

Um Simulador Tutorial Multi-Agente para Treinamento da Alocação de Equipes Policiais

Eurico Vasconcelos, Vasco Furtado

Mestrado em Informática Aplicada (MIA) – Universidade de Fortaleza (UNIFOR)
Av. Washington Soares, 1321, Edson Queiroz. CEP 60.811.905 – Fortaleza – CE – Brazil
jose_eurico@yahoo.com, vasco@unifor.br

Abstract. *This article describes the ExpertCop tutorial system, a simulator of the crime in an urban region. In ExpertCop, the students (police officers) configure and allocate an available police force according to a selected geographic region and then interact with the simulation. The student interprets the results with the help of an intelligent tutor, the Pedagogical Agent, observing how the crime behaves in the presence of the allocated preventive policing. ExpertCop induces students to reflect on resource allocation. The pedagogical agent implements interaction strategies between the student and the geosimulator to make simulated phenomena better understood.*

Resumo. *Este artigo descreve o sistema tutorial ExpertCop, um simulador da criminalidade em regiões urbana. Em ExpertCop, estudantes (oficiais da polícia) configuram e alocam uma força policial, disponível de acordo com a área geográfica selecionada, e interagem com o simulador durante o processo de simulação. A simulação se dá pela interação entre os agentes do domínio, equipes policiais e os criminosos. Os resultados são interpretados com o auxílio de um tutor inteligente que induz os estudantes a refletirem sobre a alocação de recursos e seus efeitos. Ele implementa estratégias de interação entre usuário e geosimulador buscando melhorar a compreensão do processo de simulação.*

1. Introdução

Simulação visa representar um fenômeno por meio de outro buscando medir, demonstrar, testar, avaliar, treinar, educar, minimizar custos ou riscos. Em termos educacionais, a simulação tem se mostrado uma ferramenta importante, pois possibilita o aprendizado pela prática, especialmente em situações complexas, envolvendo um alto risco ou custo.

Sistemas Multi-Agentes (MAS) têm sido adotados no desenvolvimento de sistemas complexos. A principal razão para a utilização do paradigma MAS é a possibilidade de representar a interação entre entidades ou organizações heterogêneas, com diferentes objetivos (possivelmente conflitantes) e possivelmente diferentes níveis de informação. Os MAS também são apropriados, graças às características inerentes aos agentes de software, quando há a necessidade de se representar individualmente cada entidade do domínio modelado ou quando as entidades têm um comportamento inteligente.

Ambientes sociais ou urbanos são dinâmicos, não-lineares, estocásticos e compostos por um grande número de variáveis, caracterizando um sistema complexo. A utilização de MAS para simular ambientes sociais vem sendo amplamente adotada. [Khuwaja *et al.*, 1996]. A Agregação de Sistema de Informações Geográficas (*Geographical Information Systems - GIS*) e MAS na simulação de ambiente urbanos ou sociais, caracteriza a

geosimulação [Benenson e Torrens, 2004]. Apesar de haverem propostas de novos modelos e implementações de camadas pedagógicas em simuladores [Gibbons *at al.*, 2001], há carência de ferramentas e propostas específicas para a construção de geosimuladores voltados para treinamento e educação.

Este artigo descreve o sistema de geosimulação tutorada ExpertCop. Ele visa capacitar os oficiais da polícia na atividade de alocação do policiamento preventivo em áreas urbanas. Este sistema produz, baseado em um plano de alocação feito pelo usuário, a simulação do comportamento criminal em dado período frente ao policiamento preventivo alocado. O objetivo é permitir uma análise crítica pelos alunos (oficiais), fazendo-os compreender a relação de causa e efeito de suas decisões em relação à alocação de recursos.

O processo de geosimulação em ExpertCop é complexo e gera um grande volume de dados (eventos), fruto da interação dos agentes durante a simulação. Isto torna difícil a compreensão do processo de geração e a subsequente análise destes dados (eventos). Faz-se necessário a associação cronológica, geográfica e estatística dos dados de forma a possibilitar a relação de causa e efeito neles contidos. Assim sendo, propomos a utilização de um agente tutor que auxilie o usuário na compreensão dos processos e das relações contidas nos dados gerados, o Agente Pedagógico. Este agente utiliza um algoritmo de mineração de dados para a formação de conceitos, buscando descobrir padrões a partir dos dados simulados e passa-los para o usuário sob a forma estruturada de dicas. Outra estratégia é explorar o processo de raciocínio dos agentes do domínio possibilitando explicar ao usuário a razão dos eventos.

2. O Sistema ExpertCop

2.1. Motivação

A alocação de recursos policiais em áreas urbanas buscando o policiamento preventivo destas áreas é uma das atividades, gerenciais de nível tático, mais importantes na polícia. Esta atividade normalmente é descentralizada onde se analisa a disposição da criminalidade na região e de acordo com a mesma, se faz a alocação da força policial disponível.

O volume de informações que os departamentos de polícia dispõem para analisar, é um dos principais fatores que podem possibilitar dar uma resposta eficaz a sociedade. Notadamente, observa-se que os gerentes táticos, carecem de capacitação no que diz respeito ao gerenciamento das informações para o processo de tomada de decisão. Na realidade, a compreensão do mapeamento das atividades criminais, mesmo utilizando GIS, não é uma tarefa trivial. Em adição a este fato, experimentos práticos neste domínio não podem ser efetuados sem altos riscos ou custos pelo fato de tratar com vidas humanas, e ter fortes reflexos sociais. Neste contexto, a adoção de sistemas de simulação como ferramenta de ensino, treinamento e suporte a tomada de decisão, torna-se fundamental.

2.2. Objetivos

O sistema ExpertCop visa dar suporte a educação por meio da indução à reflexão de fenômenos criminais simulados em uma área urbana. O sistema recebe como entrada um plano de alocação para os recursos policiais disponíveis para certo período, e faz simulações de como a criminalidade se comporta frente ao policiamento alocado. O objetivo é permitir ao estudante compreender as conseqüências de sua alocação bem como as relações de causa e efeito. Em ExpertCop, as simulações em um ambiente de

aprendizado apoiado por gráficos e ferramentas de análise que permitem que o estudante manipule parâmetros dinamicamente e análise os resultados.

3. Arquitetura do Sistema ExpertCop

A arquitetura de ExpertCop é composta por um MAS, um GIS, um sistema gerenciador de banco de dados e interface. A interface permite ao usuário mover-se dentre as funcionalidades e processos do sistema de forma lógica, organizada e ergonômica. O GIS é responsável por gerar, manipular e atualizar o mapa em escala reduzida da cidade a ser estudada. O banco de dados contém informações sobre os estudantes e suas simulações, dados criminais reais e as ontologias do domínio. O componente mais importante da arquitetura é a plataforma multi-agente, que será discutida em detalhes a seguir.

3.1. A Plataforma Multi-Agente

A estrutura, comunicação, administração e distribuição dos agentes é provida pelo *framework Java Agent Develop Framework* (JADE) [TILab, 2003]. A plataforma multi-agente em ExpertCop é composta por três grupos de agentes: agentes de controle, agentes do domínio e o agente pedagógico.

Os agentes de controle são responsáveis pelo controle, comunicação e fluxo no sistema. *O agente GIS* é o agente de controle responsável por intermediar as requisições feitas ao GIS pela interface, agentes do domínio e de controle. *Os agentes gerenciadores* são responsáveis pela coordenação da interação entre os agentes do domínio e controlar atividades pré-programadas como ativação e desativação de agentes. *O agente de Log* é responsável por armazenar todas as interações entre agentes do sistema. O último agente de controle é o *agente de simulação*, sua função é gerenciar as solicitações provenientes da interface quanto aos processos de simulação como o início e parada da simulação.

O agente pedagógico (AP) é dotado de estratégias pedagógicas visando ajudar o usuário na compreensão do processo de simulação e dos resultados obtidos. AP será discutido em detalhes na sessão Proposta Pedagógica deste artigo.

O ultimo grupo de agentes que compõe a plataforma, são os agentes do domínio, ou atores do domínio. Estes agentes são os *Pontos Notáveis* que representam estruturas relevantes para a simulação como bancos, parques e farmácias. *Equipes Policiais* que têm como missão patrulhar as áreas selecionadas pelo estudante (usuário do sistema). E *Criminosos* cuja missão é avaliar e cometer crimes específicos nos pontos notáveis.

3.2. Equipes Policiais

Cada equipe policial é representada por um agente de software e contém um conjunto de características definidas pelo estudante, como meio de locomoção, tipo de serviço, escala e expediente de trabalho. Estas características influenciam diretamente as patrulhas programadas para a equipe. Cada equipe trabalha baseada em sua escala de trabalho e expediente. As áreas de patrulha são passadas às equipes como missão. Estas áreas são compostas por um ou mais pontos de referência, como esquinas, conectados de modo a formar um perímetro. Cada área está associada a um intervalo de tempo no qual a equipe deverá patrulhá-la. A soma dos intervalos das áreas designada para a equipe deverá cobrir seu expediente. Para caminhar na cidade entre pontos de uma área e entre áreas, a equipe

busca (solicitando ao agente de GIS) quais as direções válidas (vias de tráfego como ruas e avenidas) possíveis entre sua atual posição e seu objetivo (por exemplo, um outro ponto de sua área de patrulha). A seleção da direção para a qual se moverá segue uma busca *hill climbing*. A posição exata do ponto depende da velocidade do meio de locomoção que a equipe dispõe.

3.3. Criminosos

Cada criminoso é representado por um agente e tem como missão cometer um crime específico. Após a seleção da área e períodos de simulação pelo estudante, o gerenciador de criminosos (um dos agentes gerenciadores) carrega da base de dados do sistema todos os crimes pertencentes à área e períodos selecionados e organiza os crimes por ordem cronológica. Quando se inicia a simulação, o gerenciador observando a ordem cronológica (dia, hora e minuto do crime), cria para cada crime um criminoso. A tarefa do criminoso é ir até o local do crime, utilizando para isso a mesma estratégia de movimentação da equipe policial, e avaliar a viabilidade de cometer o crime. A avaliação é baseada nos conceitos risco e benefício, o risco é baseado na avaliação nos critérios características geográficas do local do crime como iluminação pública e rotas de fuga, na presença policial e na personalidade do criminoso. O benefício baseia-se na movimentação ou montante financeiro que o alvo do crime pode conter. Estes parâmetros foram definidos a partir de uma série de entrevistas com especialista em criminalidade do setor de segurança pública e em trabalhos da área de psicologia criminal [Farias, 1993]. O critério de avaliação mais importante é a presença policial (distância da equipe policial mais próxima do ponto do crime), influenciando fortemente na avaliação do risco. Quanto maior a distância entre a equipe mais próxima e o local do crime menor o risco. A ontologia do domínio utilizada pelos agentes contém definições quando a distancia do crime. Qualquer distância entre 0 e 200 metros é considerada perto, entre 200 e 500 metros, é considerada média e acima de 500 metros, longe. Estas definições dadas por policiais, baseiam-se no alcance visual humano e na extensão dos quarteirões.

O criminoso utiliza um conjunto de regras de produção nas quais estão representados os conceitos de risco e benefício para a avaliação do crime. As regras contendo a estrutura do processo de suporte a tomada de decisão, são estruturadas em JAVA e executadas pela máquina de inferência JEOPS [Figueira e Ramalho, 2000]. Este processo resulta na decisão de cometer ou não o crime. A seguir demonstramos dois exemplos destas regras:

SE **distância_policial** = *perto* E **tipo_crime** = *roubo* E **tipo_vitima** = *banco* ENTÃO **risco** = *alto*
SE **tipo_vitima** = *banco* ENTÃO **benefício** = *alto*

4. Proposta Pedagógica de ExpertCop

O aluno *interage com o sistema*, configurando e alocando as equipes policiais disponíveis para a área e período selecionados, o estudante *simula a prática* da alocação de recursos. Na alocação, o estudante *expõe suas crenças* sobre alocação de recursos e criminalidade. Ao fim do processo de simulação, onde há a interação entre os agentes do domínio (policiamento e criminalidade), o estudante *valida suas crenças* avaliando os resultados por meio de ferramentas de análise disponibilizadas pelo sistema. Além do processo de simulação em si como ferramenta pedagógica, há um agente pedagógico (AP) dotado de

estratégias pedagógicas para auxiliar o estudante no aprendizado. O agente utiliza duas estratégias distintas para explicar os eventos ocorridos no sistema, explicações em macro-nível e em micro-nível.

4.1. Explicações em micro-nível

Para explicar individualmente cada evento ocorrido na simulação (crimes), o agente utiliza a árvore de provas descrevendo os passos de raciocínio do agente criminoso na tomada de decisão do crime. Para cada evento há uma árvore gerada a partir do processo de inferência do agente. A avaliação do agente a cerca de um dado crime é representada por um conjunto de regras de produção exploradas por uma maquina de inferência. Para obter do agente pedagógico os dados e a explicação sobre o que levou o criminoso a cometer ou não um dado crime, o estudante deve clicar com o mouse sobre os pontos no mapa que representam os crimes. Pontos em vermelho representam crimes ocorridos no período e pontos em verde, crimes evitados. Cada ponto na tela representa um evento (crimes evitados ou ocorridos), tendo associada uma árvore de prova.

4.2. Explicações em macro-nível

Em ExpertCop, entendemos como comportamento emergente, a criminalidade proveniente dos eventos individuais (crimes), seu crescimento ou redução, tendências e sazonalidades. Para explicar este comportamento emergente, o agente pedagógico busca identificar padrões de comportamento a partir da base de dados de eventos gerados no processo de simulação.

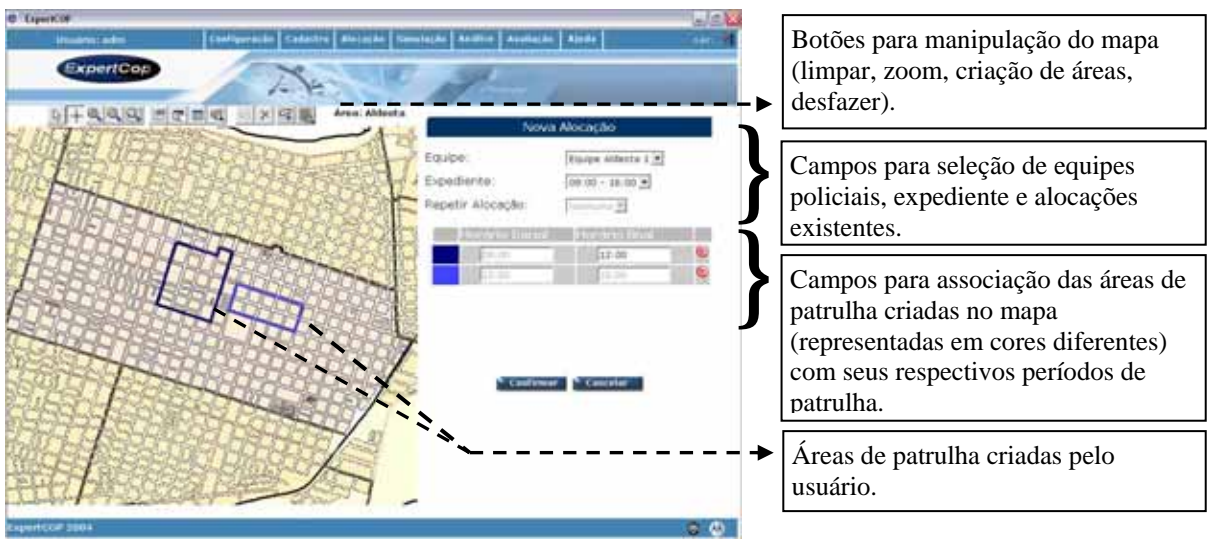
Primeiro, o AP pega da base, os dados dos eventos gerados, dados referentes à ação do crimino (motivos, tipo do crime), e dados referentes às equipes (início e fim de expediente, áreas de patrulha). Após a coleta, o AP pré-processa os dados adicionando informações geográficas relevantes como iluminação pública das áreas distancia entre eventos, policiais, rotas de fugas e pontos notáveis e informações sociais e econômicas das áreas. Após o pré-processamento, os dados são submetidos ao algoritmo de formação de conceitos probabilísticos COBWEB [Fisher, 1987]. Os resultados do algoritmo são expressos sob a forma de uma árvore de conceitos probabilísticos. Os conceitos contidos na árvore são caracterizados de acordo com suas probabilidades condicionais de ocorrência. Tendo os conceitos probabilísticos construídos em uma hierarquia, o agente identifica e filtra conceitos adequados para serem repassados para o estudante. O procedimento heurístico utilizado pelo agente para filtrar os conceitos, baseia-se na representatividade individual de cada conceitos e na representatividade dos atributos internos a este conceito. Este procedimento pode ser visto em detalhes em [Furtado e Vasconcelos, 2005]. A partir dos conceitos selecionados, o AP formata e exhibe ao estudante dicas como: “Você percebeu que crime: roubo, *vitima*: veículo, *dia_da_semana*: sábado, *período*: noite, *área*: residencial, *bairro*: Aldeota têm ocorrido juntos com frequência representando 12% do total de crimes?”. Tendo este tipo de informação, o estudante pode refletir sobre possíveis mudanças na alocação visando minimizar este tipo de problemas.

5. Funcionamento do Sistema ExpertCop

Inicialmente, o estudante deve registrar-se no sistema e configurar os parâmetros da simulação. Feito isso, o sistema determina o número de equipes que o aluno disporá para configuração e alocação. Baseado nos dados geográficos disponíveis no mapa e em suas

crenças, o estudante determina no mapa geoprocessado as áreas a serem patrulhadas por cada equipe policial disponível. O processo de alocação é repetido para cada equipe, iniciando-se com a criação das áreas no mapa, e a definição do período de patrulha para cada área criada. A Figura 1 mostra a interface de alocação.

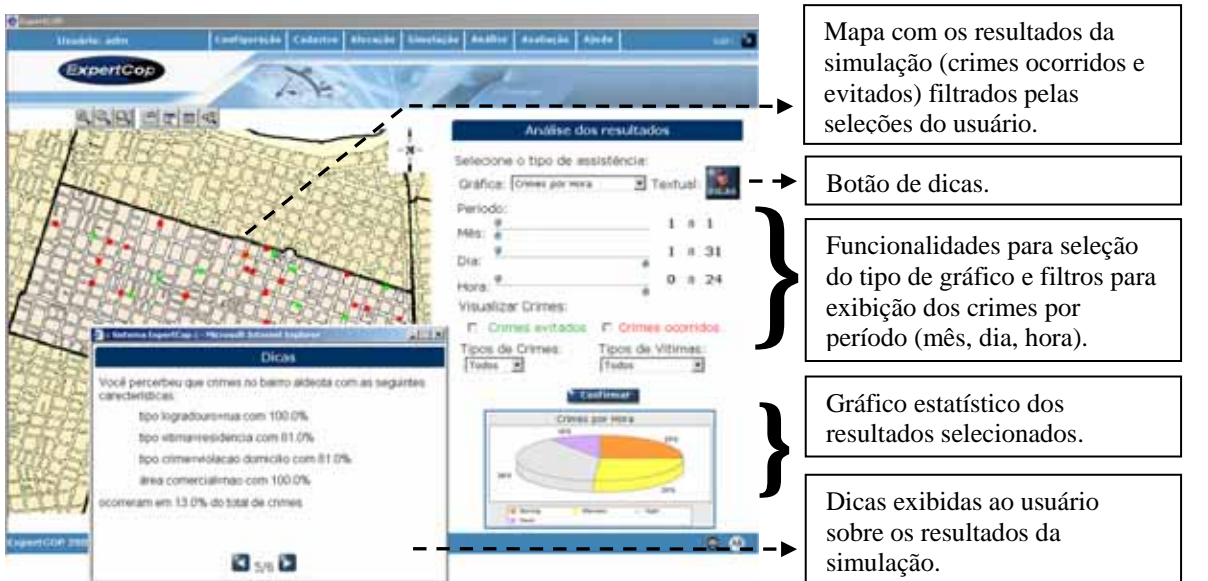
A função do patrulhamento é inibir possíveis crimes que poderiam vir a ocorrer na área. Presumimos que a presença policial é capaz de inibir crimes dentro de um raio de abrangência. O objetivo do estudante é prover uma boa alocação que, evite o maior número de crimes possíveis.



- Botões para manipulação do mapa (limpar, zoom, criação de áreas, desfazer).
- Campos para seleção de equipes policiais, expediente e alocações existentes.
- Campos para associação das áreas de patrulha criadas no mapa (representadas em cores diferentes) com seus respectivos períodos de patrulha.
- Áreas de patrulha criadas pelo usuário.

Figura 1. Interface de alocação.

Após a configuração e alocação das equipes, o estudante pode seguir o processo de simulação pela interface de simulação. Ao fim da simulação, o estudante pode visualizar os resultados de forma contextualizada por meio das ferramentas pedagógicas do sistema. A Figura 2 mostra a interface de análise e visualização.



- Mapa com os resultados da simulação (crimes ocorridos e evitados) filtrados pelas seleções do usuário.
- Botão de dicas.
- Funcionalidades para seleção do tipo de gráfico e filtros para exibição dos crimes por período (mês, dia, hora).
- Gráfico estatístico dos resultados selecionados.
- Dicas exibidas ao usuário sobre os resultados da simulação.

Figura 2. Interface de análise e visualização.

Além das funcionalidades para visualização dos resultados, o estudante pode acessar as explicações individuais dos eventos, ou em micro-nível (descrito anteriormente). As explicações de macro-nível, podem ser acessadas pelo estudante pelo botão de dicas contido na interface. Um conjunto de dicas é apresentado ao estudante de forma a possibilitar que o mesmo reflita sobre os padrões criminais.

Cada simulação efetuada pelo estudante, será registrada e exibida de forma comparativa pelo sistema na tela de resultados das simulações. Os resultados das simulações são exibidos ao aluno por meio de um gráfico de barras contendo para cada simulação efetuada, os números percentuais de crimes evitados e ocorridos.

6. Avaliação do Sistema

ExpertCop foi adotado como apoio a um curso do Ministério da Justiça, desenvolvido pela Secretaria Nacional de Segurança Pública (SENASP). A missão de ExpertCop era ajudar os participantes do curso a refletir a importância do tratamento e análise da informação e de como isto influencia na compreensão da criminalidade. O público curso era composto por noventa profissionais da área de segurança pública divididos em três grupos. Estes profissionais eram compostos por policiais civis, delegados de polícia e policiais militares de diversas patentes (sendo estes últimos a maioria).

6.1. Metodologia

No curso, a utilização de ExpertCop ocorreu em dois estágios diferentes, um explicativo e o outro avaliativo. No primeiro estágio, os participantes foram instruídos no processo de alocação de recursos policiais, do que se trata, como ocorre na prática e quais os fatores envolvidos no processo. Após essa contextualização, ExpertCop foi apresentado com seus objetivos e funcionalidades. Concluindo este estágio, os participantes fizeram uso da ferramenta em uma simulação ilustrativa para familiarizarem-se com as funcionalidades da ferramenta.

No segundo estágio, o treinamento se deu em um conjunto de três simulações em áreas da cidade com diferentes características. Na primeira simulação, os participantes tinham que criar e configurar um número definido de equipes policiais aloca-las no mapa e iniciar a simulação. Ao fim da simulação, requisitamos aos participantes para identificar, de acordo com suas crenças, cinco fatores que influenciaram a ocorrência dos crimes. Estas crenças foram expostas a partir da observação da localização dos crimes ocorridos e evitados no mapa. Após a coleta das crenças, permitimos que os participantes utilizassem as ferramentas de análise do sistema (visualização contextualizada dos resultados, explicações e dicas). Após o uso do apoio pedagógico, fizemos nova coleta de crenças. Nas simulações subsequentes (área 2 e três), permitimos aos participantes efetuar as alocações e utilizar o apoio pedagógico de acordo com suas necessidades. Durante as simulações, o tempo necessário durante o processo de alocação foi registrado.

As seguintes hipóteses foram levantadas:

- O uso do apoio pedagógico do sistema ajudaria os estudantes na compreensão e identificação de novas crenças referentes à criminalidade e ao processo de alocação;

- A aquisição de novos conceitos e crenças acarretaria em uma melhoria nas alocações subsequentes do estudante e conseqüentemente na obtenção de melhores resultados na simulação;

6.2. Análises e Resultados

Análise geral: Observamos que os participantes familiarizam-se com as funcionalidades da ferramenta após a primeira fase do treinamento. As áreas de patrulha criadas na primeira simulação, visavam apenas cobrir grandes áreas, sem a preocupação com a ostensividade na área como um todo. Não houve uma preocupação maior no relacionamento entre escala, expediente e áreas a serem cobertas. Por este motivo, muitas alocações cobriam apenas um período do dia, deixando os outros períodos desguarnecidos. Nas simulações subsequentes, observamos que as áreas de patrulha criadas passaram a cobrir áreas menores e mais específicas. E que os estudantes passaram a buscar distribuir os expedientes de suas equipes de forma a cobrir todo o período do dia. Também observamos que apesar dos participantes demonstrarem mais habilidade no manuseio da ferramenta a cada nova simulação, um maior tempo era gasto durante o processo de alocação. Este aumento do tempo ocorreu devido ao fato dos estudantes passarem mais tempo analisando as informações geográficas e sociais contidas no mapa antes da alocação. Outra observação é que entre os participantes gerou-se uma atmosfera de cooperação, comparação de resultados. Os alunos comentavam propostas de alocação buscando identificar estratégias similares entre si. Entretanto, em alguns deles, o fato de haver uma piora dos resultados na seqüência de simulações, causou um desestímulo, enquanto em outros, instigou a uma análise mais profunda dos dados em busca de identificar a razão da piora dos resultados. A participação do instrutor se resumia à motivação dos alunos por meio do acompanhamento dos resultados e auxílio na resolução dos problemas e dúvidas encontrados.

Análise das crenças e resultados: Avaliando as crenças coletadas nas duas fases, observamos que a maioria dos participantes alterou suas crenças iniciais em relação à criminalidade e seus fatores. Crenças mais específicas e práticas substituíram as crenças iniciais que se mostravam mais genéricas. Fatores relacionados ao tempo como a relação entre períodos do dia, da semana, do mês e o número de crimes ocorridos, começaram a ser levados em consideração. Os policiais militares com experiência prática na tarefa de alocação de recursos demonstraram um baixo percentual de alteração sobre as crenças inicialmente coletadas. Suas crenças iniciais já revelavam fatores relevantes, e em alguns casos, identificaram fatores relevantes ignorados pelo sistema. Estas constatações foram importantes, pois permitiram a melhoria do sistema e pelo fato de observarmos que o objetivo da reflexão em fatores que influencia na criminalidade foi alcançado mesmo nestes casos.

Analisando os resultados quantitativos das simulações (percentual de crimes evitados), observamos que os participantes com maior índice de alteração nas crenças, foram os que obtiveram um índice de crescimento mais acentuado nos resultados das simulações. A melhora nos resultados das simulações mostrou-se dependente também do nível de experiência no domínio e no tipo de atividade que o participante realizava no dia a dia. Em geral, concluímos que o nível de aprendizado é maior em participantes com pouca ou nenhuma experiência no domínio ou no tratamento da informação. Um relatório mais detalhado dos resultados obtidos pode ser visto em [Furtado e Vasconcelos, 2005].

7. Trabalhos Correlatos

Trabalhos baseados em MAS na educação [Khuwaja *et al.*, 1996], [Querec *et al.*, 2003], [Gibbons *et al.*, 2001], Sistemas Tutores inteligentes [Johnson *et al.*, 2000; Ryder *et al.*, 2001], simulação social e ferramentas baseadas em GIS [Gimblett, 2002] influenciaram fortemente este trabalho de pesquisa. Nossa proposta é exatamente uma intercessão entre estas áreas. Existem muitos projetos que descrevem soluções com partes da proposta de nosso sistema. Ambientes virtuais para treinamento, como SECUREVI proposto por Querec *et al.* [2003], utilização de MAS na simulação de ambientes reais colaborativos e adaptativos. GIS inteligentes, como o proposto por Djordjevic *et al.* [1995], cujo objetivo é prover apoio computadorizado ao resgate de incêndios. Sistemas Tutores Inteligentes como o implementado por Wisher *et al.* [2001], que descreve um tutor inteligente para treinamento militar ou o sistema Sherlock de Lesgold *et al.* [1992], que dá conselhos buscando resolver impasses do usuário na utilização do sistema simulador. A arquitetura proposta por Atolagbe e Hlupic [1996] e Draman [1991] para simulações educacionais tem também pontos similares ao nosso trabalho, apesar de não darem ênfase ao poder da simulação baseada em GIS, ou na utilização da mineração de dados como proposta educacional. Trabalhos na área de jogos [Galvão *et al.*, 2000; Leemkuil *et al.*, 2003] utilizam o artifício do jogo simulador com o propósito educacional. Apesar destas propostas também apresentarem alguma similaridade com nossa abordagem, jogos simuladores têm estratégias pedagógicas diferentes. O foco nesses sistemas é voltado para o resultado da simulação, enquanto nós acreditamos que o mais importante é o processo.

8. Conclusão e Trabalhos Futuros

Este artigo descreve o sistema ExpertCop, um geosimulador pedagógico da criminalidade em regiões urbanas. A arquitetura de ExpertCop é baseada na agregação de MAS e GIS para geosimulação, e na existência de um agente pedagógico (um tutor inteligente), que acompanha o processo de simulação visando auxiliar o usuário na análise compreensão dos resultados obtidos. O agente utiliza um algoritmo de mineração de dados para identificar padrões criminais e repassá-los ao usuário sob a forma de dicas, além disso explica individualmente cada evento ocorrido na simulação pela exploração do processo cognitivo do agente que o gerou.

Foram realizados treinamentos com a utilização de ExpertCop por oficiais da policiais, visando avaliar o aprendizado pela utilização da ferramenta. A metodologia utilizada para avaliar o aprendizado dos participantes pelo uso da ferramenta, mostrou um ganho na capacidade de análise e identificação de fatores que influenciam na criminalidade.

Pretendemos continuar a pesquisa em ExpertCop, aprimorando suas funcionalidades e aumentando o apoio ao treinamento, buscando fazer de ExpertCop não apenas uma ferramenta educacional, mas uma ferramenta de apoio a tomada de decisão. O próximo passo é produzir uma versão Web da ferramenta, e adotá-la em novos treinamentos junto ao Ministério da Justiça de forma a obtermos novas avaliações da ferramenta.

Agradecimentos. Este trabalho foi produzido com apoio parcial do CNPq.

9. References

- Atolagbe, T.; Hlupic, V. (1996) A Generic Architecture for Intelligent Instruction for Simulation Modelling. In *Proc. of the 1996 Winter Simulation Conference*, 856-863. San Diego, USA.
- Benenson, I. & Torrens, P.M. (2004). Geosimulation: object-based modeling of urban phenomena. *Computers, Environment and Urban Systems* 28 (1/2): 1-8.
- Djordjevic-Kajan, S.; Mitrovic, D.; Mitrovic, A.; Stoimenov, L. Stanic, Z. (1995) Intelligent GIS for Fire Department Services, In *Proc. of Eurocarto XIII*, 185-196. Italy.
- Draman, Murat.(1991) A generic architecture for intelligent simulation training systems. In *Proc. of the 24th symposium on Simulation*, 30-38. New Orleans: IEEE Computer Society.
- Farias, J.; J.(1993) Manual de criminologia. 2. ed. Curitiba: Juruá.
- Fisher, D. (1987) Knowledge Acquisition via Incremental Conceptual Clustering. *Machine Learning* 2:139-172.
- Figueira, F.; Ramalho, G. (2000) Jeops – The Java Embedded Object Production System. In *Advances in Artificial Intelligence*, 52-61. London: Springer-Verlag.
- Furtado,V.; Vasconcelos, E. (2005) A Pedagogical Agent on Mining, Adaptation and Explanation of Geosimulated Data. In *Proceedings of 18th. International IAAI 2005 2005*. Pittsburgh: AAAI Press (to appear).
- Galvão, J.R.; Martins, P.G.; Gomes, M.R.(2000) Modeling Reality with Simulation Games for a Cooperative Learning. In *Proc. of the 2000 Winter Simulation Conference*, 1692-1698. Orlando, FL: Society for Computer Simulation International.
- Gibbons, A. S.; Lawless, K. A.; Anderson, T. A.; Duffin, J. (2001) The web and model-centered instruction. In BH Khan (Ed.), *Web-based training*, 137-146. Educational Technology Publications.
- Gimblett, H. R.. eds. (2002) Integrating Geographic Information Systems and Agent-Based Modeling Techniques for Simulating Social and Ecological Processes. Oxford Univ. Press.
- Johnson, W.L.; Rickel, J.W.; Lester, J.C. (2000) Animated Pedagogical Agents : Face-to-Face Interaction in Interactive learning Environments. *International Journal of AI in Education* 11: 47-78.
- Khuwaja, R.; Desmarais, M.; Cheng, R. (1996) Intelligent Guide: Combining User Knowledge Assessment with pedagogical Guidance. In *Proceedings of International Conference on Intelligent Tutoring Systems*. Berlin: Springer Verlag.
- Leemkuil, H.H.; Jong, T. de; Hoog, R. de; Christoph, N. (2003) KM Quest: a collaborative internet-based simulation game. *Simulation & gaming* 34: 89-111.
- Lesgold, S.; Lajoie, M.; Bunzo; G. Eggan,. (1992) SHERLOCK: A coached practice environment for an electronics troubleshooting job. In *Computer Assisted Instruction and Intelligent Tutoring Systems*, 201-238. Hillsdale,N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Querrec, R.; Buche, C.; Maffre, E. Chevaillier, P. (2004) SecuReVi: Virtual environments for fire fighting training. In *Proc. of Conférence Internationale sur la Réalité Virtuelle*, 169-175, Laval, France.
- Ryder, J. M.; Scolaro, J. A.; Stokes, J. M. (2001)An instructional agent for UAV controller training. In *Proceedings of UAVs - Sixteenth International Conference*. Bristol, UK: University of Bristol.
- TILab S.p.A. (2003) Java Agent Development Framework. At <http://sharon.cse.it/projects/jade>.
- Wisher, R. A.; MacPherson, D. H.; Abramson, L. J.; Thorndon, D. M.; Dees, J. J. (2001) The virtual sand table: Intelligent tutoring for field artillery training. Alexandria, VA.