

# BioClouds: Approach to Simulate and Visualize Large Crowds like a protest

Gustavo Hernandez Duarte

Andre da Silva Antonitsch

Soraia Raupp Musse

<sup>1</sup>Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)  
Av. Ipiranga, 6681 Partenon — Porto Alegre — RS — Brasil

**Abstract.** *This paper shows the use of BioClouds for simulation of large crowds like a protest. The aim is to validate use Biocloud for simulations and visualizations of large protests around 3 Million of people, where we are interested in each agents individual behavior and collective behavior, in a peaceful scenario where the agents are not wanna collide between yourself and want to leave one point and reach another point in this scenario.*

**Resumo.** *Este paper apresenta o uso de BioClouds para simulações de grandes multidões como um protesto. O objetivo é validar o uso de Biocloud para simulações e visualizações de grandes protestos com cerca de 3 milhões de pessoas, onde se está interessado no comportamento individual de cada agente quanto no comportamento coletivo, em um cenário pacífico onde os agentes não têm intenção de colidir entre si e querem sair de um ponto e chegar até outro ponto neste cenário.*

**Keywords** BioCrowds, Protesto, BioClouds, Crowd Simulation

## 1. Introdução

Imagine que você é um membro de uma força tarefa do governo que tem como objetivo garantir que os protestos realizados na cidade ocorram da forma mais segura possível, mas para isso você precisaria de alguma ferramenta para simular esses protestos, assim você iria ter uma previsão e dados mais próximos do que seria o protesto real para garantir a segurança dos seus participantes, isto é uma das múltiplas aplicações que Crowd Simulation têm assim como entretenimentos(jogos e filmes), simulação de situações de emergências como saída de um estádio de futebol entre outros [Wikipedia 2020a]. Crowd Simulation ou simulação de multidões pode ser definida como um processo de simular o movimento de um grande número de entidades ou personagens. [Wikipedia 2020a]. Diversas técnicas para modelar a simulação de multidões já existem, mas geralmente os métodos de modelagem de multidões existentes são frequentemente complexos de se usarem e muitas vezes suas simulações estão focadas no comportamento de agentes com algum tipo de sentimento como pânico. [Soraia Raupp Musse 2011]. Dentro da área de Crowd simulation temos 3 principais formas de se realizar simulações que são elas. Microscópicas: Onde permitem a modelagem de variáveis específicas e comportamentos, bem como a heterogeneidade de agentes simulados e a possibilidade de interação entre eles. Estes modelos focam na modelagem de agentes inteligentes, ou seja, agentes com algum grau de controle sobre seu próprio comportamento [Andre Da Silva Antonitsch 2019].

Macroscópicas: Onde que não se é focado na heterogeneidade entre agentes e suas interações. Em geral, esse modelo utiliza propriedades ambientais e densidades de multidão tratando as multidões como uma única entidade global. [Andre Da Silva Antonitsch 2019].

Híbrido: onde temos ambas categorias Microscópicas e Macroscópicas trabalhando em conjunto.

Ambas categorias apresentam tradeoff como no caso da híbrido onde temos o aumento da complexidade de implementação. No modelo macroscópico temos como desvantagem, a homogeneidade dos agentes na multidão, que gera falta de individualidade e no modelo microscópico a heterogeneidade no comportamento dos agentes e a interação entre eles afetam custo computacional. [Soraia Raupp Musse 2011].

Protesto pode ser considerado uma expressão pública de objeção a algo. Uma das formas, mas vista de protesto e a de reunião de milhares de indivíduos em um ambiente aberto onde os indivíduos começam em um determinado ponto e tem o objetivo de ir para outro ponto (Colocar referencia aqui). Nesse cenário de um número grande de indivíduos realizar simulações se torna algo muito valioso como evitar acidentes, possível planejamento de uma cidade para lidar com protesto, etc. [Wikipedia 2020b]

Este paper descreve um novo experimento utilizando Bioclouds um modelo Híbrido para simular um protesto com cerca de 3 milhões de pessoas saindo de um ponto do cenário e indo a outro cujo objetivo é validar o uso de BioClouds para simulações de protestos comparado a outros frameworks e modelos. Seção 1, introdução, Seção 2, trabalhos relacionados, Seção 3 Descrição do trabalho, Seção 4, Resultado do experimento, Seção 5 Considerações finais.

## 2. Trabalhos relacionados

[Soraia Raupp Musse 2011] propõe um modelo utilizando o space colonization algorithm chamado BioCrowd, um modelo de crowd simulation baseado no espaço em que cada agente ocupa. No BioCrowds, os agentes têm formato de partícula e não interagem diretamente um com o outro, mas com o espaço ao redor deles. Durante cada etapa da simulação, cada agente captura marcadores ao seu redor e o usa para calcular seu vetor de movimento, onde cada marcador pode pertencer a zero ou a um agente. Esse comportamento cria um diagrama Voronoi, onde cada agente é inserido em cada polígono. Qualquer posição dentro do espaço que um agente possui é uma posição que não outro agente pode assumir na mesma etapa da simulação, evitando assim a colisão.

[Andre Da Silva Antonitsch 2019] BioClouds são Clouds de agentes e marcadores de espaço. Marcadores de espaço são usados para discretizar o espaço e são definidos como uma grade uniforme de quadrados. As Clouds, são por definição a junção de agentes que têm características e objetivos comuns. O número de agentes que uma determinada nuvem contém por  $C_i$  é um dos parâmetros  $C$ . A Cloud é uma estrutura que contém um conjunto de parâmetros, definidos da seguinte forma:  $C_i = \{A_i, dD_i, dS_i, dA_i, R_i, t, sR_i, jD_i, t, jA_i, t\}$ . Biocloud é descrito como uma extensão de BioCrowd onde que como as Clouds tem tamanhos e densidades variadas não necessita o uso de uma função distância euclidiana como no BioCrowds para agentes e marcadores. Sua implementação usa o framework Unity3D [Andre Da Silva Antonitsch 2019]. Onde que a simulação é executada com as seguintes etapas:

- 1. As células selecionam a nuvem mais próxima da mesma forma que os agentes fazem com os marcadores em BioCrowds;
- 2. Cada nuvem usa suas próprias células para calcular um vetor de movimento resultante;
- 3. Cada nuvem atualiza seu raio atual;
- 4. Cada nuvem se move de acordo com o vetor de movimento resultante.

[Tomer Weiss 2019] nos apresenta o Framework PBD para simulação de multidões de forma estável e de fácil implementação. O framework fornece uma nova plataforma para design e controle artístico dos comportamentos dos agentes na modelagem e animação de multidões. Como, restrições posicionais, impedimos que os agentes colidam e incentivar o comportamento coletivo da multidão este modelo está interessado em simulações de grandes multidões em torno de 100,000 agentes.

sobre simulação de protestos são encontrados como do [BUI and MAC 2013] , mas além de ser algo complexo de se simular se acaba tendo um foco maior em emoções em seus agentes e geralmente com um foco maior em como a Crowd se comporta(visão macroscópica) e não em casos pacíficos.

Outro trabalho como o [Carlos Lemos 2014] onde tem seu objetivo simular os padrões emergentes em protestos e obter medidas quantitativas de intensidade de protestos, como o número de confrontos violentos, apesar da visão macroscópica tem novamente uma abordagem utilizando emoção em seus agentes.

Nosso trabalho visa usar BioClouds cujo seus agentes utilizam seus espaços disponíveis, para simular um protesto pacífico cujo interesse está em não haver colisão entre agentes, utilizar um grande número de agentes cerca de 3 milhões e interesse em ver seu comportamento em uma visão macroscópica quanto microscópica.

### **3. Descrição do trabalho**

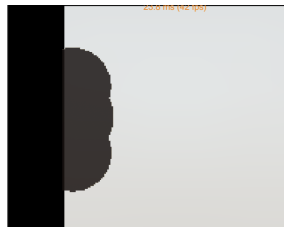
Para realizar o experimento que chegasse mais próximo de uma simulação real foi desenvolvido um experimento chamado de Experimento P figura 1, onde este experimento é composto por 3 Clouds onde cada uma tem 1 milhão agentes, a primeira Cloud se encontra na posição (0,150,50,150) a segunda cloud se encontra na posição (0,150,0,0) e a terceira se encontra na posição (0,220,0,0) cujo todas tem o objetivo de se chegar na posição (300,150) figura 4, onde em um determinado momento como na figura 3 as 3 clouds se encontram indo para seu objetivo. Com isso se tem o objetivo de se simular um grande protesto onde cada cloud representa um grupo que se encontra em um determinado ponto e indo a outro. O ambiente nesse experimento é um plano quadrado de terreno sem obstáculos, medindo 150 por 150 metros seguindo o mesmo padrão visto nos experimentos desenvolvidos em [Andre Da Silva Antonitsch 2019]. Para realizar o experimento foi utilizado o hardware MacBook Pro (15-inch, 2016), 2.6 GHz Quad-Core Intel Core i7, 16 GB 2133 MHz LPDDR3, Intel HD Graphics 530 1536 MB sistema operacional MacOS 10.15 Catalina e um software auxiliar chamado Unity na versão 2018.4.22f1.

### **4. Resultado do experimento**

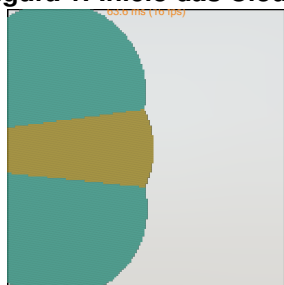
Para comparar os resultados obtidos em relação ao dos outros experimentos realizados no [Andre Da Silva Antonitsch 2019] e no [Tomer Weiss 2019] o foco se deu em sua performance de forma empírica onde se está interessado no frame(ms) de cada experimento como medida de desempenho.

Para se manter a consistência com os outros experimentos foi mantido a mesma densidade e velocidade dos experimentos realizados no artigo [Andre Da Silva Antonitsch 2019], onde temos densidade sugerida de 3,0 agentes / m e velocidade de 1.3m / s.

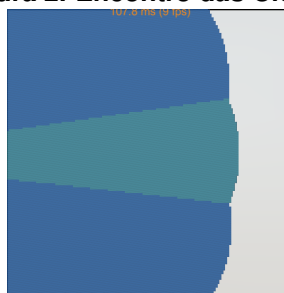
A Tabela 1 mostra o tempo obtido por quadros para BioClouds nos experimentos desenvolvidos em [Andre Da Silva Antonitsch 2019] chamados F e G e os resultados obtidos em [Tomer Weiss 2019] com o experimento desenvolvido chamado de experimento P. Bioclouds foi capaz de simular um número maior de agentes com tempo mais curto por quadro como visto nos expe-



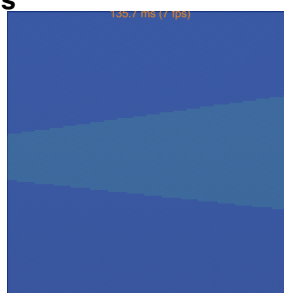
**Figura 1. Início das Clouds**



**Figura 2. Encontro das Clouds**



**Figura 3. metade do caminho das Clouds**



**Figura 4. Clouds em todo o espaço**

rimentos realizados em [Andre Da Silva Antonitsch 2019] mas não com a mesma fidelidade de visualização como em [Tomer Weiss 2019].

Experimento	Agentes	Time/Frame
F	1m	86.85ms
G	1m	105.22ms
P	3m	82.87ms
[Tomer Weiss 2019]	100,048	43.66ms

**Tabela 1. Time por Frame de cada experimento**

## 5. Considerações finais

BioClouds tem um foco grande em simulações de grandes multidões onde comparado com o [Tomer Weiss 2019] e [Carlos Lemos 2014] consegui simular um número muito maior de agentes além de ter a garantia de não colisão o que para simulações de protestos de forma pacífica se torna algo importante. BioCloud com seu multi-level fornece a visão macroscópica e microscópica e sua alteração entre um e outro sem grande perda de performance. Todos os modelos de Crowd simulation apresentados possuem algum tradeOff, [Tomer Weiss 2019] PBD framework mostrou ser muito bom em visualização de um numero grande de agentes mas que nao tem a garantia de não colisao enquanto BioClouds tem garantia de colisao e consegui simular um numero muito grande de agentes mas que nao tem a mesma visualização encontrada em PBD framework. Podemos concluir que mesmo para simulações de grandes protestos onde realmente estamos interessados em um numero grande de agentes o uso de BioClouds se torna uma boa opção além de oferecer o seu uso multi-level de visão macroscópica e microscópica.

como trabalhos futuros criar simulações com objetos como postes, prédios, sinalizadores de trânsito entre outros no cenário para que a simulação seja mais realista com um ambiente real, utilizar emoções em agentes no caso pânico ou outros fatores e ver seu comportamento dentro da Cloud, e a possibilidade de ter divisão entre os agentes da Cloud e depois a sua junção novamente, aumento do tamanho do cenário para outras dimensões possibilitando uma maior visualização de seus agentes no cenário.

## Referências

- Andre Da Silva Antonitsch, Diogo Hartmann Muller Schaffer, G. W. R. S. M. (2019). Bioclouds: A multi-level model to simulate and visualize large crowds. *Researchgate*, pages 1–10.
- BUI, L. T. and MAC, V. V. (2013). *TOWARD AN AGENT BASED DISTILLATION APPROACH FOR PROTESTING CROWD SIMULATION*.
- Carlos Lemos, Helder Coelho, R. J. L. (2014). Agent-based modeling of protests and violent confrontation: a micro-situational, multi-player, contextual rule-based approach. *World Congress on Social Simulation*,, pages 1–10.
- Soraia Raupp Musse, Rafael Araújo Rodrigues, C. R. J. M. P. L. P. M. (2011). Simulating crowds based on a space colonization algorithm. *Computers Graphics*, pages 1–10.
- Tomer Weiss, A. L. C. J. D. T. (2019). Position-based real-time simulation of large crowds. *Computers Graphics*, pages 1–10.

Wikipedia (2020a). Crown simulation. url[https://en.wikipedia.org/wiki/Crowd\\_simulation](https://en.wikipedia.org/wiki/Crowd_simulation).

Wikipedia (2020b). Protest. url<https://en.wikipedia.org/wiki/Protest>.