

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO DEL-REI

JOÃO VICTOR CAETANO
LUCAS LAGÔA NOGUEIRA

ANÁLISE DO SURGIMENTO DE PÓLOS
URBANOS DE OCUPAÇÃO URBANA

Trabalho apresentado ao curso de
graduaçãoem Ciência da Com-
putação da Universidade Federal
de São João del-Rei, à disciplina
de Introdução à Modelagem Com-
putacional.

Professor Alexandre Bittencourt
Pigozzo.

São João del-Rei
Julho de 2017

1 Introdução

O trabalho proposto para a disciplina de Introdução à Modelagem Computacional consiste em desenvolver um modelo, e esse modelo pode ser baseado em Equações de diferenças, Equações Diferenciais Ordinárias, Equações Diferenciais Parciais, Autômatos celulares ou em Agentes. Porém no nosso caso, utilizamos o modelo baseado em agentes.

E no problema escolhido, foi decidido estudar e aplicar um modelo que consiste em analisar o surgimento de pólos de ocupação urbana através do software MASON que nos gera uma interface gráfica que podemos analisar bem o comportamento dos agentes.

2 Referencial Teórico

A cidade é extremamente organizada e apresenta padrões de comportamento que são fruto das interações entre os habitantes na competição por espaço, além de apresentar outras características como perturbações que provocam desequilíbrios, de poder de auto-organização e processos descritos por lei de potência. Esta ideia dá suporte a afirmação: a cidade é um sistema complexo por excelência.

Uma das razões pela qual os padrões de planejamento urbano aplicados nas cidades se têm mostrado historicamente ineficazes está no fenômeno do caminho da dependência, onde o futuro será dado em razão das decisões do passado, e a escolha de diferentes rumos causa diferentes efeitos acumulativos. Considerando que a escolha dos caminhos apresenta diversas alternativas, a quantidade de possibilidades finais é muito superior aos moldes de planejamento urbano existentes, estruturados nos padrões tradicionais.

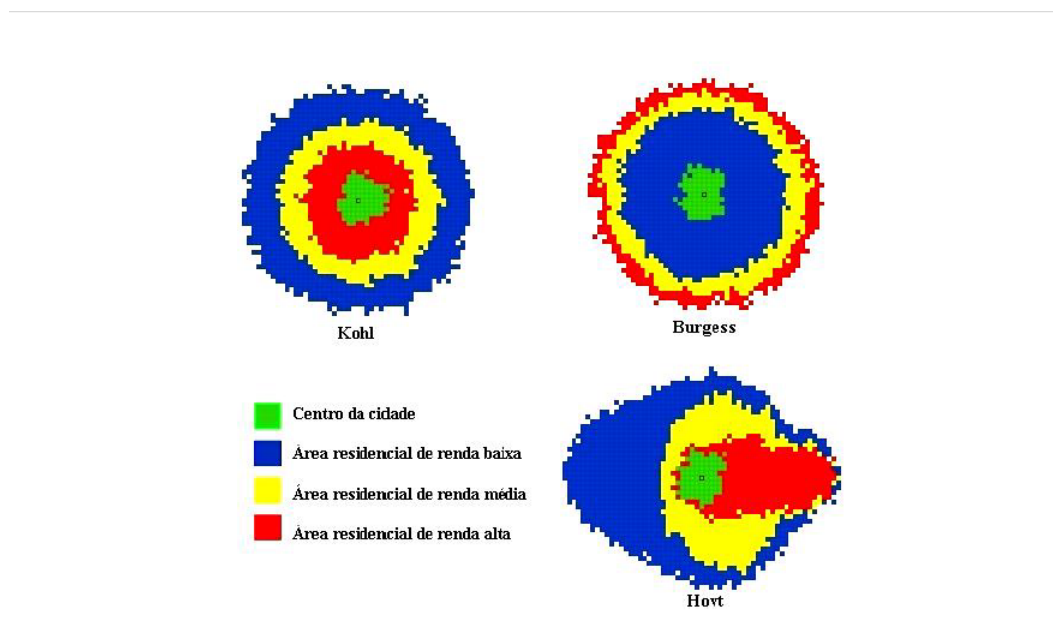
Pensando nesses fatores citados, para modelar o comportamento de uma cidade foi utilizado um modelo baseado em agentes em que segundo alguns autores, agent-based model (MBA) é considerado um método bottom-up, isso significa que as características do conjunto são estudadas a partir do comportamento individual em direção ao estado do sistema. Esse modelo é baseado a partir da simplificação, pois não é necessário ter conhecimento de todas as características dos agentes para estudar os fenômenos. É composto por três elementos básicos:

- um grupo de agentes;
- regras de interação entre agentes;
- e o ambiente em que ocorrem;

e também o MBA é uma boa ferramenta para modelar as cidades, que permite estudar o comportamento e relações entre os agentes, visualizando padrões e resultados em macro comportamento. Os principais fatores a serem modelados são o espaço e aglomeração, e outros fatores como mobilidade, recursos naturais e topografia são incluídos se necessário.

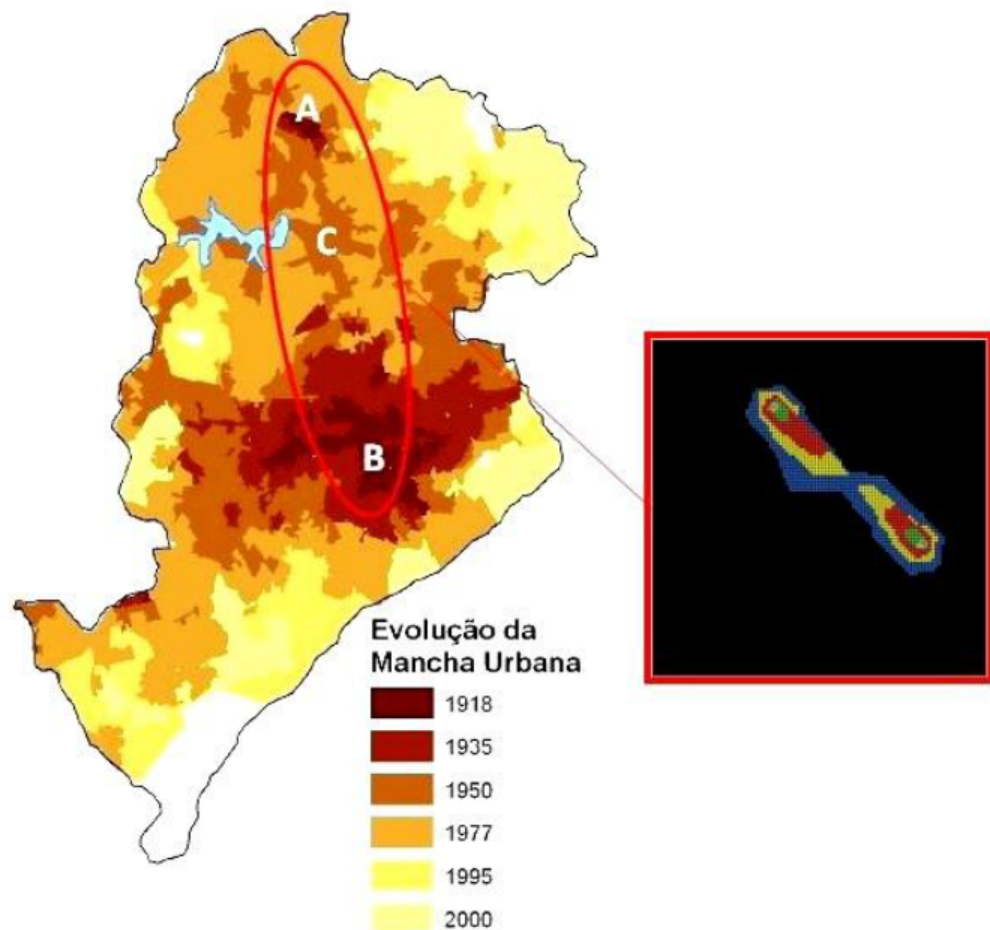
3 Trabalhos Relacionados

Um dos trabalhos que foram relevantes para a formulação e inspiração do trabalho foi o "Análise de surgimento de polos de ocupação urbana à ótica de Sistemas Complexos" por Laerte José Duran Junior. O trabalho desse autor explica detalhadamente sobre os passos de modelar uma cidade por modelos baseados em agentes e também comenta sobre modelos de ocupações como o modelo de Kohl, Burgess, Hoyt, Batty e Kim. E sobre esses modelos, pode-se ter como o foco o modelo de Kohl que consiste em uma mancha urbana composta por anéis concêntricos sendo que cada anel é ocupado com uma categoria de agentes, divididos em instituições, a classe baixa, média e alta.



Na figura acima podemos observar algumas representações dos modelos apresentados no artigo e como ficaram seus agentes distribuídos de acordo com cada método aplicado.

Também é bom destacar que no mesmo trabalho, é realizado um estudo sobre a ocupação da cidade de Belo Horizonte - Minas Gerais e é gerado resultados bem interessantes em relação ao estudo da cidade.



Na imagem, podemos observar os padrões históricos de ocupação da cidade de Belo Horizonte com o decorrer dos anos, desde 1918 até 2000.

4 Descrição do modelo desenvolvido

O modelo foi desenvolvido baseado no modelo do framework MASON, sobre o código fornecido pelo professor Alexandre, que trabalha pelo princípio de agentes são estudantes, e que cada um está em regiões determinadas como:

- região de classe baixa;
- região de classe média;
- região de classe alta;

Cada região possui uma cor para indicar os agentes dessa região e são as cores:

- Vermelho para a região de classe baixa;
- Verde para a região de classe média;
- Azul para a região de classe alta;

E o raio para cada região foi definido como:

- 20 para a região de classe alta;
- 50 para a região de classe média;
- 80 para a região de classe baixa;

Para definirmos a distância entre o centro e o agente, fazemos a distância entre os dois como se fosse a distância entre dois pontos e assim com os raios definidos para cada área, faz-se uma comparação em qual área o agente deve se mover e assim ele se movimenta.

Ele movimenta-se randomicamente até encaixar na área que se encaixa na sua melhor afinidade, e em uma forma circular, consegue-se visualizar na interface gráfica o agente em sua área de afinidade.

5 Resultados

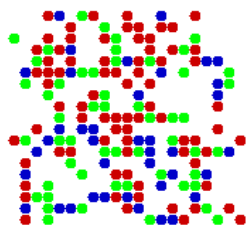
Os resultados obtidos pelo algoritmo serão divididos em partes para ser melhor explicados:

5.1 Variando o valor do raio

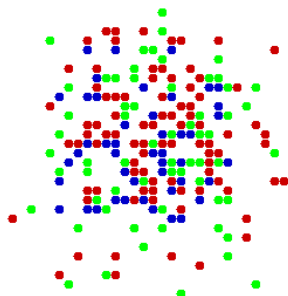
Os raios começaram fixados em:

- $\text{raio1} = 20$;
- $\text{raio2} = 50$;
- $\text{raio3} = 80$;

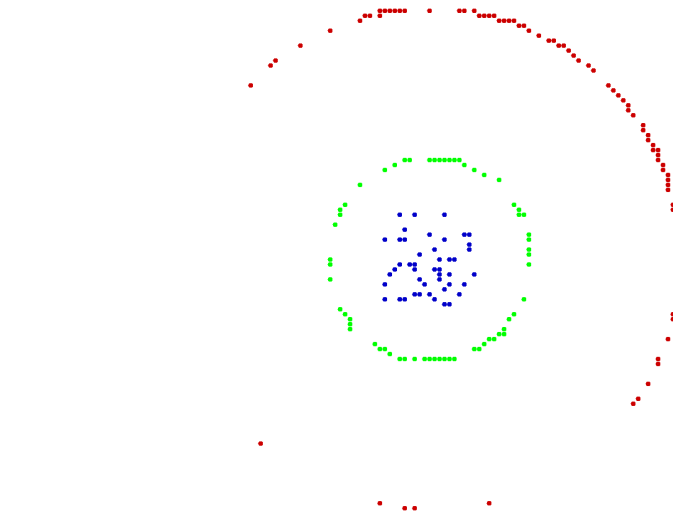
E com esses valores foram obtidos os seguintes resultados:



O valor exibido na figura acima é o valor que foi obtido na primeira iteração, onde os valores estão aleatórios ainda e não procuraram sua região de afinidade.



O valor exibido na figura acima é o valor que foi obtido na centésima iteração, onde os valores já estão se posicionando de acordo com sua afinidade por região

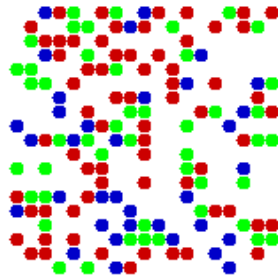


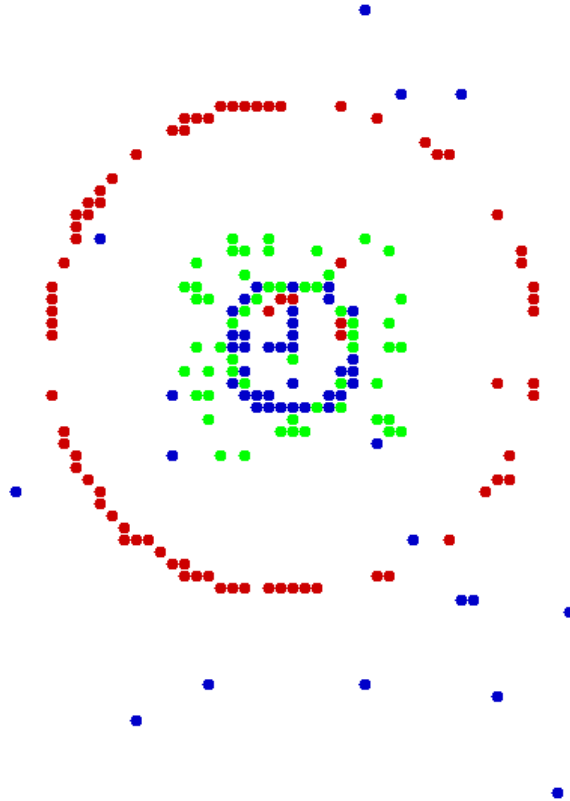
O valor exibido na figura acima é o valor que foi obtido quando os valores já encontraram suas regiões de afinidades corretas.

Com esses valores de raios bem definidos, os agentes conseguem encontrar suas regiões sem problemas, sem atrapalhar uns aos outros e assim o resultado encontrado é o esperado. Porém nem todos os cenários são perfeitos como esse.

Podemos observar em outros testes com raios de:

- raio1 = 5;
- raio2 = 20;
- raio3 = 40;





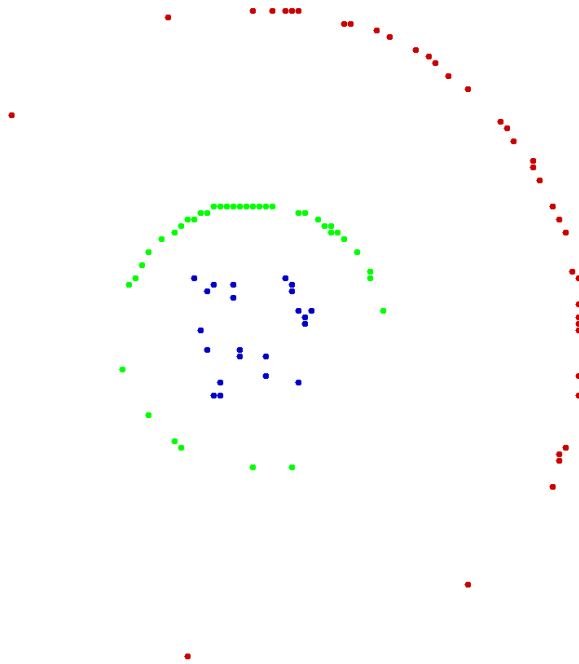
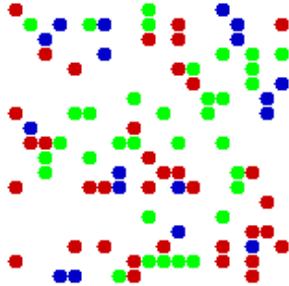
Como podemos observar na figura acima, como o valor do raio estava muito pequeno, então quando um agente tenta sair de sua região, e uma região já está quase completa, os agentes mais de dentro não conseguem sair, então o resultado esperado não é obtido.

Então um resultado esperado é minimizar o raio possível de cada região sem que afete os outros agentes.

5.2 Variando o número de agentes

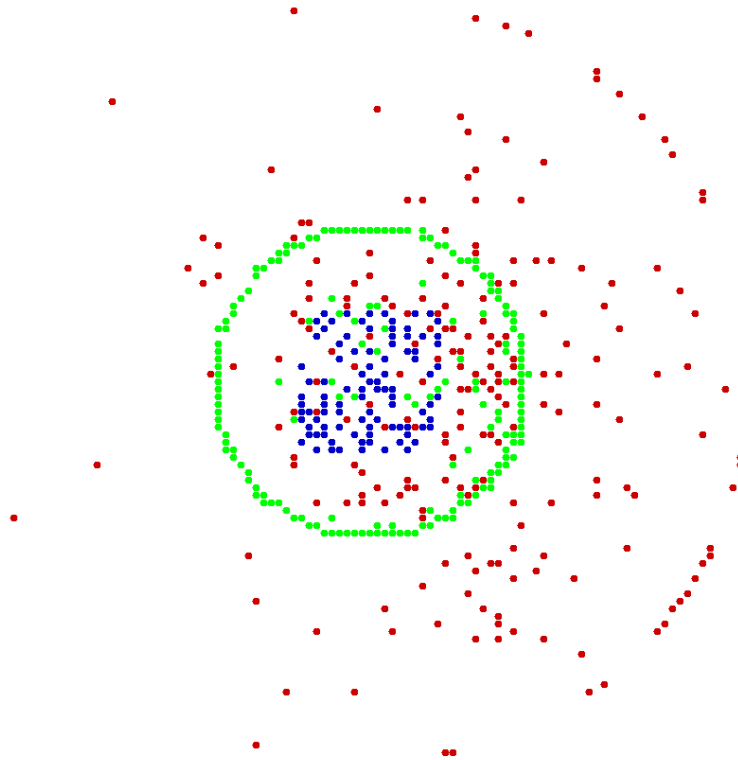
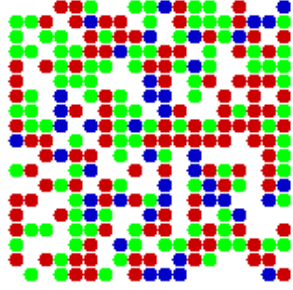
O número inicial de agentes no código era de 200, e os resultados obtidos com 200 agentes foram demonstrados acima, porém se alterarmos os resultados podemos obter os seguintes resultados:

- 100 agentes:



Podemos concluir que nenhum agente atrapalhou o desempenho do outro de alcançar sua região de afinidade.

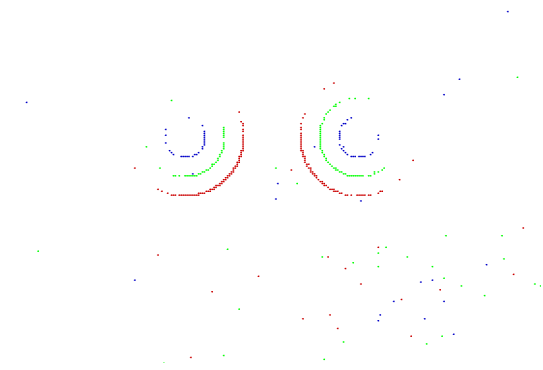
- 500 agentes:



Podemos observar nesse teste, que os agentes da região média se estabeleceram rapidamente e impediram a passagem dos agentes da classe baixa de se locomover para sua área de afinidade, então o número de agentes alto com o

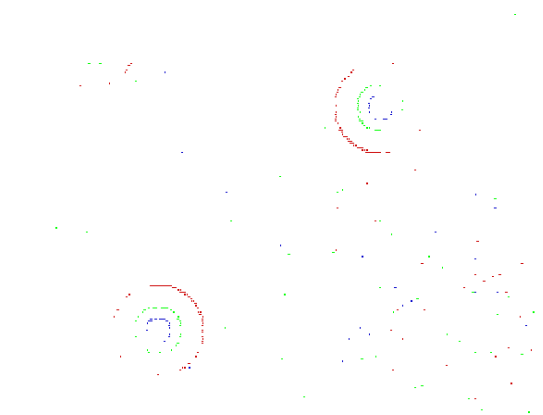
raio nos valores iniciais podem não gerar um resultado esperado.

5.3 Aumentando o número de centros de atração para 2



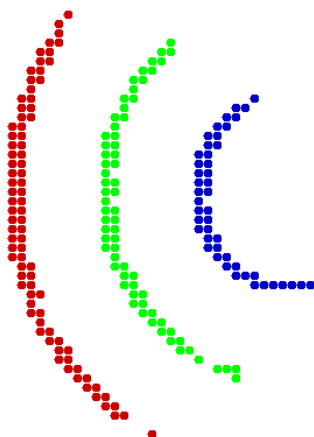
Utilizando dois centros de atração, e aumentando o número de agentes um pouco para demonstrar melhor o experimento, podemos observar que os agentes demoram um tempo maior para se estabilizar, porém na imagem acima podemos observar dois centros bem formados, porém como aumentamos o tamanho da área que eles podem se locomover a estabilização dos agentes demora muito tempo.

5.4 Aumentando o número de centros de atração para 3

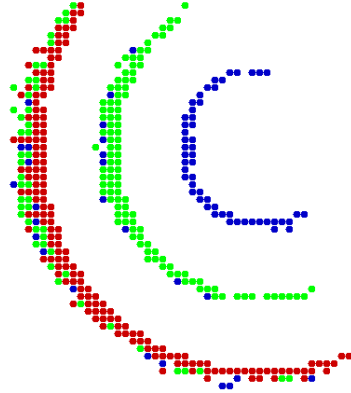


Utilizando 3 centros de atração, também podemos tirar as mesmas conclusões dos com 2 centros de atração os agentes demoram um tempo maior para de estabilizar, porém nenhum agente atrapalha o outro e eles também conseguem atingir suas áreas de atração com sucesso, porém com tempo maior de estabilização.

5.5 Direcionando Movimento do Agente



Foi realizada uma modificação no movimento do agente. No lugar de andar aleatoriamente pelo domínio até encontrar uma região em que ele se estabilize, o agente anda somente para uma direção em que minimimize a distância entre ele e um centro de atração. O tempo de estabilização ficou muito menor quando o movimento é direcionado.



Quando o numero de agentes é maior, o movimento direcionado é bom inicialmente, pois como podemos observar na figura acima, os primeiros a se estabilizarem fecham o caminho para os outros agentes que ainda nao se estabilizaram, se estabilizar. Fazendo com que o código demore muito mais ou até mesmo nao chegue a ficar completamente estável.

6 Conclusão e Trabalhos futuros

Por fim, o modelo obteve um resultado esperado com o que foi projetado a fazer e ele pode-nos ajudar a entender melhor a modelagem da cidade e seus polos urbanos. O modelo construido foi bem simples e várias modificações poderiam ser aplicadas como:

- criar novos centros de atrações para os agentes;
- tentar achar um valor menor possível de raio que não interfira nos agentes;

E como trabalhos futuros poderiam ser destacados:

- utilização de modelo baseado em autômatos no lugar de modelo baseado em agentes;
- adicionar variáveis como custo de vida, renda dos agentes, entre outros dados para aumentar a precisão de segregação dos agentes para suas áreas correspondentes;
- criar uma lógica de movimento para os agentes, para eles não se moverem randomicamente até acharem uma posição correta;

Com o trabalho e a matéria, obtemos uma grande base e motivação para a área de Modelagem Computacional, e com os vários assuntos abordados durante a matéria obtivemos grande conhecimento das diversas áreas da modelagem e suas aplicações na vida cotidiana e para os estudos.

7 Referências Bibliográficas

- Duran Junior, Laerte Jose. Análise do surgimento de polos de ocupação urbana à ótica de Sistemas Complexos. Diss. Universidade de São Paulo, 2012.