

Agent-Based Simulation to a Decision Support System to Pollutant Dispersion

Narúsci dos S. Bastos¹, Bianca P. Marques¹, Diana F. Adamatti¹

¹ Centro de Ciências Computacionais – Universidade Federal do Rio Grande (FURG)
Caixa Postal 474 – 96.201-900 – Rio Grande – RS – Brasil

Abstract .- This paper presents a decision support system (DSS) prototype that uses Agent-Based Simulation adjusted to a simulated pollutant dispersion. The goal is to assist in choosing a suitable location for the construction of new industries through computational simulation tools that make predicting risks that may occur in the chosen region. The DSS allows the good choice of a location for industry to avoid the pollution that directly affects the population.

Keywords—agent-based simulation; decision support system; pollutant dispersion

I. INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta o modelo de um sistema de apoio à decisão (SAD) que utiliza Simulação baseada em Agentes ajustado a um simulador de dispersão de poluentes. O objetivo é auxiliar na escolha de um local apropriado para a construção de novas indústrias, através de ferramentas de simulação computacionais que fazem a previsão de riscos, que podem ocorrer na região escolhida.

Com a evolução industrial e o aumento populacional essas indústrias acabam atingindo a população com a remessa de poluentes lançados a atmosfera, e o SAD permite que ajudemos a indústria, escolhendo um lugar que tem o melhor escore do calculo feito pela formula, para que evite esta poluição ligada diretamente com a população

II. SISTEMA DE APOIO À DECISÃO

Um Sistema de Apoio à Decisão é um modelo genérico de tomada de decisão que analisa um grande número de variáveis para que seja possível o posicionamento a uma determinada questão. Segundo Turban et. al. [2], um Sistema de Apoio a Decisão (SAD) é um sistema de informação baseado em computador que combina modelos e dados em uma tentativa de resolver problemas semiestruturados e alguns não estruturados com intenso envolvimento do usuário.

A ideia desse trabalho é desenvolver um SAD baseado em Sistemas Multiagentes, para que a tomada de decisão seja da forma ambientalmente mais correta.

Com o crescimento populacional e industrial tecnológico, necessita-se também do crescimento da preservação ambiental, pois com o crescimento industrial, a poluição também aumenta causando danos ambientais e para a saúde da

população. A simulação computacional é utilizada para prever essas consequências futuras auxiliando na tomada de decisão, avaliando os riscos que serão causados, sem perturbar esta região que está sendo avaliada. Este simulador escolhe o local que tem o melhor escore do cálculo feito através da formula, para a inserção de uma nova indústria, tendo em vista que a poluição não atinja diretamente a população, que é representada pelos multiagentes na simulação. O simulador foi subdividido em quatro módulos: manipulação de mapas, inserção de novos objetos, propagação da poluição e SAD.

A. Funcionamento do SAD

A Figura 2 ilustra o funcionamento do SAD. O sistema segue os seguintes passos:

1. Escolha dos possíveis locais para inserção da indústria;
2. Definição dos parâmetros da indústria que são passados ao simulador;
3. Início do processamento do simulador;
4. Armazenamento dos dados que serão acessados pelos agentes;
5. O coordenador acessa os dados armazenados;
6. O coordenador repassa as informações para os demais agentes participantes;
7. Cada agente processa sua avaliação individual;
8. O agente decide o local a ser inserida a indústria de acordo com seu perfil;
9. Cada agente informa sua decisão ao coordenador;
10. O coordenador contabiliza o número de votos;
11. O coordenador repassa a decisão final para o simulador;
12. O simulador gera um mapa final com a localização da nova indústria;
13. O mapa é apresentado ao usuário.

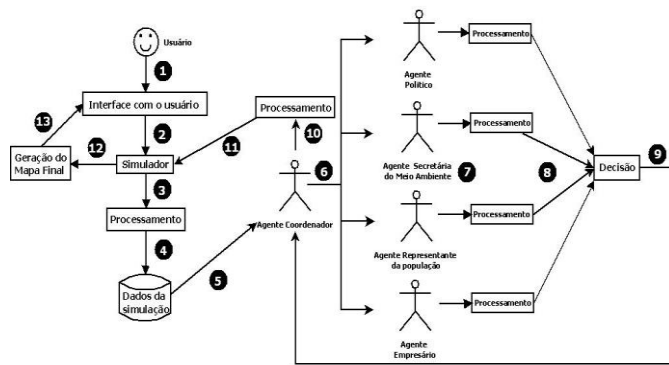


Figura1. Fluxograma do SAD

A ideia desse SAD foi apresentada inicialmente por Nunes et. al. [4].

B. Agentes e seus critérios de avaliação

Para a tomada de decisão do local a ser inserida a nova indústria, os agentes baseiam-se em um cálculo de avaliação representado pela Figura 2, proposto por Nunes et. al. [4]. Nesta fórmula, é feito um somatório ponderado do critério de avaliação multiplicado pela taxa atribuída ao mesmo. Após este cálculo, a localização da indústria que possui a maior avaliação é escolhida pelo agente que possui o melhor escore do cálculo feito pela fórmula.

$$\text{AVALIAÇÃO} = ((\text{Custo} \times \text{Tx_Custo}) + (\text{Tempo de Construção} \times \text{Tx_TempoConst}) + (\text{Impacto ambiental} \times \text{Tx_ImpAmbiental}) + (\text{Opinião Pública} \times \text{Tx_opiniãoPública}) + (\text{Geração de empregos} \times \text{Tx_geraçãoEmpregos}) + (\text{Lucros} \times \text{Tx_lucros}) + (\text{Impostos} \times \text{Tx_impostos}))$$

Figura2.Cálculo de avaliação

Foram criados os seguintes critérios de avaliação com os respectivos pesos:

- **Político:** custo: 0.1, tempo de construção: 0.8 , impacto ambiental: 0.6 , opinião publica: 1, geração de empregos: 1, lucros: 0.5 , impostos: 1.
- **Empresário:** custo: 1, tempo de construção: 1, impacto ambiental: 0.3, opinião publica: 0.2, geração de empregos: 0.5 , lucros: 0.6, impostos: 0.7.
- **Secretaria do meio ambiente:** custo 0.7, tempo de construção 1, impacto ambiental 1, opinião publica 0.5, geração de empregos 0.5, lucros 0.6, impostos 0.7
- **Representante da população:** custo: 0.5 , tempo de construção: 1, impacto ambiental: 0.7, opinião publica: 1, geração de empregos: 1, lucros: 0.1, impostos: 0.7

Para fazer o cálculo, nesta pesquisa, usa-se para os valores das taxas: Tx_custo, Tx_TempoConst, Tx_ImpAmbiental, Tx_opiniãoPública, Tx_geraçãoEmpregos, Tx_lucros e Tx_impostos, os valores correspondentes de cada taxa são randômicos e variam de 0 a 100.

C. Ferramenta NetLogo

O Netlogo é uma ferramenta que possui uma linguagem de programação simples, sendo este voltado para modelagem e simulação de fenômenos naturais e/ou sociais [4][5].

Essa ferramenta é especialmente adequada para modelar sistemas complexos, que evoluem ao longo do tempo. Os desenvolvedores podem dar instruções a dezenas, centenas ou milhares de agentes, que funcionam de forma independente, interagindo entre si e com o ambiente. Tornando-se assim possível de explorar a ligação entre o comportamento dos indivíduos locais e padrões macroscópico que surgem através de suas interações. Suas simulações são particularmente endereçadas a áreas de conteúdos como ciências naturais e sociais, incluindo a biologia, medicina, física, química, matemática, ciência da computação, ciência econômica e psicologia social.

D. Implementação com a ferramenta NetLogo

Os agentes a serem implementados no SAD são: os políticos, os secretários do meio ambiente, a população, os empresários e as indústrias, criou-se as variáveis intrínsecas a cada um dos agentes, variáveis estas que são os critérios de avaliação, mencionados na seção B, Após serem definidas as características dos *agentes* implementou-se o cálculo de avaliação, dentro da variável *eat*, como pode-se visualizar na linha1, em que permite realizar as funções especificadas a cada “tick”, iteração. Entre as linhas 2 e 8 atribui-se o random para determinar os valores dos pesos, aleatoriamente. Seguindo o algoritmo descrito na linha 9 logo abaixo, a cada iteração, a variável *set P_total* recebe o valor do somatório ponderado do critério multiplicado pelo peso atribuído ao mesmo.

```

1. to politician-eat
2. set custo random 100
3. set tempo random 100
4. set impacto random 100
5. set op random 100
6. set emprego random 100
7. set lucro random 100
8. set impostos random 100
9. set P_total (P_cust * custo)+ (P_temp * tempo)+
(P_impact * impacto)+(P_op * op)+
10. (P_emp * emprego)+ (P_luc * lucro)+ (P_imp
* impostos)
11. set P_avaliacao (P_total)
12. end

```

Para a apresentação do resultado final, inseriu-se dentro do bloco *go*, que recebe o comando de execução das iterações enviadas pelo *Button Go* ou *Go once*, os agentes criados com a função *eat*, logo uma estrutura de controle *IF* em que cada um dos resultados de cada agente é comparado com o outro, para

identificar o que apresenta o maior valor, sendo encontrado é impresso na tela através do comando *user-message* a melhor hipótese, a cada iteração realizada. Como se pode observar o algoritmo a seguir:

```
to go
  ask industries [ industry-eat ]
  ask politicians [ politician-eat ]
  ask secretaries [ secretary-eat ]
  ask populations [ population-eat ]
  ask entrepreneurs [ businessman-eat ]
  tick
  if ( P_avaliacao > S_avaliacao and P_avaliacao >
  Pop_avaliacao and P_avaliacao > E_avaliacao ) [
  user-message (word "O agente político apresentou a
  melhor avaliação:" P_avaliacao " ") ]
  if ( S_avaliacao > P_avaliacao and S_avaliacao >
  Pop_avaliacao and S_avaliacao > E_avaliacao )
  [ user-message (word "O secretário do Meio
  Ambiente apresentou a melhor avaliação:" S_avaliacao
  " ") ]
  if (Pop_avaliacao > S_avaliacao and Pop_avaliacao
  > P_avaliacao and Pop_avaliacao > E_avaliacao)
  [ user-message (word "Representante da População
  apresentou a melhor avaliação:" Pop_avaliacao " ") ]
  if (E_avaliacao > S_avaliacao and E_avaliacao >
  P_avaliacao and E_avaliacao > Pop_avaliacao)
  [ user-message (word "O empresário apresentou a
  melhor avaliação:" E_avaliacao " ") ]
  Tick
End
```

III. RESULTADOS PARCIAIS

O simulador gerou os resultados dos cálculos de avaliação para cada agente, com os valores definidos para cada critério de avaliação (custo, tempo construção, Impacto ambiental, opinião pública, geração empregos, lucros e impostos) e usando valores randômicos para os pesos (Tx_custo, Tx_tempo construção, Tx_Impacto ambiental, Tx_opinião pública, Tx_geração empregos, Tx_lucros e impostos), sendo realizadas diversas iterações, sempre começando do zero novamente (ou seja, a iteração anterior não influencia na próxima) apenas para fazer uma média das escolhas realizadas pelo SAD. Executou-se duas simulações, cada uma com 206 iterações, logo exportou-se para Excel os valores de cada iteração recebida para cada agente, obtendo-se os resultados da media para cada um deles, como podemos ver na Tabela 1, a comparação dos resultados:

TABELA 1: RESULTADOS PARCIAIS OBTIDOS

Agente	Média	
	Iteração 1	Iteração 2
Político	15.117.500.000.000.000	21.820.500.000.000.000
Empresário	22.587.961.783.439.500	16.021.500.000.000.000
Secretário do meio ambiente	15.166.800.000.000.000	18.286.600.000.000.000
Representante da população	14.615.941.176.470.600	14.030.400.000.000.000

Na primeira iteração, de acordo com os critérios de avaliação fica claro que com os valores hipotéticos, o Empresário apresenta o melhor resultado, tendo a maior média, de 22.587.961.783.439.500, sendo escolhido como o melhor local para instalar a industria. Já na segunda iteração o melhor resultado, para instalar a industria é apresentado pelo agente político, com uma média de 21.820.500.000.000.000.

IV. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

O simulador proposto visa escolher o melhor local a ser inserida a nova indústria utilizando sistemas multiagentes, por assemelhem-se ao comportamento humano. Como estes agentes alimentam o sistema de apoio à decisão, tem-se comportamentos e decisões similares as que serão tomadas no mundo real.

A proposta apresentada neste artigo ainda é inicial, em relação a sua implementação, sendo assim os resultados apresentados são iniciais e precisam de maiores análises. Contudo, percebe-se que a ferramenta NetLogo permite a implementação de todos os aspectos desejados para o SAD de forma ampla e facilitada.

Como trabalhos futuros, temos a inserção de modelos mais reais de Propagação de Poluição que é um coeficiente que faz parte do simulador de desenvolvimento, bem como os ajustes das regras e cálculos do agente coordenador.

Pretende-se ainda estudar a viabilização do uso de outras técnicas como estratégias de decisão coletiva. Outra meta seria estender o trabalho desenvolvido não apenas para o cálculo de impactos gerados pela instalação de indústrias como também para outros tipos de construções. Assim mesmo que não tome uma decisão autônoma, o simulador auxiliará os respectivos órgãos responsáveis a fazer a melhor escolha.

REFERENCES

- [1] Camila D. Thomasi, Gerson L. Nunes, Priscila S. Teixeira, Márcio M. Jugeiro, Diana F. Adamatti e Carlos R. A. Tagliani (2011). "Um sistema para previsão de impactos gerados pela instalação de indústrias e sua influência sobre ecossistemas costeiros no extremo sul do Brasil." em: WCAMA – Workshop de Computação Aplicada ao Meio Ambiente e aos Recursos Naturais – CSBC.
- [2] Efraim Turban, Dorothy Leidner, Ephraim Mclean e James Wetherbe (2010). "Tecnologia da Informação para Gestão". Parte V, Sistemas Gerenciais e Sistemas de Suporte à Decisão. Ed. Bookman, 6ª Edição.
- [3] Gerson L. Nunes, Camila D. Thomasi, Márcio M. Jugeiro e Diana F. Adamatti (2011). "Um Sistema de Apoio a Decisão baseado em agentes para simulação de impactos gerados pela instalação de indústrias". Em: WESAAC 2011 – Workshop-Escola de Sistemas de Agentes, seus Ambientes e Aplicações. Curitiba.
- [4] NetLogo 5.0 (2012), User Manual, Fevereiro. Acesso em 26.05.2012.
- [5] Prisma, "Breve introdução a ferramenta NetLogo" <http://cftc.cii.fc.ul.pt/PRISMA/capitulos/netlogo/topico3.php>, acesso em 26 de maio.2012.
- [6] Solange Oliveira Rezende. **Sistemas Inteligentes - Fundamentos e Aplicações**. 1. ed. Manole: São Paulo, 2002. pg. 270-303.
- [7] L .O. Alavares; J. S. Sichman **Introdução aos sistemas multiagentes**. em: SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. Jornada de Atualização em Informática. Brasília - UnB, 1997. p. 1-37.