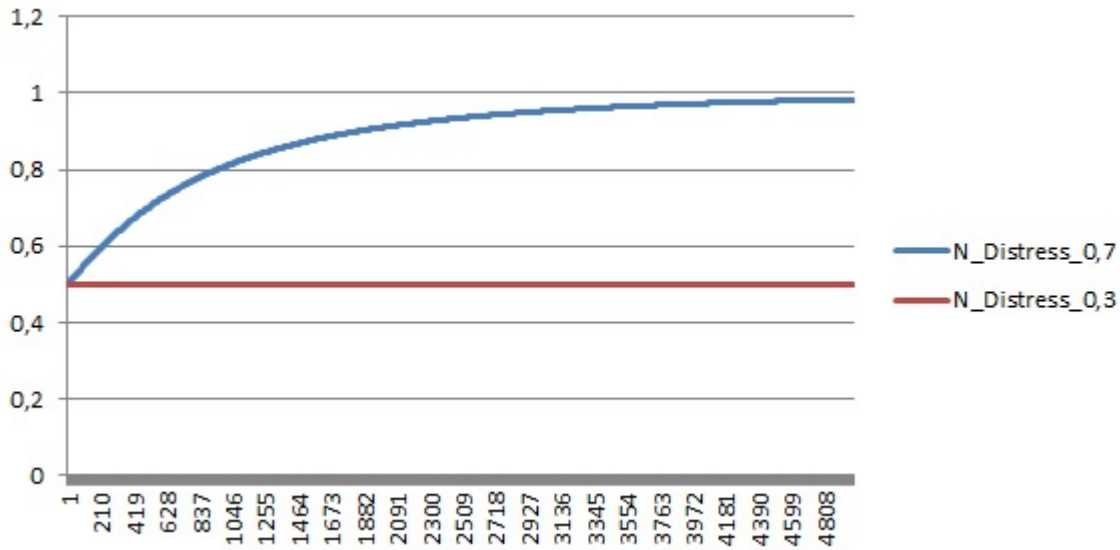
Para validar e analisar o comportamento do modelo genérico, foi necessário implementá-lo separadamente do restante do modelo proposto. Para realizar as simulações no modelo foi desenvolvido um algoritmo que definia o valor de  $pBio$  do Agente e começava a executar os vetores de desejo emocional para realização dos cálculos de atualização. Para as simulações feitas, todos os agentes tinham seu OCEAN inicial em 0,5, e conforme eram injetados os vetores de desejo emocional, esses valores de OCEAN variavam.

Foram realizados diferentes tipos de análises, com o intuito de analisar todo o comportamento geral do modelo. O procedimento e o resultado final de cada simulação está explicado nesta seção.

A primeira análise foi feita executando apenas emoções "boas" ou "ruins", a fim de verificar o comportamento de subida e de descida dos pesos OCEAN de um Agente. Como o fator *Neuroticism* é que mais sofre influências de uma emoção "boa" ou "ruim", foi ele que foi analisado.

Para tal, foram feitas duas comparações, uma em que foram executadas 5000 vezes a emoção *joy* em duas situações diferentes. A primeira onde o valor  $pBio$  para  $N$  era 0,7, e a segunda onde o valor  $pBio$  para  $N$  era 0,3. Nesta análise, foi verificado apenas o valor de *Neuroticism* para que fosse demonstrada de forma mais clara o resultado obtido e a comparação do mesmo. Esta comparação comportamental, de acordo com a variação da personalidade biológica, pode ser visualizado na figura 12.

A segunda comparação foram executadas 5000 vezes a emoção *Distress*, onde o  $pBio$  de um  $N$  era setado como 0,7 e do outro como 0,3. A comparação deste resultado e seu comportamento pode ser feita através da figura 13.

Figura 12: Simulação executando apenas *Joy* no Agente.Figura 13: Simulação executando apenas *Distress* no Agente.

A tabela 5 compara as variáveis analisadas, com seus valores do início e final da simulação.

Como pode ser visto, a personalidade biológica tem um grande peso no resultado final da personalidade social. Estabelecendo até mesmo um limite máximo ou mínimo de determinado peso OCEAN para um Agente. Nestas simulações, o valor da constante de multiplicação para o fator biológico é  $C = 2,5$ , como já explicado, se este valor for menor,  $pBio$  terá um peso menor na personalidade final e, de modo contrário, se este valor for maior,  $pBio$  terá um peso maior no resultado final, obtendo um comportamento diferente do demonstrado nas

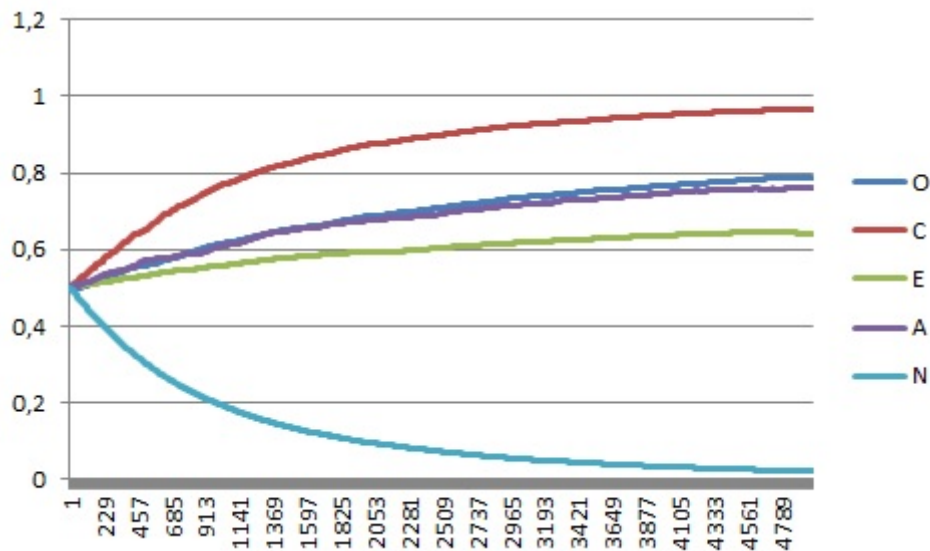
Tabela 5: Comparação entre valores de Neuroticism para diferentes valores de  $pBio$ 

	Emoções Boas		Emoções Ruins	
$pBio$	N = 0,7	N = 0,3	N = 0,7	N = 0,4
Início	N = 0,5	N = 0,5	N = 0,5	N = 0,5
Final	N = 0,5	N = 0,0163	N = 0,9836	N = 0,661

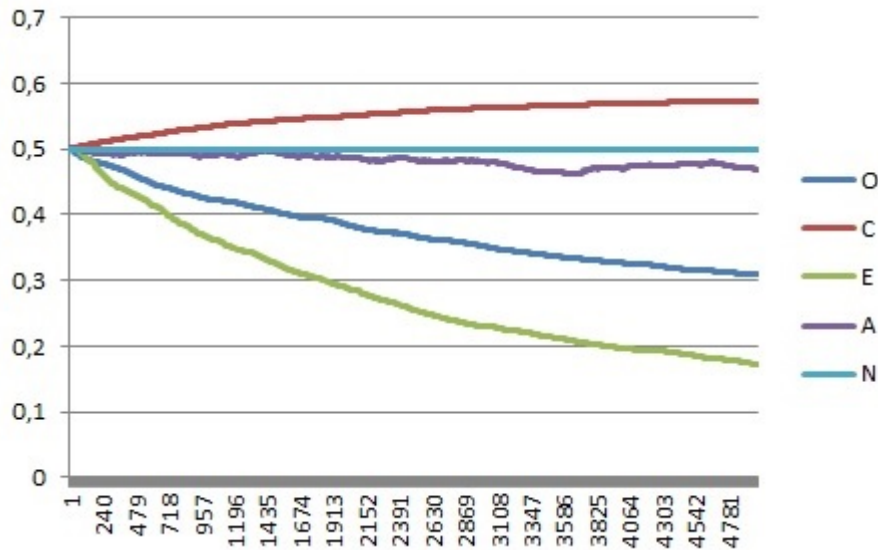
figuras 12 e 13.

Uma vez analisado o comportamento gerado pela influência emocional em um único fator OCEAN, é necessário analisar o comportamento gerado em todos os fatores OCEAN. Para tal análise, foram gerados dois conjuntos de emoções aleatórias, uma em que havia uma quantidade maior de emoções "boas" e outra em que havia um número maior de emoções "ruins". A proporção de emoções boas para ruins, ou vice-versa, é de aproximadamente 3 para 1.

O comportamento desta simulação pode ser visualizado nas figuras 14 e 15. A figura 14 representa os pesos OCEAN da simulação em que foram executadas mais emoções "boas", e a figura 15 representa o resultado da simulação em que foram executadas mais emoções "ruins". A tabela 6 demonstra o comparativo entre estas duas simulações, mostrando seus valores iniciais e finais, assim como a  $pBio$  utilizada.

Figura 14: Simulação executando mais emoções boas em Agente, utilizando  $pBio$ .

Como já mencionado, o modelo, por ser genérico, é capaz de excluir a influência que a personalidade biológica faz sobre a personalidade social. Tornando assim um modelo em que a personalidade varia apenas pelas influências sociais que o Agente sofre. Para que isto seja possível é necessário zerar a constante de multiplicação de  $pBio$ , a constante  $C$ . Para mostrar essa influência, os resultados a seguir foram gerados em simulações onde  $C = 0$ . As entradas da

Figura 15: Simulação executando mais emoções ruins em Agente, utilizando  $pBio$ .

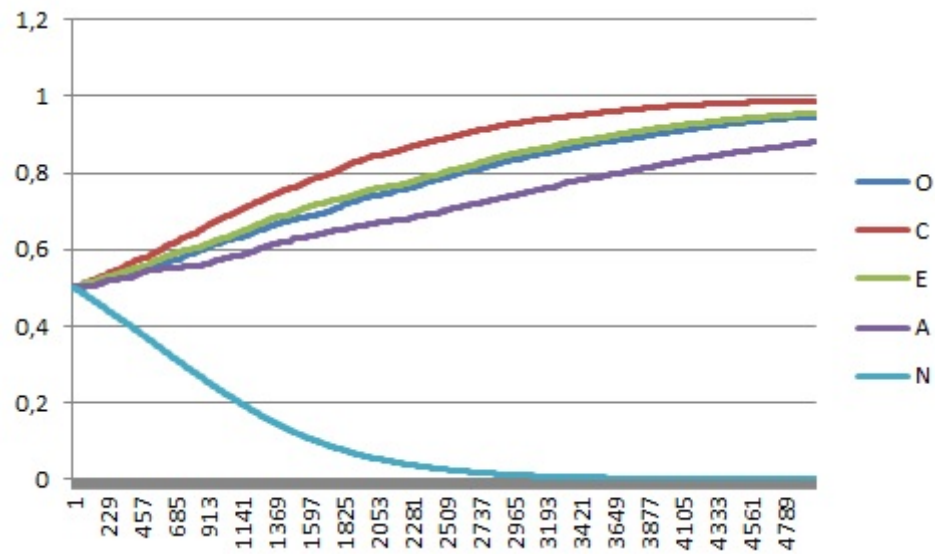
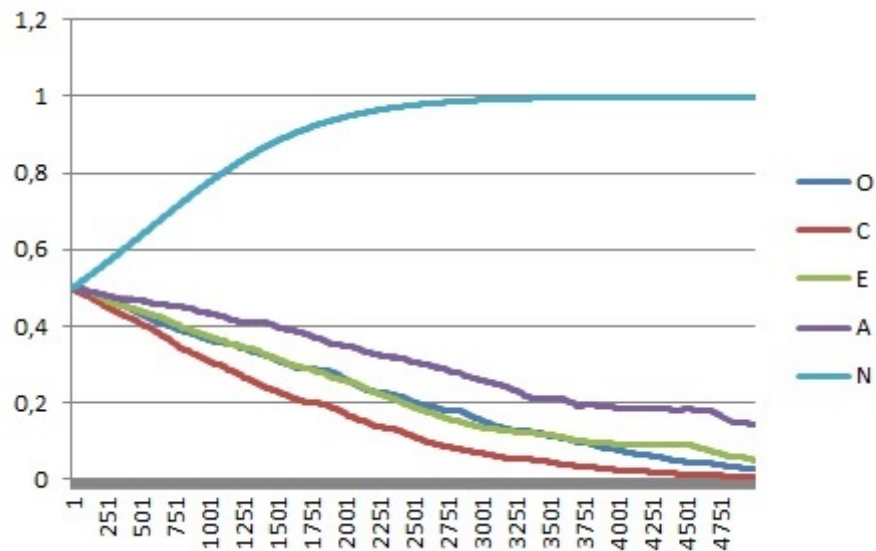
simulação foram as mesmas da simulação citada anteriormente, possibilitando a comparação entre os resultados com e sem influência de  $pBio$ .

Na figura 16 é demonstrado o comportamento com  $C = 0$  e com a maioria das emoções "boas". E na figura 17 é demonstrado o comportamento quando a maioria das emoções sentidas são "ruins". Na tabela 7 são apresentados os valores comparativos destas duas simulações, mostrando os resultados finais de cada peso OCEAN. Na tabela 8 pode-se encontrar um comparativo entre a tabela 6 e 7, para melhor visualizar o comportamento de quando o Agente é influenciado pelo ambiente (social) e por  $pBio$ , e quando é influenciado apenas pelo ambiente (social).

Por fim, como uma última comparação para validação do modelo, e para demonstrar o quanto a variação de  $pBio$  pode influenciar no resultado final da personalidade do Agente, foi executada a mesma simulação demonstrada pela figura 14, porém com valores  $pBio$  diferentes, podendo ser visualizada na figura 18. A tabela 9 mostra a comparação entre estes dois resultados.

Tabela 6: Comparação entre os valores OCEAN finais das simulações das figuras 14 e 15.

	Emoções Boas				
$pBio$	O = 0,55	C = 0,75	E = 0,42	A = 0,6	N = 0,3
Início	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Fim	0,786465	0,967532	0,643109	0,763326	0,0222358
	Emoções Ruins				
$pBio$	O = 0,55	C = 0,75	E = 0,42	A = 0,6	N = 0,3
Início	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Fim	0,309339	0,573858	0,172379	0,46779	0,499694

Figura 16: Simulação executando mais emoções boas em Agente, não utilizando *pBio*.Figura 17: Simulação executando mais emoções ruins em Agente, não utilizando *pBio*.

Após demonstrar algumas simulações realizadas para a validação do modelo genérico, é necessário demonstrar o comportamento do modelo como um todo, demonstrando as principais características e comportamento do modelo.

Tabela 7: Comparação entre os valores OCEAN finais sem  $pBio$ .

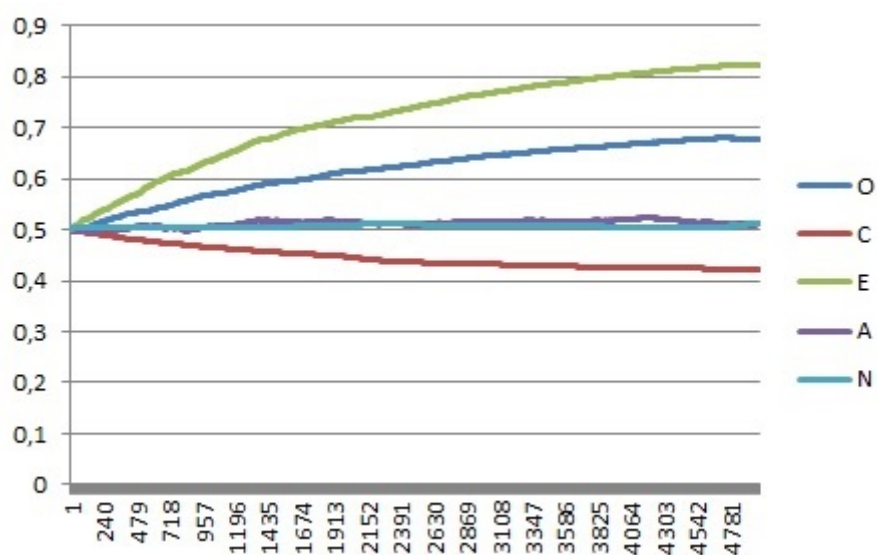
	Emoções Boas				
$pBio$	-	-	-	-	-
Início	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Fim	0,947586	0,989346	0,956513	0,88248	0,00047109
	Emoções Ruins				
$pBio$	-	-	-	-	-
Início	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Fim	0,0279546	0,00724534	0,0510045	0,141036	0,999654

Tabela 8: Comparação dos os valores OCEAN finais com e sem  $pBio$ , referente as figuras 14, 15, 16 e 17.

	Emoções Boas				
$pBio$	O = 0,55	C = 0,75	E = 0,42	A = 0,6	N = 0,3
Início	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Fim	0,786465	0,967532	0,643109	0,763326	0,0222358
$pBio$	-	-	-	-	-
Início	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Fim	0,947586	0,989346	0,956513	0,88248	0,00047109
	Emoções Ruins				
$pBio$	O = 0,55	C = 0,75	E = 0,42	A = 0,6	N = 0,3
Início	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Fim	0,309339	0,573858	0,172379	0,46779	0,499694
$pBio$	-	-	-	-	-
Início	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Fim	0,0279546	0,00724534	0,0510045	0,141036	0,999654

Tabela 9: Comparação entre resultados da figura 14 com a figura 18.

	Emoções Boas				
$pBio$	O = 0,55	C = 0,75	E = 0,42	A = 0,6	N = 0,3
Início	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Fim	0,786465	0,967532	0,643109	0,763326	0,0222358
$pBio$	O = 0,45	C = 0,25	E = 0,58	A = 0,4	N = 0,7
Início	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Fim	0,677876	0,422444	0,823539	0,512053	0,51165

Figura 18: Simulação executando mais emoções boas em Agente, utilizando *pBio*.

## 4.2 A simulação multiagente

O ambiente multiagente foi simulado com a utilização de 4 agentes distintos. Cada simulação continha 10000 iterações e foram realizadas 100 simulações do cenário, para se ter um comportamento médio padrão e tentando excluir a randomicidade inicial do modelo.

O modelo proposto se comporta da seguinte forma: quando o ambiente é hostil, os agentes nele inseridos tendem a ficar com seus pesos de personalidade baixos, com excessão de *Neuroticism* o qual funciona de modo contrário dos demais pesos. E, de modo contrário, quando os agentes estão inseridos em um ambiente amigável, seus pesos OCEAN tendem a subir, com excessão de *Neuroticism* que tende baixar.

Entretando, existem várias formas de tornar o ambiente hostil ou amigável. As principais variáveis por alterar o ambiente são os pesos OCEAN de cada agente, a quantidade de dias que um agente tem para consumir um recurso diferente e a quantidade de recursos extras que o agente produz por dia.

A personalidade de cada agente, através dos pesos OCEAN, é capaz de modificar o ambiente(modificando a sociedade), pois como já foi explicado, um agente com alto nível de *Altruism*, por exemplo, aceita muitas trocas e solicita muitas trocas boas, deixando o ambiente melhor e mais amigável. Já a quantidade de dias que um agente tem para consumir um novo recurso é importante, pois diz o quanto o agente pode ficar "parado" apenas armazenando recurso próprio. Se esta quantidade de dias for muito baixa, o ambiente será mais hostil, pois os agentes estarão em constante tentativas de trocas, e com alto consumo de recursos, talvez nem sempre terão recursos suficientes para troca. Um agente que precisa consumir um produto novo a cada dois dias, tem mais chances de morrer do que um que precisa consumir a cada cem dias, por exemplo.

E a quantidade de recursos extras que cada agente produz por dia, é também essencial por tornar o ambiente hostil ou não, pois é através deste parâmetro que os agentes terão ou não recursos para solicitar trocas. Se o valor de produção excedente for baixo, os agentes viverão em um local hostil, com poucos recursos e consequentemente farão poucas trocas. Já em um sistema onde a produção de recursos excedentes é alta, os agentes terão mais recursos disponíveis, tanto para solicitar trocas como para aceitar solicitações de troca.

A análise dos resultados da seção foram realizados da seguinte forma: será demonstrado um ambiente "ideal" onde há uma quantidade razoável de recursos produzidos por dia, e um ambiente onde há escassez de recursos. Estas duas



simulações serão comparadas, assim como os valores de dias sobrevividos pelo agente, a quantidade de trocas realizadas e as médias finais dos pesos OCEAN. A tabela ?? demonstra os parâmetros utilizados nas simulações realizadas. É demonstrado o tipo de ambiente em que o agente foi inserido, assim como a sociedade. Os pesos  $pBio$  demonstrados são referentes ao agente analisado.

Tabela 10: Parâmetros utilizados nas simulações comparadas

Simulações	Ambiente	Sociedade	$pBio$				
			O	C	E	A	N
S1	Amigável	Amigável	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
S2	Amigável	Hostil	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
S3	Hostil	Amigável	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
S4	Hostil	Hostil	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
S5	Amigável	Amigável	0,9	0,9	0,9	0,9	0,1
S6	Amigável	Amigável	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9

Para facilitar a análise, foi inserido um agente com  $pBio$  (0,5; 0,5; 0,5; 0,5; 0,5) e os demais agentes com suas  $pBio$  com valores perto dos extremos, e o agente alvo das análises será o de  $pBio$  média (0,5).

Na primeira simulação foi definida a  $pBio$  dos agentes como (0,9; 0,9; 0,9; 0,9; 0,1), o valor de recursos produzidos por dia para cada agente ( $Rdia$ ) como 5, e a quantidade de dias para consumir um tipo diferente de recurso ( $QTDdia$ ) como 5 também. Este último não foi alterado durante as simulações. Na tabela 11 estão os parâmetros utilizados para a primeira simulação.

Tabela 11: Valores dos parâmetros utilizados na primeira simulação.

Simulação 1							
	O ( $pBio$ )	C ( $pBio$ )	E ( $pBio$ )	A ( $pBio$ )	N ( $pBio$ )	$QTDdia$	$Rdia$
Agente0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	5	5
Agente1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,1	5	5
Agente2	0,9	0,9	0,9	0,9	0,1	5	5
Agente3	0,9	0,9	0,9	0,9	0,1	5	5

Estes parâmetros simulam um ambiente amigável, pelas variáveis referentes aos recursos e também pelos agentes. Logo, um agente inserido nestas condições tende a aumentar os valores de OCEAN, com excessão de Neuroticism, que tende a baixar.

A segunda simulação, utiliza os mesmos parâmetros de recursos, mas os agentes tem  $pBio$  diferentes, os valores utilizados na segunda simulação podem ser visualizados na tabela 12.

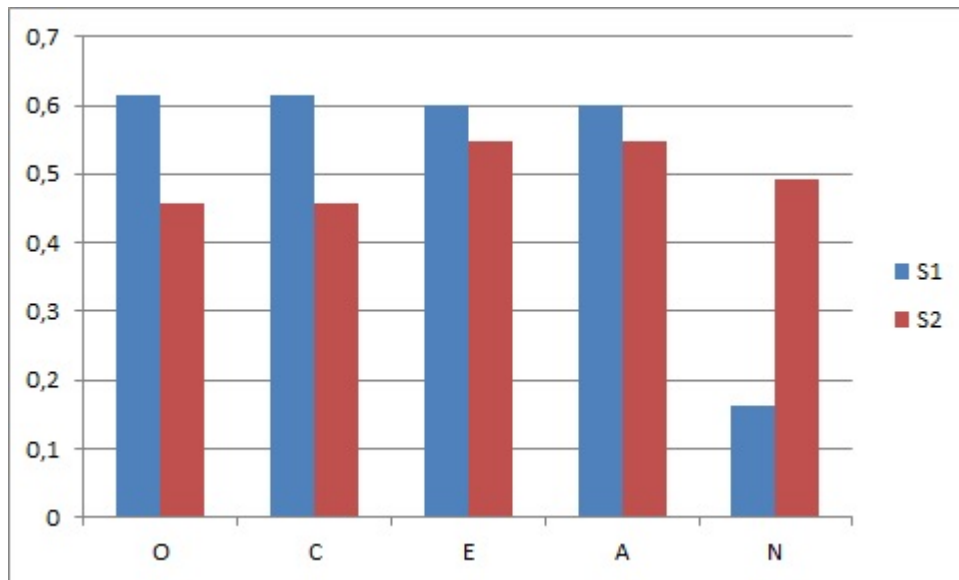
Os valores OCEAN finais destas duas configurações de simulação estão representados na figura 19, onde S1 é referente à primeira simulação e S2 referente

Tabela 12: Valores dos parâmetros utilizados na segunda simulação.

Simulação 2							
	O ( <i>pBio</i> )	C ( <i>pBio</i> )	E ( <i>pBio</i> )	A ( <i>pBio</i> )	N ( <i>pBio</i> )	<i>QTDdia</i>	<i>Rdia</i>
Agente0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	5	5
Agente1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5	5
Agente2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5	5
Agente3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5	5

à segunda. A figura 20 apresenta a comparação entre os valores da média de dias vividos pelo Agente0 nas duas simulações, o qual é um parâmetro que pode demonstrar como um ambiente é mais hostil que outro.

Figura 19: Comparação entre os valores de personalidade finais para S1 e S2.



Estes mesmos valores são representados de forma numérica na tabela 13.

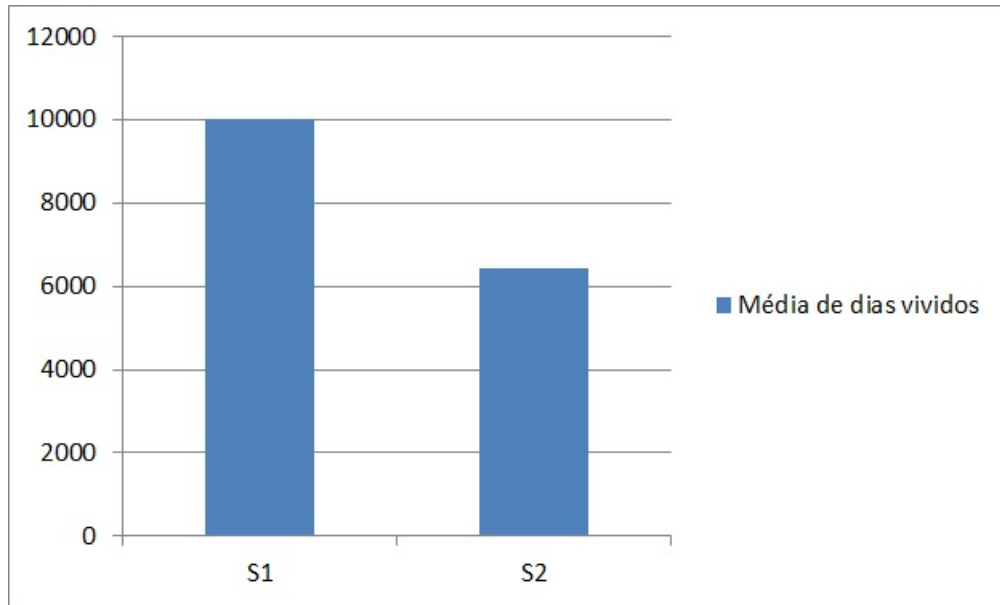
Tabela 13: Comparação das características finais do Agente 0 entre as simulações S1 e S2.

	O	C	E	A	N	Média de dias vividos
S1	0,613597695	0,61359575	0,599993546	0,599989	0,163143	10000
S2	0,45692914	0,456934228	0,547484084	0,547482	0,492084	6423
Desvio S1	0,003481252	0,003481212	2,19E-05	2,19E-05	0,011507	-
Desvio S2	0,07575408	0,075746742	0,037940173	0,037938	0,045771	-

Como pode ser visto, a variação da personalidade entre as duas simulações não foi tão grande. Entretanto, isto ocorre pelo fato da *pBio* do Agente 0 ser (0,5; 0,5; 0,5; 0,5; 0,5). Isto acaba influenciando a personalidade do agente para que continue no 'meio termo'.

Como já explicado, este primeiro ambiente de estudo é um ambiente amigável, que contém na primeira simulação, uma sociedade mais amigável e na segunda

Figura 20: Comparação entre as médias de dias sobrevividos para Agente0 durante S1 e S2.



simulação uma sociedade mais hostil, comparando estes resultados é possível perceber a variação que a sociedade causa no agente estudado.

Agora serão demonstradas outras duas simulações, onde, novamente, existe uma sociedade mais amigável e uma mais hostil. Porém, desta vez a simulação, é realizada em um ambiente hostil.

Os parâmetros utilizados para realização das simulações, foram parecidos com os anteriormente apresentados, modificando apenas a quantidade de recursos produzidos por dia. As tabelas 14 e 15 demonstram os valores utilizados nas simulações S3 e S4.

Tabela 14: Valores dos parâmetros utilizados na simulação S3.

Simulação 3							
	O ( <i>pBio</i> )	C ( <i>pBio</i> )	E ( <i>pBio</i> )	A ( <i>pBio</i> )	N ( <i>pBio</i> )	<i>QTDdia</i>	<i>Rdia</i>
Agente0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	5	1
Agente1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,1	5	1
Agente2	0,9	0,9	0,9	0,9	0,1	5	1
Agente3	0,9	0,9	0,9	0,9	0,1	5	1

Tabela 15: Valores dos parâmetros utilizados na simulação S4.

Simulação 4							
	O ( <i>pBio</i> )	C ( <i>pBio</i> )	E ( <i>pBio</i> )	A ( <i>pBio</i> )	N ( <i>pBio</i> )	<i>QTDdia</i>	<i>Rdia</i>
Agente0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	5	1
Agente1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5	1
Agente2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5	1
Agente3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5	1

O resultado desta simulação, com a média dos pesos OCEAN finais do Agente 0 está demonstrada na figura 21. Já as médias de dias vividos em cada simulação são comparadas na figura 22, e uma representação numérica desta comparação é apresentada na tabela 16.

Figura 21: Comparação entre os valores de personalidade finais para S3 e S4.

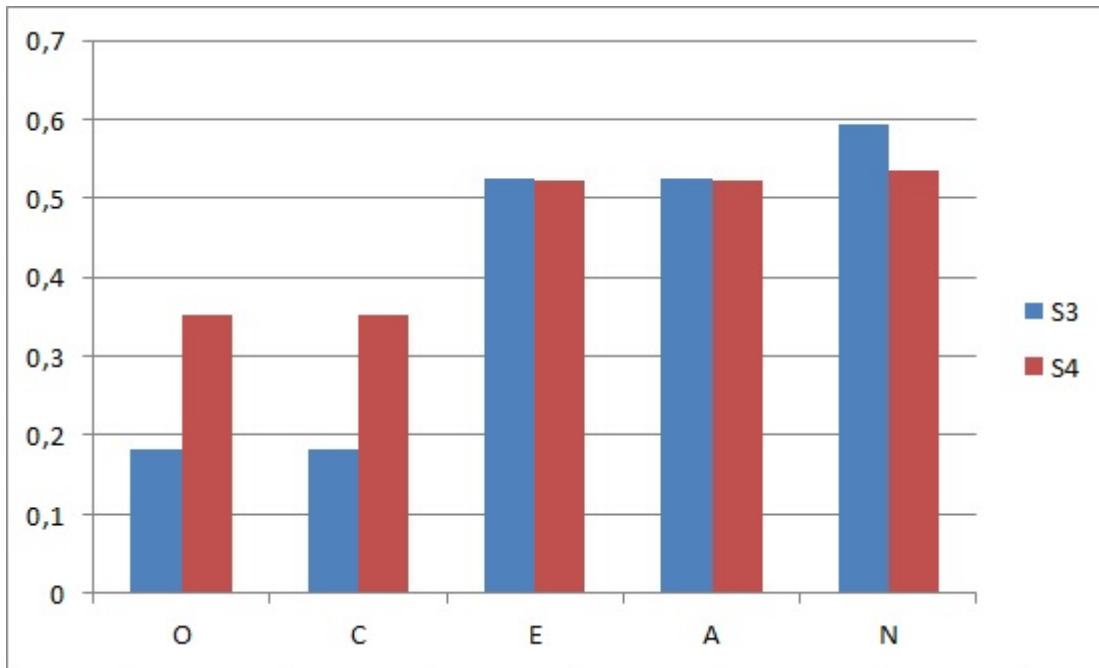
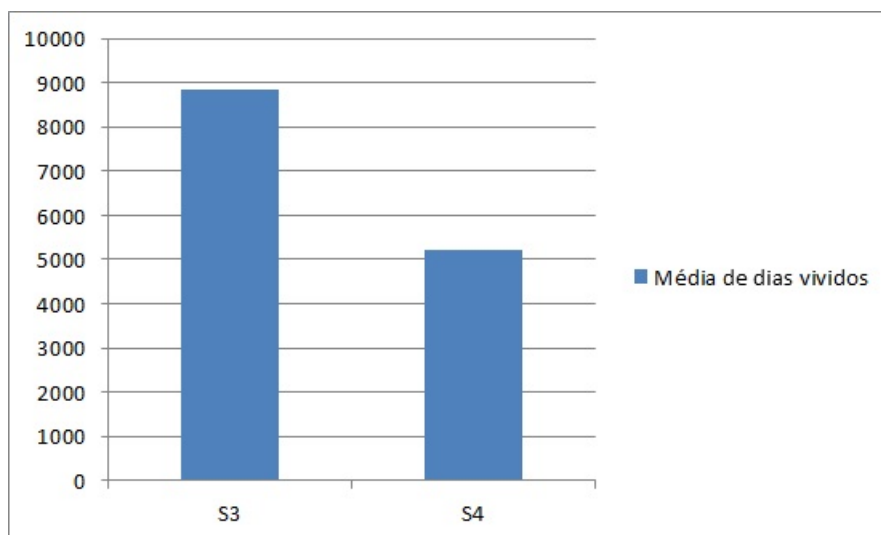


Figura 22: Comparação entre as médias de dias sobrevividos para Agente 0 durante S3 e S4.



Como pode ser visto, quando inserido em um ambiente hostil, os agentes tendem a ter uma vida menor, e de qualquer forma acabam sofrendo influências que tornam os seus pesos de personalidade baixos, com excessão de *Neuroticism*.

Tabela 16: Comparação das características finais do Agente 0 entre as simulações S3 e S4.

	O	C	E	A	N	Média de dias vividos
S3	0,182105	0,182128	0,523714	0,523713	0,593567	8845
S4	0,352128	0,352143	0,521697	0,521696	0,535862	5229
Desvio S3	0,110856	0,110849	1,02E-02	0,010193	0,02924	-
Desvio S4	0,085699	0,085699	0,220952	0,220954	0,190723	-

Um ponto que deve ser destacado nesta simulação, é o fato de que quando um agente foi inserido em um ambiente hostil com uma sociedade mais amigável, o seu peso OCEAN variou mais do que quando este agente foi inserido em um mesmo ambiente hostil e com uma sociedade hostil.

Isto ocorre porque na simulação S4, o ambiente se torna tão hostil, que o agente não consegue nem mesmo sobreviver direito, morrendo muitas vezes antes mesmo de chegar a centésima iteração da simulação. Esta diferença entre os dias sobrevividos pode ser visualizada na figura 22. Ou seja, como o Agente começa a simulação com seus pesos OCEAN em 0,5, ao morrer muito rápido, praticamente não dá tempo destes pesos sofrerem alterações. O que já acontece de forma diferente na simulação S3, onde o Agente consegue sobreviver mais, mas pela hostilidade do ambiente, e este tempo de vida maior faz seus pesos OCEAN decrementarem mais ainda.

Por fim, foram realizadas duas últimas simulações, as quais tinham um ambiente amigável com uma sociedade amigável, assim como a primeira simulação demonstrada nesta seção. Entretanto, essas simulações foram feitas com o Agente 0 contendo pesos  $pBio$  diferente. Em uma, o seu  $pBio$  fazia com que ele fosse amigável, e na outra não. Estas simulações foram realizadas a fim de comparar com a primeira simulação e demonstrar como o fator biológico pode influenciar a personalidade final do agente. As tabelas 17 e 18 contém os valores setados para as simulações S5 e S6.

Tabela 17: Valores dos parâmetros utilizados na simulação S5.

Simulação 5							
	O ( $pBio$ )	C ( $pBio$ )	E ( $pBio$ )	A ( $pBio$ )	N ( $pBio$ )	$QTDdia$	$Rdia$
Agente0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,1	5	5
Agente1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,1	5	5
Agente2	0,9	0,9	0,9	0,9	0,1	5	5
Agente3	0,9	0,9	0,9	0,9	0,1	5	5

Na figura 23, pode-se visualizar a comparação entre as personalidades finais do Agente 0, quando inserido em um mesmo ambiente amigável, porém com seus pesos de  $pBio$  completamente diferentes. A figura 24 demonstra uma

Tabela 18: Valores dos parâmetros utilizados na simulação S6.

Simulação 6							
	O ( <i>pBio</i> )	C ( <i>pBio</i> )	E ( <i>pBio</i> )	A ( <i>pBio</i> )	N ( <i>pBio</i> )	QTDDia	Rdia
Agente0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5	5
Agente1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,1	5	5
Agente2	0,9	0,9	0,9	0,9	0,1	5	5
Agente3	0,9	0,9	0,9	0,9	0,1	5	5

comparação entre os dias sobrevividos por este Agente nas duas configurações diferentes. E na tabela 19 é feita uma comparação numérica destes resultados.

Figura 23: Comparação entre os valores de personalidade finais para S5 e S6.

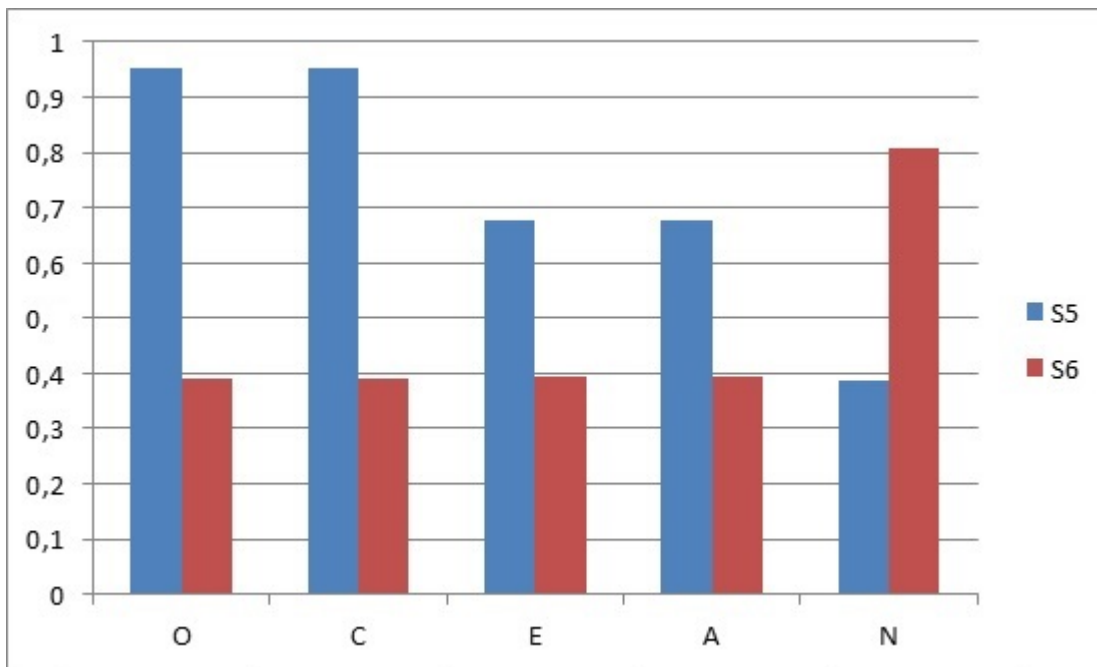
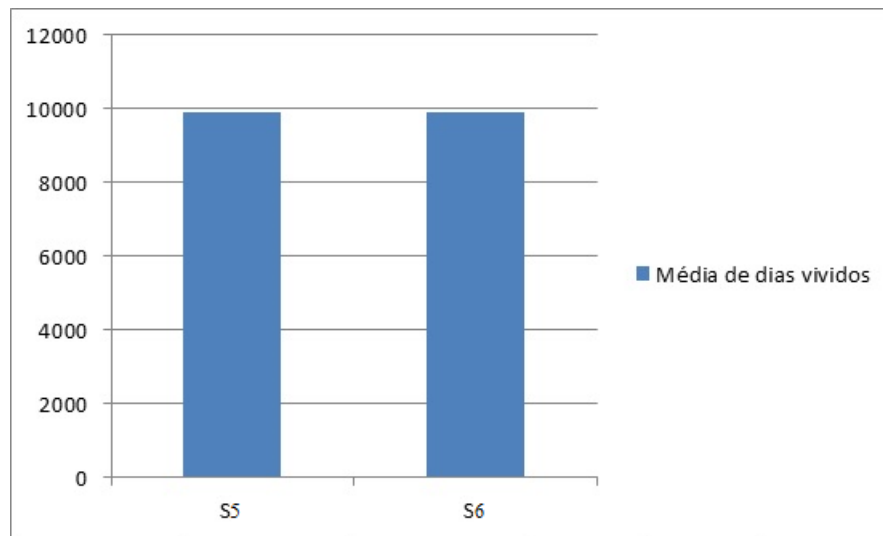


Tabela 19: Comparação das características finais do Agente0 entre as simulações 5 e 6

	O	C	E	A	N	Média de dias vividos
S5	0,951125466	0,951121481	0,676922476	0,676915481	0,387177	9900
S6	0,389023517	0,389033205	0,393435859	0,393440657	0,807095	9900
Desvio S5	0,045543346	0,045542948	1,79E-02	0,017890854	0,011674	-
Desvio S6	0,016996282	0,016994879	0,010826273	0,010825787	0,031004	-

Como pode ser visualizado, na simulação S5, o agente obteve alguns de seus pesos acima ou próximos ao seu valor de *pBio*. Já na simulação S6, os pesos OCEAN do Agente não chegaram tão próximos à seu *pBio* definido, pois, por mais baixo que seja o nível de sua personalidade biológica, ele acabou sendo influenciado pela sociedade em que se encontrava, e acabou não chegando tão próximo de seus pesos de personalidade biológica como o Agente da simulação S5 chegou.

Figura 24: Comparação entre as médias de dias sobrevividos para Agente 0 durante S5 e S6.



Estas simulações demonstram os fatores envolvidos na adaptabilidade do agente de acordo com o ambiente e a sociedade em que ele é inserido. Demonstram também que os métodos desenvolvidos durante a proposta do trabalho funcionam de maneira genérica e eficaz.





## 5

# Conclusão e Trabalhos Futuros

Neste trabalho foi demonstrado como é possível realizar uma simulação multiagente onde cada agente tem sua própria personalidade, a qual influencia diretamente em seus desejos e em seus objetivos finais.

O trabalho propôs primeiramente um modelo para integrar emoção e personalidade em agentes, e que funciona de forma adaptativa. Foi proposto também um modelo de mundo simples e com regras simples, para ser utilizado em implementações que utilizam SMA. Modelo este que pode ser usado para simular problemas que envolvem teoria dos jogos, trocas sociais ou até mesmo modelos multiagente que simulam competição ou cooperação entre agentes.

Além destes dois modelos, foi demonstrada uma metodologia para utilizar a personalidade em agentes, com a finalidade de trabalhar com a tomada de decisão do mesmo. Propondo como pode ser definida a personalidade para que elas interfiram nas ações do agente. A partir desta metodologia, é possível integrar a personalidade de um agente para diversas aplicações.

A principal contribuição do trabalho está no modo em que as emoções sentidas são capazes de modificar a personalidade do agente. Uma vez que este modelo pode ser usado em aplicações onde é necessário que um agente se adapte à um meio. No estudo de caso, foram utilizados vários agentes que formavam uma sociedade, mas o modelo pode ser usado em outras aplicações, como jogos ou problemas que envolvem IHC (Interface Humano Computador), em que haja a necessidade de um agente se adaptar e realizar ações de acordo com seu fator de personalidade e com o ambiente à sua volta.

Foi possível também, com a aplicação estudada, verificar que um agente pode se adaptar ao meio em que vive, verificar que de acordo com as interações sociais realizadas pelo agente sua personalidade tende a variar. Verificando assim a adaptação social que o agente sofre, ou seja, uma vez que o ambiente é hostil, o agente se tornará mais hostil para melhor sobreviver por exemplo.

Como trabalhos futuros, espera-se desenvolver um sistema de reputação entre os agentes, onde tem-se uma “memória” sobre as trocas anteriormente realizadas (boas ou ruins) para que a escolha de um agente para solicitar trocas,

possa ser influenciada por outras métricas. Deseja-se modificar a parte das escolhas das emoções sentidas, de forma que uma rede neural faça as escolhas das emoções, bem como um sistema utilizando lógica Fuzzy, para comparar os resultados e verificar quais modelos tem um melhor comportamento. Também é necessário que se entenda mais a fundo o funcionamento do comportamento humano, a fim de melhorar as métricas utilizadas e aproximá-las o máximo possível da realidade do comportamento humano.

## Referências

- BERCHT, M. *Em Direção a Agentes Pedagógicos com Dimensões Afetivas*. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. Citado na página 29.
- CAPRARA, G. V.; CERVONE, D. *Personality: Determinants, Dynamics, and Potentials*. [S.l.]: Cambridge University Press, 2000. Citado na página 25.
- CARBONELL, J. G. Computer models of human personality traits. *Carnegie Mellon University, Computer Science Department*, 1979. Citado na página 33.
- COSTA, P.; JR. MCCRAE, R. Revised neo personality inventory (neo-pi-r) and neo five-factor inventory (neo-ffi). *FL: Psychological Assessment Resources.*, 1992. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 33.
- DIGMAN, J. Personality structure: Emergence of the five-factor model. *Annual Review of Psychology*, v. 41, p. 417–440, 1990. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 33.
- DIMURO, G. et al. Interval-valued hidden markov models for recognizing personality traits in social exchanges in open multiagent systems. *Matemática Aplicada e Computacional*, 2008. Citado na página 37.
- EGGES, A.; KSHIRSAGAR, S.; MAGNENAT-THALMAN, N. Generic personality and emotion simulation for conversational agents. *Computer Animation and Virtual Worlds*, v. 15, n. 1, p. 1–13, 2004. Citado 5 vezes nas páginas 36, 37, 38, 39 e 50.
- ELSTER, J. *Strong Feelings: Emotion, Addiction, and Human Behavior*. [S.l.]: MIT Press, 2000. Citado na página 25.
- FERBER, J. *Multi-agent systems: An introduction to distributed artificial intelligence*. [S.l.]: Addison-Wesley, 1999. Citado na página 33.
- GOLDBERG, L. The structure of phenotypic personality traits. *American Psychologist*, v. 48, p. 26–34, 1993. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 33.
- GRATCH, J.; MARSELLA, S. Modeling emotions in the mission rehearsal exercise. *Conference on Computer Generated Forces and Behavioral Representation*, 2001. Citado na página 29.
- HENDERSON, N. D. Human behavior genetics. *Annual Review of Psychology*, v. 33, p. 403–440, February 1982. Citado na página 25.
- KAGAN, J. et al. *Strong Feelings: Emotion, Addiction, and Human Behavior*. [S.l.: s.n.], 1994. Citado na página 25.
- MARSELLA, S.; GRATCH, J.; PETTA, P. Computational models of emotion. *Oxford: Oxford University Press*, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 30.

- MENDEL, J. M. *Uncertain Rule-Based Fuzzy Logic Systems: Introduction and New Directions*. [S.l.]: Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 2001. 555 p. Citado na página 37.
- NEVES, F. d. S. *Modelagem de Emoções utilizando Redes Bayesianas*. 2014. Citado 2 vezes nas páginas 36 e 38.
- ORTONY, A.; CLORE, G. L.; COLLINS, A. *The Cognitive Structure of Emotions*. [S.l.]: Cambridge University Press., 1988. Citado 3 vezes nas páginas 26, 29 e 30.
- READ, S. J. et al. A neural network model of the structure and dynamics of human personality. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, v. 117, n. 1, p. 61–92, 2010. Citado na página 33.
- REZENDE, S. O. *Sistemas Inteligentes: Fundamentos e aplicações*. [S.l.]: Manole, 2003. Citado na página 35.
- RUSSELL, S.; NORVIG, P. *Artificial Intelligence A Modern Approach*. [S.l.]: New Jersey: Prentice Hall, 2003. Citado na página 36.
- SANDER, D.; SCHERER, K. R. *THE OXFORD COMPANION TO EMOTION AND THE AFFECTIVE SCIENCES*. [S.l.]: Oxford: Oxford University Press, 2009. 140-151 p. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 36.
- SANDER, D.; SCHERER, K. R. *THE OXFORD COMPANION TO EMOTION AND THE AFFECTIVE SCIENCES*. [S.l.]: Oxford: Oxford University Press, 2009. 304-305 p. Citado na página 33.
- SANTOS, A. V. dos. *Avaliação Fuzzy de Trocas Sociais entre Agentes com Personalidade*. 2008. Citado 2 vezes nas páginas 37 e 38.
- SKINNER, B. F. *SCIENCE AND HUMAN BEHAVIOR*. [S.l.]: Macmillan Company, 1965. Citado na página 25.
- TUPES, E.; CHRISTAL, R. Recurrent personality factors based on trait ratings. *Lackland Air Force Base, TX: Personnel Laboratory, Air Force Systems Command*, Technical Report ASD-TR-61-97, 1961. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 33.
- WOOLDRIDGE, M. *An Introduction to Multi-agent Systems*. [S.l.]: New York: Wiley, 2002. Citado na página 33.
- ZUCKERMAN, M. et al. A comparison of three structural models for personality: The big three, the big five, and the alternative five. *Journal of Personality and Social Psychology*, v. 65, n. 4, p. 756–768, 1993. Citado na página 32.

# Anexos



# ANEXO A –

## Matrizes de co-relação OCC x

## OCEAN

Figura 25: Matriz MEPO

TABELA DOS PESOS OCEAN PARA CADA EMOÇÃO					
	Openness	Conscientiousness	Extraversion	Agreeableness	Neuroticism
Joy	0.4	0.4	0.4	0.4	0.8
Distress	0.6	0.6	0.6	0.6	0.2
Happy-for	0.4	0.4	0.4	0.2	0.8
Pity	0.6	0.6	0.6	0.8	0.2
Gloating	0.4	0.4	0.4	0.2	0.8
Resentment	0.6	0.6	0.6	0.8	0.2
Hope	0.2	0.2	0.4	0.4	0.8
Fear	0.8	0.8	0.6	0.6	0.2
Satisfaction	0.2	0.2	0.4	0.4	0.8
Fears-Confirmed	0.8	0.8	0.6	0.6	0.2
Relief	0.2	0.2	0.4	0.4	0.8
Disappointment	0.8	0.8	0.6	0.6	0.2
Pride	0.4	0.2	0.2	0.4	0.8
Shame	0.6	0.8	0.8	0.6	0.2
Admiration	0.2	0.2	0.2	0.2	0.8
Reproach	0.8	0.8	0.8	0.8	0.2
Gratification	0.4	0.2	0.2	0.4	0.8
Remorse	0.6	0.8	0.8	0.6	0.2
Gratitude	0.4	0.2	0.2	0.2	0.8
Anger	0.6	0.8	0.8	0.8	0.2
Love	0.2	0.4	0.2	0.2	0.8
Hate	0.8	0.6	0.8	0.8	0.2

Figura 26: Matriz MEP1

TABELA DOS PESOS OCEAN PARA CADA EMOÇÃO					
	Openness	Conscientiousness	Extraversion	Agreeableness	Neuroticism
Joy	0.6	0.6	0.6	0.6	0.2
Distress	0.4	0.4	0.4	0.4	0.8
Happy-for	0.6	0.6	0.6	0.8	0.2
Pity	0.4	0.4	0.4	0.2	0.8
Gloating	0.6	0.6	0.6	0.8	0.2
Resentment	0.4	0.4	0.4	0.2	0.8
Hope	0.8	0.8	0.6	0.6	0.2
Fear	0.2	0.2	0.4	0.4	0.8
Satisfaction	0.8	0.8	0.6	0.6	0.2
Fears-Confirmed	0.2	0.2	0.4	0.4	0.8
Relief	0.8	0.8	0.6	0.6	0.2
Disappointment	0.2	0.2	0.4	0.4	0.2
Pride	0.6	0.8	0.8	0.6	0.2
Shame	0.4	0.2	0.2	0.4	0.8
Admiration	0.8	0.8	0.8	0.8	0.2
Reproach	0.2	0.2	0.2	0.2	0.8
Gratification	0.6	0.8	0.8	0.6	0.2
Remorse	0.4	0.2	0.2	0.4	0.8
Gratitude	0.6	0.8	0.8	0.8	0.2
Anger	0.4	0.2	0.2	0.2	0.8
Love	0.8	0.6	0.8	0.8	0.2
Hate	0.2	0.4	0.2	0.2	0.8



Figura 27: Matriz de influencia positiva e negativa OCC x OCEAN

NOVA TABELA DE ATUALIZAÇÃO DA PERSONALIDADE PARA CADA EMOÇÃO SENTIDA					
	Openness	Conscientiousness	Extraversion	Agreeableness	Neuroticism
Joy	+	+	+	+	-
Distress	-	-	-	-	+
Happy-for				+	-
Pity				+	+
Gloating				-	-
Resentment				-	+
Hope	+	+			
Fear	-	-			
Satisfaction	+	+			-
Fears-Confirmed	-	-			+
Relief	+	+			-
Disappointment	-	-			+
Pride		+	+		
Shame		-	-		
Admiration	+	+	+	+	
Reproach	-	-	-	-	
Gratification		+	+		-
Remorse		-	-		+
Gratitude		+	+	+	-
Anger		-	-	-	+
Love	+		+	+	-
Hate	-		-	-	+



# ANEXO B –

## Modelagem UML do sistema

Figura 28: Diagrama de classes do modelo

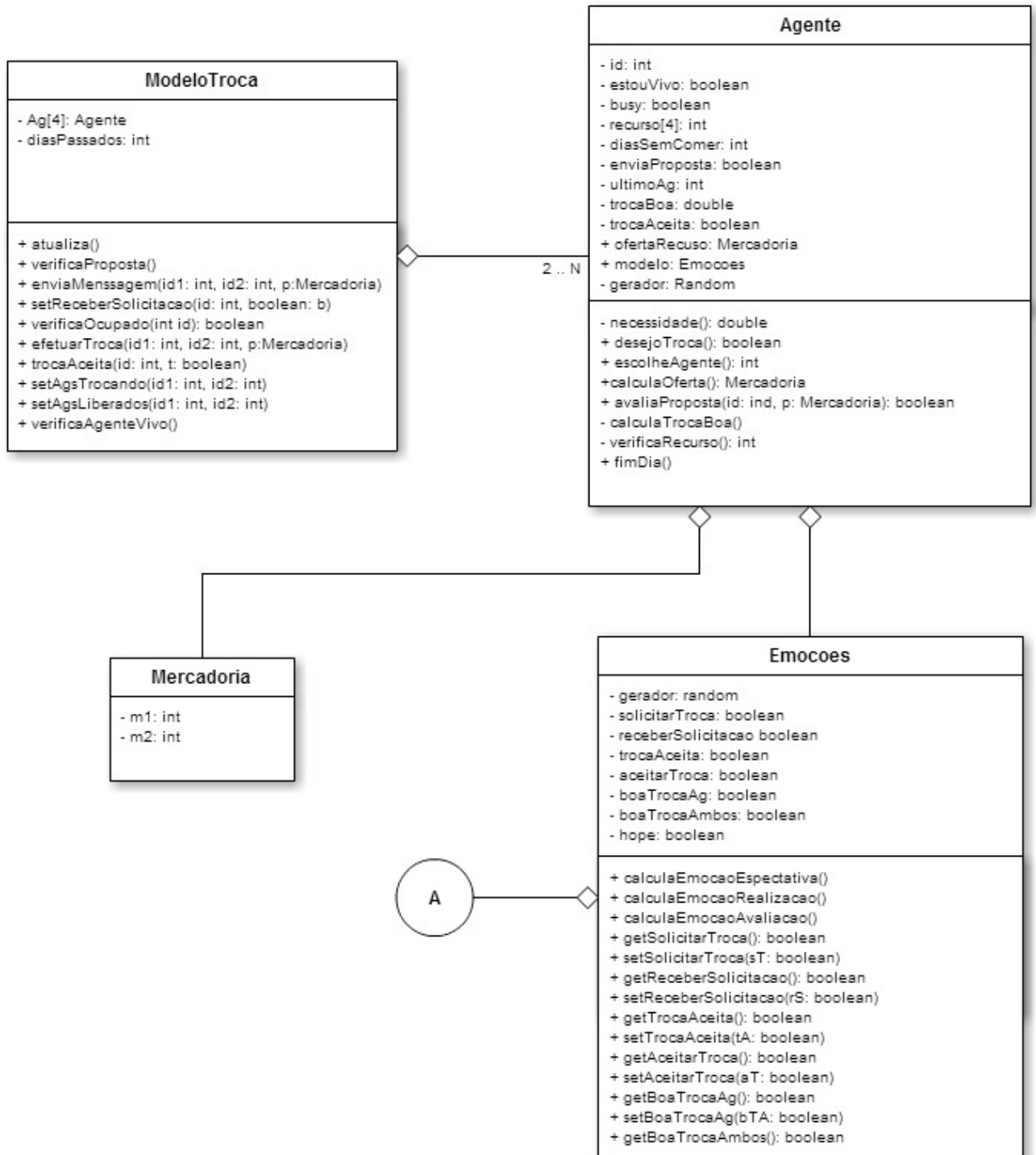
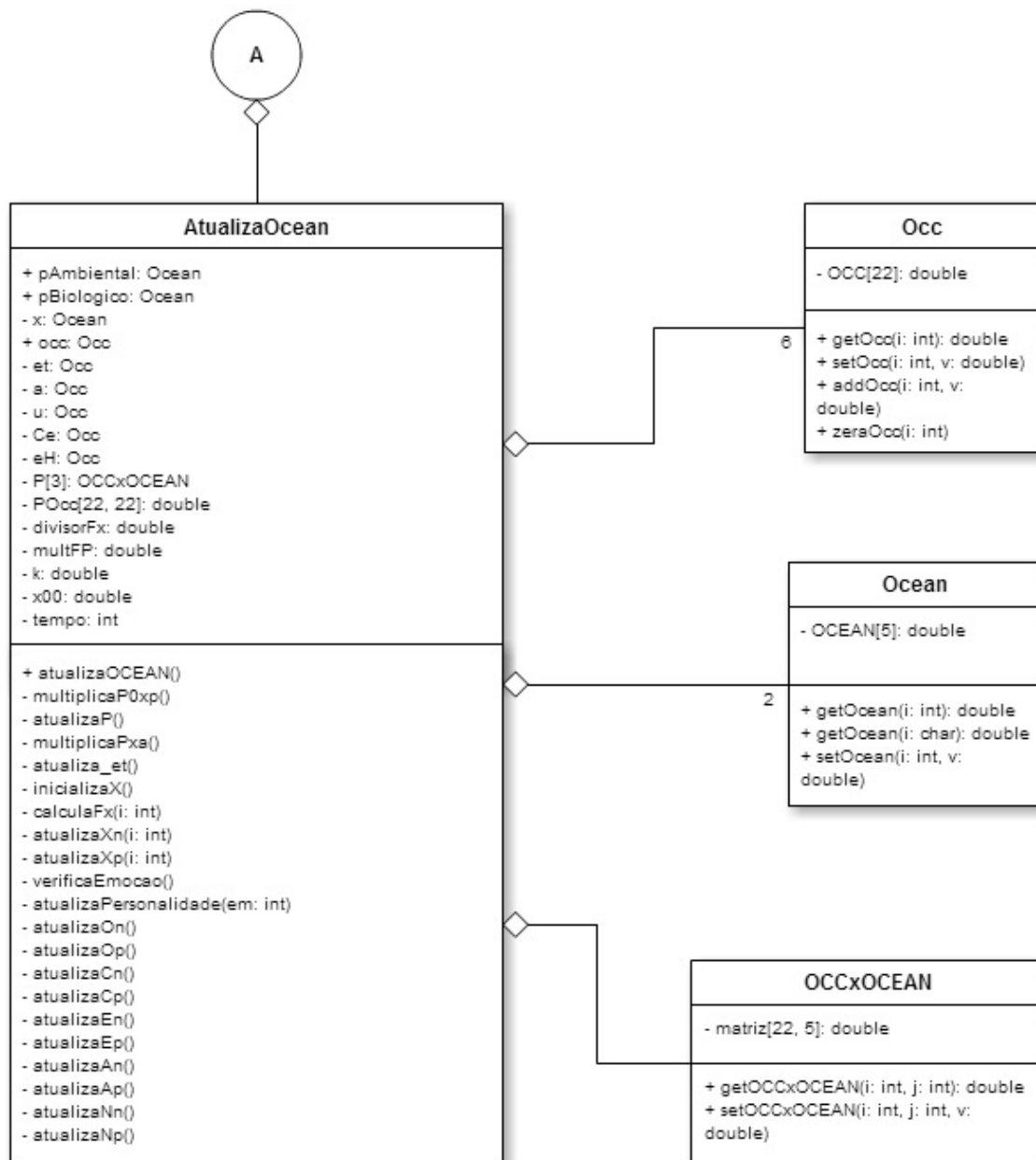


Figura 29: Diagrama de classes do modelo



## ANEXO C –

### Fluxograma de emoções completo

Figura 30: Fluxograma das emoções sentidas

