

# Análise de Simulações Dinâmicas de Aglomerados de Galáxias em Fusão

Estudante: Pedro Henrique Rocha de Andrade  
Orientadora: Ana Cecília Soja

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense  
campus Bom Jesus do Itabapoana.  
Curso Técnico Integrado ao Ensino médio - Técnico em Informática



## Resumo

Colisões de aglomerados de galáxias são eventos extremos do Universo cujo estudo, entre outros fatores, permite a compreensão da natureza da matéria escura a partir de seu comportamento durante a colisão. Dada a impossibilidade de observação direta de parâmetros como velocidade relativa dos componentes e evolução ao longo do tempo, uma das estratégias utilizadas para o estudo deste tipo de fenômeno é a análise de simulações dinâmicas. Este projeto se propõe a avaliar a acurácia de uma dessas simulações no tocante à diferenciação entre as diversas passagens temporais dos objetos em interação pelo centro da colisão. Para tanto, foram utilizados dados públicos e conhecimentos de programação. Os resultados preliminares indicam boa eficiência da análise dinâmica, mas mais testes são necessárias para a quantificação precisa desta eficiência.



## Introdução

Aglomerados de Galáxia são estruturas gigantes do Universo compostos por galáxias, gás intraglomerado e uma matéria que não é vista, a matéria escura.

Como ela não emite, reflete ou absorve luz, a forma de estudar ela é através da interação gravitacional.

Colisões de aglomerados de galáxias são eventos astrofísicos muito energéticos e suas características permitem que sejam grandes laboratórios para o estudo da matéria escura. Como esses eventos envolvem muitas componentes, são necessárias estratégias computacionais para estudá-los. Um das propostas é o código de Análise Dinâmica de Dawson (2013), que determina parâmetros do choque através da solução de equações de colisão.



Figura 1: Exemplo de aglomerados de galáxia em colisão. Acima, o "Musket Ball Cluster" e abaixo o "Bullet Cluster"



## Metodologia

- O código de Dawson utiliza o método estatístico de Monte Carlo para encontrar soluções possíveis que descrevam colisões de aglomerados de galáxias.

- A Figura 2 mostra um esquema dos parâmetros envolvidos na colisão

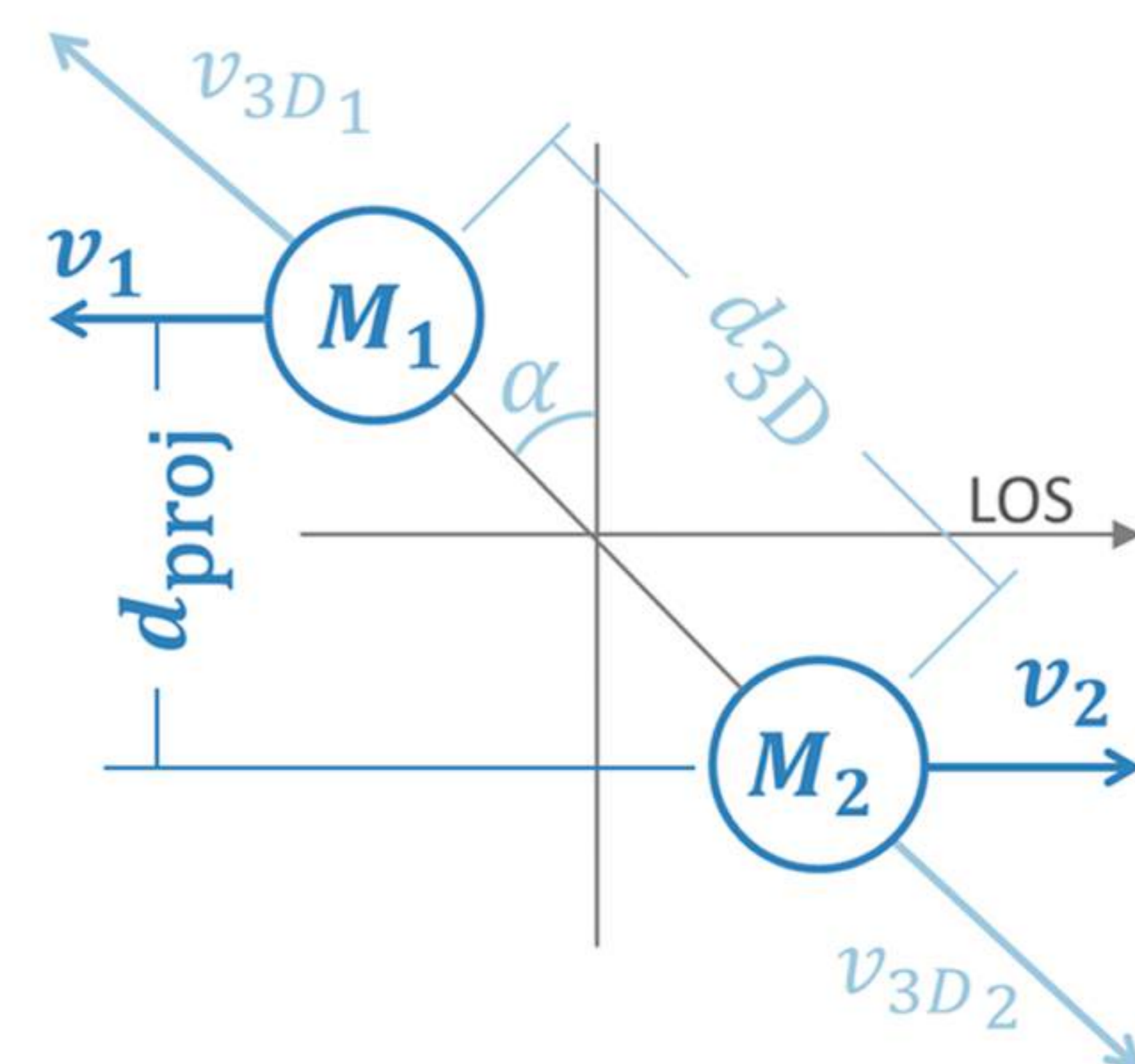


Figura 2: A forma genérica de fusão de dois aglomerados utilizada neste trabalho. Parâmetros observáveis são mostrados em azul escuro e parâmetros geralmente desconhecidos das fusões são mostrados em azul claro. Note que apenas o cenário que se afasta é mostrado na figura, o método também considera o cenário que se aproxima.

- No próprio trabalho, Dawson (2013) destaca que seu código precisava de mais testes

"Dada a estabilidade do trabalho é concebível que ele possa ser corrigido no modelo de resultados. Entretanto, para ter qualquer confiança nessa correção do trabalho, os resultados do modelo devem ser comparados com uma série de cenários de fusão, que está além do escopo do trabalho atual."

- O trabalho consistiu em testar o código para diferentes arranjos de aglomerados e comparar com dados de simulações

## Resultados

Até o momento, nossa análise **tem mostrado** que os parâmetros de saída de Dawson são discrepantes de dados de simulações, o que pode comprometer sua eficiência para alguns intervalos de razão de massa de aglomerados. Para entender mais o problema, o próximo passo do trabalho é investigar quais os parâmetros que podem estar afetando essa discrepância. Esses resultados já são bem interessantes para a comunidade por proporcionarem o desenvolvimento de códigos cada vez mais precisos para análises e simulações dinâmicas de aglomerados.

## Referências Bibliográficas

J. A. ZuHone, A Parameter Space Exploration of Galaxy Cluster Mergers. I. Gas Mixing and the Generation of Cluster Entropy, 728, 54, 54 (2011) 10.1088/0004-637X/728/1/54.

W. A. Dawson, The dynamics of merging clusters: a monte carlo solution applied to the bullet and musket ball clusters, The Astrophysical Journal 772, 131 (2013) 10.1088/0004-637X/772/2/131.

L. I. A. Prado, A luz das Estrelas, 1ed (DP A Editora LTDA, 2006), isbn: 8574903051.