

5 Conclusões

A presente pesquisa contribuiu para o avanço do conhecimento sobre métodos de tomada de decisão para substituição ou reparo de chapas de convés de instalações *offshore*, ao propor um método baseado em IBR para aperfeiçoamento do processo de tomada de decisão referente à manutenção de balsas para serviço *offshore* da Petrobras. Particularmente, focaliza um método de apoio à tomada de decisão de manutenção baseada em risco (MBR), que tem como elemento central um novo procedimento de análise dos resultados de medição das espessuras das chapas da estrutura do convés principal da balsa de serviço BS-3.

Os resultados obtidos ao longo da pesquisa aqui relatada permitiram que o **objetivo geral** da dissertação fosse alcançado.

A seleção do tipo de estudo de caso, a delimitação da unidade de análise e os referenciais – conceituais e normativos - escolhidos como balizadores do desenvolvimento da segunda fase da pesquisa mostraram-se adequados, como demonstrado no Capítulo 4.

Contribuíram significativamente para que os **objetivos específicos** da dissertação fossem alcançados a conceituação de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade desde o início da pesquisa, bem como o conhecimento sobre a evolução da gestão da manutenção até os dias de hoje, que apontou para a tendência de adoção de normas, métodos e ferramentas de manutenção e inspeção baseada em risco (MIBR).

Pelos aspectos descritos e resultados gerados no estudo de caso, o método de decisão aqui proposto - quando aplicado na Petrobras em toda sua abrangência (manutenção de cascos de instalações marítimas) - poderá ser considerado como uma inovação organizacional. No entanto, é de fundamental importância que o histórico das substituições e reparos das chapas passe a fazer parte do documento original da balsa de serviço, como apêndice. Esse aspecto será detalhado um pouco mais adiante.

Com relação ao **primeiro objetivo** específico, qual seja, “discutir a importância da manutenção e inspeção baseada em risco (MBIR) para os serviços de instalações marítimas de grandes empresas petrolíferas”, foi possível constatar que a tendência mundial de adoção da MBIR pelas empresas desse segmento é crescente desde o início da década passada, com a publicação de referenciais normativos referentes à inspeção baseada em risco por instituições como o *American Petroleum Institute* (API) e a *American Society of Mechanical Engineers* (ASME). Essa constatação foi também expressa em trabalhos anteriores, referendados no corpo da dissertação.

No planejamento e implementação da inspeção baseada em risco, mostrou-se necessária a quantificação dos danos, seguida da comparação com as tolerâncias existentes. Um critério amplo que foi adotado foi o de avaliação da confiabilidade do componente ou equipamento, como definido na metodologia de inspeção baseada em risco (IBR), objeto do documento API RP 581 – “*Risk-Based Inspection Technology*” (API, 2008). Essa metodologia orienta os esforços da inspeção para os componentes que apresentam maior risco de falhas. Ressalta que os prazos entre inspeções são variáveis, em função da magnitude e da taxa de crescimento do risco e que dependerão fundamentalmente do quanto se conhece sobre um determinado componente. Constatou-se na pesquisa bibliográfica e documental que esse critério vem sendo adotado para otimizar os trabalhos da inspeção de equipamentos e componentes de grandes empresas petrolíferas e, em particular, nos serviços de instalações marítimas *offshore*.

A IBR otimiza a aplicação dos recursos de inspeção pelo uso dos conceitos de análise de risco para direcionar o foco para aqueles itens considerados os mais críticos. Como base nos resultados de uma inspeção baseada em risco, é possível reexaminar racionalmente a frequência de inspeção com avaliação da função de falha de cada item da estrutura. As análises permitem julgar a condição dos elementos da estrutura e decidir se os intervalos de inspeção devem ser ampliados, mantidos ou reduzidos. A conclusão é que a regra da inspeção prescritiva é muito conservadora e que a adoção de métodos e ferramentas baseadas em risco propicia a ampliação dos intervalos de inspeção dos elementos estruturais do interior das instalações marítimas e, conseqüentemente, maior tempo entre uma abertura e outra o que resulta no aumento da sua disponibilidade operacional.

Com o inevitável envelhecimento da frota, dos requisitos cada vez mais rigorosos de segurança, meio ambiente e saúde (SMS), além da crescente preocupação com a proteção ambiental, depois de vazamentos *offshore* ocorridos em período recente, tornou-se notória a necessidade de exercer um maior controle sobre a manutenção das instalações marítimas. A IBR tem se apresentado como uma ferramenta de escolha para o balizamento racional da experiência e do conhecimento dos profissionais envolvidos (nos serviços de instalações marítimas) com critérios reconhecidamente aceitos para considerar tais condições. Novos métodos de predição e de tomada de decisão, como o que será aqui proposto, situam-se no contexto da IBR de instalações marítimas *offshore*. A principal vantagem da IBR, nesses casos, é sua capacidade de gerenciar racionalmente os recursos de inspeção e manutenção do casco das unidades, o que propicia ganhos em conhecimento de engenharia, relativo à estrutura da instalação marítima.

Em relação ao **segundo objetivo** – “levantar os principais referenciais normativos aplicáveis e regras de sociedades classificadoras¹, como balizadores para o estudo de caso da balsa de serviço BS-3”, selecionaram-se; (i) dois documentos do *American Petroleum Institute* – API RP 580 – “*Recommended Practice for Risk-Based Inspection*” (API, 2002) e API BD 581 – “*Risk-Based Inspection Technology*” (API, 2008); (ii) o documento ASME CRTD 20 “*Risk-based Inspection Development of Guidelines*”; (iii) normas internas da Petrobras, como, por exemplo, a norma N-2784 – *Confiabilidade e Análise de Riscos* (Petrobras, 2005), que por sua vez apoiam-se, dentre outros, nos referenciais citados; e (iv) regras da sociedade classificadora *American Bureau of Shipping* (ABS) aplicáveis ao caso.

As práticas de manutenção e inspeção da BS-3 baseiam-se, principalmente, nas normas Petrobras, nos guias API e nas regras do *American Bureau of Shipping* (ABS), no que diz respeito a sistemas, procedimentos operacionais e de vistoria, como mostrado no capítulo 4.

¹ No setor da navegação, sociedades classificadoras são empresas, entidades ou organismos reconhecidos para atuarem em nome da Autoridade Marítima Brasileira na regularização, controle e certificação de embarcações nos aspectos relativos à segurança da navegação, salvaguarda da vida humana e da prevenção da poluição ambiental.

Já em relação ao **terceiro objetivo**, “identificar o potencial de melhorias que poderão ser introduzidas na atual sistemática de inspeção e manutenção da estrutura do convés principal da balsa de serviço BS-3”, foi possível identificar as seguintes lacunas: o uso de médias aritméticas dos pontos medidos em cada chapa do convés principal da balsa pode levar a conclusões errôneas e de alto risco sobre a aceitação de uma chapa, quando essa na verdade deveria ser substituída. Isso pode se comprovado em vários exemplos da Tabela 4.2. Existe ainda no procedimento atual um conteúdo de subjetividade e risco, o que abre espaço para proposta feita nesta dissertação de oferecer um procedimento que mitigue o risco de decisões errôneas, como discutido no capítulo 4.

Com relação ao **quarto objetivo**, qual seja “definir parâmetros relevantes a serem incluídos em um método de tomada de decisão baseado em IBR a ser proposto para a Petrobras”, concluiu-se que a marcação de oito pontos simétricos em torno de pontos de medição de espessura condenada (Figura 4.10) refina a indicação da delimitação de reparo de forma mais confiável. Desse modo, o **quarto objetivo** específico da pesquisa foi também alcançado.

Com relação ao **quinto objetivo** da dissertação, “apresentar as vantagens e benefícios potenciais da adoção desse novo método pela empresa, em relação à prática atual”, pode-se afirmar que são vários os benefícios potenciais da adoção, pela Petrobras, a saber: redução das incertezas e riscos associados; identificação de avarias, em função da deterioração estrutural; redução de custos de manutenção; e, principalmente, minimização do tempo da paralisação da balsa de serviço.

Considera-se, no entanto, que a proposta de método aqui apresentada constitui somente o ponto de partida para um estudo mais aprofundado, que deverá ser objeto da implementação de um procedimento piloto para estimar a relação custo/benefício da sua adoção como sistemática de referência.

O estudo de caso da BS-3 da Petrobras apenas se inicia com a proposta desse método alternativo ao atual, no que se refere à decisão de substituir ou reparar chapas do convés da balsa de serviço em foco. Isso porque somente a implementação poderá trazer respostas sobre a real contribuição da proposta para a empresa.

Na perspectiva da replicação do método como prática inovadora na gestão da manutenção de outras instalações marítimas da empresa, recomenda-se sua ampla divulgação junto aos principais grupos de interesse, internos e externos à Petrobras.

Finalmente, para trabalhos futuros de desdobramento da pesquisa e aprofundamento dos resultados, propõem-se:

- Desenvolver um estudo piloto no SIMA/Petrobras, para a coleta e análise de dados de medição de espessuras de chapas do convés principal da BS-3 e, com isso, obter uma estimativa plausível da relação custo/benefício da implementação do método proposto como sistemática de referência na empresa;
- Utilizar técnicas de estatística espacial no contexto da situação problema, o que provavelmente reduzirá o número de medições por ultrassom, que o procedimento proposto requer;
- Utilizar técnicas estatísticas e de séries temporais para estabelecer estimativas do tempo de vida das chapas, por meio de resultados das medições por ocasião das docagens.

Finalmente, acredita-se que, ao se utilizar o método aqui proposto para a substituição ou reparo de chapas do convés da embarcação foco do estudo, a confiabilidade no reparo das chapas deverá aumentar. O método adotado hoje, como descrito em 4.5, não confere o mesmo grau de confiabilidade que o esperado com a adoção do novo método. As proposições deste estudo de caso indicam que a adoção de ferramentas de inspeção baseada em risco pode aumentar o tempo limite de vida das balsas de serviço *offshore*.