

# OBSERVARE 2<sup>nd</sup> International Conference

2 - 3 July, 2014

## II Congresso Internacional do OBSERVARE

2 - 3 Julho, 2014



## Actas

Universidade Autónoma de Lisboa | Fundação Calouste Gulbenkian

<http://observare.ual.pt/conference>



# **Simulação baseada em agente**

## **Ferramenta de diagnóstico para segurança de aeroporto: estudo de caso de um ataque com o agente biológico antraz no Aeroporto Internacional do Galeão**

Ronaldo André Furtado<sup>1</sup>

Diversos tipos de ameaças têm colocado em risco os aeroportos, sendo uma das ameaças mais preocupantes da sociedade atualmente é a ameaça biológica, pois é viável e crítica. As preocupações sobre doenças infecciosas e epidemias vieram à tona, o surto da gripe aviária que mostrou a fragilidade da segurança aeroportuária e fez crescer a importância do controle de acesso e das medidas de biossegurança nos aeroportos (BUZAN, 2012).

O pânico generalizado, somado a um grande número de vítimas causa grande impacto sobre a mídia, além da grande concentração de pessoas no aeroporto, tornando factível deste tipo de ação. O artigo fará considerações sobre a modelagem baseada em agentes (MBA), nela definiremos o que são agentes, seu histórico, possibilidades e limitações, e ainda serão descritas as principais ferramentas utilizadas para MBA. Em seguida, discutirá quais são os problemas de segurança do aeroporto, em especial mostrará um caso bem sucedido mundialmente que é o sistema de segurança de aeroporto em Israel. Também serão descritas as novas tecnologias que são o estado da arte no setor. Por fim, explicará como utilizamos a MBA como ferramenta para segurança de aeroporto em um estudo de caso de um ataque com agente biológico Antraz no Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro.

**Palavras chave:** Segurança de aeroporto; Agentes biológicos usados como arma; Simulação baseada em agente; Bioterrorismo

**Simulação Baseada em Agente – Ferramenta de Diagnóstico para Segurança de Aeroporto: Estudo de caso de um ataque com o agente biológico Antraz no Aeroporto Internacional do Galeão**

---

<sup>1</sup> **Ronaldo André Furtado** – Major do Exército Brasileiro com formação universitária pela Academia Militar das Agulhas Negras. Possui curso de especialização em Defesa Química, Biológica e Nuclear- Escola de Instrução Especializada; Curso de Proteção Radiológica – Centro de Desenvolvimento de Energia Nuclear – CDTN/CNEN; Curso de ações para emergências de Origem Radiológica e Nuclear – Instituto de Radioproteção e Dosimetria IRD/CNEN; Curso expedito de combate a incêndio – Marinha do Brasil; Curso de Defesa Nuclear – Centro Tecnológico do Exército; Estágio em biossegurança – FIOCRUZ/RJ. Atualmente faz mestrado acadêmico em Ciências Militares pelo Instituto Meira Matos/ Escola de Comando e Estado- Maior do Exército.

## 1 INTRODUÇÃO

Os ataques de 11 de setembro de 2001 nos Estados Unidos da América, quatro companhias aéreas americanas tiveram seus aviões sequestrados por homens-bomba, que trataram as aeronaves civis como mísseis, resultando em quase três mil mortes. Realizado pela rede terrorista Al Qaeda, esses ataques foram perpetrados com sucesso usando nada mais do que facas e estiletes. Assim, muitos analistas acusaram as falhas na segurança dos aeroportos como uma das condicionantes do êxito dos ataques. Pode ser injusto afirmar que os seguranças que trabalhavam nos aeroportos de partida dos voos sequestrados tinham falhado, uma vez que todos os protocolos de segurança tinham sido executados, mesmo assim nenhum dos terroristas foi coibido no momento do embarque nos aeroportos (GREENFIELD, 2006).

Diversos tipos de ameaças têm colocado em risco os aeroportos, sendo que uma das ameaças mais preocupantes da sociedade atualmente é a ameaça biológica, pois é viável e crítica. As preocupações sobre doenças infecciosas e epidemias vieram à tona, com o surto da gripe aviária<sup>2</sup> que mostrou a fragilidade da segurança aeroportuária e fez crescer a importância do controle de acesso e das medidas de biossegurança nos aeroportos (BUZAN, 2012). O pânico generalizado, somado a um grande número de vítimas causa grande impacto sobre a mídia, além da grande concentração de pessoas no aeroporto, tornando factível deste tipo de ação.

No entanto, atualmente, não se deve limitar a questão a ataques terroristas, pois aeroportos são centros logísticos, muitas vezes conectados a redes ferroviárias, rodoviárias e portuárias. Outras vezes, próximos a áreas industriais ou altamente povoadas, por isso alvos de ‘contra valor’ para ataques de interdição ou neutralização. Os aeroportos também podem ser relevantes como nexos para controle e barganha política ou consecução de outros objetivos estratégicos de uma campanha terrestre. De uma maneira ou de outra, eles são alvos de alto valor estratégico e baixa prontidão tática para qual seja o ator – estatal ou não – que deseje perpetrar danos – morais ou físicos – a um outro país.

A provisão de segurança de aeroporto dentro de custos viáveis tem sido possível através da previsão de ameaças através de análises prospectivas baseadas no conhecimento estatístico da base de dados existente, são realizadas correlações hipotéticas, com o objetivo de levantar as tendências futuras. Dessa maneira, podem-se atender vulnerabilidades do aeroporto às ameaças em fase de planejamento de construção, expansão ou modernização. A segurança do aeroporto é realizada longe do olhar do grande público. O perímetro de segurança, o controle de acesso e as instalações de proteção são em grande parte invisível para a população, porém são vitais para um programa de segurança de aeroporto e pode ter um impacto direto sobre a vida de todos os passageiros aéreos (WALLIS, 2003).

---

<sup>2</sup> Gripe aviária é o nome dado à doença causada por uma variedade do vírus Influenza (H5N1) que é hospedado por aves, mas que pode infectar diversos mamíferos.

Assim sendo, a necessidade de segurança do aeroporto é uma preocupação para todos os governos em todo o mundo, e em especial para o Brasil. O País sedia dois grandes eventos internacionais com imensa repercussão na mídia, a Copa do Mundo de Futebol em 2014 e as Olimpíadas em 2016, podendo ser alvo de um ataque com o emprego de agente biológico. Apesar da relevância do tema, há uma limitada literatura acadêmica sobre a segurança de aeroporto, no Brasil particularmente são raros os autores que se dedicam a estudar tema.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 A SEGURANÇA NO AEROPORTO EM ISRAEL

Os israelenses instituíram uma série de verificações de embarque para todos os passageiros nos aeroportos, por meio de revistadas físicas e psicológicas. Todos os passageiros são submetidos a uma extensa verificação social para assegurar que cada um é realmente quem dizia ser. Para facilitar esta pesquisa social, é exigida a identificação completa dos passageiros durante o processo de emissão de bilhetes, para permitir que as autoridades de segurança possam compilar os dados de referência do passageiro (JONH, 1991).

Os passageiros são normalmente convidados a chegar **pelo menos duas horas e meia antes da hora de voo** para que haja tempo suficiente para os procedimentos de segurança de bagagem e questionamentos. Os passageiros são perguntados se eles fizeram a sua própria embalagem, se tem dispositivos eletrônicos, se alguém teve acesso a sua bagagem depois que ela estava pronta e os telefones de seus amigos e familiares. O outro elemento no sistema de segurança de Israel é o uso de uma extensa tecnologia no aeroporto, apesar de que adotar as medidas de segurança de Israel nas verificações de passageiros e bagagem de forma meticulosa, em grandes aeroportos como o Galeão, poderia ser muito demorado baseado no grande volume de passageiros que precisam ser examinados. (JONH, 1991, grifo nosso)

Segundo Taylor (2013) e concordando com Jonh (1991) sobre o rigor das perguntas, segundo o autor os visitantes árabes e não judeus israelenses são forçados a se envolver em longos períodos de perguntas, e são obrigados ainda a permitir que a segurança do aeroporto possa fazer uma busca minuciosa de sua bagagem e em seu corpo. Entre os fatores que são levados em consideração quando se decide se um determinado passageiro deva passar por medidas adicionais de segurança incluem: a etnia do passageiro, religião, afiliação nacional, padrões de comportamento, informações sobre viagens, e de dados de inteligência anterior sobre o passageiro.

Em termos de aspecto interação pessoal de medidas de segurança do aeroporto de Israel, a primeira camada de interação ocorre fora do aeroporto: os carros que se aproximam do aeroporto são parados e os guardas fazem as perguntas aos passageiros. Em seguida, antes do *check-in* para um voo, os passageiros devem novamente responder uma série de perguntas e são obrigados a mostrar seus documentos de viagem. Ao longo de todo o processo de interação pessoal, a segurança do aeroporto

está menos preocupada com as respostas reais dos passageiros, veem como este está mais preocupado com sinais físicos como nervosismo e tom de voz (TAYLOR, 2013).

Os governos ocidentais e as suas indústrias de aviação tiveram o conhecimento e a tecnologia, mas não a vontade de fazer cumprir os procedimentos de segurança, como Israel o fez. A questão é se um sistema realmente eficaz pode ser desenvolvido que não prejudique o bom funcionamento e todo aeroporto, garantindo o lucro das companhias aéreas. Enquanto isso, cada gerente do aeroporto deve avaliar a ameaça de segurança para o seu próprio aeroporto e certificar-se de um nível adequado de segurança é mantido dentro de sua própria jurisdição (JONH, 1991).

Segundo Taylor (2013) e discordando de Jonh (1991) sobre a importância do uso de tecnologia cita que a confiança de Israel na interação com os passageiros, tanto por meio de perguntas pessoais e através de perfis étnicos, religiosos e os dados das viagens podem não ser a maior diferença entre os aeroportos dos Estados Unidos e Israel em termo de segurança. O Aeroporto Internacional Ben Gurion em Israel, só usa máquinas de raios- X e detectores de metal, não há um único *scanner* de corpo inteiro em uso em todo o aeroporto.

## 2.2 AS NOVAS TECNOLOGIAS

A máquina de raios-x foi utilizada a partir dos anos 1970 na área de segurança do aeroporto, logo os passageiros têm associado a segurança nos aeroportos dos Estados Unidos da América (EUA), Europa e ao redor do mundo com os avanços tecnológicos. Apesar de muitas mudanças que ocorreram na segurança de aeroportos dos EUA ao longo dos anos, hoje se busca encontrar novas maneiras de usar a tecnologia para fornecer o que parece ser uma melhor segurança para os passageiros. Atualmente, os EUA baseiam-se quase inteiramente a segurança no aeroporto em meios eletrônicos de detecção de ameaças à segurança nacional. Quatro novas tecnologias, comuns em aeroportos norte americanos são: identificação biométrica, *scanners* para líquidos engarrafados, detectores de vestígios de explosivos e *scanners* de corpo inteiro ou tecnologia *Advanced Imaging* (TAYLOR, 2013).

A identificação biométrica é uma forma de identificar os passageiros, verificando suas impressões digitais, ou a digitalização de sua íris, ou uma combinação dos dois. Apesar da leitura de impressões digitais serem bastante simples, exames de íris analisam os anéis, sulcos e sardas no anel colorido que circunda a pupila do olho, podendo ter mais de 200 pontos para comparação.

**Figura 1 - Biometria**



Fonte: <http://www.sistemasbiometricos.cl/web/tag/buen-uso-a-la-biometria/>

Os *Scanners* Líquidos Engarrafados podem ser usados para diferenciar entre explosivos líquidos e líquidos comuns. Eles são comumente utilizados quando a segurança do aeroporto observa na tela dos raios-x líquidos em invólucros. Estas máquinas trabalham lendo a composição molecular do líquido e que pode determinar, no prazo de quinze segundos, que líquidos são seguros ou perigosos.

**Figura 2 - Scanners de Líquidos Engarrafados**



Fonte: <http://pt.made-in-china.com/>

Os detectores de vestígios de explosivos são dispositivos que permitem que agentes de segurança façam um esfregaço da bagagem ou das mãos de um passageiro e ter essa amostra testada para resíduo explosivo. A segurança do aeroporto classifica os dispositivos explosivos improvisados como uma das maiores ameaças à segurança do aeroporto nos dias de hoje. Para executar um teste, os agentes de segurança do aeroporto esfregam um cotonete sobre a área e em seguida, colocam na

máquina que analisa a amostra para pequenos traços de explosivos. Tudo isso pode ser feito em poucos segundos, e essa tecnologia é extremamente móvel.

**Figura 3 - Detectores de vestígios de explosivos**



Fonte: <http://interphysix.com/pt/radiacao/1364-egis-defender-desktop-eto-system-explosives-only-includes-start-up-kit-carrier-gas-air.html>

O *Advanced Imaging Technology*, também conhecido como o *scanner* de corpo inteiro usa os vários comprimentos de onda eletromagnética para ver por baixo a sua roupa, ou seja, a imagem que é produzida por agentes de segurança do aeroporto é o de seu corpo nu e qualquer metal, drogas ou explosivos que você pode ter consigo. Existem dois tipos de scanners de corpo inteiro: A máquina de ondas milimétricas e a máquina *backscatter*. A máquina de ondas milimétricas funciona enviando ondas de rádio sobre uma pessoa e produzindo uma imagem tridimensional através da medição da energia refletida de volta. Já a máquina *backscatter* opera por raios-x de baixa intensidade para criar uma imagem bidimensional do corpo (TAYLOR, 2013).

**Figura 4 - Scanner de corpo inteiro**



Fonte:  
<http://www.zimbio.com/pictures/pvdq7G93288/Napolitano+Inspects+New+Advanced+Imaging+Technology/baj20CP3G2L>

Outra novidade são as máquinas soprador que também estão em uso para desalojar as moléculas de resíduos recolhidas durante a fabricação de explosivos. O corpo humano também emite uma assinatura de calor e sensores poderiam segui-lo por meio da baixa pluma térmica saindo do corpo do passageiro movendo-se através do túnel. Bombas reais se forem escondidos no corpo, emitem suas próprias assinaturas de calor, e poderiam ser detectadas também. Antes que o conceito pode se mover para frente, o laboratório tem que aperfeiçoar todos os subsistemas, enquanto isso, o laboratório continua a testar as máquinas projetadas para verificar os sapatos para identificar explosivos sem ter que tirá-los (STEW, 2008).

Material explosivo plástico (Semtex e CN4) usado como carga em dispositivos explosivos improvisados está se tornando mais detectável, e não por magnetômetros, mas com sistemas de detecção e análise de vapor. O EGIS é uma máquina de detecção de vestígios de explosivos que foi construído pela *Thermedics*. A máquina proporciona um processo de análise química de alta velocidade para determinar se os produtos químicos, incluindo explosivos, tinham contaminado o conteúdo da bagagem. Eles podem indicar se uma pessoa esteve em contato recentemente com esses materiais (WALLIS, 2003).

## 2.3 O ANTRAZ COMO ARMA BIOLÓGICA

*O Antraz - Bacillus Anthracis* - é um dos agentes biológicos usado como arma biológica há alguns séculos, tendo um emprego maciço na 1ª Guerra Mundial. Atualmente, com maior probabilidade de ser usado como uma arma biológica contra a segurança aeroportuária, pelos seguintes motivos:

- 1) os seus esporos são altamente estáveis, o que facilita seu armazenamento de forma segura por muitos anos e quando de seu emprego sua eficácia é garantida,
- 2) os esporos podem infectar pela via respiratória, o que facilita a eficiência do emprego da arma por espargimento,
- 3) a doença por inalação resultante tem uma elevada letalidade a taxa de aproximadamente 100%, e



4) a nuvem de aerossol é incolor, inodora e invisível após a sua libertação, o que dificulta sobremaneira sua identificação por parte das autoridades públicas.

**Tabela 1 - Antraz usado como arma biológica**

AGENTE ETIOLÓGICO	GRAU DE LETALIDADE	INCUBAÇÃO	NÍVEL DE CONTAGIO	SINTOMAS	ATAQUE BIOTERRORISTA
<b>Antraz</b> <i>Bacillus Anthracis</i>	Pulmonar 100%	01 dia a 08 semanas	Lesões cutâneas são levemente contagiosas, não é contagioso via esputo respiratório	Mialgia, dispneia, cianose, choque, coma	O agente natural precisa ser refinado, muito estável, fácil de estocar por longos períodos, disseminado pelo ar
<b>Esporo-bactéria</b>	Gastrointestinal  25 a 65%	Média  05 dias			
	Cutânea 2%				

Fonte: Elaboração própria

Dadas certas condições meteorológicas e de vento, com 50 quilos de antraz lançados de uma aeronave com espargidores, ao longo de uma linha de dois quilômetros poderia criar uma nuvem letal de esporos de antraz que ultrapassam 20 km na direção do vento. A Organização Mundial de Saúde concluiu que a liberação de antraz em aerossol contra o vento de uma população de 5.000.000 de pessoas poderiam levar a um número estimado de 250.000 mortes, das quais cerca de 100.000 pessoas infectadas aguardariam pela morte. Uma análise posterior, pelo Escritório de Avaliação de Tecnologia do Congresso dos EUA, estima-se que entre 130 mil a 3 milhões de mortes poderiam ocorrer após o lançamento de 100 quilos de antraz em aerossol mais de Washington DC, fazendo um ataque tão letal quanto uma bomba de hidrogênio. O Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC/EUA) estima que um ataque bioterrorista levaria a um encargo econômico de 26.200 milhões de dólares com 100.000 pessoas expostas aos esporos de antraz (HOPKINS, 2001).

## 2.4 MODELAGEM BASEADA EM AGENTE (MBA)

O agente é uma entidade discreta que tem seus próprios objetivos, sendo autônomo e com uma capacidade de adaptar-se e modificar os seus comportamentos. Dessa forma, possui alguns pressupostos que são importantes para MBA como: aspectos de seu comportamento podem ser

descritos; os mecanismos pelos quais os agentes interagem podem ser descritos e os processos sociais e complexos do sistema pode ser construído "de baixo para cima" (MACAL e NORTH, 2006).

Logo, surge a discussão em qual seria a modelagem mais adequada a situação : (1) quando há uma representação singular como agentes; (2) quando houver decisões e comportamentos que não podem ser definidos de forma discreta; (3) quando é importante que os agentes se adaptem ao ambiente e alterem o seu comportamento; (4) quando há necessidade que os agentes aprendam e se envolvam na dinâmica do comportamento estratégico; (5) quando é relevante que os agentes tenham uma relação dinâmica com outros agentes e as relações de agentes se formem e se dissolvam; (6) quando é interessante que os agentes formem as organizações e adaptação de aprendizagem no nível da organização; (7) quando é importante que os agentes tenham um componente espacial para seus comportamentos e interações; (8) quando o passado não é preditor de futuro; (9) quando a relação dos níveis a cima para os níveis arbitrários são importante; (10) quando a mudança estrutural do processo necessita de ser um resultado do modelo, em vez de uma entrada para o modelo (MACAL e NORTH, 2006).

#### **2.4.1 Origem e Definições Da MBA**

A MBA teve suas origens nos conceitos da Modelagem por Eventos Discretos (MED) e ganhou fama nas décadas de 1960 e 1970 quando Jay Forrester e outros pesquisadores do *Massachusetts Institute of Technology* (EUA) desenvolveram este novo método de modelagem. Muitos pesquisadores e acadêmicos delegam a origem da MBA ao Instituto Santa Fé (EUA), como desenvolvedora da MBA que conhecemos atualmente. No final dos anos 1980 e início dos anos de 1990, o grande salto para consolidação da MBA veio com o desenvolvimento do programa SWARM, que foi a primeira ferramenta computacional conhecida e disponível mundialmente desenvolvida para trabalhos de projetos utilizando a MBA.

As operações militares, desde a 1ª Grande Guerra, raramente operam de uma forma completamente previsível, como planejado inicialmente no estudo de situação feito pelos chefes militares, sendo muito comum a ocorrência de ações derivadas de condutas no decorrer do combate. Assim, nas operações em combate, as interações que ocorrem de maneira inesperada entre os agentes e o ambiente podem ser descritas na MBA. Uma limitação da simulação tradicional (MED) está ligada intimamente à restrição do grau de autonomia das entidades consideradas nos modelos adotados. Contudo, poucos modelos de MED permitem considerar que na ocorrência de um evento problema no sistema simulado, as entidades possam tomar decisões individuais, passar por um processo de aprendizagem (mudança de estado) e interagir com outras entidades, de uma forma autônoma como acontece na MBA (SWAIN, 2007).

A MBA permite que as entidades tenham a habilidade de detectar as particularidades do ambiente onde estão inseridos, interagir com outros agentes, e escolher um curso de ação. Na MBA os agentes têm sido usados em simulações de tráfego em que o comportamento do motorista é afetado pelas condições das vias locais e o seu perfil como condutor. Dessa maneira, influenciam na decisão para mudança de rotas baseada na densidade de tráfego de veículos e no conhecimento das rotas alternativas dentro da localidade. Outro emprego potencial da MBA é de realizar simulações em tráfego aéreo, fluxo de multidões e tráfego de pedestres, ou seja, qualquer interação que seja complexa (SWAIN, 2007).

#### **2.4.2 Possibilidades e Limitações da MBA**

A MBA apresenta alguns benefícios em relação a outras técnicas de modelagem como a MED, pois: (1) permite capturar fenômenos emergentes; (2) fornece uma descrição natural de um sistema; (3) é flexível. Contudo, foi a capacidade da MBA para lidar com fenômenos emergentes que impulsiona os outros benefícios. Atualmente se identifica ainda algumas situações potenciais para utilização da MBA, tais como: quando os agentes possuem um comportamento complexo, incluindo aprendizagem e adaptação; quando as interações entre os agentes são complexas, não lineares, descontínuas; quando a topologia das interações é heterogênea e complexa; quando o sistema é descrito de forma mais natural através de atividades ao invés de processos; dentre outras (BONABEAU, 2002).

O desafio, comum a todas as técnicas de modelagem, é que o modelo deve ser construído num nível correto de descrição dos fenômenos, usando uma quantidade adequada de detalhes, para servir ao seu propósito. Outra restrição à utilização da MBA nas ciências sociais, política e econômico, que geralmente envolvem seres humanos com comportamentos potencialmente irracionais, de escolhas subjetivas e psicologia complexa, aspectos difíceis de quantificar, calibrar e muitas vezes justificar. Outro desafio está relacionado à própria definição da MBA, a qual trata um sistema no nível de suas unidades constituintes, o que exige elevado poder computacional e tempo para simulação do modelo, conforme a escala e a complexidade a ser modelada (BONABEAU, 2002).

O crescimento as aplicações da MBA nos diversos ramos do conhecimento foram fruto de um grande esforço no desenvolvimento de pacotes de software que nos últimos anos vem tornando a MBA, fácil o suficiente para ser atraente para muitos profissionais de diversas áreas e em diferentes campos de conhecimento. Dentre os principais simuladores destacam-se *Swarm*, *Repast*, *NetLogo*, *AnyLogic*, *Mason* e *Ascape* (SAMUELSON E MACAL, 2006).

### **2.5 O AEROPORTO INTERNACIONAL DO GALEÃO**

O Aeroporto Internacional Antônio Carlos Jobim, mais conhecido como Aeroporto do Galeão, está localizado no Brasil na região sudeste, na cidade do Rio de Janeiro. Com base no censo demográfico brasileiro de 2010 produzido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a região metropolitana do Rio de Janeiro tem uma população de aproximadamente 11,8 milhões de habitantes, sendo a principal região servida pelo Aeroporto. Conforme os dados da Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (Infraero), aproximadamente 85% dos 17,5 milhões de passageiros/ano do Aeroporto do Galeão tinham sua origem ou destino para a região do Rio de Janeiro em 2013.

A capital fluminense tem 74% da população do Estado do Rio de Janeiro, incluindo as 18 cidades que compõem a região metropolitana. Segunda maior região metropolitana do Brasil, ficando atrás apenas da grande São Paulo, é um importante destino doméstico e internacional de turistas, sendo o segundo principal portão de entradas e saídas internacionais. Além disso, outros fatores são importantes na demanda de passageiros no Galeão, pois o maior setor petrolífero do país (Bacia de Campos) está no Estado do Rio de Janeiro e ainda o complexo aeroportuário é um importante elo de conexões para outros voos internacionais.

**Figura 5 - Aeroporto Internacional Antônio Carlos Jobim**



Fonte: Elaboração própria

Primeiramente, há o aspecto estratégico no Aeroporto do Galeão, o crescimento do setor aéreo segundo a *International Air Transport Association*, a indústria aérea brasileira continuará crescendo e, até 2014, o país terá 90 milhões de passageiros por ano, 32% acima dos níveis atuais. Pelas previsões, o Brasil deverá ter o quarto maior mercado de passageiros domésticos já em 2014, atrás apenas de Estados Unidos, China e Japão. O Brasil registra a maior expansão do setor aéreo no mundo, superando China, Índia, Estados Unidos e Europa, a expansão é de aproximadamente de 20%

ao ano. Em segundo lugar, este tema envolve negociações de grande volume de recursos financeiros, a concessão do aeroporto do Galeão para iniciativa privada, em 2013, gerou um saldo para o governo brasileiro de 19 bilhões de reais (6,5 bilhões de euros), ao câmbio da época.

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) realizou uma pesquisa acerca da percepção da sociedade brasileira sobre o presente e o futuro da Defesa Nacional. A pesquisa foi realizada em 3775 domicílios, em 212 municípios e abrangendo todas as unidades da federação. As pessoas têm uma percepção própria daquilo que possa ser uma ameaça para elas, para sua família, para sua cidade e para seu país, ou seja, cada pessoa possui certos medos. Dessa forma, foi perguntado de quais as ameaças o brasileiro tinha medo. Por sua vez, terrorismo e epidemias foram indicados como eventos relevantes por cerca de 30% dos entrevistados respectivamente. (IPEA, 2012) Por isso, o *paper* aborda o uso do agente biológico Antraz no Aeroporto Internacional do Galeão, perpetrado por um lobo solitário<sup>3</sup> ou grupo, que poderia ser um terrorista, justificado assim a segurança de aeroporto como relevante.

Por outro lado, o tema de segurança de aeroporto apresenta ao menos três características básicas que justificam o seu estudo no que tange a sua contribuição acadêmica. Em primeiro lugar grande parte da escassa literatura é pragmática, os relatos são baseados no cotidiano dentro de cada aeroporto ao redor do mundo. Em segundo lugar, observa-se que cada aeroporto tem uma rotina particular quanto às medidas adotadas na segurança, ou seja, o que um aeroporto faz o outro não replica. Por último, apesar da relevância do tema no Brasil, não há uma agenda de pesquisa que avancem estudos sobre o tema de segurança de aeroportos, muito menos por a contribuição de ferramentas analíticas e outros tipos de insumos para as autoridades responsáveis e conduzir tal tarefa em termos práticos. Por isso, a verificação da modelagem baseada em agente parece ser uma forma consistente, apesar de original, de introduzir essa temática no Brasil, vinculando-a a esforços a autores estrangeiros.

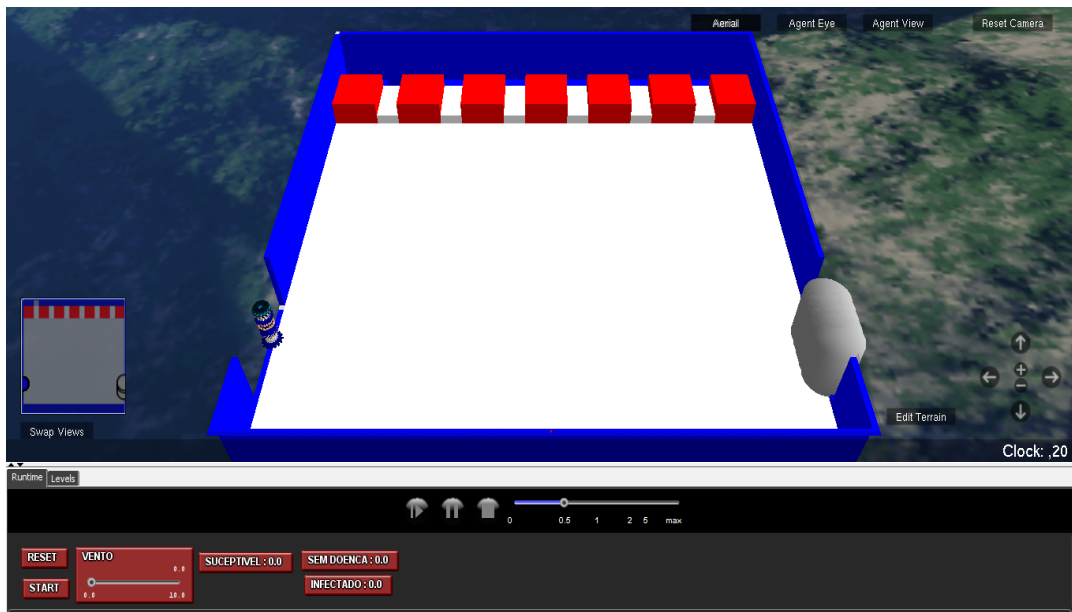
## 2.6 MODELAGEM BASEADA EM AGENTE COMO FERRAMENTA DE DIAGNÓSTICO DE UM ATAQUE COM AGENTE BIOLÓGICO ANTRAZ NO GALEÃO

O *StarLogo TNG* é um software do *Massachusetts Institute of Technology* que está sendo utilizado como ferramenta metodológica para a modelagem dos dados da simulação do ataque com antraz no Aeroporto Internacional do Galeão. O programa foi escolhido, pois pode-se criar e entender as simulações de sistemas complexos. Assim, pode-se trabalhar com gráficos 3D e Som, além de uma interface de programação baseada em blocos, o que torna a modelagem bem realística.

---

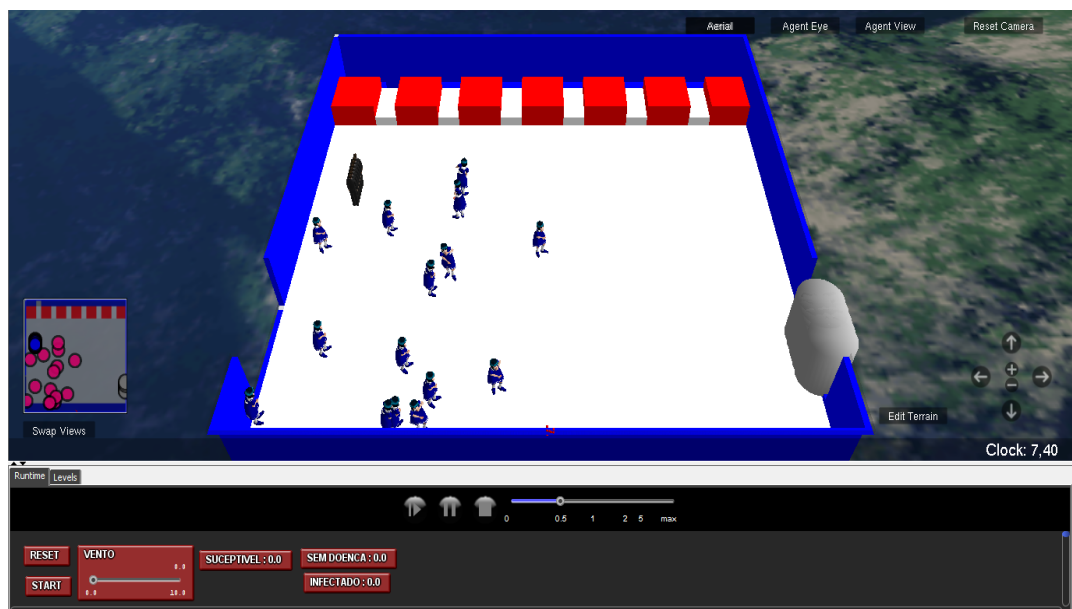
<sup>3</sup> Lobo solitário indivíduo que age isoladamente.

**Figura 6 - Modelagem do cenário do Galeão utilizando o programa *Star Logo TNG***



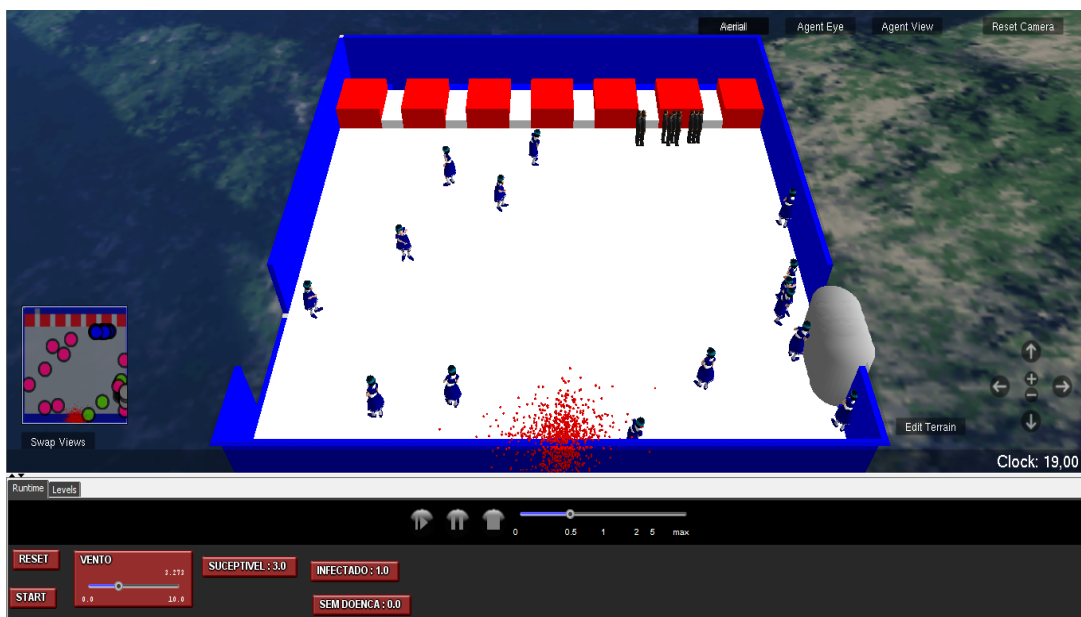
Fonte: Elaboração própria

**Figura 7 - Passageiros entrando na sala de *Check-in* do Galeão**



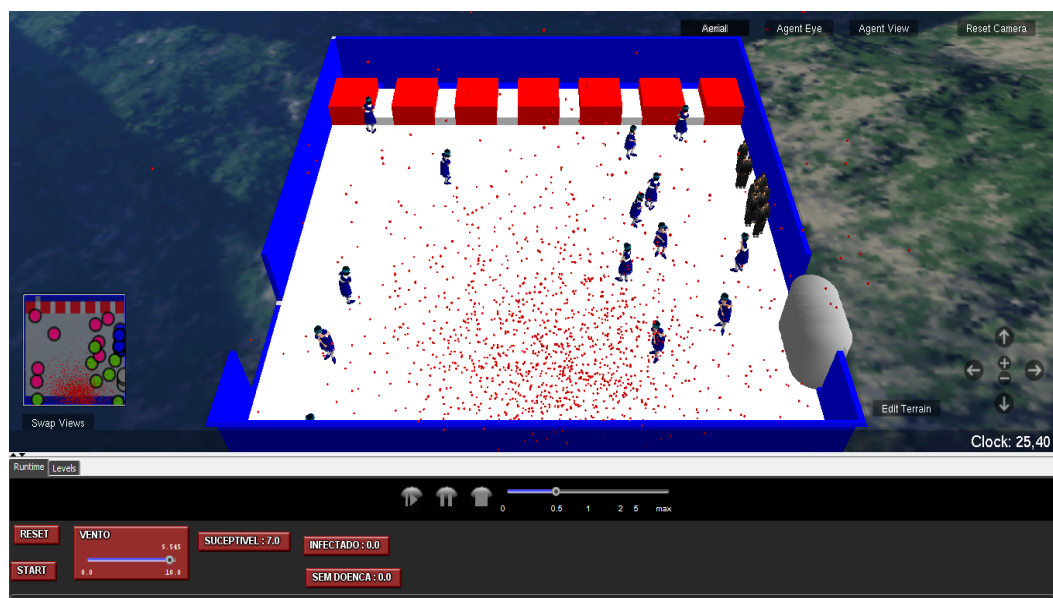
Fonte: Elaboração própria

**Figura 8 - O antraz sendo lançado na sala de *Check-in* do Galeão**



Fonte: Elaboração própria

**Figura 9 - Passageiros infectados pelo Antraz, destaque para vetorização do vento**



Fonte: Elaboração própria

### 3 CONCLUSÃO

A Modelagem Baseada em Agente pode ser um referencial metodológico importante para o avanço nos estudos de defesa, e sua verificação como ferramenta diagnóstica para estudos de segurança de aeroportos no Brasil. A modelagem baseada em agente tem sido utilizada, com êxito, na engenharia de produção como ferramenta para locação de recursos humanos, em educação formulando a interação dos alunos no ambiente escolar, na medicina no estudo de epidemiologia, entre outras. Entretanto, essa ferramenta poderosa para simular eventos complexo, ainda é pouco conhecida em Estudos de Segurança.

A modelagem baseada em agente possui três grandes vantagens se comparada a outros tipos de simulação, em primeiro lugar o comportamento de cada entidade é individualizado, podendo ser acionado pelos eventos, o que possibilita modelar grupo heterogêneo e suas interações, nas quais cada agente pode ter incentivos e motivações particulares. Em segundo lugar, a interação pode ocorrer entre entidades e/ou recursos, sendo assim, a troca de informações pode alterar o comportamento dos elementos e influenciar as ações tomadas no sistema simulado. Por fim, um dos fatos mais relevantes é que a transição de estados possibilita modelagem de cenários totalmente flexíveis que podem ser reconfigurados durante a simulação. (SAKURADA e MIYAKE, 2009).

Como resultados preliminares do presente *paper*, haja vista que a pesquisa está em andamento e a íntegra dos resultados dos dados da simulação será exposta na defesa da dissertação, neste ano. Pode-se inferir que a modelagem do ataque com o agente biológico antraz no Aeroporto Internacional do Galeão possibilita:

- Rever inúmeras vezes os resultados;
- Corrigir resultados;
- Diagnóstico diferenciado não dependendo de especialistas;
- Treinamento de toda a equipe envolvida no evento;
- Custo reduzido;
- Aprendizado acumulado;

Assim, cabe destacar que esta ferramenta metodológica prove um diagnóstico personalizado para a ameaça, possibilitando realizar prognósticos, e também protocolos de segurança que impactam na avaliação de risco de sua ocorrência. Dessa maneira, mitigando sensivelmente os efeitos em caso de sua real ocorrência.

#### **4 REFERÊNCIAS**



BONABEAU, E. “**Agent-Based Modelling: Methods and Techniques for Simulating Human Systems**”, Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA (PNAS), 2002 99(3): 7280-7287. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC128598> > Acesso em 07 dez 2013.

BUZAN, Barry e Hansen, Lene. **A evolução dos Estudos de Segurança Internacional**. Tradução Flávio Lira. São Paulo. Ed. UNESP, 2012

GREENFIELD, Kent. **The Failure of Corporate Law: Fundamental Flaws and Progressive Possibilities**. Chicago: University of Chicago, 2006. Disponível em: < [www.questia.com](http://www.questia.com) >. Acesso em 10 Jan. 2014.

HOPKINS, Johns Universidade, **Centro de Estudos de Biodefesa Civil**. Baltimore Maryland, 2001

IPEA, Instituto de Pesquisas Econômicas e Aplicadas, **O Sistema de Indicadores de Percepção Social (SIPS) Defesa Nacional**, Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, Brasil, 2012  
Disponível em: < [http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/SIPS/111215\\_sips\\_defesanacional\\_1.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/SIPS/111215_sips_defesanacional_1.pdf) > Acesso em 20 Jan 2014

JOHN, Peter St. **Air Piracy, Airport Security, and International Terrorism: Winning the War against Hijackers** (Aerospace Management Law) Hardcover – January 30, 1991

MACAL, Charles M. e NORTH, Michael J. , **Introduction to Agent-based Modeling and Simulation, Center for Complex Adaptive Agent Systems Simulation (CAS2)**, Decision & Information Sciences Division, Argonne National Laboratory, Argonne, IL 60439 USA, November 29, 2006.

SAMUELSON, D.A. e MACAL, C.M. **Agent-Based Simulation Comes of Age: Software opens up many new areas of application**. OR/MS Today. Vol 33. No 4. 2006. Disponível em: < <http://www.lionhrtpub.com/orms/orms-8-06/agent.htm> >. Acesso em 08 dez 2013.

SAKURADA, Nelson e MIYAKE, Dario Ikuo, **Simulação baseada em agentes (SBA) para modelagem de Sistemas de operações**, Anais do Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais – SIMPOI, FGV-EAESP, 2009.

STEW, Magnuson. **Tunnel of Truth**, National Defense Security, Beat, 2008

SWAIN, J.J. **New Frontiers in Simulation: Biennial survey of discrete-event simulation software tools**. OR/MS Today, Vol 34. Nº 5. 2007. Disponível em: < <http://www.orms-today.org/orms-10-07/frsurvey.html> >. Acesso em 04 dez 2013.

TAYLOR, Courteney L., “**Touched by an Agent: Why the United States Should Look to the Rest of the World for a New Airport Security Scheme and Stop Using Full-Body Scanners**.” Houston Journal of International Law 35.2 (2013): 503+. Disponível em: < [www.questia.com](http://www.questia.com) >. Acesso em 09 Jan. 2014.

WALLIS, Rodney. **How Safe Are Our Skies? Assessing the Airlines' Response to Terrorism**. Westport, CT: Praeger, 2003. Disponível em: < [www.questia.com](http://www.questia.com) >. Acesso em 19 Jan. 2014.