

# 1 Introdução

A união de juntas através de processos de soldagem é um procedimento utilizado em diversas áreas, especialmente na montagem de estruturas metálicas, garantido vinculação entre chapas ou chapas e elementos esbeltos. As inúmeras aplicações de uniões soldadas na engenharia abrangem a maioria das atividades industriais no mundo moderno: construção naval, ferroviária, aeronáutica e automobilística, construção civil metálica, dentre outros.

O dimensionamento de cordões de solda pode ser obtido através da metodologia clássica amplamente apresentada em textos técnicos [1-10]. Esta baseia-se na análise de tensões no cordão de solda a partir da consideração de esforços simples incidentes na junta. No entanto, variações nas formas das estruturas, diferentes condições de contorno e os diversos tipos de carregamentos produzem soluções analíticas complexas, tornando difícil o uso extensivo e a sua aplicabilidade.

Métodos numéricos podem ser empregados na solução destes problemas, destacando-se entre eles o Método dos Elementos Finitos utilizado no desenvolvimento da metodologia proposta neste trabalho. Baseado no Princípio dos Trabalhos Virtuais, o método permite um tratamento genérico das condições de contorno e da compatibilidade entre formas estruturais distintas. O domínio de definição do sistema a ser analisado é discretizado em elementos, e as equações de equilíbrio são obtidas através da imposição do Princípio de Mínimo da Energia Potencial de cada elemento. Esta técnica permite a obtenção de deformações e tensões em qualquer ponto do domínio, no caso de análise estrutural, sendo de grande utilidade no dimensionamento de estruturas.

A metodologia para o dimensionamento de cordões de solda proposta neste trabalho se baseia na obtenção dos esforços incidentes na junta, a partir do estado de tensões obtido através do Método dos Elementos Finitos e das características geométricas das partes que compõem a junta, de forma a relacionar a dimensão de

projeto do cordão com as tensões nas seções adjacentes à junta ao longo do comprimento da mesma. Com isso, em estruturas complexas, onde a determinação dos esforços a serem transmitidos através das juntas não é possível através de métodos analíticos, pode-se estimar o dimensionamento adequado para os cordões de solda.

Para estes casos - onde o esforço na junta não pode ser determinado - o dimensionamento do cordão é normalmente obtido através de relações entre alturas mínimas e máximas aceitáveis para o cordão de solda, de acordo com as espessuras das chapas que compõem a junta, estabelecidas através de normas [11,19]. No entanto, esta prática pode levar a um superdimensionamento dos cordões e, em algumas situações críticas, a um dimensionamento abaixo do recomendado pela metodologia clássica, submetendo-se o cordão a valores elevados de tensão e, conseqüentemente, permitindo a ocorrência de falha estrutural.

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de uma técnica de dimensionamento de cordões de solda, baseada na metodologia clássica, contemplando-se a prática recomendada pelas normas. Desta forma associa-se os valores de tensão nas regiões próximas às juntas com os valores mínimos admissíveis para a altura do cordão de uma junta soldada, realizando-se a implementação do método a fim de possibilitar o dimensionamento do cordão em estruturas complexas, submetidas a carregamentos estáticos. Com este objetivo o trabalho está organizado da seguinte maneira:

No Capítulo 2 apresenta-se a teoria básica do Método dos Elementos Finitos e a formulação clássica de elementos finitos de placa, normalmente utilizadas na modelagem de estruturas formadas por chapas.

No Capítulo 3 são apresentadas diversas particularidades em relação aos processos de soldagem, assim como a metodologia clássica para o dimensionamento de cordões de solda.

No Capítulo 4 é desenvolvida a metodologia proposta neste trabalho, empregando-se a avaliação do estado de tensões nas chapas em seções adjacentes às juntas. O método desenvolvido é aplicável para juntas em ângulo reto do tipo T, com

cordões idênticos em ambas as faces da junção entre as chapas de topo e de aba, sendo esta configuração a mais utilizada na prática.

No Capítulo 5 uma descrição da implementação da metodologia proposta é apresentada, utilizando-se resultados extraídos de estruturas modeladas com elementos de cascas finas disponíveis no programa ANSYS. São apresentadas as técnicas de aquisição e de processamento de dados, além da aplicação de normas utilizadas na obtenção do dimensionamento do cordão de solda para cada junta.

No Capítulo 6, os resultados de diversas análises numéricas, utilizando-se a metodologia desenvolvida, são comparados com soluções analíticas, demonstrando-se a sua eficiência e aplicabilidade. Além disto, são também apresentados e discutidos os resultados para comportas hidráulicas modeladas através do Método dos Elementos Finitos, a fim de testar-se a metodologia em estruturas com geometria e carregamentos complexos.

No Capítulo 7, apresentam-se as conclusões e comentários sobre a eficiência e limitações da formulação desenvolvida, assim como sugestões para futuros trabalhos nesta área.