6
CONCLUSÕES E SUGESTÕES

6.1.
Conclusões

Neste trabalho é formulada uma função de tensão para uma trinca semi-elíptica de comprimento a_1 e rotação θ_1. Esta função pode ser usada tanto em problemas de potencial como em problemas de elasticidade, onde as condições de equilíbrio são cumpridas em todo momento.

A superposição de duas trincas semi-elípticas concêntricas de comprimentos a_1 e a_2, e rotação θ_1 e θ_2, respectivamente, conduz a um elemento de trinca, o qual pode ser usado como solução fundamental no método híbrido dos elementos de contorno (MHEC).

Para validar a formulação em problemas convencionais do método híbrido dos elementos de contorno (MHEC) apresenta-se como exemplo uma placa plana contendo um furo. Esta placa foi discretizada com 104 elementos, calcularam-se os potenciais e os fluxos em pontos internos, obtendo-se erros menores de $\pm 0{,}1\%$ (potenciais) e $\pm 1{,}0\%$ (fluxos), em relação à solução analítica, verificando-se desta maneira a aplicabilidade do método a este tipo de problemas. Devido que a expressão desta solução fundamental é de mais complexidade que da solução fundamental de Kelvin, conclui-se que a solução fundamental proposta pode ser muito bem usada para problemas convencionais do MHEC, mas não é tão eficaz quanto à solução fundamental de Kelvin.

Vê-se como um caso particular da formulação a análise de trincas em um meio infinito e em um domínio finito, onde é verificada a convergência dos fluxos. Uma contribuição desta formulação à mecânica da fratura é o cálculo aproximado dos fatores de intensidade de tensão K_I, obtidos diretamente dos parâmetros p_i^* relacionados aos elementos dos extremos da trinca, para o caso de trincas retas, estes K_I apresentam erros de ate $\pm 6{,}0\%$ para discretizações da trinca de até 99 elementos.

São desenvolvidas outras duas formulações para o cálculo do fator de intensidade de tensão K_I. Uma formulação a partir da Integral J, onde viu-se que o valor da integral J obtido por esta formulação depende principalmente do tamanho do contorno $\mathbf{J}$ e do ponto por onde o caminho $\mathbf{J}$ corta o eixo da trinca. Com uma adequada escolha destes parâmetros se obtém erros de ate $\pm 5,0\%$. Outra formulação apresentada é a partir de aproximações polinomiais, para o caso de uma trinca reta e com aproximações polinomiais que tomam em conta os três primeiros parâmetros p_i^*, se obtêm erros menores a $\pm 4,0\%$.

Dos valores obtidos para os fatores de intensidade de tensão K_I, conclui-se que a formulação proposta permite o cálculo de K_I em forma rápida e com mínimo esforço computacional, obtendo-se valores de K_I com erros menores a $\pm 6,0\%$, que para problemas da mecânica da fratura onde não se requer uma grande precisão (maioria dos casos) este método pode ser uma poderosa ferramenta no cálculo de K_I.

Dos valores obtidos para os fluxos q_i, conclui-se que estes valores convergem para o valor analítico com o aumento da discretização da trinca. Ou seja, é possível alcançar o nível de precisão desejado em função da discretização da trinca, tanto para zonas longe da trinca como para zonas bem próximas às pontas da trinca. Este fato é uma grande vantagem sobre outras formulações.

Um dos motivos do pouco esforço computacional exigido está no fato que a maioria dos problemas da mecânica da fratura podem ser representadas com as condições de contorno tipo Neumann. Isto é uma grande vantagem no método híbrido dos elementos de contorno, pois é requerido somente o cálculo da matriz de incidência cinemática $\mathbf{H}$.

Outro motivo do pouco esforço computacional recai no fato de que a discretização da trinca é feita por uma sucessão de elementos que seguem a geometria da trinca. Além disso, a sucessão dos elementos segue o eixo da trinca, não sendo necessária a representação das duas faces da trinca.

Chega-se à conclusão final que a função de tensão de Westergaard generalizada aplicada a problemas da mecânica da fratura no entorno do método híbrido dos elementos de contorno pode ser uma ferramenta poderosa, principalmente, para o cálculo dos fatores de intensidade de tensão K_I (principal parâmetro da mecânica da fratura) e para a representação dos campos de tensões.

Dada a complexidade da mecânica da fratura e da necessidade de métodos cada vez mais sofisticados e eficientes para seu estudo, se espera que este trabalho seja uma contribuição para trabalhos futuros e no avanço do conhecimento da mecânica da fratura, assim, esta dissertação terá o êxito que se espera.

6.2. Sugestões para trabalhos futuros

O presente trabalho abre caminho para futuras linhas de pesquisa, dentre as quais se destacam:

- Extensão da formulação para problemas bidimensionais de trincas de bordo e trincas com bifurcação.

- Análise de propagação de trincas.

- Formulação de funções de tensão para trincas com aberturas distintas às elípticas e semi-elípticas, tais como, triangulares, retangulares, parabólicas, ou combinações entre elas, e sua avaliação tanto em problemas convencionais do método híbrido dos elementos de contorno (MHEC) quanto em problemas no MHEC aplicados à mecânica da fratura.

- Aplicação da formulação a problemas da mecânica da fratura elastoplástica, considerando a formação da zona plástica próxima às pontas da trinca.

- Aplicação da formulação proposta nesta dissertação, como solução fundamental no método convencional dos elementos de contorno.

- Generalização da formulação a problemas tridimensionais.

- Extensão da formulação para problemas dependentes do tempo, especificamente, problemas no domínio da freqüência.