

4

Estudo de caso: proposição de método para tomada de decisão de manutenção e inspeção da Balsa de Serviço BS-3

Apresenta-se um estudo de caso focalizando uma potencial aplicação de um novo método de tomada de decisão, baseado em MIBR¹, em uma das balsas de serviço *offshore* da empresa Petrobras – a Balsa de Serviço 03 (BS-3).

O objetivo deste estudo de caso é propor um método baseado em MIBR para aperfeiçoamento do processo de tomada de decisão referente à manutenção e inspeção de balsas de serviço *offshore* de uma grande empresa brasileira do setor de petróleo e gás natural.

Focalizando uma sistemática de apoio à tomada de decisão referente à manutenção e inspeção baseadas em risco (MIBR), o estudo 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. Esse procedimento alinha-se aos preceitos da MIBR apresentados no capítulo 3.

4.1. Proposição e questões do caso

Em razão do inevitável envelhecimento da frota petroleira da empresa, 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. Novos métodos de predição e de tomada de decisão, como o que será aqui proposto, situam-se no contexto da inspeção e da manutenção baseada em risco de instalações marítimas *offshore*.

O método de tomada de decisão proposto abrange um procedimento de medição de espessuras de chapas do convés principal da BS-3, um procedimento

¹ Manutenção e inspeção baseadas em risco (MIBR).

de previsão da evolução da correção e um critério de substituição e ou reparo das chapas comprometidas.

Como a decisão sobre a substituição ou reparo de chapas baseia-se na condição dos pontos nela medidos, sugere-se aqui um novo procedimento para o estabelecimento da densidade adequada de pontos nas regiões mais e menos corroídas ou danificadas, assim como um critério de substituição da chapa com base na condição dos pontos conhecidos.

O método convencional, hoje adotado pela empresa, consiste em inspeção visual da estrutura e medições, por ultrassom, de espessuras de chapas do convés das balsas de serviço *offshore*, em particular, da BS-3. Adota-se hoje uma sistemática de cálculo baseada na média aritmética simples dos pontos medidos. Dessa forma, o processo de tomada de decisão de substituição ou reparo de chapas apoia-se quase que exclusivamente na experiência e acuidade do vistoriador.

O principal diferencial da adoção do método de decisão apresentado neste estudo de caso é a sistematização do delineamento do reparo, que tem como consequência a mitigação dos riscos associados à aplicação de critérios subjetivos.

A partir da proposição deste estudo de caso, busca-se responder as seguintes questões da pesquisa:

- Que melhorias poderão ser introduzidas na atual sistemática de inspeção e manutenção da estrutura do convés principal da balsa de serviço BS-3?
- Quais são os parâmetros relevantes a serem incluídos em um método de tomada de decisão baseado em IBR a ser proposto para a Petrobras, na perspectiva de sua adoção futura nas decisões de substituição e reparo de chapas de convés de balsas de serviços?
- Quais as vantagens e benefícios potenciais da adoção desse novo método em relação à prática atual?.

4.2.

Tipo de caso selecionado

Destacam-se para fins desta dissertação, os projetos de caso único, conforme tipologia proposta por Yin (2005). Apresenta-se a unidade de análise do presente estudo de caso e seu contexto operacional. Adota-se a estratégia e o protocolo concebidos pelo autor para o desenvolvimento de estudos de caso, em geral.

Yin (2005) indica várias fontes de evidências para se chegar a um estudo de caso de qualidade, a saber: (i) documentação; (ii) entrevistas; (iii) registro em arquivos; (iv) observações diretas; (v) observações participantes; e (vi) artefatos físicos. No presente estudo de caso, utilizou-se o maior número possível dessas fontes. O tipo de caso selecionado foi o estudo de caso simples holístico, considerando-se:

- um único contexto operacional – a unidade de Serviços de Instalações Marítimas (SIMA), da Petrobras;
- uma unidade de análise – tomada de decisão de substituição ou reparo de chapas do convés da balsa BS-3 da empresa;
- a contribuição do Programa PósMQI para a melhoria da tomada de decisão de manutenção e inspeção, na perspectiva da aplicação futura do método aqui proposto.

4.3.

Caracterização da unidade de análise e seu contexto operacional

Nesta seção, apresentam-se as características da balsa de serviço BS-3, operada pela unidade da Petrobras denominada Serviços de Instalações Marítimas (SIMA).

As práticas de manutenção e inspeção da BS-3 baseiam-se, principalmente, nas regras e normas das sociedades classificadoras, no que diz respeito a sistemas, procedimentos operacionais e de vistoria, como será descrito adiante.

4.3.1

Descrição da unidade de análise: a balsa de serviço BS-3

A BS-3 pertence à Petrobras Petróleo Brasileiro S.A. e destina-se ao lançamento de dutos submarinos, instalação de plataformas fixas e içamento de estruturas de grande porte. Ultimamente, a BS-3 vem passando por grandes reparos para se adequar às exigências e demandas de mercado, particularmente àquelas referentes aos serviços do setor de exploração e produção da empresa.

O Quadro 4.1 apresenta as características principais da BS-3.

Quadro 4.1 - Características básicas da balsa de serviço BS-3 da Petrobras

Classe	Tipo de balsa
Limite de operação	Balsa oceânica
Tripulação	Não tripulada
Propulsão	Não tem propulsão própria
Comprimento total	105,00 m
Boca moldada	24,00 m
Pontal moldado	7,50 m
Borda livre de verão	3,68 m
Calado máximo extremo	3,60 m
Deslocamento máximo	8,00 t
Peso leve	2,6 t
Taxa de trabalho no convés – chapa de aço de 12,7 mm	7,30 t / m ²

Fonte: Petrobras, 2012a.

As Figuras 4.1 a 4.5 mostram algumas ilustrações da BS-3.

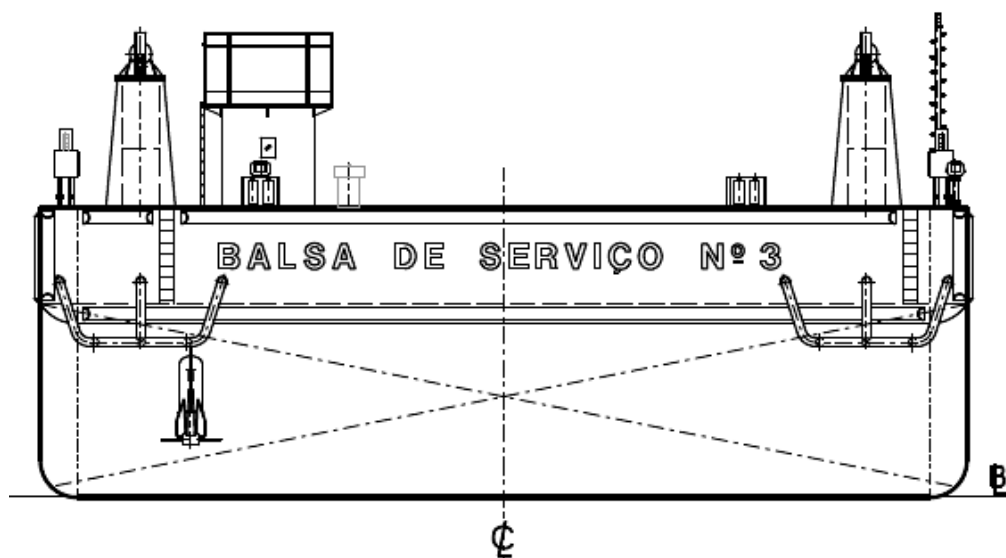


Figura 4.1 – Vista frontal da BS-3

Fonte: Petrobras, 2012a.

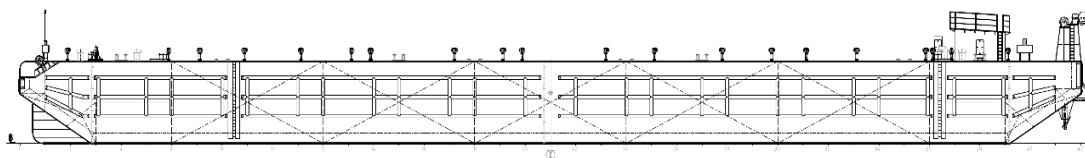


Figura 4.2 – Vista lateral da BS-3

Fonte: Petrobras, 2012a.

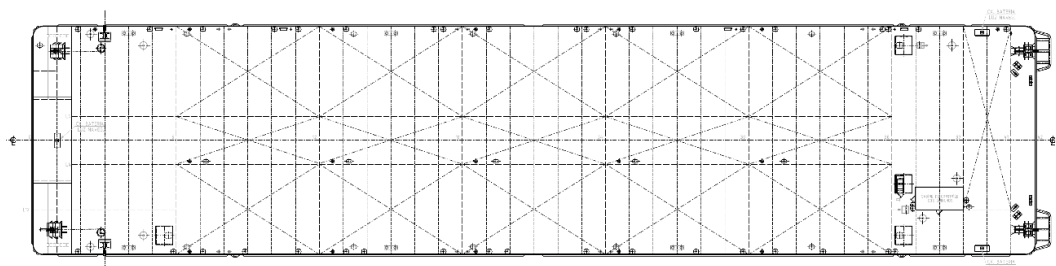


Figura 4.3 – Vista de cima do convés principal da BS-3

Fonte: Petrobras, 2012a.



Figura 4.4 – Visão da BS-3 lançando dutos

Fonte: Acervo pessoal do autor.



Figura 4.5 – Visão da BS-3 em serviço: apoio na montagem da P56

Fonte: Acervo pessoal do autor.

4.3.2

Contexto operacional: Serviços de Instalações Marítimas (SIMA) da Petrobras

A unidade de Serviços de Instalações Marítimas (SIMA) da Petrobras presta serviços de instalações marítimas da empresa e foi constituída para transportar e instalar estruturas marítimas do tipo plataformas de produção e outras similares e para lançar e instalar dutos submarinos. Além dessas atribuições, o SIMA dá apoio técnico e logístico a operações desse tipo executadas por terceiros, a serviço da Petrobras. Pode também prestar esses serviços para qualquer empresa interessada, no Brasil ou no exterior.

Sua missão é atender a demandas de instalações marítimas da Petrobras no Brasil e no exterior, estando subordinado à área de “Implementação de Empreendimentos para E&P e Transporte Marítimo” (IEEPT), da Unidade de Engenharia da empresa.

O SIMA planeja e executa os seguintes tipos de serviços:

- Instalação de dutos submarinos;
- Lançamento de plataformas fixas;
- Içamento e montagem de estruturas, equipamentos e módulos;
- Transporte marítimo de estruturas, equipamentos e módulos;
- Desmontagem de plataformas;
- Operações especiais de arraste (*shore approach*) de dutos e cabos;
- Instalação de estacas para estruturas marítimas e para ancoragem de unidades flutuantes;
- Lançamento de *manifolds*;
- Apoio logístico a operações marítimas;
- Fornecimento de facilidades terrestres de construção e montagem;
- Suprimento e armazenamento de materiais e equipamentos;
- Fiscalização, assessoramento e assistência técnica nas atividades acima.

A atuação do SIMA nessas atividades compreende as fases de planejamento, logística e execução dos serviços, exercendo também, em outras situações, tarefas de fiscalização, manutenção, assessoramento e assistência técnica.

Para a operação de seus equipamentos – balsas guindaste, de lançamento e balsas de serviço – o SIMA dispõe de um treinado e experiente grupo de engenheiros e técnicos, especializados em operações marítimas.

O SIMA opera as seguintes unidades:

- BGL-1 (Balsa Guindaste de Lançamento 1);
- BGL-2 (Balsa Guindaste de Lançamento 2);
- BS-3 (Balsa de Serviço 3);
- BS-1(Balsa de Serviço 1);
- BS-5, BS-6, BS-8 (Balsas de Serviço 5, 6 e 7);
- Canteiro de São Roque do Paraguaçu;
- Armazéns S-2 e S-19 localizados na REDUC (Refinaria de Duque de Caxias) para armazenamento e suprimento de equipamentos e materiais;
- Sistema de arraste de dutos;
- Estaleiro de Inhaúma (EI).

Juntamente com outros setores da Petrobras, o SIMA busca contribuir para a garantia da manutenção da integridade dos sistemas de produção e implantação dos novos projetos de produção do E&P, em conformidade com as políticas e diretrizes da área de negócios da empresa.

Conhecer e aplicar os fundamentos dos sistemas de manutenção e inspeção baseadas em risco torna-se, portanto, fundamental para que o SIMA possa cumprir seu propósito de garantir a integridade estrutural das unidades que opera. A proposição de um novo método de tomada de decisão baseado em IBR ao encontro desse objetivo, na perspectiva de sua aplicação futura nas atividades de inspeção e manutenção da BS-3.

4.4.

Conceitos básicos adotados no estudo de caso

Apresentam-se nesta seção os principais conceitos que serão adotados na proposição do novo método de tomada de decisão baseado em IBR, para a balsa de serviço BS-3 da Petrobras.

Obra viva

Obra viva é qualquer parte da embarcação abaixo do nível do mar. Nessa situação, basta que se encontre um ponto em *substância* ou em *renew* para que a chapa seja condenada.

Obra morta

Obra morta refere-se a qualquer parte da embarcação acima do nível do mar. Nessa situação, se menos de 25% dos pontos suspeitos estiverem em *renew*, pode-se aplicar o novo método de tomada de decisão proposto neste estudo de caso.

Vida da chapa ou reforço estrutural

Tempo que a chapa levará para atingir o nível de desgaste máximo tolerado pela regra atualizada da sociedade classificadora ou cálculo racional aprovado pela mesma (tempo limite de vida ou TLV). Admite-se que, quando a chapa atingir tal nível de desgaste, ficará suscetível a falhas, caso condições severas de carregamento forem impostas à estrutura da embarcação (Ribeiro, 1993). Uma vez que se tenha o mapeamento da vida da chapa nos seus mais diversos pontos, pode-se então delimitar a área a ser substituída, de forma que não permaneçam regiões, cuja vida seja inferior ao período que a empresa considere conveniente para executar o próximo reparo.

Tempo limite de vida (TLV)

Tempo durante o qual um componente ou um sistema mantém a sua capacidade de trabalho, fora do intervalo dos reparos, acima de um limite especificado (de rendimento, de pressão, etc). O TLV é o parâmetro principal para a decisão sobre a substituição ou reparo de chapas em embarcações *offshore*. O ciclo é o período decorrido entre dois reparos periódicos do casco. Normalmente, é de cinco anos, conforme exigências da sociedade classificadora.

Área de representatividade

É a região em torno do ponto medido, que é visualmente bem representada pelo mesmo. Esse conceito é utilizado no procedimento de medição de espessuras das chapas do convés da balsa de serviço *offshore*.

Desgaste permitido

É o percentual de redução de espessura que a chapa pode sofrer devido à corrosão, sem que perca suas funções estruturais ou fique sujeita à falhas. Alguns valores são estabelecidos pelas sociedades classificadoras, variando de acordo com as regiões, tipo de carga, espessuras adicionais de construção, coeficientes de segurança adotados, etc. São valores usuais: 20, 25 e 30% de redução de espessura permitido.

Desgaste admissível

É um valor relativo ao desgaste permitido. Varia, portanto, entre 0 e 100%. Esse desgaste estará presente nas chapas, cuja vida útil coincidir com a do casco, pois atingirão o desgaste permitido ao final da vida do navio.

Desgaste crítico

É o percentual relativo ao desgaste permitido, tal que as regiões que se encontrem com este percentual apresentarão corrosão superior ao desgaste permitido antes do fim do ciclo seguinte. Entenda-se por ciclo seguinte aquele que ocorrerá após o reparo do ciclo presente.

Regiões de varredura

As regiões de varredura devem estar em condições superficiais que não interfiram com o resultado final da medição de espessuras. Ou seja, as superfícies de contato devem estar livres de rugosidade excessiva, carepas soltas, respingos, rebaixo, tintas, etc. Quando necessário a limpeza poderá ser feita com vassoura, escova de aço, manual ou rotativa, ou esmerilhamento, que é o mais usado.

4.5.**Proposição de um novo método de tomada de decisão baseado em MIBR**

A manutenção e a inspeção baseada em risco, como abordado no capítulo 3, compreende a utilização, de forma integrada, de ferramentas de cálculo de engenharia como análise estrutural por elementos finitos, análise de corrosão e fadiga, análise de risco e confiabilidade estrutural. A adoção de uma ou mais dessas ferramentas visa, fundamentalmente, à elaboração de planos de inspeção e manutenção de maneira racional e otimizada.

Para fins do presente estudo de caso, aborda-se a análise de risco e confiabilidade estrutural, como descrita no capítulo 3.

No contexto de um caso real da Petrobras, considera-se que a aplicação de um novo método de tomada de decisão, baseado em IBR, resultará em inúmeros benefícios como será discutido no final deste estudo de caso. O método proposto poderá ser usado na inspeção e manutenção da balsa de serviço *offshore* BS-3, mas também de outras instalações marítimas. Segue a corrente mais avançada e estratégica de manutenção e inspeção – a MIBR, conforme discutido no capítulo 3.

Focalizando-se, especificamente, a tomada de decisão sobre a substituição ou reparo de uma determinada chapa do convés principal de qualquer embarcação abaixo de 90 m (295 pés) de comprimento, apresentam-se na Tabela 4.1 as regras da sociedade classificadora *American Bureau of Shipping* (ABS, 2006)².

Tabela 4.1 – Regras da sociedade classificadora ABS para embarcações abaixo de 90 m de comprimento

Região	Desgaste permitido	Espessura		Renew (mm)	Substância (mm)
Main deck plating (convés principal)	25%	1/2"	12,7	9,53	10,53
		4,76			
Bottom plating (fundo chato)	25%	3/4"	19,05	14,29	15,29
		4,76			
Kell plating (quilha)	25%	5/8"	15,88	11,91	12,91
		3,97			
Sheer strake (cintura)	25%	1/2"	12,7	9,53	10,53
		3,18			
Bilge strake (bojo)	25%	3/8"	9,53	7,15	8,15
		2,38			
Side shell plating (costado)	30%	5/16"	7,94	5,56	6,56
		2,38			
Forecastle (castelo de proa)	30%	1/4"	6,35	4,45	5,45
		1,91			
Internals and bulkheads (anteparas internas estanques)	30%	3/16"	4,76	3,33	4,33
		1,43			

Fonte: ABS, 2006.

Descreve-se, a seguir, o processo de tomada de decisão em foco, com base nas regras estabelecidas pela Classificadora ABS (Tabela 4.1).

Seja ε a espessura nominal da chapa constante da especificação da balsa, quando da entrega à empresa. Se o valor medido na inspeção for superior a $0,75\varepsilon + 1$ mm, então a chapa está aceita. Se o valor medido estiver entre $0,75\varepsilon$ e

² ABS. American Bureau of Shipping. *Rules for building and classing steel vessels under 90 meters (295 feet) in length*. Houston: ABS, 2006.

$0,75\varepsilon + 1\text{mm}$, a chapa cai em *substância*. E, finalmente, se o valor medido for inferior a $0,75\varepsilon$, a chapa cai em *renew* e é rejeitada.

Na Figura 4.6, abaixo, ilustram-se as três alternativas de decisão, segundo a regra estabelecida pela Classificadora ABS para substituição ou reparo de chapas de convés de qualquer embarcação abaixo de 90 m (295 pés) de comprimento.

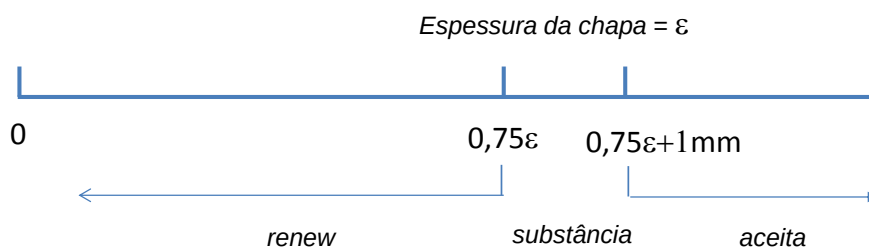


Figura 4.6 – Esquema ilustrativo das regras estabelecidas pela Classificadora ABS

Fonte: Elaboração própria.

No procedimento convencional, as leituras de espessuras com mais de um ano e meio de uso são descartadas, por serem consideradas vencidas. No entanto, pela utilização do novo método de avaliação das medições aqui proposto é possível aproveitá-las e com isso reduzir custos de medição por ultrassom e tempo da paralisação da balsa de serviço (*off-hire*).

A vida de uma balsa é normalmente dividida em ciclos de cinco anos. Em cada ciclo, cumprem-se ciclos completos de vistorias e manutenções. Conforme Ribeiro (1993), “o critério convencional de substituição de chapas adotado pelas sociedades classificadoras pressupõe que seus vistoriadores estejam a bordo anualmente e, principalmente, no meio do ciclo de cinco anos, podendo a qualquer momento solicitar reparos adicionais aos realizados ao término do ciclo anterior”.

Atualmente, o procedimento de inspeção das chapas do convés da balsa de serviço BS-3 é realizado por minuciosa inspeção visual, acompanhada de medição por ultrassom da espessura das chapas em pontos suspeitos (de corrosão ou avarias por deterioração).

A partir da identificação dos pontos suspeitos, medem-se as espessuras da chapa nesses pontos e calcula-se a média aritmética simples das medidas. Conforme a regra estabelecida pela regra da Classificadora ABS, caso essa média

seja superior a $0,75\epsilon + 1$ mm, se aceita a chapa. Caso contrário, rejeita-se, abrindo-se duas alternativas para a tomada de decisão:

- rejeição da chapa como um todo (a chapa cai em *renew*, na linguagem do setor);
- a chapa cai em exigência para nova inspeção em um período de um ano (a chapa cai em *substância*, na linguagem do setor).

O método descrito a seguir oferece uma alternativa com maior confiabilidade em relação ao método que vem sendo adotado pela empresa. Permite que se escolha o tempo que se deseja ficar com uma determinada chapa sem ter que efetuar reparos estruturais. As regiões que atingiriam situações limites nesse período seriam substituídas, reforçadas ou tratadas e pintadas. Dessa forma, falhas estruturais e reparos imprevistos poderão ser evitados.

Ressalta-se que as falhas estruturais imprevistas podem causar graves problemas ambientais, além dos casos extremos de colapso e afundamento da embarcação.

A massa de dados de medição de espessuras de chapas do convés da BS-3 coletados junto ao SIMA da Petrobras é muito grande, uma vez que cada ponto do convés principal, cuja espessura tenha sido medida por ultrassom, tem que ser tratado individualmente, como mostra a Figura 4.7.

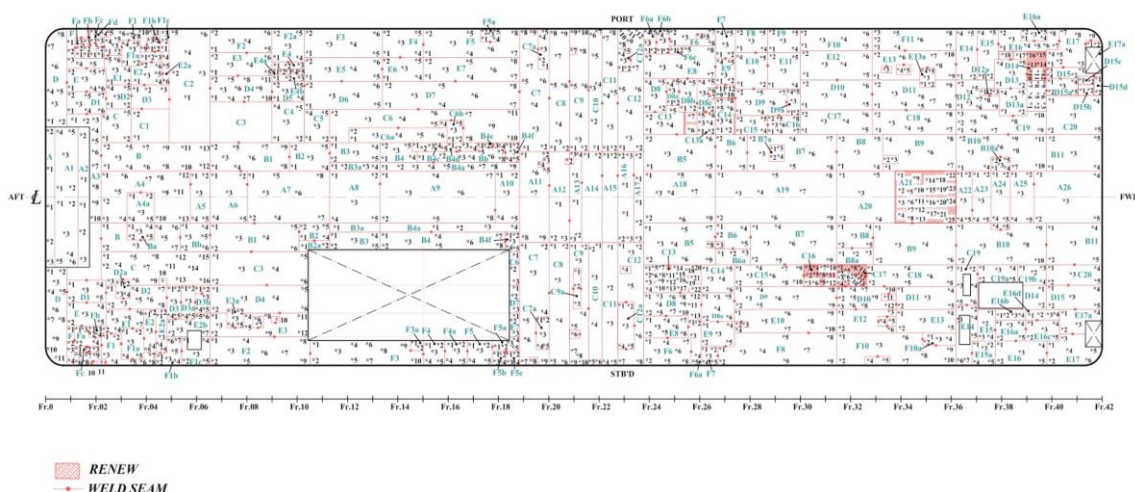


Figura 4.7 – Mapeamento dos dados de medição das espessuras das chapas do convés principal da balsa de serviço BS-3

Fonte: Petrobras, 2012b.

A Figura 4.8 mostra a vista de cima do convés principal da BS-3, com indicação de duas chapas selecionadas para fins de demonstração da

aplicabilidade do método proposto: uma verde e outra vermelha. A chapa verde mostra a nova marcação de pontos de medição, como será proposto a seguir, e a vermelha a marcação pelo método convencional.

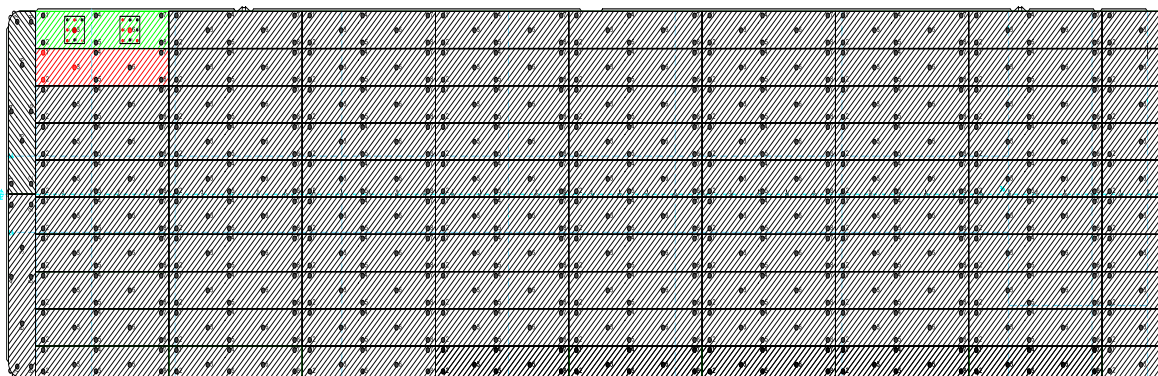


Figura 4.8 – Vista de cima do convés principal da BS-3, foco da inspeção visual e medição de espessuras das chapas por ultrassom

Fonte: Elaboração própria.

Pela regra da sociedade classificadora ABS, o convés principal da balsa tem uma tolerância máxima (*renew*) de 25%. Tomando-se a chapa A-19 da BS-3, com $\frac{1}{2}$ " (12,7 mm), o valor da espessura no ponto central é 9,10 mm, ficando portanto abaixo de 9,53 mm (ponto crítico, estabelecido pela classificadora). Isso implica em substituição da chapa sem argumentação (caiu em *renew*). No entanto, se o valor estivesse entre 9,53 mm e 10,53 mm (cairia em *substância*), poder-se-ia fazer o reparo dentro do período de um ano ou decidir pela troca imediata (conforme indicado na Tabela 4.1).

CHAPA A-19 / 12,7 mm (ÁREA : 29,28 m²)

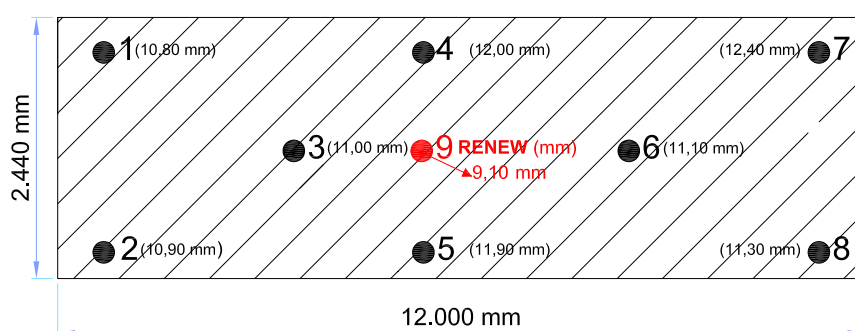


Figura 4.9 – Pontos medidos por ultrassom na chapa A-19 da balsa de serviço BS-3

Fonte: Elaboração própria.

Como alternativa ao cálculo da média aritmética simples das medidas, que vem sendo adotado atualmente pela empresa, o método aqui proposto consiste das

seguintes etapas:

- Limpeza de áreas deterioradas da chapa, seguido da inspeção visual como no procedimento atual;
- Avaliação dos resultados da inspeção visual: se mais de 25% dos pontos da chapa forem suspeitos, a mesma é condenada. Se mais de 50% dos pontos suspeitos estiverem em procedimento de troca, a chapa também é condenada. Se o número de pontos suspeitos for menor $\leq 25\%$ dos pontos da chapa, aplica-se o seguinte procedimento:
 - Centralização de cada ponto condenado em um quadrado de 300mm^2 , como ilustrado na Figura 4.10;
 - Seleção de oito pontos simétricos neste novo quadrado;
 - Medição dos pontos com medidores ultrassom;
 - Tomada de decisão: se mais de 50% de um dos quadrados estiver em '*renew*', condena-se a chapa.

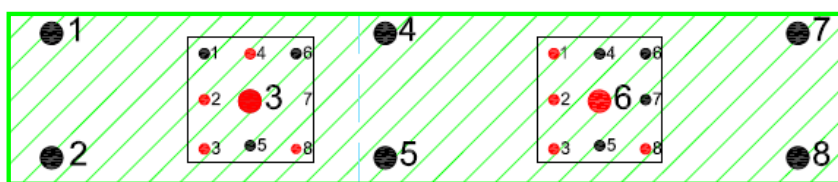


Figura 4.10 – Representação da Chapa A-19 com nova marcação de pontos de medição, segundo o método de decisão proposto

Fonte: Elaboração própria.

Vale ressaltar que as regiões com espessuras abaixo dos valores especificados em projetos devem ser demarcadas fisicamente na peça (chapa) por meio de giz de cera ou demarcador industrial.

Os resultados das medições devem ser registrados por meio de um sistema de identificação e rastreabilidade, que permita correlacionar o local medido com o relatório das medições e vice-versa. Os resultados dos ensaios devem ser registrados no relatório de ensaio por ultrassom.

As seguintes informações devem ser registradas no relatório de ensaio:

- Nome do emitente;
- Identificação numérica;
- Identificação da peça e solda, tipo, diâmetro, espessura, etc.;
- Número e revisão do procedimento;

- Identificação do aparelho, incluindo número de série dos aparelhos e cabeçotes utilizados;
- Calibração em laboratório com registro na RBC (Rede Brasileira de Calibração).

A calibração deve ser feita nas seguintes situações:

- Diariamente a cada início dos serviços;
- Etapa que não ultrapassar 60 minutos de serviço;
- Antes do reinício do serviço e após cada interrupção;
- Mudança da faixa de espessura.

A Tabela 4.2 apresenta o mapeamento das medições, ilustrando as duas situações de decisão: *renew*, em vermelho; e *substância*, em amarelo.

Tabela 4.2 – Medição de espessuras da Chapa A-19 do convés principal da BS-3

ITEM	mm	Orig.(mm)	Subst (mm)	Renew (mm)	Medição (mm)	Dif.(mm)	%	Média (mm)	Valores < Média (mm)
1	11,00	11,00	9,25	8,25	10,80	0,2	1,82	11,17	5,00
2		11,00	9,25	8,25	10,90	0,1	0,91		
3		11,00	9,25	8,25	11,00	0,0	0,00		
4		11,00	9,25	8,25	12,00	0,0	0,00		
5		11,00	9,25	8,25	11,90	0,0	0,00		
6		11,00	9,25	8,25	11,10	0,0	0,00		
7		11,00	9,25	8,25	12,40	0,0	0,00		
8		11,00	9,25	8,25	11,30	0,0	0,00		
9		11,00	9,25	8,25	9,10	1,9	17,27		
1	12,70	12,70	10,53	9,53	10,80	1,9	14,96	11,17	5,00
2		12,70	10,53	9,53	10,90	1,8	14,17		
3		12,70	10,53	9,53	11,00	1,7	13,39		
4		12,70	10,53	9,53	12,00	0,7	5,51		
5		12,70	10,53	9,53	11,90	0,8	6,30		
6		12,70	10,53	9,53	11,10	1,6	12,60		
7		12,70	10,53	9,53	12,40	0,3	2,36		
8		12,70	10,53	9,53	11,30	1,4	11,02		
9		12,70	10,53	9,53	9,10	3,6	28,35		
1	9,53	9,53	8,15	7,15	7,00	2,5	26,55	7,80	4,00
2		9,53	8,15	7,15	7,20	2,3	24,45		
3		9,53	8,15	7,15	7,40	2,1	22,35		
4		9,53	8,15	7,15	7,60	1,9	20,25		
5		9,53	8,15	7,15	7,80	1,7	18,15		
6		9,53	8,15	7,15	8,00	1,5	16,05		
7		9,53	8,15	7,15	8,20	1,3	13,96		
8		9,53	8,15	7,15	8,40	1,1	11,86		
9		9,53	8,15	7,15	8,60	0,9	9,76		
1	19,05	19,05	15,29	14,29	7,00	12,1	63,25	7,80	4,00
2		19,05	15,29	14,29	7,20	11,9	62,20		
3		19,05	15,29	14,29	7,40	11,7	61,15		
4		19,05	15,29	14,29	7,60	11,5	60,10		
5		19,05	15,29	14,29	7,80	11,3	59,06		
6		19,05	15,29	14,29	8,00	11,1	58,01		
7		19,05	15,29	14,29	8,20	10,9	56,96		
8		19,05	15,29	14,29	8,40	10,7	55,91		

Fonte: Petrobras, 2012c.

4.6

Considerações finais sobre o estudo de caso

Buscou-se mostrar nesse capítulo a aplicabilidade de um novo método de tomada de decisão, baseado em IBR, em uma das balsas de serviço *offshore* da empresa Petrobras – a Balsa de Serviço 03 (BS-3).

Vale alertar que a regra da sociedade classificadora ABS é sempre aplicada sobre a espessura medida em relação à espessura original constante do documento da balsa. No entanto, situações ocorrem em que, em docagens anteriores, as chapas que porventura tenham sido substituídas podem não seguir a mesma espessura original, conforme especificado no documento da balsa de serviço. Como pratica corrente, essa alteração de espessura não é repassada ao documento da balsa, resultando em medições superiores, que não poderiam ser comparadas com as espessuras constantes do documento original.

É com essa preocupação, que se considera pouco confiável o método atual de tomada de decisão, que adota a média aritmética como parâmetro. A média, em muitas situações, pode sobrestimar a real situação de integridade da chapa medida. A sistemática adotada tende a levar a decisões errôneas nesses casos. Como pode ser visto na Tabela 4.2, os pontos 4 a 8 revelam essa discrepância. Ou seja, as espessuras medidas são maiores que a espessura original do documento da BS-3 (11mm). Assim, recomenda-se que toda vez que houver uma alteração ou mudança de chapas com espessuras distintas da original, que isso seja reportado, com revisão das espessuras do documento da balsa.

As proposições deste estudo de caso indicam que a adoção de ferramentas de inspeção baseada em risco pode aumentar o tempo limite de vida (TVL) das balsas de serviço *offshore*. Como consequência, os benefícios potenciais da adoção, pela Petrobras, do novo método em casos de tomada de decisão de substituição ou reparo de chapas do convés da BS-3 são: redução das incertezas associadas; identificação de avarias, em função da deterioração estrutural; redução de custos de manutenção; e, principalmente, minimização do tempo da paralisação da balsa de serviço.