

# MÉTODO DE MONTE CARLO APLICADO À MODELAGEM DE SISTEMAS DE ALTO VÁCUO

Samuel da Silva Lima

Fatec São Paulo - samuellima0919@gmail.com

Francisco Tadeu Degasperi

Fatec São Paulo - ftd@fatec.sp.br

## 1. Introdução

O alto vácuo desempenha um papel fundamental em inúmeras aplicações, desde a física de partículas até a nanotecnologia e a fabricação de dispositivos eletrônicos. No entanto, modelar esses sistemas é uma tarefa desafiadora, devido a sua complexidade e a interação de várias variáveis.

Neste contexto, o Método de Monte Carlo oferece uma abordagem promissora. Através da geração aleatória de eventos e da análise estatística, esse método permite simular o comportamento de partículas e moléculas em um ambiente de alto vácuo. Isso não somente oferece uma compreensão valiosa sobre o comportamento desses sistemas, mas também pode ser usado para otimizar processos e melhorar a eficiência de dispositivos.

Portanto, esta pesquisa tem como objetivo desenvolver um software de simulação de sistemas de alto vácuo, utilizando-se a aplicação do método de Monte Carlo na modelagem de sistemas de alto vácuo.

## 2. Metodologia

Para implementar o Método de Monte Carlo, será utilizado linguagens de programação especializadas e softwares de simulação. Nesse processo, definiremos as interações entre partículas e moléculas no ambiente de alto vácuo, levando em consideração fatores como velocidades, trajetórias e probabilidades de colisão.

A geração aleatória de eventos será fundamental para simular o comportamento das partículas no vácuo, levando em conta variáveis como temperatura e pressão. A análise estatística dos resultados gerados nos permitirá extrair um entendimento sólido sobre o comportamento do sistema em estudo.

Além disso, planejamos conduzir a comparação entre os resultados das simulações do software desenvolvido na pesquisa e do software Molflow+. O software Molflow+, criado por Roberto Kersevan, em 1990, é utilizado pelas principais universidades do mundo e pela Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear (CERN). Molflow+ é reconhecido mundialmente por sua confiabilidade em seus resultados. Acreditamos que a comparação de simulações com um dos principais softwares disponíveis garantirá a confiabilidade e a validade dos resultados das simulações.

## 3. Resultados e Discussões

Durante esse início de projeto buscamos entender o método de Monte Carlo, para isso desenvolvemos alguns programas para simular algumas aplicações do método. Na figura 01 e figura 02, está contido os resultados do programa que simula o lançamento de

grãos em um quadrado unitário com um círculo inscrito, a ideia desse problema é encontrar o valor de pi através do lançamento aleatório de grãos, o método de Monte Carlo está sendo aplicado para gerar esses lançamentos aleatórios, e através da seguinte expressão, podemos encontrar o valor de pi.

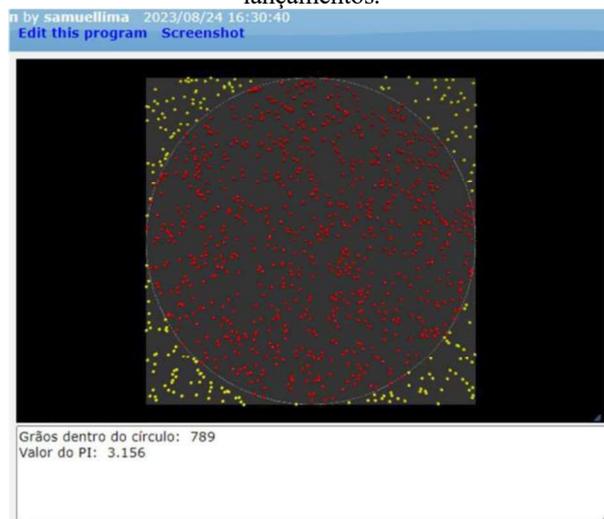
$$\pi = 4 \times \left( \frac{\text{total de grãos dentro do círculo}}{\text{total de grãos lançados}} \right)$$

Conforme o número de lançamentos tender ao infinito, mais exato será o valor de pi encontrado.

Na figura 03 e figura 04, está contido os resultados do programa que simula lançamentos de um dado, a ideia desse problema é encontrar a probabilidade exata de 1 para 6, o método de Monte Carlo está sendo aplicado para gerar os lançamentos aleatórios, a probabilidade tende a ficar mais exata conforme o número de lançamentos tende ao infinito.

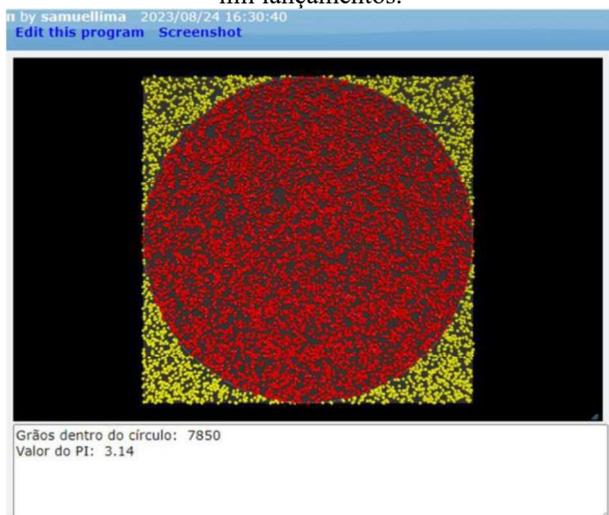
Todos os programas foram desenvolvidos com a linguagem de programação Python, utilizando a função Random() para a aplicação do método de Monte Carlo.

**Figura 01** – Simulação lançamento de grãos com mil lançamentos.



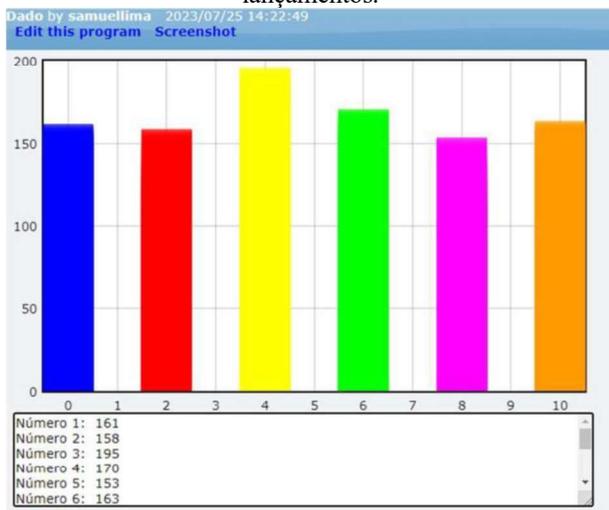
**Fonte:** Lima, S. (2023).

**Figura 02** – Simulação lançamento de grãos com dez mil lançamentos.



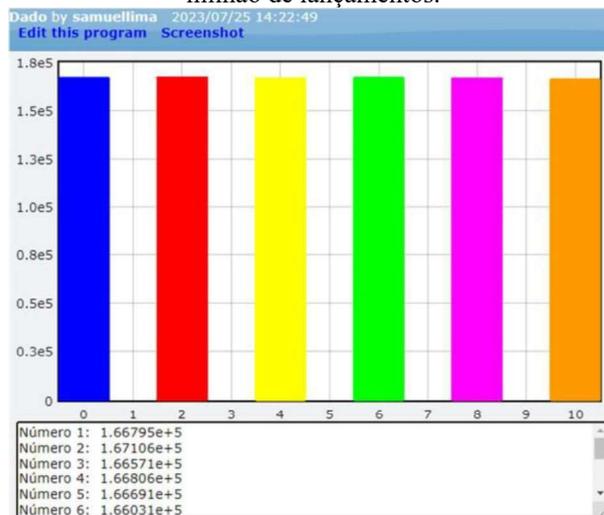
Fonte: Lima, S. (2023).

**Figura 03** – Simulação lançamento de dado com mil lançamentos.



Fonte: Lima, S. (2023).

**Figura 04** – Simulação lançamento de dado com um milhão de lançamentos.



Fonte: Lima, S. (2023).

#### 4. Conclusões

Os resultados obtidos comprovam a eficácia do método de Monte Carlo e demonstra que é possível sua utilização para a simulação de eventos aleatórios, como o movimento dos átomos ou moléculas no vácuo. A próxima etapa é a realização do estudo das geometrias e do ambiente de alto vácuo.

#### 5. Referências

- [1] GUINSBURG, G. K; MOUZONI, M. P. Computadores e Computação – Textos do Scientific American. Perspectiva S.A., São Paulo, 1977.
- [2] CHAMBERS, A. Basic Vacuum Technology. – CRC Press, Flórida, 1988.
- [3] ADY, Márton. Monte Carlo simulations of ultra high vacuum and synchrotron radiation for particle accelerators. – Escola Politécnica Federal de Lausanne, Lausanne, 2016.

#### Agradecimentos

À instituição CNPq pela bolsa de iniciação científica, a Faculdade de Tecnologia de São Paulo e ao Professor Francisco Tadeu Degasperri que apoiam e possibilitam o desenvolvimento deste projeto.