

# Dinâmica em Situações de Pânico

Ivana Yoshie Sumida e Elbert Einstein Neher Macau  
*Laboratório Associado de Computação e Matemática Aplicada (LAC)*  
*Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)*  
{ivana,elbert}@lac.inpe.br

## Abstract

*In this article we present an computational environment for simulation of panic behavior. The environment is developed based on the paradigms of the Distributed Artificial Intelligence. Reactive multiagent were used to allow the understanding of the development of panic situation characterized by the situation where several people try to scape from a closed hall that has a single exit. The goal of this work is to understand the patterns that emerge from those situation and so try to develop strategies to allow an ordered evacuation. The first results are presented through the analysis of a scenery characterized by o two simulations.*

## Resumo

*Neste artigo é apresentado um protótipo de um ambiente voltado para a simulação do comportamento do pânico, desenvolvido segundo os paradigmas da teoria da Inteligência Artificial Distribuída. São utilizados Sistemas Multiagentes Reativos para verificar classes de comportamento que apresentem características que possam levar a compreensão da dinâmica da evolução de uma situação normal à de pânico que resulta da tentativa coletiva em escapar de um ambiente fechado dotado de uma única saída. Os primeiros resultados são apresentados através da análise de um cenário sobre o qual são mostradas duas simulações.*

## 1. Introdução

A área da Inteligência Artificial Distribuída (IAD) vem se destacando nos últimos anos principalmente pela sua forma de conseguir modelar problemas complexos em pequenos subproblemas mais simples, com um alto nível de interação entre os seus solucionadores. Estes solucionadores são mais conhecidos como *agentes* e é através da cooperação entre eles que emerge a solução do problema.

O fenômeno da *emergência* mostra que um número pequeno de regras ou leis pode gerar sistemas de grande complexidade e pode ser observado em vários sistemas como: colônia de formigas, sistema imunológico, economia global, etc; onde o comportamento do sistema como um todo é mais complexo que a complexidade de suas partes [8].

Na IAD Rodney Brooks [2, 3] lança a idéia de que a inteligência não precisa ser colocada dentro de cada agente, mas que ela pode emergir como consequência das interações dos comportamentos básicos de cada agente. Os agentes baseados neste paradigma são chamados de agentes reativos.

Observando alguns fenômenos sociais, em particular o problema do pânico coletivo, verifica-se que ele apresenta características de emergência. Pois é através das ações de cada pessoa em pânico que surge um sistema totalmente complexo e descontrolado, podendo levar a muitos mortos e feridos. Na tentativa de melhorar as ações que devem ser tomadas nessas situações foi que Vicsek *et. al.* [19], modelaram e simularam através de fluidos o comportamento de pedestres em pânico.

Deste modo, o objetivo deste trabalho é investigar o problema do pânico através da IAD, ou seja, utilizar a abordagem de agentes reativos para simular e avaliar tal comportamento. Verificando se existe alguma classe de comportamento reativo que tenha alguma característica incipiente de colaboração que implique na redução do problema do pânico.

Assim se está utilizado o ambiente SIMULA [10] para a implementação da simulação das pessoas em pânico, pois tal ambiente é adequado para o desenvolvimento de Sistemas Multiagentes Reativos.

Este artigo possui a seguinte organização: na seção 2 são apresentados os principais conceitos da área de Inteligência Artificial Distribuída. Na seção 3 são abordados os estudos sobre o comportamento coletivo e algumas teorias que visam explicar o comportamento da multidão. A seção 4 apresenta a definição de pânico e algumas das características dessas situações. Na seção 5 há a descrição da modelagem do comportamento do pânico tendo como base a teoria de SMAs reativos. Finalmente, na seção 6 são apresentados os resultados preliminares e trabalhos futuros.

## 2. Inteligência Artificial Distribuída

As pesquisas em IAD são divididas em duas áreas: *Resolução Distribuída de Problemas* (RDP) e *Sistemas Multiagentes* (SMA). Na RDP, o foco está no problema, ou seja, os agentes são desenvolvidos e estruturados com o objetivo de resolver um problema previamente especificado. Isto significa que o raciocínio da solução está inserido no sistema e que os agentes ficam com as características deste problema dificultando, assim, sua utilização para solução de outros problemas diferentes. Além disso, a inserção de novos agentes na composição do sistema é mais difícil, levando a criação de uma comunidade que pode ser considerada fechada [13].

Os SMAs podem ser definidos como uma coleção de entidades heterogêneas ou homogêneas, as quais possuem sua própria capacidade de resolução de problemas e são capazes de interagir entre si a fim de alcançar um objetivo [14]. Nos SMAs, o foco está na estruturação dos agentes, ou seja, os agentes são desenvolvidos para atuarem de forma específica, sendo especia-

listas em determinada área. O SMA é um sistema aberto, isto é, qualquer agente pode entrar ou sair da "sociedade" [13].

Além disso, os SMAs são classificados em reativos e cognitivos. Em SMAs cognitivos há uma representação explícita do ambiente, estruturas de memórias e a comunicação entre os agentes é feita através do envio e recebimento de mensagens. Já nos SMAs reativos não há representação do ambiente, nem das estruturas de memória, além de não usarem raciocínio simbólico complexo. Deste modo, seus agentes não possuem, em geral, a capacidade de planejar, nem memória de longo prazo de suas ações, além de não utilizarem experiências prévias para tomadas de decisões futuras. A comunicação ocorre de forma indireta, através do ambiente [1]. O comportamento inteligente do sistema é explicado pela existência de uma inteligência emergente conforme especificado em [2].

### 3. Comportamento Coletivo

O comportamento coletivo se manifesta em qualquer tipo de sistemas onde os padrões são determinados pelas interações de um grupo de entidades. Não há necessidade de se ter um líder e a comunicação também não é explícita entre as entidades. O comportamento coletivo apresenta o seguinte princípio que é útil tanto para a natureza quanto para os humanos: *deve haver algumas tarefas que são mais fáceis de serem realizadas em grupo ao invés de sozinhas*. Alguns exemplos de comportamento coletivo que podem ser encontrados na natureza são: bando de pássaros, cupins construindo seu cupinzeiro e uma colônia de formigas. Ao ver uma revoada de pássaros, observa-se que não existe um pássaro líder mostrando aos demais a direção certa para voar, ao invés disso cada pássaro simplesmente possui um comportamento natural para reagir ao redor dos outros pássaros, e quando todos eles voam juntos surge o resultado que é o comportamento coletivo chamado de revoada. Um outro exemplo são as formigas, as quais são capazes de se organizarem para procurar alimentos, cuidar dos ovos e das larvas, defenderem a colônia, etc. Ou seja, são entidades simples que através do comportamento coletivo resolvem problemas complexos [6].

Na sociologia, a multidão<sup>1</sup>, a violência coletiva chamada de linchamento, o pânico coletivo, a moda<sup>2</sup>, boatos<sup>3</sup> e movimentos sociais<sup>4</sup> são tratados como comportamentos coletivos [17].

O precursor dos estudos sobre o comportamento coletivo foi o cientista Gustave Le Bon [17]. Le Bon começou a se interessar pelo comportamento coletivo e pelo estudo do comportamento da multidão após a Revolução da França. Foi assim que em 1895, ele apresentou, em seu pioneiro trabalho sobre a psicologia das multidões (*Psychologie des Foules*), a seguinte proposição: sejam quais forem os indivíduos que compõem um grupo, não importando as diferenças entre os seus componentes, seja

<sup>1</sup>Tipo de agrupamento social caracterizado pela pluralidade e heterogeneidade dos elementos que reúne e pelo contato físico ou imediato dos indivíduos, e que reage de maneira semelhante, mais ou menos impulsiva, aos mesmos estímulos

<sup>2</sup>Vestuário por exemplo, o qual é copiado e seguido por um grande número de pessoas

<sup>3</sup>Informações passadas de pessoa para pessoa, geralmente de fontes não confirmadas

<sup>4</sup>São formados por grupos de pessoas organizadas as quais estão unidas por objetivos semelhantes, e que seguem um plano para mudanças das formas ou instituições da sociedade existente (ou um contra-ataque em defesa dessas instituições) [15]

seu modo de vida, suas ocupações, seu caráter ou sua inteligência, o fato de haverem sido transformados num grupo, coloca-os na posse de uma espécie de mente coletiva que os faz sentir, pensar e agir de maneira muito diferente daquela pela qual cada membro dele, tomado individualmente, sentiria, pensaria e agiria, caso se encontrasse em estado de isolamento. Toda a análise de Le Bon está construída no sentido de demonstrar o caráter irracional, impulsivo e mesmo regressivo da ação da multidão [5].

Outras teorias que visam explicar o comportamento da multidão são as seguintes:

- *Teoria do Contágio*: a idéia desta teoria é que a multidão pode exercer um efeito hipnótico sobre seus membros. O anonimato cria um efeito de negligência de responsabilidades dentro das pessoas na multidão a qual as fazem agir de forma irracional e até mesmo violenta. Isto não quer dizer que elas não sabem o que estão fazendo. Como por exemplo no caso do saqueamento de uma loja, a multidão saqueia porque naquele momento cada um deles são anônimos e podem roubar as mercadorias e irem embora, com poucas chances de serem reconhecidos e punidos [15].
- *Teoria da Convergência*: de acordo com esta teoria, o comportamento coletivo é o resultado da "convergência" de pessoas que pensam de maneira semelhante, sendo através do comportamento coletivo que elas expressam suas atitudes e crenças. Um exemplo claro é o que acontece em uma partida de futebol, pois existem duas torcidas distintas e os torcedores de uma mesma torcida pensam semelhantemente uns dos outros. O desejo de ambos os torcedores é ver seu time ganhar. Ao final do jogo, quase sempre um time perde, e os torcedores deste time ficam frustrados com a derrota, enquanto os do ganhador ficam exaltados e felizes, demonstrando em si toda a superioridade de seu time. Assim, se em alguma ocasião for criada uma situação de tensão entre as duas torcidas, como por exemplo um torcedor do time ganhador zombar do perdedor na frente dos seus torcedores, uma reação imediata de violência e brutalidade poderá ser tomada pelo grupo [15].

### 4. Pânico

O pânico é geralmente definido por pavor ou susto repentino que provoca uma reação desordenada de propagação rápida no organismo diante de um perigo [7]. Imagine uma situação na qual um pedestre tenha que atravessar uma avenida quando de repente, ele percebe que um caminhão em alta velocidade e desgovernado se aproxima em sua direção. Seu organismo reage imediatamente causando-lhe reações químicas e físicas, ou seja, o indivíduo entra em pânico, o que é conhecido como pânico individual. A síndrome do pânico também é do tipo individual. Só que neste caso não existe uma causa. No caso do pedestre havia o caminhão. Na síndrome, é como se o cérebro fosse como uma casa que tem um alarme contra ladrões. Esse alarme é muito útil para situações de perigo. No entanto, para certas pessoas, esse alarme toca de repente, sem nenhum motivo aparente [4].

Um outro tipo de pânico é o coletivo [18] o qual neste trabalho será enfatizado. O pânico coletivo envolve uma grande quantidade de pessoas (multidão) em diversas situações de perigo. Imagine por exemplo, um estádio de futebol lotado quando

de repente uma arquibancada começa a cair. O que acontece? As pessoas entram em pânico. O mesmo ocorre em um cinema e a sala começa a pegar fogo e em um fato mais recente o desabamento das torres gêmeas do *World Trade Center*.

O estudo do pânico coletivo é de grande importância e utilidade para toda a sociedade. Uma de suas finalidades é estudar por exemplo, a segurança das pessoas envolvidas em situações como as descritas acima. Pois nessas circunstâncias o que ocorre frequentemente são mortes de pessoas, as quais ao tentarem evacuar o recinto acabam sendo pisoteadas por outras.

Assim, o estudo das situações de pânico pode auxiliar no entendimento do comportamento das pessoas nessas circunstâncias, além de tentar criar planos de prevenção e tomadas de decisões mais rápidas durante a ocorrência de algum desses casos [15].

#### 4.1 Características das Situações de Pânico e Comportamento Reativo

Segundo Enrico L. Quarantelli [16], fundador do Centro de Pesquisas de Desastres da Universidade de Delaware, uma característica importante do comportamento do pânico é a presença de uma situação ameaçadora iminente. Por exemplo, as pessoas estão fugindo de uma construção que está desmoronando ou de um lugar que está pegando fogo. Além disso, na decisão por uma determinada direção para fuga (ex: por qual saída uma pessoa irá tentar escapar) dois elementos estão muitas vezes envolvidos. São eles: a saída padrão e a trajetória em direção a uma possível saída que surge da interação dos indivíduos fugindo do perigo [16]. Observa-se que a interação do indivíduos apresenta um comportamento reativo pois é a partir da ação de cada pessoa que emerge a trajetória para a fuga.

Entretanto muitas vezes o que ocorre é o fato de existir um pequeno número de caminhos para sair os quais são insuficientes para acomodar a grande quantidade de pessoas que precisam evacuar [11].

Na situação de pânico as pessoas são egoístas. Elas pensam somente em salvar a si mesmas apresentando assim um comportamento altamente individualista [16].

Uma outra característica importante é que o comportamento do pânico beira a irracionalidade. As pessoas se preocupam tanto na idéia de fugir que não levam em consideração as consequências de suas ações [16], apresentando também um comportamento baseado em estímulo/resposta. Por exemplo, durante a evacuação de um lugar em que está pegando fogo, muitas vezes as pessoas saem feridas ou até mesmo mortas, por terem sido esmagadas pela enorme força que as demais fazem umas contra as outras (estímulo/resposta), em direção a saída de emergência. Ou então algumas delas morrem pisoteadas pelo fato de acabarem caindo e se tornando obstáculos para as demais [12].

Finalmente, o término da fuga em pânico ocorre somente quando as pessoas percebem que estão fora da área de perigo.

### 5. Modelagem do Comportamento do Pânico e o Ambiente SIMULA

O ambiente SIMULA foi utilizado para modelagem e simulação do comportamento do pânico pois é um tipo de comportamento que apresenta características reativas conforme citadas na seção anterior. O SIMULA permite ao usuário criar aplica-

ções em SMAs Reativos, através de elementos de uma interface gráfica, os quais é permitido ao usuário determinar os agentes envolvidos no problema e como eles agirão no processo de resolução do mesmo. O usuário define sua aplicação criando um modelo para ela [10].

A modelagem consiste em representar um problema, ou uma situação real (no caso, comportamento do pânico) utilizando, para isso, um grupo de agentes reativos que interagem entre si (as pessoas em pânico) e com o ambiente no qual são inseridos, visando atingir uma solução (ex: saírem de uma sala o maior número possível de pessoas com vida) [10].

Para o protótipo que está sendo desenvolvido foram considerados os seguintes agentes:

- Agente homem: denominado *homem*, representa as pessoas em pânico tentando sair da sala;
- Agente saída: denominado *saida*, representa a porta de saída da sala
- Agente marco: denominados *marco1*, *marco2* e *marco3*, não possuem regras e são responsáveis por auxiliar a representação da naturalidade do fluxo das pessoas em direção a saída, ou seja, fazer com que as mesmas busquem o menor caminho possível em direção a porta de saída. Sendo que o marco2 faz a orientação para o nordeste e o marco3 para o sudeste.
- Agente parede: denominados *parede*, *paredefrente*, *paredefretec*, *paredecima*, *paredebaixo*, *paredefundobaixo*, não possuem regras e formam a representação da sala

A Figura 1 mostra o ambiente da simulação que está sendo desenvolvido com os agentes citados acima.

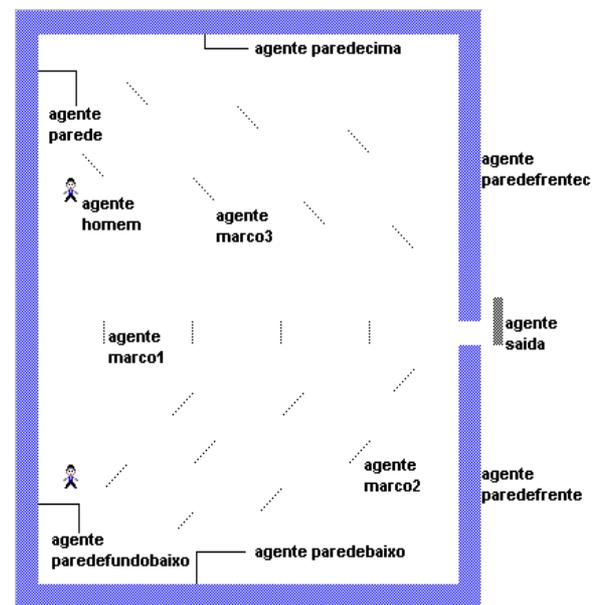


Figura 1: Ambiente da Simulação

#### 5.1 Agentes Reativos e Regras Situadas

As regras situadas relacionam percepções e ações, permitindo descrever reações a estímulos, sendo adequadas para represen-

tar comportamentos simples [9]. O disparo de cada uma delas depende de suas pré-condições e do valor estabelecido para a prioridade, sendo que a maior prioridade tem valor zero.

### 5.1.1 Agente Homem

Este agente modela o comportamento das pessoas em pânico em busca da saída. Seu comportamento é regido por cerca de duas dezenas de regras situadas.

Assim, dentro destas regras, existe a regra que faz com que o homem movimente-se em direção a saída assim que ele a perceba. Da mesma maneira, estando o agente próximo dos marcos 1, 2 ou 3 ele se movimentará em direção aos mesmos caso perceba-os. Caso atinja o marco1 ele fará um movimento direcionado para leste pois é a direção em que está situada a porta de saída. Se atingir o marco2 o agente se movimentará para nordeste tentando representar com naturalidade o menor caminho possível em direção a saída, o mesmo ocorre ao atingir o marco3 só que para sudeste.

Estando o agente próximo dos agentes paredecima, parede e paredefrente ele fará um pequeno movimento em direção ao sul para que possa perceber o agente marco2 e seguir em direção a saída. Semelhantemente, estando perto dos agentes paredebaixo, paredefrente e paredefundobaixo o agente homem se movimentará em direção ao norte para poder perceber o agente marco3.

Quando o agente homem não perceber os agentes que possam indicar a direção da saída (agente saída, marco1, marco2 ou marco3) na simulação ele se movimentará de forma aleatória no ambiente.

### 5.1.2 Agente Saída

Este agente possui somente uma regra a qual é responsável por eliminar o agente da simulação. Ou seja, que o agente homem conseguiu sair da sala.

## 6. Resultados Preliminares e Trabalhos Futuros

Nas primeiras simulações foram utilizados um cenário de dimensão do espaço de busca no ambiente SIMULA de 25x25. Na Figura 2 é apresentada uma simulação utilizando dez (10) agentes homens, pode-se observar o comportamento deles em direção a saída. O mesmo comportamento é verificado ao aumentarmos a quantidade do número de agentes homens, conforme mostra a Figura 3, entretanto pode-se observar o surgimento de uma pequena aglomeração de agentes ao redor da saída. Tal fato ressalta uma das características apresentadas sobre o pânico que é o fato de se ter um número pequeno de saídas para uma grande quantidade de pessoas.

Através da simulação apresentada neste trabalho está sendo possível estudar o comportamento das pessoas em situações de pânico. As próximas etapas deste trabalho serão de abordar a característica irracional do comportamento, ou seja, simularemos as ocorrências de mortes de pessoas esmagadas ou pisoteadas. Além disso, buscaremos outras formas geométricas para o controle do pânico. E entender como padrões de comportamento característicos de emergência se formam.

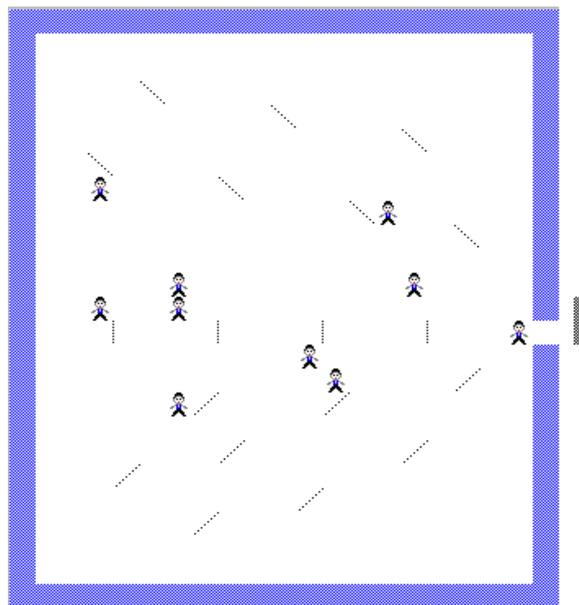
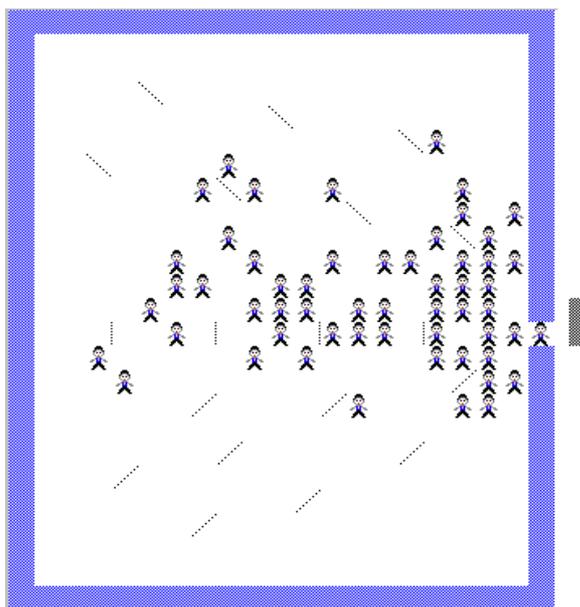


Figura 2: Simulação com 10 Agentes Homens

## Referências

- [1] L.O. Alvares and J.S. Sichman. Introdução aos sistemas multiagentes. In *XVII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*, Brasília, 1997.
- [2] R.A. Brooks. A robust layered control system for a mobile robot. *IEEE Journal of Robotics and Automation*, 2(11):14–23, 1986.
- [3] R.A. Brooks. Intelligence without representation. *Artificial Intelligence*, 47:139–149, 1991.
- [4] D. Cantão. Síndrome do pânico. Disponível em <http://www.sindromedopânico.hpg.ig.com.br/index.html>.
- [5] G. Cohn. *Sociologia da Comunicação: Teoria e Ideologia*. Livraria Pioneira, São Paulo, 1973.
- [6] K. Cornett. Modeling collective behavior. Senior research proposal, Stetson University, 2000.
- [7] A.B.H. Ferreira. Novo aurélio: O dicionário da língua portuguesa. Disponível em <http://www.uol.com.br/aurelio/>.
- [8] K. Figueiredo. Emergência e reatividade. Estudo orientado, Puc-Rio, 1992.
- [9] V. França, M.G.B. Marietto, V. L. Silva, and C.P. Martins. Etologia e sistemas multiagentes reativos: Um estudo de caso. In *WorkComp*, pages 139–144, São José dos Campos, 2000. Instituto Tecnológico de Aeronáutica.
- [10] R. Frozza. Simula-ambiente para desenvolvimento de sistemas multiagentes reativos. Dissertação de mestrado em ciência da computação, Instituto de Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Março 1997.
- [11] J. P. Keating. The myth of panic. *Fire Journal*, 57:57–61+147, 1982.



**Figura 3: Simulação com 60 Agentes Homens**

- [12] D.J. Low. Following the crowd. *Nature*, 407:465–466, Setembro 2000.
- [13] M.G.B. Marietto. *Definição Dinâmica de Estratégias Instrucionais em Sistemas de Tutoria Inteligente: Uma Abordagem Multiagentes na WWW*. Tese de doutorado, Instituto Tecnológico da Aeronáutica, São José dos Campos, Fevereiro 2000.
- [14] E. Oliveira, K. Fishser, and O. Stepankova. Multi-agent systems: Which research for which applications. *Journal of Robotics and Autonomous Systems*, 27:91–106, 1999.
- [15] K. Phan. Collective behavior. Disponível em <http://www.geocities.com/collectivebehavior2/>, 2001.
- [16] E. L. Quarantelli. The nature and conditions of panic. *American Journal of Sociology*, 60:267–275, 1954.
- [17] H. R. Turner and Killian M. L. *Collective Behavior*. Prentice Hall, New Jersey, 4 edition, 1961.
- [18] B. Ulicny. Deeps: A tool to describe and evaluate panic situations involving crowds of people. Disponível em <http://in3www.epfl.ch/bulicny/school/project/>.
- [19] T. Vicsek, D. Helbing, and I.J. Farkas. Simulating dynamical features of escape panic. *Nature*, 407:487–490, Setembro 2000.