

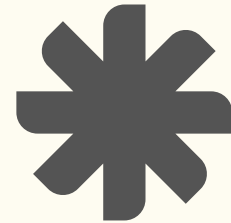
Gonçalo Gonçalves Barroso - PG58980



# CLOTH SIMULATION

VISUALIZAÇÃO EM TEMPO REAL

# INDEX



**1**

**INTRODUÇÃO E  
MOTIVAÇÃO**

**2**

**ESCOLHA DO ALGORITMO**

**3**

**MODELO FISICO**

**4**

**IMPLEMENTAÇÃO  
TÉCNICA**

**5**

**RESULTADOS E  
CONCLUSÃO**

# CONTEXTO E OBJETIVOS

1

## OBJETIVO:

DESENVOLVER UMA SIMULAÇÃO REALISTA DE TECIDOS (CLOTH SIMULATION) CAPAZ DE INTERAGIR COM O AMBIENTE E DEFORMAR-SE SOB AÇÃO DA GRAVIDADE

## DESAFIO:

EQUILIBRAR REALISMO FÍSICO COM DESEMPENHO COMPUTACIONAL

## DESAFIO:

UTILIZAÇÃO DE GPU (COMPUTE SHADERS) PARA PARALELIZAR CÁLCULOS FÍSICOS.

# COMPARAÇÃO DE ALGORITMOS



**PORQUE O MASS-SPRING MODEL?**

**DECISÃO:**

O MASS-SPRING MODEL  
OFERECE O MELHOR  
COMPROMISSO ENTRE  
SIMPLICIDADE DE  
IMPLEMENTAÇÃO E QUALIDADE  
VISUAL PARA UMA  
DEMONSTRAÇÃO INTERATIVA.

Critério	Mass-Spring	PBD*	FEM**
Complexidade	Baixa	Média	Alta
Performance	Alta	Alta	Baixa
Precisão Física	Média	Baixa	Alta
Estabilidade	Média	Alta	Média

\*POSITION BASED DYNAMICS  
\*\*FINITE ELEMENT METHOD

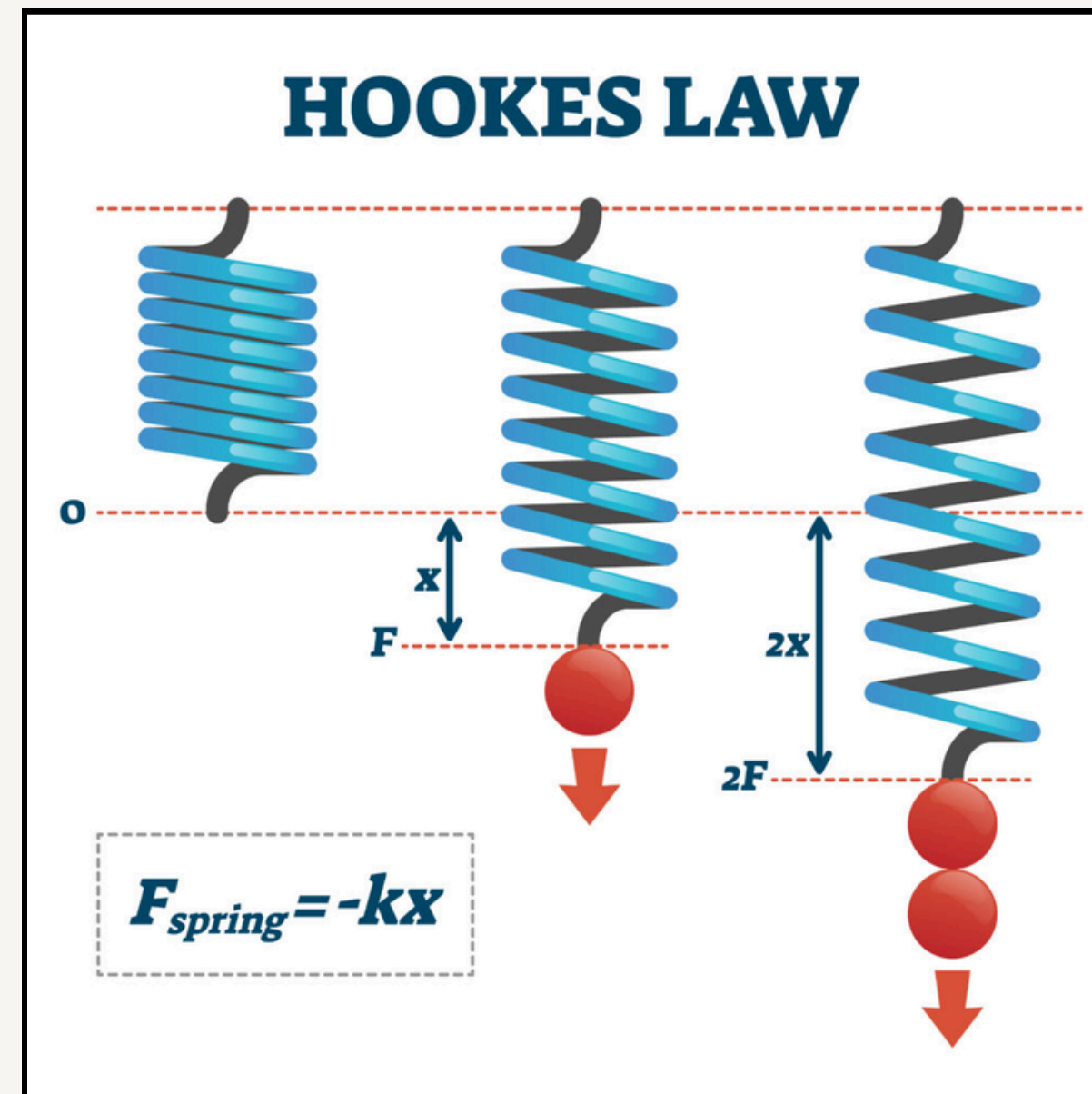
# MASS-SPRING MODEL

COMO FUNCIONA?

3

## FORÇAS ATUANTES:

- **Lei de Hooke:**  
Restaura a posição de repouso
- **Amortecimento (Damping):** Dissipa energia e evita oscilações infinitas
- **Gravidade:** Força global constante

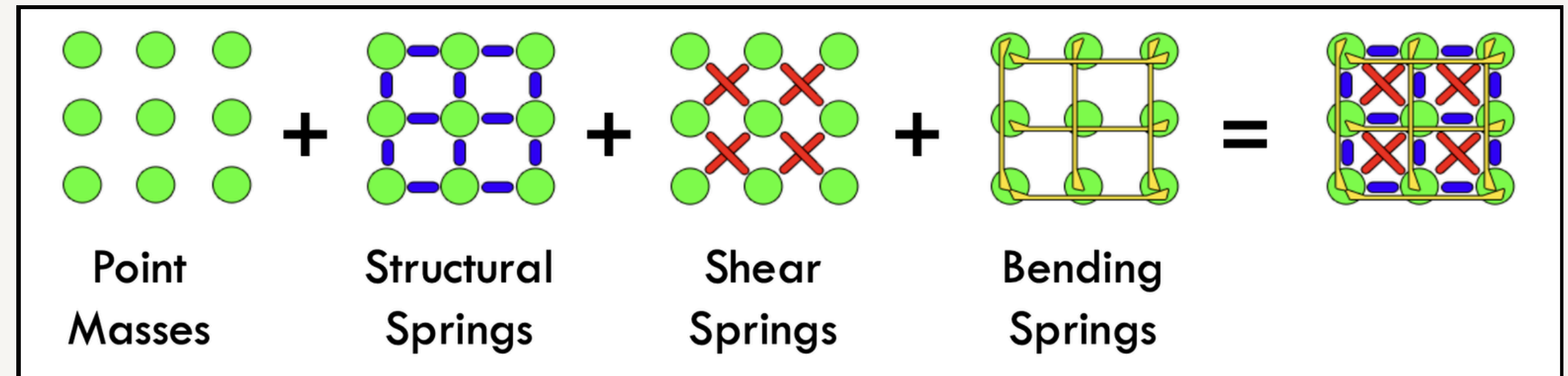


# MASS-SPRING MODEL

## TIPOS DE SPRINGS

3

- **Structural springs** → Mantêm a forma base do pano
- **Shear Springs** → Evitam deformações diagonais
- **Bending Springs** → Controlam a flexão do tecido

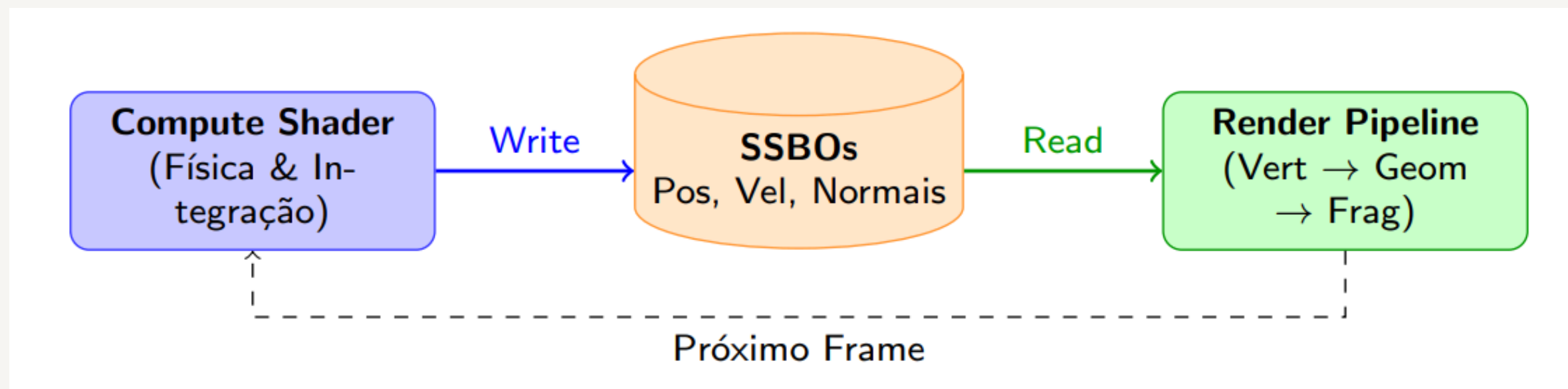


# ARQUITETURA DO SISTEMA

4

**SEPARAÇÃO CLARA:** FÍSICA NO COMPUTE PASS, VISUALIZAÇÃO  
NO RENDER PASS

**MEMÓRIA PARTILHADA:** SEM TRANSFERÊNCIAS CPU-GPU PESADAS A CADA  
FRAME



# INTEGRAÇÃO NUMÉRICA E ESTABILIDADE

4

## INTEGRAÇÃO DE EULER:

SIMPLES E EFICAZ PARA UM TIMESTEP PEQUENO

## DESAFIO DE ESTABILIDADE:

O SISTEMA EXPLODE SE O TIMESTEP FOR MUITO GRANDE RELATIVAMENTE AO STIFFNESS

$$\begin{aligned}\vec{v}_{n+1} &= \vec{v}_n + \frac{\vec{F}_{total}}{M} \Delta t \\ \vec{p}_{n+1} &= \vec{p}_n + \vec{v}_{n+1} \Delta t\end{aligned}$$



# TRATAMENTO DE COLISÕES

4

## COLISÃO COM A ESFERA:

```
if (dist < radius) {  
    // Projeta para a superfície  
    pos = center + normal * (radius + epsilon);  
  
    // Resposta de velocidade  
    if (dot(vel, normal) < 0)  
        vel -= dot(vel, normal) * normal;  
    vel *= 0.85;  
}
```

## AUTO-COLISÃO:

- **IMPEDE QUE O TECIDO SE ATRAVESSE A SI PRÓPRIO;**
- **VÉRTICES TRATAM-SE COMO ESFERAS REPULSORAS.**

# RESULTADOS OBTIDOS

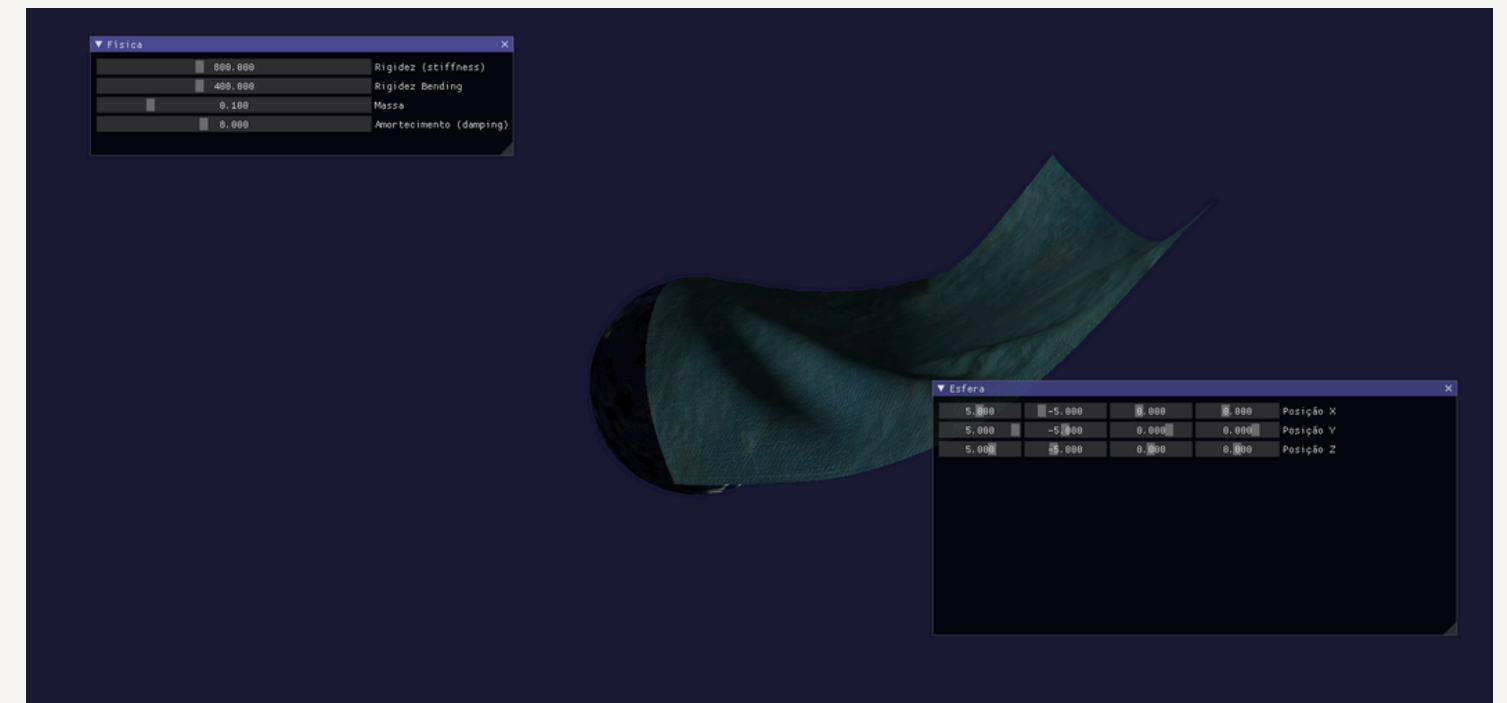
5

**PERFORMANCE:** SIMULAÇÃO FLUIDA.

**VISUAL:** RENDERIZAÇÃO COM ILUMINAÇÃO CORRETA (SMOOTH SHADING) GRAÇAS AO RECÁLCULO DE NORMAIS POR FRAME

**INTERATIVIDADE:**

- CONTROLO DE PARÂMETROS FÍSICOS;
- MOVIMENTAÇÃO DA ESFERA DE COLISÃO;



# CONCLUSÃO

5

- COMPUTE SHADERS SÃO IDEAIS PARA SIMULAÇÕES DE FÍSICA DE MUITAS PARTÍCULAS;
- MASS-SPRING É VIÁVEL PARA APLICAÇÕES EM TEMPO REAL, APESAR DE EXIGIR CALIBRAÇÃO CUIDADOSA

## TRABALHO FUTURO:

- ADIÇÃO DE FORÇAS AMBIENTAIS (VENTO)

Gonçalo Gonçalves Barroso - PG58980



# FIM

## CLOTH SIMULATION