APLICAÇÃO DA PERIDINÂMICA NA MECÂNICA DOS SÓLIDOS

Bibiana Gelhen Scipioni
Ignacio Iturrioz
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Introdução: Na mecânica dos sólidos em situações nas quais fratura ou fragmentação governa o problema, métodos alternativos aos tradicionais, que não se embasam na hipótese do Continuo, são necessários. Dessa forma, apresenta-se neste trabalho o estudo e aplicação de um destes métodos alternativos, conhecido como Peridinâmca. Este método consiste em considerar o sólido representado como um conjunto de massas discretas sobre as que atua um campo de forças de interação determinadas através de equações constitutivas.

Fundamentação Teórica: Na Figura 1 se apresenta um esquema que permite entender o fundamento do método da Peridinâmica proposta por Silling (2000). Nesta figura, *x* representa o vetor posição de uma das partículas do modelo representado e *q* outra partícula genérica que está dentro da região de influência da partícula *x*. Esta região de influência é esférica e é denominada de região *H* que tem raio δ, chama-se a este último parâmetro de horizonte.

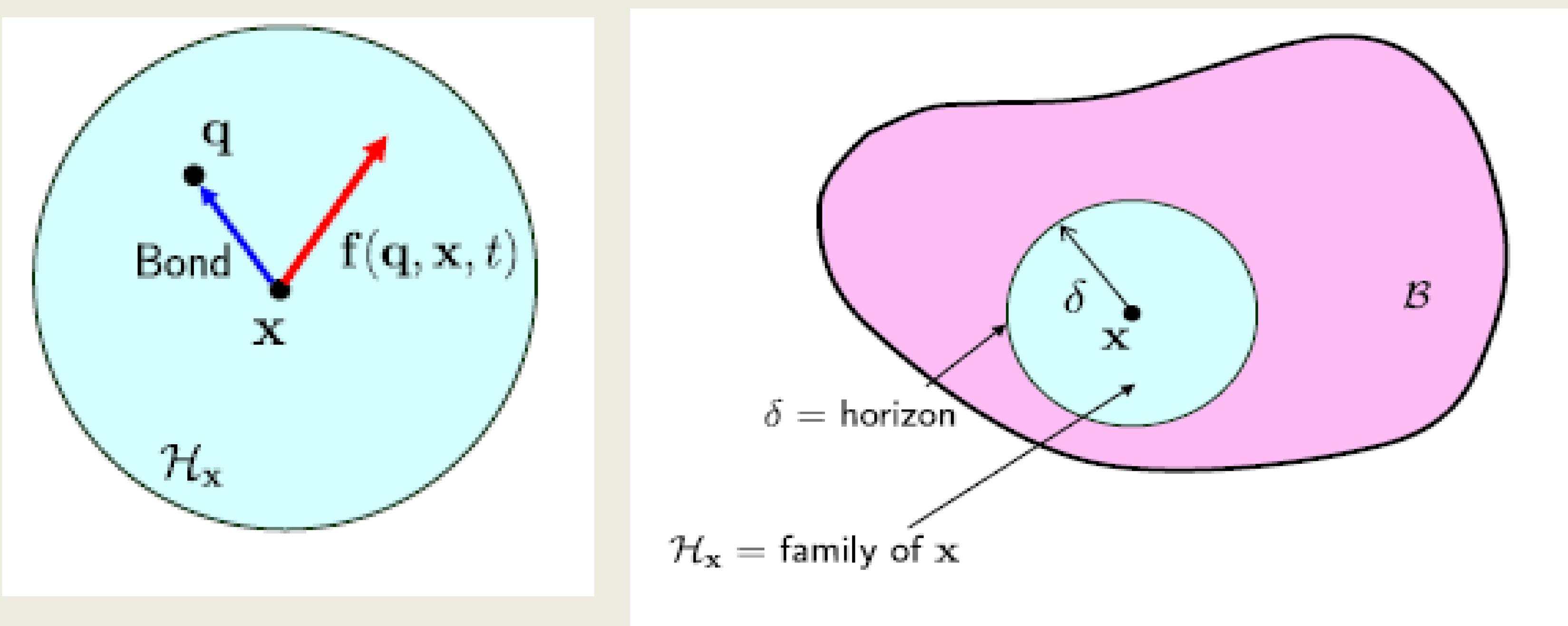


Figura 1: Esquema que ilustra como funciona a Peridinâmica. Fonte (Silling 2000).

A distância entre o ponto *x* e o ponto *q* chamaremos de ζ, ele junto com o tempo e o argumento da força que atua entre as massas discretas que estão na posição *x* e *q* , ou seja f(x,q,t)=f(ζ,t) .

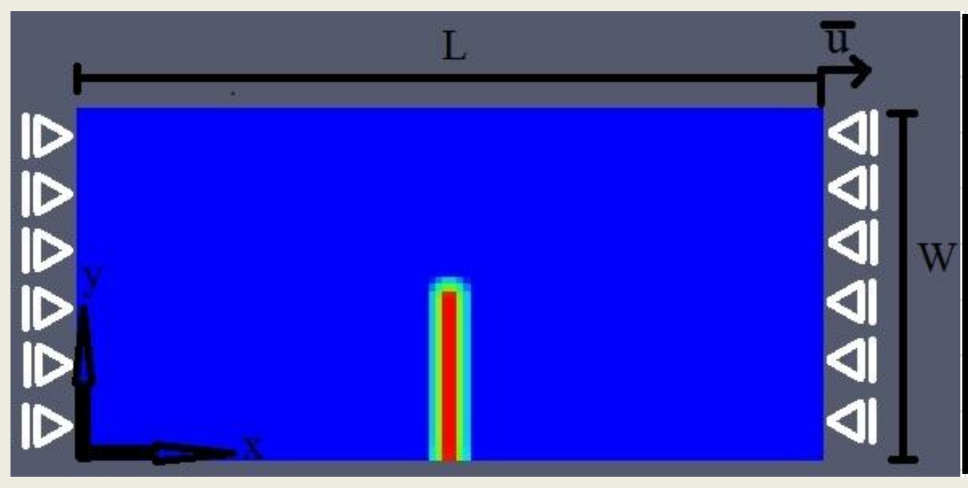
A equação de movimento neste caso não será uma equação diferencial e sim uma equação integro-diferencial que se pode expressar como:

$$\rho(\mathbf{x})\ddot{\mathbf{y}}(\mathbf{x},t) = \int_{\mathcal{H}} \mathbf{f}(\mathbf{q},\mathbf{x},t)\, dV_{\mathbf{q}} + \mathbf{b}(\mathbf{x},t). \qquad (1)$$

onde b(x,t) representa as forças de volume atuantes, e y(x,t) o deslocamento sofrido no ponto *x*, e ÿ a aceleração associada a massa discreta posicionada originalmente em *x*. A equação de movimento apresentada em (1) é integrada no tempo empregando algum esquema de integração numérica implícito ou explicito. Maiores detalhes sobre a formulação da Peridinâmica aqui sucintamente apresentada se pode encontrar em Madenci e Oterkus(2014).

Metodologia: No presente trabalho foi utilizado um algoritmo proposto em Madenci e Oterkus 2014 em linguagem Fortran.

Resultados e Discussões: Na Figura 2 está representada a geometria da placa que foi simulada, as condições de contorno e os dados da mesma. Enquanto na Figura 3 apresenta-se os resultados obtidos nesta simulação.



Largura	W = 0.5m
Comprimento	L = 1.06m
Espaço entre os pontos materiais	Δ = 0.01
Horizonte	δ = 3.015Δ
Módulo Elasticidade da Placa	E = 32GPa
Deslocamento prescrito aplicado	ū = 10.0e-4*pt/1.8e6
Poisson	ν = 0.25
Densidade	D = 2400 Kg/m³

Figura 2: Representação da placa simulada e suas condições de contorno: movimento restrito na direção *x* no lado esquerdo e no lado direito deslocamento prescrito é aplicado. À direita tabela com dados da placa.

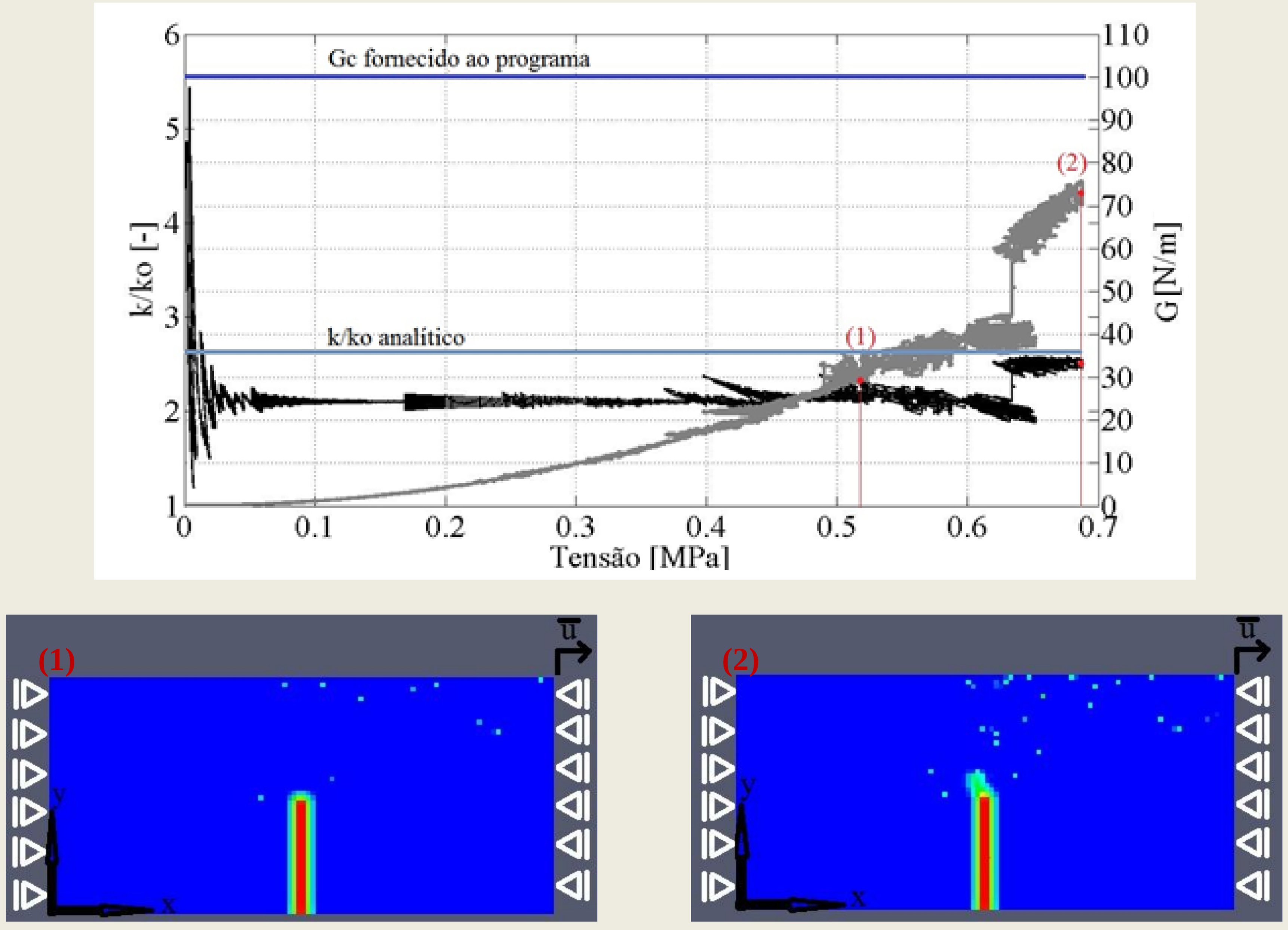


Figura 3: A curva em preto representa o fator de intensidade de tensões normalizado (k/ko), enquanto a curva em cinza representa a energia especifica de fratura G. As placas (1) e (2) apresentam as configurações da estrutura estudada nos estágios indicados como (1) e (2) no gráfico. ($ko = \sigma\sqrt{\pi * a}$).

Ao analisar a Figura 3 percebe-se que quando a placa começa a sofrer danos e a romper há maiores perturbações nas curvas plotadas. Também nota-se um erro em torno de 21.4% ao comparar os valores de k/ko analítico com o fornecido pelo programa. Observa-se também que quando a curva do G se aproxima ao valor da tenacidade considerada como parâmetro de entrada no programa o comportamento muda abruptamente indicando a ruptura da placa.

Através destes resultados constata-se o grande potencial da Peridinâmica em simular problemas de mecânica dos sólidos.

Referências:
Silling SA (2000) Reformulation of elasticity theory for discontinuities and long-range forces J Mech Phys Solids 48:175–209.
Madenci E., Oterkus E. Peridynamic Theory and Its Applications, Springer, (2014).