

# Rede Bayesiana de Emoções e sua Implementação em um Jogo Computacional baseado em Agentes

Gustavo Carneiro Fleck<sup>1</sup>, Adriano Werhli<sup>1</sup>, Diana F. Adamatti<sup>1</sup>

1 – Laboratório de Simulação Social e Ambiental – Centro de Ciências Computacionais

Universidade Federal de Rio Grande (LAMSA/C3/FURG) – Rio Grande – RS

gustavofleck@furg.br, werhli@gmail.com, dianaada@gmail.com

***Resumo.** Este artigo apresenta um estudo de caso onde é criado um jogo simples, onde os agentes têm personalidades baseadas no modelo de redes Bayesiana de emoções. Os resultados mostram que, dependendo as personalidades definidas, diferentes situações ocorrem, e com isso a jogabilidade é alterada.*

***Palavras-chave:** Sistemas Multiagentes, Rede Bayesiana de Emoções, Modelo OCC*

## 1. Introdução

A emoção humana é alvo de inúmeros estudos em diversas áreas do conhecimento, sendo o meio computacional uma delas. A Inteligência Artificial (IA) é uma área multidisciplinar que visa a simulação da capacidade humana de pensar, tomar decisões, resolver problemas e nesse caso, sentir. Os Sistemas Multiagentes oferecem a possibilidade de simular várias dessas situações através da interação, de agentes e o meio, resultando em uma representação, aproximada, do comportamento humano.

A Rede Bayesiana é uma ótima ferramenta a ser usada nessa simulação, pois nos oferece um raciocínio probabilístico onde podemos adicionar a imprevisibilidade ao agente, e assim obter uma representação mais aproximada, da mente humana.

Este artigo tem como objetivo, através de uma Rede Bayesiana baseada no modelo OCC de emoções anteriormente definida, desenvolver um jogo que conta com um agente com diferentes personalidades, a fim de simular um comportamento próximo da mente humana, mostrar a diferença de desempenho, e as emoções com maior relevância em cada personalidade.

O artigo está estruturado da seguinte maneira: a seção 2 apresenta o referencial teórico desse estudo. A seção 3 explica o estudo de caso implementado e os resultados obtidos. Na seção 4 são as conclusões e os trabalhos futuros.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1. Emoções e o Modelo OCC

As emoções são algo ainda incompreendido, de certa forma, na ciência, o que torna sua simulação algo muito mais complicado. A mente humana é imprevisível e é impossível criar um padrão para as emoções, já que todo o ser humano age de forma diferente ao receber os mesmos estímulos.

O modelo OCC de emoções foi proposto no livro “The Cognitive Structure of Emotions” (Ortony et al., 1988) por Ortony, Clore e Collins. Esse modelo é capaz de identificar a partir de estímulos gerados em um ambiente, as emoções que serão sentidas pelo agente. Ele usa três tipos de geradores de estímulos: eventos, agentes e objetos. Toda emoção gerada é resultado de um ou mais estímulos. O modelo é composto por 22 emoções, onze positivas e onze negativas, como mostra a Figura 1, e se baseia na diferenciação das reações de valências positivas e negativas, ou seja, a partir de um evento, variáveis são atribuídas a fim de gerar uma emoção positiva ou negativa.

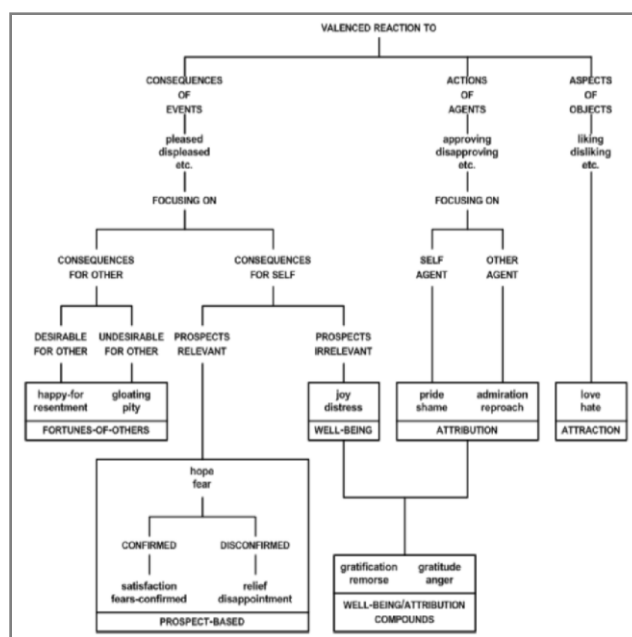


Figura 1. Estrutura do Modelo OCC (Ortony et al., 1988)

## 2.2. Redes Bayesianas

Tendo em vista as dificuldades encontradas para a modelagem de problemas reais, tais como falta de dados, impossibilidade de coleta e até mesmo imprecisão dos mesmos, optou-se pelo uso de um método que utiliza o raciocínio probabilístico, acreditando-se ser uma boa alternativa. As redes Bayesianas são modelos gráficos para raciocínio baseado na incerteza. Podemos defini-las como sendo uma combinação da Teoria Probabilística e a Teoria dos Grafos (Pearl, 1988). O tipo de probabilidade utilizado nas redes Bayesianas é o condicional. Esse tipo de probabilidade é o que depende de acontecimentos anteriores. Representa-se uma probabilidade condicional por  $P(A|B)$ , que significa a probabilidade de que o evento A ocorra dado a ocorrência de um evento B. As redes Bayesianas são compostas por nós, arestas, tem direção estabelecida e não possuem ciclos. Cada nó, ou nodo, representa a variável e as arestas assumem as probabilidades de ocorrer o evento.

## 2.3. Sistemas Multiagentes

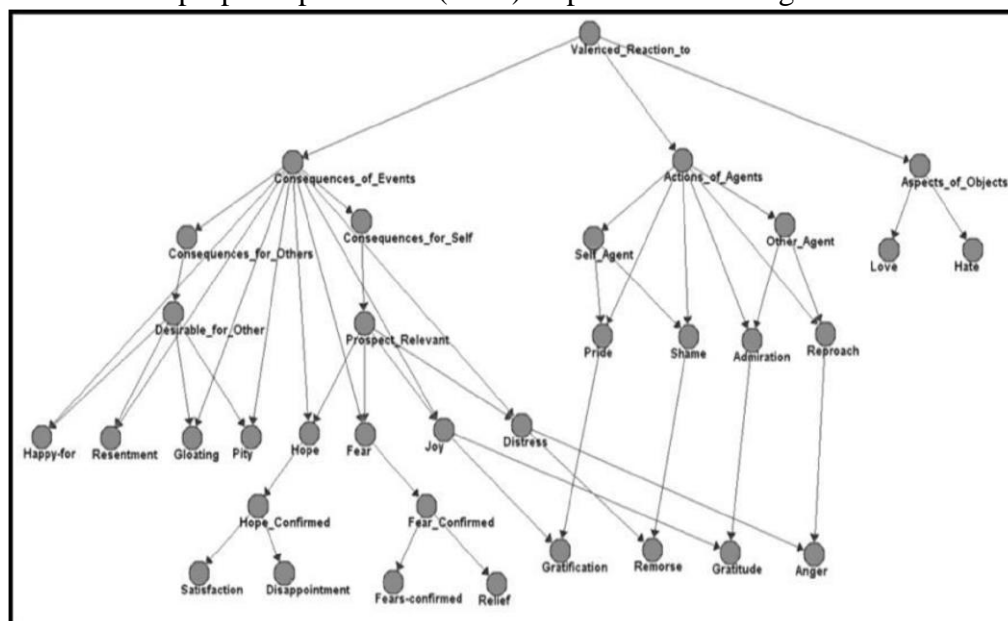
De mesma forma como nas organizações humanas as atividades, muitas vezes, são realizadas por um grupo de pessoas que trabalham de modo cooperativo, onde existem decisões individuais que afetam o grupo, em sistemas Multiagentes (SMA) as pessoas

são representadas por agentes artificiais, os quais se relacionam em um ambiente de forma a buscar soluções para problemas de forma cooperativa, compartilhando informações, evitando conflitos e coordenando a execução de atividades (Adamatti, 2003). Um agente é uma entidade computacional com um comportamento autônomo que lhe permite decidir suas próprias ações (Alvares e Sichman, 1997). Tratando-se de Sistemas Multiagentes, o fato dos agentes serem autônomos designa o fato dos agentes terem existência própria, independentemente da existência de outros agentes. As aplicações desenvolvidas sobre um SMA têm o objetivo de simular situações reais. Em uma simulação baseada em agentes, o fenômeno real é decomposto em um conjunto de elemento e suas interações. Para cada elemento é modelado como um agente, resultando em um modelo geral onde os agentes interagem entre si e com o ambiente (Frozza, 1997).

## 2.4. Modelo de Rede Bayesiana de Emoções

A Rede Bayesiana de Emoções foi desenvolvida por Neves (2014) com base no modelo OCC, levando em consideração o fato de possuir uma estrutura de simples tradução computacional e por ser um modelo bastante abrangente, e com isso adicionando a imprevisibilidade necessária nas emoções. Seu funcionamento é o mesmo do modelo OCC.

O modelo proposto por Neves (2014) é apresentado na Figura 3.

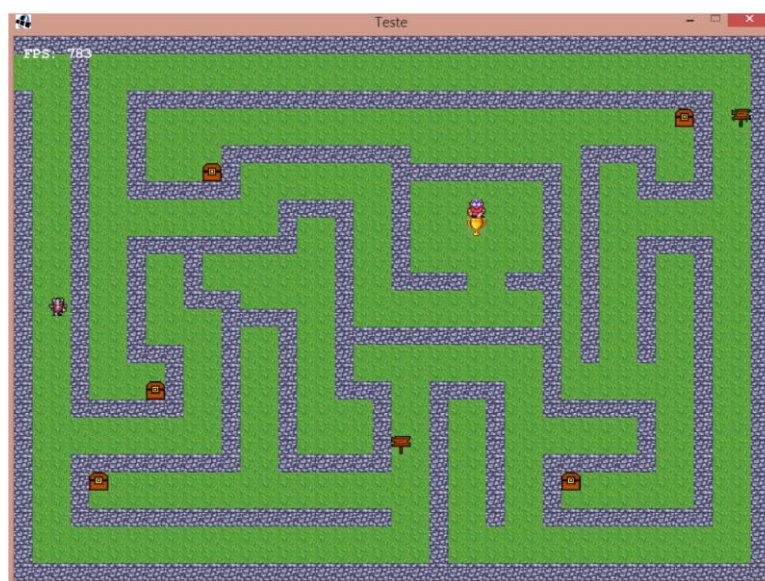


**Figura 3. Rede Bayesiana de emoções (Neves, 2014).**

## 3. Estudo de Caso

Após criação da rede Bayesiana e da definição das probabilidades, é necessário adicionar a rede Bayesiana de emoções a um ambiente multiagentes de forma a validá-la e propiciar a avaliação de sua eficácia. Então foi desenvolvido um cenário onde pode-se adicionar vários eventos e analisar o comportamento do agente.

Para este trabalho foi escolhido criar um jogo onde os NPCs (Non-Player Character) são tratados como agentes, e a partir disso, implementar a Rede Bayesiana de Emoções, de forma a gerar um sistema Multiagente mais complexo e com mais variáveis a serem analisadas. A Rede Bayesiana de emoções foi implementada junto ao código principal do jogo, que está na linguagem JAVA, para gerar emoções no NPC e mostrar as diferenças que essa rede pode trazer, fazendo com que o jogo, que à primeira vista seria igual em todas as situações, tenha a imprevisibilidade do estado emocional do NPC. Mudando assim a jogabilidade e muitas vezes o caminho para chegar ao objetivo final.



**Figura 4. Interface do labirinto.**

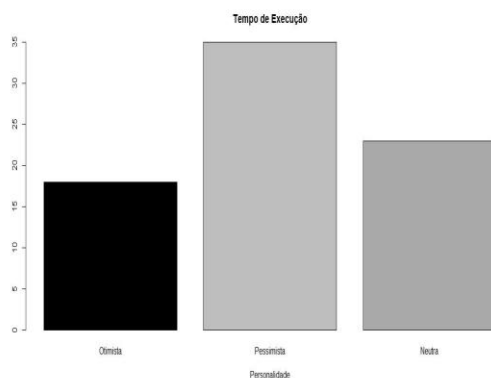
No jogo proposto, o jogador tem que chegar ao fim de um labirinto, onde ele pode encontrar eventos que alteram seu humor. Ao encontrar um jogador (humano), o agente (NPC) pode ser estimulado positivamente ou negativamente, dependendo do objetivo definido para ele. Também pode se deparar com duas placas que revelam sua posição em relação ao fim do labirinto, onde o jogador alcança seu objetivo, que também alteram seu comportamento. A Figura 4 apresenta a interface do jogo proposto (labirinto). Quando o NPC não está sobre o efeito de nenhuma emoção, ele tem uma velocidade moderada ao caminhar. Sobre o efeito de emoções positivas essa velocidade aumenta, e na presença de emoções negativas ela diminui e pode haver uma certa desorientação no agente. Para a análise de desempenho do agente sobre o efeito de cada personalidade, levou-se em conta o tempo necessário para alcançar o objetivo, onde quanto mais negativas suas emoções, maior o tempo gasto para chegar ao fim do labirinto.

### **3.1 Resultados**

Para definir as diferentes personalidades dos agentes foram feitas mudanças nas probabilidades das emoções base utilizadas na rede Bayesiana proposta em Neves (2014). As emoções consideradas positivas tiveram suas probabilidades de ocorrer aumentadas, dentro do código fonte da rede Bayesiana, de 95% para 99%, para a personalidade **otimista**, e as emoções consideradas ruins foram aumentadas de 95%

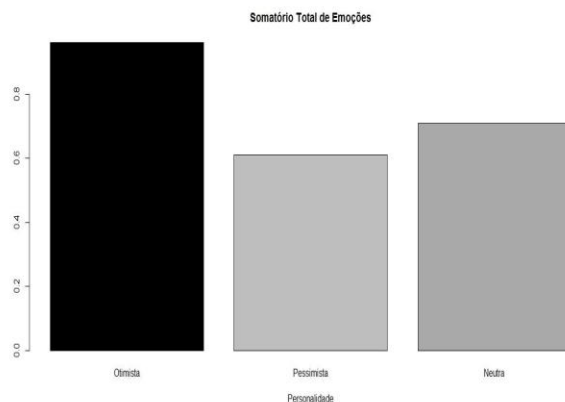
para 99%, para a personalidade **pessimista**. A personalidade **neutra** não sofreu nenhuma alteração, pois a probabilidade de emoções positivas deve ser a mesma de emoções negativas.

Com essas pequenas mudanças, pode-se observar uma real diferença entre as personalidades, tendo a personalidade neutra como base, quando o agente é definido como pessimista, ele se mostra menos eficaz no desempenho de sua tarefa. O contrário acontece ao se atribuir a personalidade otimista. Foi possível analisar a relação das emoções sentidas em cada personalidade com a conclusão da tarefa proposta para o agente. Todos os resultados obtidos são uma média de vinte execuções do jogo. Na figura 5, é possível demonstrar a diferença do tempo de execução em cada personalidade, onde as personalidades **otimista, pessimista e neutra** demoraram 18, 35 e 23 segundos, respectivamente.



**Figura 5. Tempo por personalidades.**

Na figura 6 pode-se ver a diferença do somatório total das emoções por personalidade. O agente **otimista** teve um somatório total de 0.96099363778; o **pessimista** de 0.61085707054; e o agente sobre o efeito da personalidade **neutra** teve um somatório total de emoções de 0.710249673273. Esse somatório é obtido através da soma de todas as emoções positivas e negativas geradas durante a execução e quanto maior o número, maior a intensidade das emoções positivas.



**Figura 6. Somatório das emoções por personalidade.**

## 5. Conclusões

Através da modelagem de emoções em sistemas multiagentes foi desenvolvido um jogo simples, onde as emoções do agente (NPC) alteram a forma como o jogo é executado. As emoções definidas para os agentes buscam, cada vez mais, uma proximidade com as emoções expressadas pelas pessoas. Através da utilização de um modelo de emoções é possível criar algoritmos para tomada de decisão de agentes artificiais.

A Rede Bayesiana foi aplicada com sucesso no cenário do labirinto, e se mostrou uma ótima alternativa para a modelagem de emoções em softwares que utilizem o Java como principal linguagem de programação.

O Sistema Multiagente desenvolvido (jogo) é formado por agentes cognitivos, e serve para simular as ações de um agente conforme as mudanças que ocorrem no ambiente. Utilizando os agentes cognitivos, é possível ter um histórico de ações (memória) e através deste histórico, pode-se avaliar emoções positivas e negativas geradas no agente por um estímulo proveniente do ambiente.

Como trabalhos futuros, pretende-se realizar mais testes como personalidades em cenários mais complexos, como jogos com mais NPCs e regras, e Interface Homem Máquina (adaptação da interface as emoções do usuário).

## 6. Referências

- ADAMATTI, D. F. **AFRODITE - Ambiente de Simulação Baseado em Agentes com Emoções**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2003.
- ALVAREZ, L. O.; SICHMAN, J. Introdução aos Sistemas Multiagentes. **Jornada de Atualização em Informática**, Brasília, 1997. 1-38.
- COZMAN, F. G. Bayesian Networks in Java: User manual and download. **JavaBayes**, 2001. Disponível em: <<http://www.cs.cmu.edu/~javabayes/Home/index.html>>. Acesso em: 9 Abril 2013.
- NEVES, F. S. **Modelagem de Emoções Usando Redes Bayesianas**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, 2014.
- FROZZA, R. **SIMULA: Ambiente para Desenvolvimento de Sistemas Multiagentes Reativos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 1997.
- ORTONY, A.; CLORE, G.; COLLINS, A. **The Cognitive Structure of Emotions**. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
- PEARL, J. **Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference**. 1a. ed: Morgan Kaufmann, 1988.
- RUSSEL, S.; NORVIG, P. **Artificial Intelligence A Modern Approach**. 2a. ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 2003.
- WERHLI, A. V. **Reconstruction of Gene Regulatory Networks from Postgenomic Data**. Tese