
	Relatório		Nº RTA 18218							
	CLIENTE:		UN-BS/ATP-IMI							
	RESPONSÁVEL:		Coordenação Confiabilidade							
	ÁREA:		FSAC - SISTEMA AR COMPRIMIDO SERV E INSTRUM							
UN-BS	TÍTULO:		P70_B-1251001C:ANÁLISE DE FALHA DE ACOPLAMENTO						NP-1 INTERNO	
ÍNDICE DE REVISÕES										
REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS									
0	Emissão original. Versão 11-02-25 Versão 19-02-25: adicionado um item no tópico 17 referente a padrão.									
	REV. 0	VER. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H	
DATA	15/02/24									
ELABORAÇÃO	CJW6									
EQUIPE										
VERIFICAÇÃO										
APROVAÇÃO										
ESTE DOCUMENTO É DE PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.										
FORMULÁRIO PERTENCENTE A PETROBRAS.										

	Relatório		Nº RTA	REV 0
	PROGRAMA: Coordenação de Confiabilidade			
	TÍTULO: P70_B-1251001C:ANÁLISE DE FALHA DE ACOPLAMENTO			NP-1 INTERNO
1 DADOS DA SOLICITAÇÃO DA ANÁLISE				
Data de recebimento:		09/01/2024		
Data de fim da análise:		15/02/2024		
Gerência solicitante:		UN-BS/ATP-IMI/MIED		
Gerências responsáveis pela análise		Coordenação Confiabilidade		
Coordenador		Engº Robério Fonseca Padilha Júnior		
Líder da Confiabilidade		Engº Robério Fonseca Padilha Júnior		
Equipe da análise		Pedro Henrique /Anderson Feitosa		
Equipe consultada:		Douglas de Paula, Ari Pereira, Reuto Santos, Roberto Espinheira da Costa, Evanildo Lopes; Ana Cristina Izzi.		

	Relatório		Nº RTA	REV 0
	PROGRAMA: Coordenação de Confiabilidade			
	TÍTULO: P70_B-1251001C:ANÁLISE DE FALHA DE ACOPLAMENTO			NP-1 INTERNO

2 DADOS DO EQUIPAMENTO (CONF. ISO 14224)

O arquivo do roteiro para a análise tem a planilha com essa tabela.

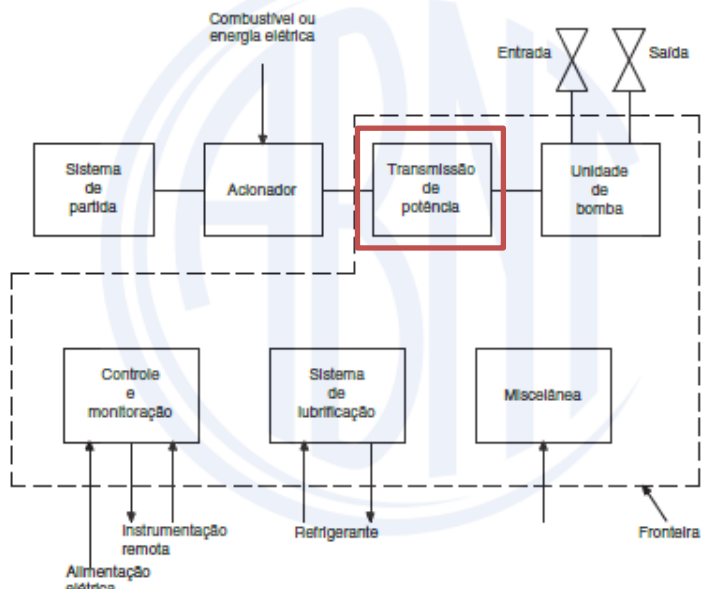
1	Indústria	Petróleo	ISO 14224
2	Categoria	Upstream	ISO 14224
3	Instalação	Produção Petróleo/Gás	ISO 14224
4	Planta	Plataforma	ISO 14224
5	Plataforma	P71	N-1710
6	Sistema	FSGP - Sist de Geração Principal	PFCEO
7	TAG		SAP
8	Número Equipamento PFCEO		PFECO
9	Centro Planejamento		SAP
10	Local de Instalação SAP		SAP
11	Número Equipamento SAP		SAP
12	Categoria de Equipamento		
13	Classe de Equipamento		ISO 14224
14	Fluido bombeado		
15	Detalhe do equipamento		ISO 14224
16	Fabricante		
17	Modelo		
18	Número de série		
19	Ano de fabricação		
20	Vazão		
21	Pressão sucção		
22	Pressão de descarga		
23	Diferença de pressão		
24	Head		
25	NPSHa		
26	Norma de fabricação		
27	Potência		
28	Tipo de corpo		
29	Posição		
30	Selagem		
31	Tipo de Transmissão		
32	Acoplamento		
33	Tipo de mancal		
34	Tipo de serviço		
35	Subunidade		Se aplicável, ISO 14224
36	Componente		Se aplicável, ISO 14225
37	Qual o item que será analisado?		Fronteiras conforme ISO 1424
38	Ordem de correção		

3 DADOS DA FALHA

1	Anomalia		
2	Data de início da falha:		ISO 14224
3	Data de fim da falha		ISO 14224
4	Horas de operação até a falha		
	Impacto da Falha (1)		

(1) Impacto na falha no equipamento, refere-se aos danos aos equipamentto.

4 DEFINIÇÃO DA FRONTEIRA (ISO 14224)



5 LINHA DO TEMPO (MARCOS RELEVANTES)


Linha do Tempo			
Data	Dias	Acum.	Evento
07/10/2023		0	
01/11/2024	391	391	
16/12/2024	45	436	



Figura 2: Acoplamento com as lâminas quebradas



Figura 3 - Foto do acoplamento embarcado (NM 12.235.433)

	Relatório	Nº RTA	REV 0
	PROGRAMA: Coordenação de Confiabilidade		
	TÍTULO: P70_B-1251001C:ANÁLISE DE FALHA DE ACOPLAMENTO	NP-1 INTERNO	

8 HISTÓRICO DE INTERVENÇÕES REGISTRADAS NO SAP

Marcar em vermelho os eventos relevantes para a falha

Ordem	Nota	Data modif.	Texto breve	Área operacion.	Status sistema	Status usuário
2025422402	13169369	09/12/2023	B-1251001C => Risco de acidente.		LIB CAPC KKMP NOLQ	SIMP SUMS
2026348393	13871436	29/09/2022	B-1251001C - Subst. óleo dos mancais	P70	ENCE CONF IMPR CAPC JBFI KKMP NOLQ	SIMP TRIA APLT
2027203287		30/11/2022	PREV 1A ELE B-1251001C	P70	ENTE CONF CAPC JBFI KKMP NOLQ	SIMP TRIA APLT
2027203288		22/11/2022	PREV MEC B-1251001C	P70	ENTE CONF IMPR CAPC JBFI NOLQ	SIMP TRIA APLT SPRG
2027787690		14/06/2023	PREV 4A INST PIT-1251002C 0~2000kPa	P70	ENTE CONF IMPR CAPC JBFI KKMP LOTC NOLQ	SIMP TRIA ANEX APLT SPRG
2027759543	14609131	29/05/2023	B-1251001C limpeza filtro sucção		ENTE CONF CAPC JBFI KKMP NOLQ	SIMP TRIA APLT
2027969788		14/11/2023	PREV 1A ELE B-1251001C	P70	ENTE CONF IMPR CAPC JBFI KKMP NOLQ	SIMP TRIA APLT
2028586818	15040052	24/01/2024	B-1251001C - Falha no acoplamento		LIB IMPR CAPC KKMP NOLQ	IMPD TRIA APLT
2028524018		25/01/2024	PREV MEC (MIED) 3ºESC B-1251001C	P70	ABER CAPC KKMP	SIMP EXCL
2027787801		22/01/2024	PREV 6A INST PI-1251017C -100~200kPa	P70	ABER CAPC KKMP	SIMP
2027969790		29/11/2023	PREV MEC B-1251001C	P70	ENTE CONF CAPC IMPA JBFI MOME MatC NOLQ	SIMP TRIA ANEX APLT EEFE

9 PLANOS DE MANUTENÇÃO RELEVANTES

Marcar em vermelho os eventos relevantes para a falha

Existem dois planos cadastrados que se relacionam com a falha analisada.

Plano manut.	Item manut.	Última ordem	Nº lista obj.	Texto item man.	Descrição
1094586	1862940	2027969790	13.194.470	PREV MEC B-1251001C	CJ MOTOBOMBA B-1251001C
1094588	1862942	2028524018	13.194.472	PREV MEC (MIED) 3ºESC B-1251001C	B-1251001C BOMBA CENTRIFUGA

O plano 1094586 / item 1862940 tem uma estratégia de 1 ano de intervalo, com as seguintes tarefas:

PREV 1A MEC BB CEN FLOWSERV 6HPX23S (1)

1 - DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- 1.01 MANUAL DO FABRICANTE: MA-3010.96-1251-311-FBQ-001
- 1.02 FOLHA DE DADOS: I-FD-3010.96-1251-311-FBQ-001
- 1.03 P&ID: I-DE-3010.96-1251-944-VLH-021

UTILIZE OS DEVIDOS CÓDIGOS CONFORME SUA EXECUÇÃO:
PARA STATUS DIFERENTE DE OK, FAVOR ADICIONAR OBSERVAÇÕES.

- (OK) EXECUTADA SEM ANORMALIDADE
- (AC) EXECUTADA COM ANORMALIDADE CORRIGIDA
- (CP) CORREÇÃO PENDENTE - EMITIR NOTA
- (NE) NÃO EXECUTADA
- (NA) TAREFA NÃO SE APLICA

2 - TAREFAS

2.01 () Verificar se as condições de liberação do equipamento foram realmente atendidas, conforme solicitado em PT (Permissão de Trabalho)

2.02 () Substituir o óleo lubrificante da bomba.
Óleo Lubrax Turbina EP 46, Qtde: 2,6 L
Referência: Seção 5.2.2 do manual.

2.03 () **Inspeção visual do acoplamento**, verificar fixação dos parafusos e a integridade do elemento elástico quanto a existência de trincas. Substituir se necessário.

2.04 () Efetuar a lubrificação dos rolamentos do motor. Graxa Lubrax Polytec, 60g de graxa no LA e 45g de graxa no LOA.

OBS1: É recomendado relubrificar com o equipamento em funcionamento, de preferência com o dreno de graxa aberto.
OBS2: No caso da necessidade de fazer a relubrificação com o equipamento parado por questões de segurança, colocar metade da quantidade de graxa recomendada, girar o eixo por 1 minuto, e somente depois colocar a outra metade.
OBS3: Excesso de graxa pode provocar sobreaquecimento nos mancais e/ou penetração de graxa na parte elétrica do equipamento.

2.05 () Aplicar graxa para preservação dos parafusos de fixação.

2.06 () Efetuar limpeza do respiro do mancal da bomba.

3 - MATERIAIS E FERRAMENTAS

**Relatório**

Nº RTA

REV 0

PROGRAMA: Coordenação de Confiabilidade

TÍTULO:

P70_B-1251001C:ANÁLISE DE FALHA DE ACOPLAMENTO

NP-1 INTERNO

- Caixa de ferramentas completa
- Bomba manual de Graxa

- 01 Kit de elementos para acoplamento - NM 10.052.449 (CONDIÇÃO)
- 105 g - GRAXA LUBRAX POLYTEC 2 - NM 11.168.837
- 2,6 l - ÓLEO LUBRAX TURBINA EP 46 - NM 11.013.734

Neste plano, em componentes está cadastrado o elemento flexível, NM 10.052.449.

Grupo	BB1P70M	PREV MEC BB CEN FLOWSERV 6HPX23S	NumGrpRot	91			
Operação	0010	PREV 1A MEC BB CEN FLOWSERV 6HPX23S (1)					
Seleção componentes		Catál.	Detalhes de componente				
Atribuiçs.componentes							
Material	Quantidade	UM	E	M.	Denominação componente	C	Conju
10.052.449	1,000	UN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Elemento flex. John Crane TSK	L	

No dia 17/11/2022 foi realizada a inspeção visual do acoplamento, conforme confirmação 107883821, OM 2027203288, tendo sido informado nenhuma anormalidade.

Falta cadastrar o espaçador e os parafusos para evitar embarcar o conjunto completo onde não irá utilizar os cubos. O acoplamento será canibalizado e os cubos ficarão fora do estoque com grandes possibilidades de extravio.

O plano 1094588 / item 1862942 tem uma estratégia de 3 anos de intervalo, com as seguintes tarefas:

PREV 3A MEC BB CEN FLOWSERV 6HPX23S (1)

1 - DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- 1.01 MANUAL DO FABRICANTE: MA-3010.93-1251-311-FBQ-001_A
- 1.02 FOLHA DE DADOS: I-FD-3010.0F-1251-311-FBQ-001_B
- 1.03 P&ID: I-DE-3010.93-1251-944-VLH-021_H

UTILIZE OS DEVIDOS CÓDIGOS CONFORME SUA EXECUÇÃO:
PARA STATUS DIFERENTE DE OK, FAVOR ADICIONAR OBSERVAÇÕES.

- (OK) EXECUTADA SEM ANORMALIDADE
- (AC) EXECUTADA COM ANORMALIDADE CORRIGIDA
- (CP) CORREÇÃO PENDENTE - EMITIR NOTA
- (NE) NÃO EXECUTADA
- (NA) TAREFA NÃO SE APLICA

2 - TAREFAS

2.01 () Contratar Revisão Geral:

Verificar componentes internos, substituindo se necessário:


- Anéis de desgaste
- Rolamentos
- Selo mecânico
- Vedações
- Verificação dimensional do colo dos mancais.
- Óleo lubrificante

IMPORTANTE: Observar os resultados de relatórios oriundos de análises preditivas de vibração, para subsidiar a necessidade de intervenção. Caso se opte pelo adiamento da revisão, preencher o número do relatório de referência no campo abaixo:

Relatório N°: _____

3 - MATERIAIS E FERRAMENTAS

- Materiais a partir de Delineamento

	Relatório		Nº RTA	REV 0
	PROGRAMA: Coordenação de Confiabilidade			
	TÍTULO: P70_B-1251001C:ANÁLISE DE FALHA DE ACOPLAMENTO			NP-1 INTERNO

10 RESULTADOS DO MONITORAMENTO PREDITIVO

O monitoramento da bomba está online, mas não está sendo monitorado pelo COI.

O EEDSE está também monitorando a bomba em um projeto piloto de análise mensal de equipamentos com monitoramento online.

Os dois monitoramentos se completam, pois o monitoramento do COI é baseado em níveis de alertas e a análise do EEDSE tem como objetivo uma visão mais de tendência.

Sistema de Injeção de Água							
4	7 8	Bomba de Circulação de Água Gelada A	S/ORDEM	Motor Bomba	On-line	B-1251001A	C - Insatisfatório
5	9 10	Bomba de Circulação de Água Gelada B	S/ORDEM	Motor Bomba	On-line	B-1251001B	Não Monitorado
6	11 12	Bomba de Circulação de Água Gelada C	S/ORDEM	Motor Bomba	On-line	B-1251001C	D - Inaceitável
7	13 14	Bomba Ada Unid. Remoção Sulfato	S/ORDEM	Motor Bomba	On-line	CJ B-UT-1251001-01A	Não Monitorado
8	15 16	Bomba B da Unid. Remoção Sulfato	S/ORDEM	Motor Bomba	On-line	CJ B-UT-1251001-01B	Não Monitorado

Figura: Alerta do relatório do EEDSE de outubro de 2023

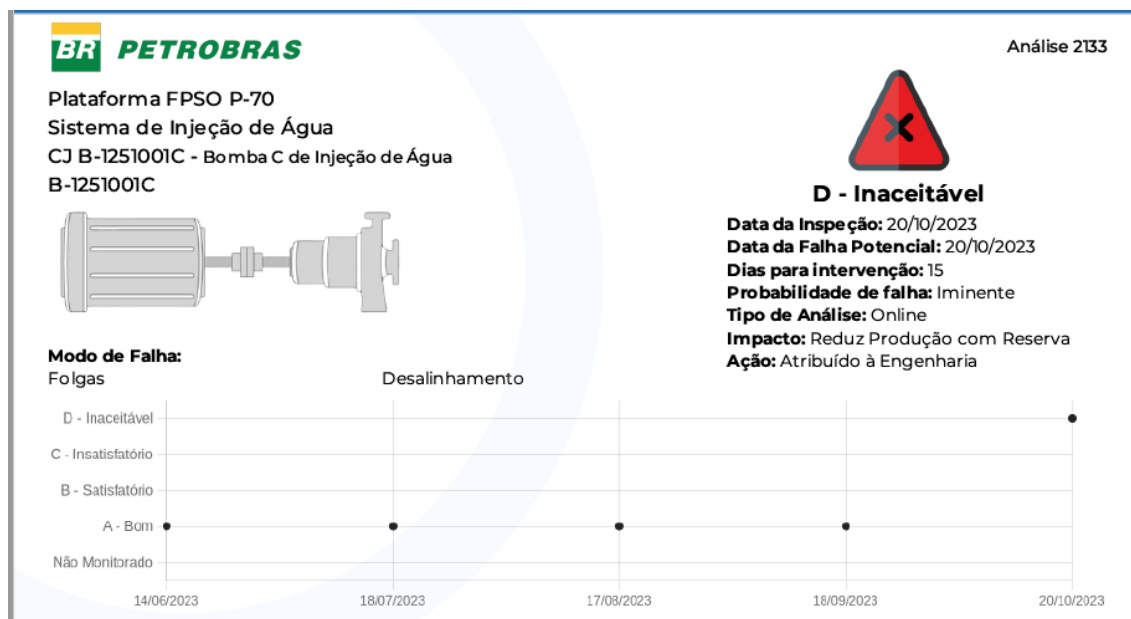


Figura 1: Alerta do relatório do EEDSE de outubro de 2023

Diagnóstico: Sintomas de desalinhamento e de folgas no acoplamento entre motor e bomba e de folgas na fixação da base do conjunto. Configuração de aquisição da amplitude da vibração em Pico, necessário padronizar para RMS.

Recomendação: Programar inspeção no acoplamento e na base estrutural e realinhamento do conjunto.

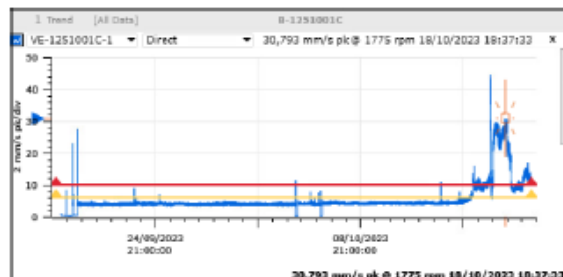


Gráfico de tendência do nível global de vibração no mancal da bomba no período de 18/09/23 a 20/10/23. Detalhe para valor elevado em 18/10/23.

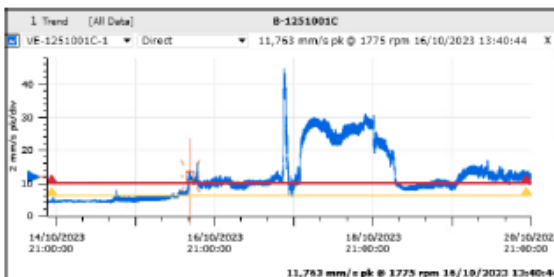


Gráfico de tendência do nível global de vibração no mancal da bomba, com detalhe do momento onde ocorreu a evolução da amplitude 16/10/23.

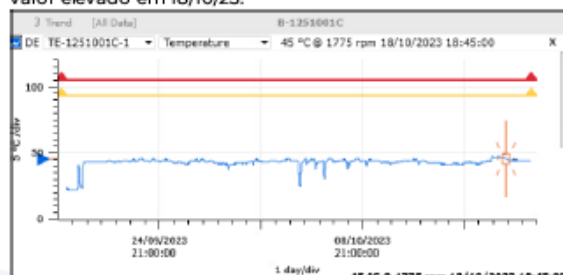
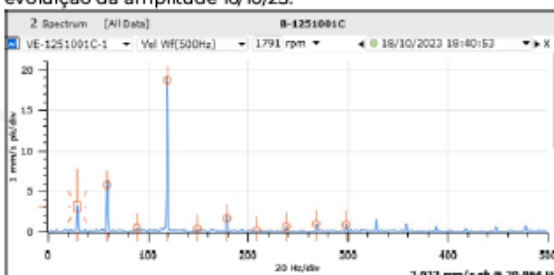


Gráfico de tendência da temperatura no mancal da bomba no período de 18/09/23 a 20/10/23.




Espectro da vibração no mancal do motor elétrico, com sintomas de folgas e de desalinhamento do conjunto.

Figura 2: Alerta do relatório do EEDSE de outubro de 2023

Vemos que o diagnóstico foi preciso na análise da falha, mas deveria ter ocorrido uma ação mais assertiva quando a solicitação de parada do equipamento pelo risco de danos.

Também é visível no gráfico a falha do sistema de proteção do equipamento, já que por alguns minutos o valor da vibração superou em muito o nível de parada do equipamento, mas não ocorreu essa ação por parte da automação.

	Relatório	Nº RTA	REV 0
	PROGRAMA: Coordenação de Confiabilidade		
	TÍTULO: P70_B-1251001C:ANÁLISE DE FALHA DE ACOPLAMENTO	NP-1 INTERNO	

11 RESULTADOS DO MONITORAMENTO DO PI SYSTEM

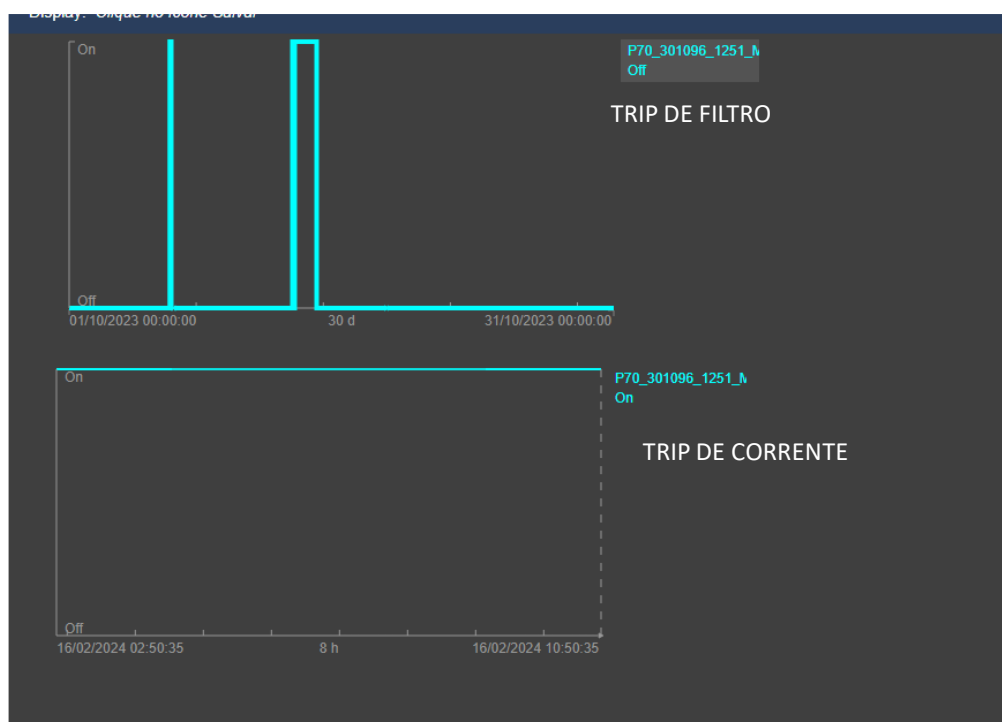


Figura 4 - Indicando atuação da chave de trip do filtro (on/off) com parada do equipamento

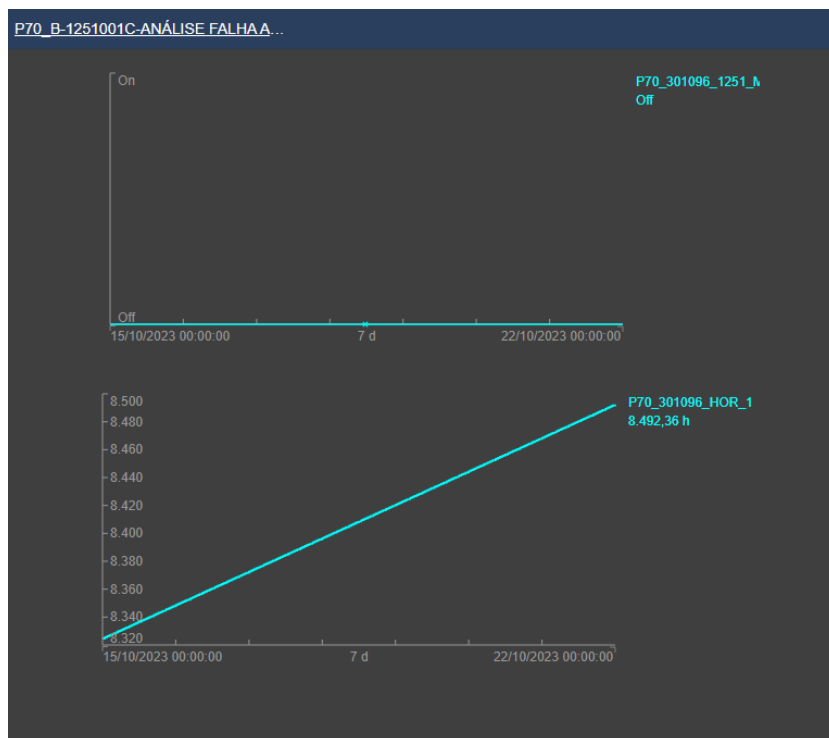



Figura 5 - Indicação de trip de corrente e horímetros da bomba no período de 15 a 22/10/23

Podemos verificar que no intervalo de tempo de 15 a 22/10/23, onde houve uma indicação de vibração alta no equipamento não houve trip de corrente nem qualquer parada do equipamento, evidenciando uma **falha do sistema de proteção por vibração**.

Também podemos descartar a relação entre o trip de corrente e vibração.

	Relatório	Nº RTA	REV 0
	PROGRAMA: Coordenação de Confiabilidade		
	TÍTULO: P70_B-1251001C:ANÁLISE DE FALHA DE ACOPLAMENTO	NP-1 INTERNO	

12 RESULTADO DO MONITORAMENTO PELO SYSTEM ONE

Não foi possível acessar os dados do System One e não foi necessário para a análise da falha.

13 SUMÁRIO EXECUTIVO

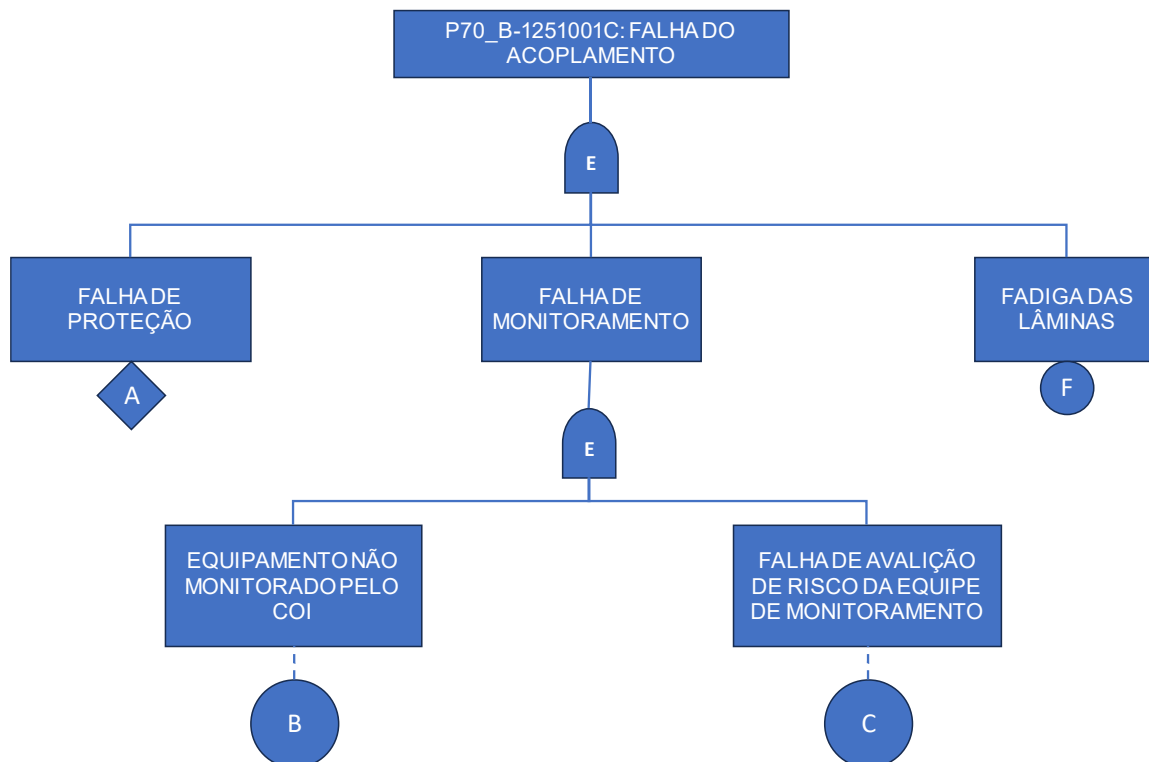
No dia 17/10/2023, durante a inspeção do acoplamento da bomba, conforme previsto na ordem de manutenção oriunda do plano de manutenção anual, a equipe identificou danos físicos visíveis no componente. Diante disso, o equipamento foi imediatamente colocado como indisponível, e iniciou-se o processo de substituição do acoplamento.

Anteriormente, em 15/10/2023, a equipe de manutenção preditiva já havia detectado uma falha no acoplamento por meio da técnica de análise de vibração. No entanto, nenhuma ação corretiva foi tomada, permitindo que o equipamento continuasse operando.

Além disso, foi constatado que os níveis de alerta do sistema de proteção do equipamento foram ultrapassados sem que houvesse qualquer atuação do próprio sistema ou intervenção da equipe do COI.

Concluimos que a falha ocorreu devido à fadiga do material do acoplamento e ao tempo de operação. A estratégia de manutenção adotada baseia-se em inspeções anuais e no monitoramento de vibração. No entanto, a inspeção visual não identificou a falha dentro do período planejado, e a falha no monitoramento preditivo resultou na quebra do acoplamento, evidenciada apenas durante a manutenção preventiva.

14 ANÁLISE DA FALHA



PROGRAMA: Coordenação de Confiabilidade

TÍTULO:

P70_B-1251001C:ANÁLISE DE FALHA DE ACOPLAMENTO

NP-1 INTERNO

FALHA DE
PROTEÇÃO

A

Foi verificado que houve não houve uma atuação do sistema de proteção por vibração. A causa dessa falha é desconhecida.

FADIGA DAS
LÂMINAS

F


Não há registro de alinhamentos, substituição do acoplamento e intervenções nesse elemento. Desta forma, é de entendimento da equipe de bordo, e os históricos confirmam essa hipótese, que o elemento esteja em operação desde o início da operação da unidade. Também foi relatado um desalinhamento de 1mm no sentido vertical para cima do motor em relação à bomba, não sendo encontrado desalinhamento nos outros sentidos. Assim entendemos que as lâminas falharam por **FADIGA** devido ao tempo de operação e ao desalinhamento do conjunto.

B


O equipamento ainda não está sendo monitorado pelo COI, mas está no cronograma de implantação do monitoramento

C


O EEDSE, de forma proativa, estava monitorando o equipamento e conseguiu capturar a falha eminente mas houve uma falha na comunicação do risco e estratégia de manutenção adotada. Falta de procedimentos de análise e comunicação de riscos.

	Relatório	Nº RTA	REV 0
	PROGRAMA: Coordenação de Confiabilidade TÍTULO: P70_B-1251001C:ANÁLISE DE FALHA DE ACOPLAMENTO		NP-1 INTERNO


Símbolos e definições mais comuns das árvores de falhas




Evento Falha: é usualmente o resultado da combinação lógica de outros eventos




Evento Falha Primária: Falha Básica




Evento Básico: Falha do equipamento que não requer nenhum desenvolvimento adicional



Evento Não Desenvolvido: As falhas possíveis do evento não são desenvolvidas porque o evento apresenta uma consequência insignificante ou porque não possui informações suficientes.



Porta "OU": O evento de saída ocorrerá se qualquer um dos eventos de entrada ocorrer.



Porta "E": O evento de saída ocorrerá se todos os eventos de entrada ocorrer.

15 RECOMENDAÇÕES

CAUSA BÁSICA A


Causa básica (ISO 14224): Cód. 1.0 – Causas relacionadas ao projeto

Recomendação A1: Abrir GM para inserir o intertravamento da bomba por vibração elevada.

Abrangência: Replicantes (menos P70)

Responsável: Nome e lotação

Prazo: 45 dias.

	Relatório	Nº RTA	REV 0
	PROGRAMA: Coordenação de Confiabilidade		
	TÍTULO: P70_B-1251001C:ANÁLISE DE FALHA DE ACOPLAMENTO	NP-1 INTERNO	

16 DIAGRAMA DE DECISÃO DA MCC

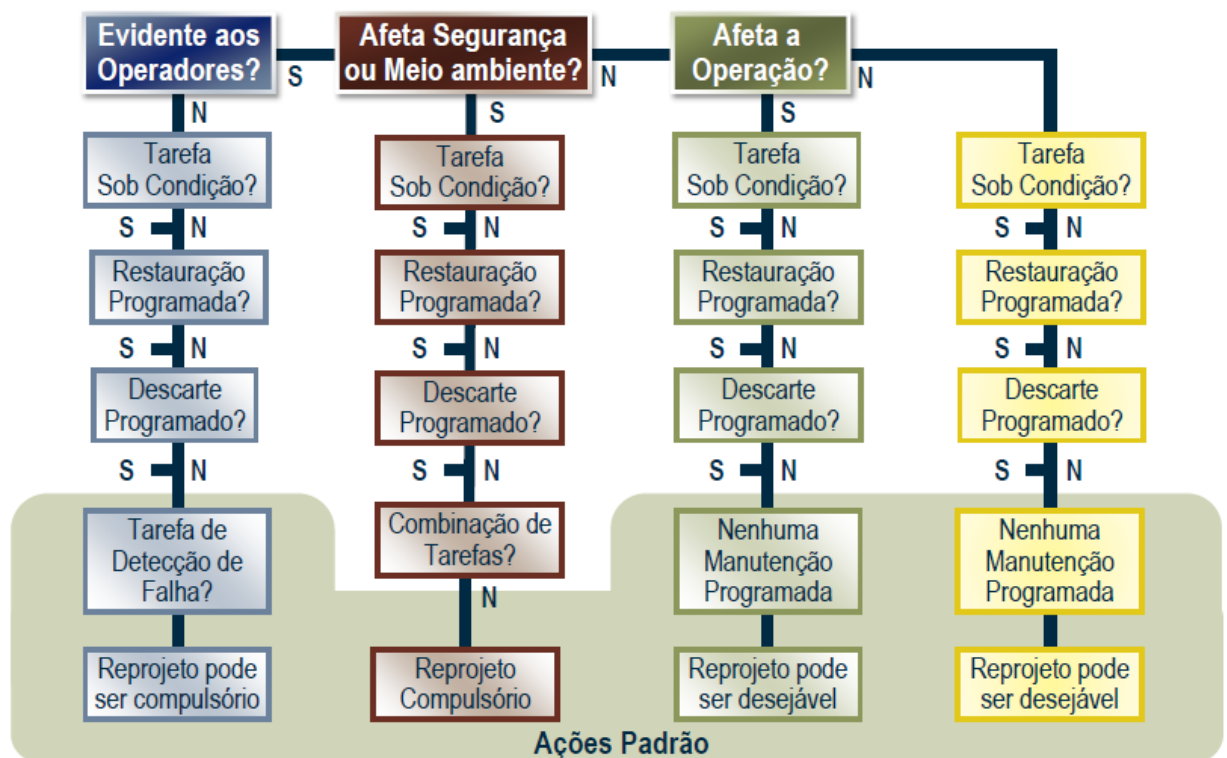
Aplicar o diagrama da MCC para os modos de falhas identificados na análise.
Considerar a Função do sistema, não de um equipamento.

Modo de falha: Quebra do elemento flexível

Aplicando o Diagrama de Decisão para o Modo de Falha identificado, qual é a tarefa recomendada?

Tarefa sob condição, inspeções Preditivas (vibração)

Diagrama de Decisão: Ações Padrão



17 LISTA DE VERIFICAÇÃO DA ANÁLISE DA CONFIABILIDADE INTEGRADA


Para cada pergunta abaixo, conforme a resposta deverá ser tomada uma ação específica.

O FMEA está adequando ao modelo de falha?

Se sim, não fazer nada, em caso negativo, deverá ser aberta uma tarefa para a atualização do FMEA pelo EPIM.

A falha está relacionada a qualidade/condição do fornecedor dos equipamentos/material ou serviços?

Se sim, deverá ser planejada uma tarefa para tratar o problema.

	Relatório	Nº RTA	REV 0
	PROGRAMA: Coordenação de Confiabilidade		
	TÍTULO: P70_B-1251001C:ANÁLISE DE FALHA DE ACOPLAMENTO		NP-1 INTERNO

Os requisitos do equipamento atendem às necessidades do processo?
 Se não, deverá ser consultado a equipe de processos para avaliar uma possível Gestão de Mudança.

Pode o monitoramento ajudar na redução da falha, incluso o PCA?
 Se sim, deve-se articular com o COI a abertura de uma tarefa para monitoramento.

Se aplica manutenção preditiva? e se existe, foi capaz de prever a falha com tempo aceitável?
 Ver com o EEDSE se existe essa manutenção e se existe porque não foi capaz de identificar a falha e se não existe e é possível implementar, inserir uma tarefa no plano de ação.

Pode existir alguma manutenção preventiva que reduza o risco de falha?
 Se sim e não existe, deve-se inserir uma tarefa para esta implementação.

Podemos implementar algum sistema de alarme?
 Se sim, deve-se abrir uma tarefa para implementação desse alarme, se for viável tecnicamente.

Podemos identificar os fatores contribuintes básicos?
 Se não, devemos inserir para cada causa contribuinte identificada.

Podemos melhorar algum aspecto dos serviços ou componentes?
 Se sim, deve-se abrir uma tarefa para essa atividade.

Foi necessário analisar, modificar ou criar algum padrão ou procedimento na análise da falha?
 Se sim, deve ser encaminhado para o responsável.

Foi verificado se há alguma Gestão de Mudança relacionado a falha?
 Se existe alguma ação de gestão de mudança que esteja relacionado a falha, analisar se é necessário abrir outra ação.

Existe alguma variável de processo do GPO que deva ser ajustado?
 Se existir alguma variável de processo que necessite de ajuste, deve-se falar com o responsável pela operação do GPO

18 ANEXOS

Verificar no RTA, no mínimo os itens:

- AF;
- Documentos que embasaram a análise e que devem ser anexados ao relatório por não estarem disponíveis no sistema Petrobras e referenciados no relatório;
- As análises de laboratório
- E-mail com fornecedores;
- Etc.

19 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

ISO 14224: 2011- Indústrias de petróleo e gás natural — Coleta e intercâmbio de dados de confiabilidade e manutenção para equipamento