

## 5 Conclusões

O desenvolvimento do sistema ferroviário no século XIX foi marcado por vários acidentes causados por falhas estruturais. As investigações destes acidentes liderados por pesquisadores, como Rankine e Wohler, revelaram que muitas dessas falhas foram causadas pela fadiga do metal, mais especificamente por concentradores de tensões. Naquela época, mudanças abruptas na geometria de componentes mecânicos ainda não era uma preocupação, o que resultava em um nível elevado de concentração de tensão que poderia causar a falha do componente. Foi também nesse período que se tornou conhecido que a fadiga é um processo progressivo e cumulativo, ou seja, o dano é acumulado durante o tempo de vida de serviço dos componentes, o que significa que uma trinca pode nuclear em um local de alta tensão e então se propagar abruptamente, resultando em uma falha catastrófica, sem qualquer aviso prévio. A investigação desses acidentes mostrou que a fadiga é um grande problema estrutural e não deve ser ignorada. Além disso, ele mostrou que o FCT desempenha um papel importante em falhas de fadiga. Portanto é importante que o projetista encontre maneiras de evitar ou pelo menos mitigar o efeito do FCT.

O FCT é causado por entalhes, que são detalhes geométricos como furos, ranhuras, sulcos, rasgos de chaveta e ombros, inevitavelmente encontrados em componentes estruturais. Apesar de serem necessários para a sua funcionalidade, tais detalhes alteram localmente a distribuição de tensão aumentando as tensões nominais em torno de suas raízes. O capítulo dois apresentou receitas geométricas simples, mas eficientes que, se aplicadas corretamente, podem reduzir consideravelmente o efeito do FCT. Além disso, foi demonstrado que é possível reduzir o FCT de um determinado componente, removendo material de locais adequados, ou seja, um entalhe em vez de ser deletério pode funcionar como um entalhe de defesa.

O capítulo três mostrou que Baud e Neuber identificaram há muito tempo que a tensão tangencial uniforme ao longo dos limites de entalhe leva a um menor

FCT. Seguindo este conceito, um algoritmo de otimização de forma sem gradiente para ANSYS APDL foi criado inteiramente a partir de zero. Este algoritmo imita o processo de otimização de forma de árvore observado por Mattheck, ou seja, ele adiciona o material onde a tensão é alta e remove onde a tensão é baixa, ao longo do perfil dos entalhes. Este algoritmo foi utilizado eficazmente para otimizar uma placa com filete circular e uma placa com furo submetida a um campo biaxial de tensões. Em ambos os casos, o FCT foi reduzido consideravelmente, comprovando a eficiência desse método. Além disso, este algoritmo foi aplicado com sucesso um problema prático na otimização de uma célula de carga, submetida a cargas combinadas de tração e torção.

No capítulo quatro, o método utilizado foi otimizar corpos-de-prova de ensaios de fadiga da ASTM. Foi demonstrado que este método é uma maneira simples e muito eficiente de melhorar a geometria de entalhe, minimizando seu FCT, especialmente para os corpos-de-prova com reduções de grande de seção e/ou baixas relações  $R/W$ . Para corpos-de-prova com alta relação  $R/W$ , um filete mais adequado pode ser obtido neste processo de otimização, sendo muito melhores do que aqueles obtidos a partir do tradicional filete circular, e além dele (?) usa muito menos material do que o corpo-de-prova padrão com relação  $R/W = 8$ , muito utilizado pela ASTM. Considerando, por exemplo, uma oficina que precisa testar vários corpos-de-prova, esta redução do comprimento pode levar a grande economia sem comprometer a qualidade geral dos resultados do teste de fadiga.

Os resultados obtidos nesta dissertação atingiram seus propósitos, que eram investigar maneiras de melhorar e otimizar geometrias para reduzir ou mesmo eliminar, os efeitos deletérios do FCT. Comprovou-se que, com pouco esforço é possível alcançar os melhores resultado em termos de FCT do que se conseguiu até o presente momento.