

6

Conclusões

Este trabalho apresentou uma metodologia para a aplicação de técnicas de otimização na busca da configuração ótima de *risers* em catenária com amortecedores hidrodinâmicos (RCHA). O processo de otimização foi modelado no programa modeFRONTIER (modeFRONTIER, 2011) que, acoplado ao Anflex (Mourelle, 2001), permitiu obter a configuração desejada. Foram consideradas as análises estática e dinâmica dos *risers* submetidos a condições ambientais extremas de ondas e correntes marítimas.

Ressalta-se que o estudo aqui realizado representa uma pré-análise e não um dimensionamento completo do *riser*. O objetivo principal foi demonstrar a aplicabilidade das técnicas de otimização no projeto de *risers*.

Inicialmente, foram realizados vários experimentos variando-se o número de trechos com amortecedores hidrodinâmicos, de um até cinco, para se escolher a “melhor” configuração geométrica, ou seja, aquela que minimiza as tensões ao longo do *riser*. A configuração com cinco trechos de amortecedores foi a que apresentou os melhores resultados. Em seguida, com esta configuração, foram realizadas três abordagens de otimização, considerando objetivos diferentes: na primeira, o objetivo foi minimizar a variação de amplitude (diferença entre os valores máximos e mínimos) da tensão de *von Mises*; na segunda, o objetivo foi minimizar o comprimento total de trechos com amortecedores hidrodinâmicos; e, finalmente, na terceira análise, procurou-se a minimização simultânea dos dois primeiros objetivos. É importante observar que o aumento do comprimento dos trechos com amortecedores provoca uma redução nos valores das tensões ao longo do *riser*, ou seja, esses objetivos são conflitantes e, portanto, essa terceira abordagem representou a solução de um problema multiobjetivo. Em todas as análises de otimização foi utilizado o algoritmo genético NSGA-II, disponível no programa modeFRONTIER.

Na primeira abordagem, foi obtida uma configuração geométrica capaz de reduzir em 18% as variações de amplitude das tensões de *Von Mises*. Na segunda abordagem, foi obtida uma configuração capaz de satisfazer as restrições de projeto e minimizar em 43% o comprimento total de trechos com amortecedores hidrodinâmicos, reduzindo consideravelmente o custo total (material e instalação) do *riser*. Finalmente,

na abordagem multiobjetivo, foi obtida uma configuração “ótima” com uma redução de 11% nas variações de amplitude das tensões de *von Mises* e 35% no comprimento total dos trechos de amortecedores hidrodinâmicos.

É importante salientar que, de acordo com as características de um problema multiobjetivo, durante a terceira abordagem foram obtidas diversas soluções satisfatórias. Nesses casos, caberá ao projetista definir os critérios para a escolha de uma única solução, ou, aquela que contemplará a configuração “ótima”. Como o foco principal deste trabalho foi o estudo da região crítica de contato entre o *riser* e o fundo do mar (*Touch Down Zone*, ou *TDZ*), o domínio do problema foi limitado ao trecho do *riser* compreendido entre a âncora e a metade de seu comprimento.

Este trabalho demonstrou a importância do uso de técnicas de otimização multiobjetivo em projetos de *risers*, auxiliando o projetista na escolha de configurações “ótimas”, em um universo de incontáveis possibilidades de configurações devido ao grande número de variáveis de projeto. Os resultados obtidos confirmam a viabilidade técnica do uso de *risers* em catenária com amortecedores hidrodinâmicos (RCHA).

6.1

Sugestões para trabalhos futuros

As principais sugestões para desenvolvimento de trabalhos futuros são:

1. Incluir no processo de otimização, além das análises (estática e dinâmica) de valores extremos, outros tipos de análise, tais como análise de fadiga, análise de *VIV*, verificação do comportamento do *riser* durante o processo de instalação, análise de interferência;
2. Incluir mais variáveis de projeto e realizar uma análise de sensibilidade antes de iniciar o processo de otimização, com o intuito de identificar quais dessas variáveis têm uma maior influência nas respostas do problema. Dessa maneira, será possível reduzir, de forma confiável, a dimensão do problema de otimização possibilitando um ganho no que diz respeito ao custo computacional dessas análises e a redução no tempo de resposta do projetista para obtenção das configurações ótimas;

3. Experimentar outros métodos de otimização, além do algoritmo genético NSGA-II utilizado neste trabalho, com o intuito de melhorar o desempenho computacional do processo de otimização, assim como ser capaz de obter uma melhoria na qualidade das respostas obtidas;
4. Realizar uma análise de desempenho do algoritmo genético NSGA-II variando os parâmetros relacionados ao método, tais como, a probabilidade de cruzamento, a probabilidade de mutação, o número de indivíduos por população e o número de populações, com a finalidade de encontrar um intervalo de valores mais adequado para o tipo de problema aqui estudado.