

## **DETERMINAÇÃO DOS ESFORÇOS NAS ESTACAS DE UM CAIS DE CONTÊINERES ATRAVÉS DO MÉTODO DA RIGIDEZ COM DIAFRAGMA RÍGIDO**

LOPES, Wesley C.

REAL, M.V.

wesley.camargo.lopes@hotmail.com

**Universidade Federal do Rio Grande**

**Palavras-chave:** cais de contêineres; estacas; esforços; método da rigidez; método dos elementos finitos.

### **1 INTRODUÇÃO**

Hoje, o Porto de Rio Grande é considerado o segundo mais importante para o desenvolvimento do comércio internacional brasileiro, estando entre os mais importantes portos do continente americano em produtividade. Conta com uma infraestrutura portuária formada por cais de atracação, berços, depósitos, silos e pátios de armazenagem. Com tal importância deste porto gaúcho, é necessária uma análise estrutural rigorosa das estruturas portuárias que o compõe, utilizando métodos numéricos avançados, tal como o Método dos Elementos Finitos. Viegas (2015), em sua dissertação, faz um estudo de caso no cais de contêineres do TECON-RS, no qual desenvolve um modelo tridimensional do cais e determina o comportamento das estacas deste utilizando o Método dos Elementos Finitos com ANSYS. Um método mais simples e rápido para se obter resultados aproximados neste tipo de análise é o *método da rigidez*. Com isso, o objetivo deste trabalho é empregar o método da rigidez com diafragma rígido com o auxílio do programa Ftool para determinar os esforços nas estacas do cais do TECON-RS e depois, comparar os resultados com os obtidos no trabalho do Viegas (2015) para a verificação do método.

### **2 METODOLOGIA**

O processo de determinação dos esforços nas estacas consiste em cinco etapas. Antes de tudo, é feita a consideração da laje do cais como sendo um diafragma rígido, isto é, a laje possui uma rigidez infinita no seu plano. Na primeira etapa, a laje é dividida em faixas, nas quais contém estacas verticais e inclinadas. A segunda é construção do modelo bidimensional do pórtico plano no programa Ftool, composto pela faixa de laje e as estacas verticais e inclinadas. As barras verticais e inclinadas do pórtico plano possui, cada uma, apoios elásticos na extremidade inferior. Nesta etapa, determina-se a constante da mola  $k_i$  pela relação entre a força  $F_i$  horizontal aplicada no pórtico e o deslocamento correspondente  $\delta_i$  de cada faixa. A terceira etapa é a construção do modelo bidimensional da laje rígida no programa Ftool, composto por uma placa rígida e apoios elásticos ao longo de sua maior

dimensão. Do lado oposto aos apoios elásticos são aplicadas duas forças perpendiculares, cada uma com 1000kN. Daqui, obtém-se a força de reação  $R_i$  dos apoios elásticos da placa. Na quarta etapa, gera-se mais uma vez o modelo bidimensional do pórtico plano no programa Ftool para se determinar então as reações de apoio das estacas. Na última etapa, os resultados do método simplificado são comparados com os resultados do modelo tridimensional de Viegas (2015) feito utilizando o Método dos Elementos Finitos com ANSYS.

### 3 RESULTADOS e DISCUSSÃO

Os resultados possuem boa aproximação com os obtidos no modelo tridimensional de Viegas (2015) feito utilizando o Método dos Elementos Finitos com ANSYS.

### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método da rigidez com diafragma rígido empregado para a determinação dos esforços nas estacas dos cais de contêineres mostra-se ser válido para obter resultados com uma boa aproximação neste tipo de análise. Ainda, a análise se dá de uma forma muito mais rápida e simples, visto que o método consiste em poucas etapas e é auxiliado pelo programa Ftool.

Por conta de uma maior simplicidade em obter resultados aproximados dos esforços de estruturas de grande porte, este método simplificado auxiliado pelo Ftool pode ser ensinado aos acadêmicos dos cursos Engenharia Civil, Civil Costeira e Portuária e Civil Empresarial da FURG. Com isso, os estudantes terão uma visão mais clara e aplicada do comportamento de estruturas reais, fazendo aproximação da prática com a teoria, no qual motiva o aprendizado, além de despertar nos estudantes o interesse na análise estrutural.

### 5 REFERÊNCIAS

VIEGAS, C.H.H. **Análise dos esforços em estacas de um cais de contêineres de paramento aberto**. 2015. 185 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2015.

ALFREDINI, P.; ARASAKI, E. **Obras Portuárias**. São Paulo: Blucher, 2014. 1308 p.

MASON, J. **Obras Portuárias**. Rio de Janeiro: Campus, 1982. 282 p.