

# Manual de boas práticas

---

## DENGE-POÇOS/SM/ES/ECS

Manutenção e operação  
Cunhas e elevadores

# DIRETORIA DE ENGENHARIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

POÇOS

SM/ES/ECS

Título:

**Manual de boas práticas de manutenção e operação de cunhas e elevadores**

Consolidadores:

**Luiz Claudio Henriques da Silva - PETROBRAS**

**Gabriel da Silva Felipe - PETROBRAS**

Palavras-chave:

**Cunha, Elevadores, Manutenção, Operação.**

Macaé, Rio de Janeiro

01 de setembro de 2023

# ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. MOTIVAÇÃO .....	5
3. DESENVOLVIMENTO .....	6
3.1 BOAS PRÁTICAS DE MANUTENÇÃO.....	6
3.1.1 GESTÃO DE REPARO E FORNECIMENTO .....	6
3.1.2 PLANOS DE MANUTENÇÃO - DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS .....	7
3.1.3 PLANOS DE MANUTENÇÃO - DEFINIÇÃO DE CRITICIDADE E PRIORIDADE .....	9
3.1.4 PLANOS DE MANUTENÇÃO - REFERÊNCIAS DAS TAREFAS DE MANUTENÇÃO .....	9
3.1.5 PLANOS DE MANUTENÇÃO - PMS SEMANAIS, MENSAIS E OUTRAS.....	10
3.1.6 GESTÃO DE ALERTAS E BOLETINS .....	10
3.2 BOAS PRÁTICAS DE OPERAÇÃO .....	10
3.2.1 CÁLCULO DO SLIP CRUSH.....	10
3.2.2 IDENTIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS POR COR .....	11
3.2.3 IDENTIFICAÇÃO DAS MANGUEIRAS E CONEXÕES POR COR.....	11
3.2.4 LUBRIFICAÇÃO .....	12
3.2.4.1 Falta de lubrificante.....	12
3.2.4.2 Sistema de engraxamento automático .....	13
3.2.5 CUIDADOS COM COLUNAS DESALINHADAS.....	14
3.2.6 ARMAZENAGEM.....	14
3.2.6.1 Local .....	14
3.2.6.2 Utilização de etiquetas de status de equipamentos .....	15
3.2.6.3 Utilização de lacre pós inspeção.....	15
3.2.6.4 Estrutura de armazenamento de mordentes .....	15
3.2.7 INSPEÇÕES PRÉ OPERACIONAIS .....	16
3.2.8 PINTURA DE LATCHES E PONTOS DE MANUSEIO .....	16

3.2.9 RECOMENDAÇÕES PARA EVENTO DE TRAVAMENTO DE CUNHA PS-30.....	17
3.3 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO.....	17
3.4 DESAFIOS ATUAIS.....	17
3.5 MELHORIAS .....	18
4. RESULTADOS E CONCLUSÕES .....	18

## 1. INTRODUÇÃO

As cunhas e elevadores têm grande relevância nas operações de sondagem. Por sua simples construção, podem ser subestimados no que diz respeito a operação e manutenção, apesar de seu papel crucial no suporte das colunas. Contudo, como todos os componentes mecânicos, estão suscetíveis a desgastes e falhas ao longo do tempo, podendo acarretar em consequências graves para a segurança e eficiência operacional.

Neste documento, apresentaremos um resumo das boas práticas de manutenção de cunhas e elevadores, levantadas durante uma série de encontros com equipes especializadas das sondas contratadas e Petrobras. Exploraremos os principais desafios enfrentados na manutenção e operação, as técnicas mais eficazes para a prevenção de problemas e as abordagens recomendadas para gestão da manutenção e operação.

De antemão agradecemos todas as empresas que contribuíram e trouxeram sua rica experiência para ser compartilhada no ambiente das reuniões. Com base em informações técnicas atualizadas e embasadas por especialistas na área da frota de Sondas Flutuantes da Petrobras, este documento busca fornecer insights valiosos para gestores, engenheiros e profissionais responsáveis por operações de sondas de perfuração. O objetivo final é estabelecer diretrizes sólidas e práticas eficientes, de forma a aumentar a vida útil, maximizar o desempenho e, acima de tudo, preservar a segurança das operações. Portanto, convidamos o leitor a acompanhar esta pesquisa abrangente sobre as boas práticas de manutenção de cunhas e elevadores, entendendo como aplicar tais conhecimentos pertinentes para garantir operações seguras e bem-sucedidas.

## 2. MOTIVAÇÃO

Quando analisamos a árvore de falhas de equipamentos de perfuração e segurança de poço, percebemos que as cunhas ocupam a primeira posição no nível de risco, que é o indicador do produto entre a quantidade de falhas e o tempo não produtivo (NPT). Basicamente estamos cruzando a probabilidade (quantidade) pelo impacto (NPT). Outro fato interessante é que este componente fica à frente de outros elementos considerados mais críticos pelo *feeling*. A quantidade de falhas é grande e muitos eventos produzem um NPT elevado, além do potencial gerador de riscos ocupacionais.

Class	Subunit	Component	NPT (h)	Qty	Risk Level
Pipe handling system (drillfloor mounted)	Slips	Hydraulic/pneumatic slips	529,5	54	28593
Top drive and rotary table	Top drive pipe handler	Torque wrench	117,5	53	6228
BOP control system	Subsea primary control	Fitting	532,0	7	3724
Top drive and rotary table	Top drive pipe handler	Hydraulic/pneumatic elevator	74,5	43	3204
Drill string, safety valves and intervention riser system	Drill string	Drill string	265,5	12	3186
BOP stack	Shear ram	Ram rubber	525,5	5	2628
Pipe handling system (derrick mounted)	Vertical pipe racking	Encoder	77,5	28	2170
Cranes and gantry cranes	Control and monitoring system	Limit/proximity switches, encoders and sensors	244,0	8	1952
Top drive and rotary table	Top drive transmission and drill stem	Wash pipe	74,0	23	1702
BOP control system	Subsea primary control	Mux cable	406,5	4	1626
Top drive and rotary table	Top drive controls and power supply	Hose, tubing, piping and fitting	49,0	30	1470
Drawworks	Drawworks controls and power supply	Encoder (motor)	49,5	24	1188
<b>Total</b>			<b>10.663,0</b>	<b>1880</b>	<b>20046440</b>

Figura 01 - Nível de risco - Cunhas 2022 - jun2023

A partir desses dados, foi decidido juntar esforços com as equipes de sondas contratadas da frota para coletar e disseminar conhecimentos, com objetivo de reduzir a frequência e o impacto das falhas. Diante de similaridades construtivas, aproveitou-se a oportunidade de incluir elevadores de colunas no escopo de trabalho, que embora não tenha causado grande impacto nas operações, possui o potencial de falhas que provocar tombamentos de colunas e danos de tubulares.

### 3. DESENVOLVIMENTO

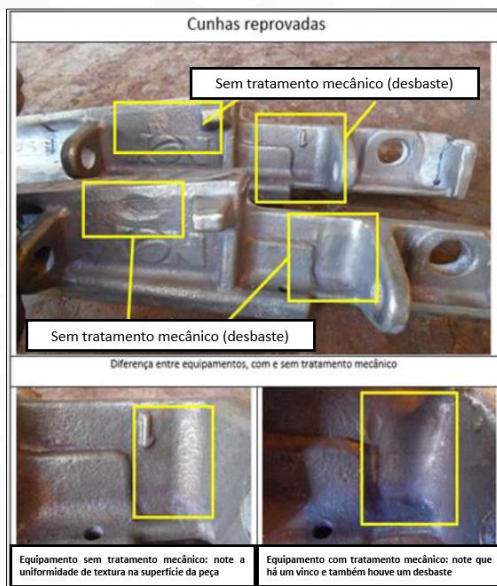
#### 3.1 BOAS PRÁTICAS DE MANUTENÇÃO

##### 3.1.1 GESTÃO DE REPARO E FORNECIMENTO

Neste item foram abordados dois itens importantes. A necessidade de se manter uma política de qualificação de fornecedores e dentro dela, uma política de peritagem de equipamentos.

A política de peritagem permite definir o escopo a ser avaliado de itens importantes que passaram por reparo de terceiros e do próprio OEM, evitando retorno de falhas após o reparo, pois em diversos casos foram relatados itens retornando de reparo com problemas. Uma matriz de equipamentos ajuda na priorização dos itens que necessitariam passar por este processo de peritagem. Abaixo temos um exemplo de segmentos de cunhas novos que foram condenados após verificação.

Inspecções de segmentos de cunha novos que foram condenados



Devolução e desqualificação de fornecedor



Figura 02 - Segmentos de cunhas condenados

Uma avaliação para inclusão de uma política de peritagem em equipamentos novos também pode ser considerada.

### 3.1.2 PLANOS DE MANUTENÇÃO - DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS

Estabelecer e documentar parâmetros técnicos no plano de manutenção é crucial para avaliar a integridade dos equipamentos. Esses parâmetros abrangem aspectos como desgaste, limpeza, impurezas, pressões, vibração, dentre outros adaptados à aplicação específica. Além disso é recomendável a existência de definição de frequência e a forma adequada de se realizar as medições, padronizando a execução.

Serão mostrados dois exemplos. O primeiro exemplo, mostra como estão contempladas orientações para medições e os limites toleráveis para um item específico.

**PM-180- Inspecção dos insertos do elevador**  
 Nota: Sempre que o inserto for instalado no Elevador, eles devem ser inspecionados

10-4 - Medir desgaste no diâmetro interno do Elevador (Bb) = Tolerância (Diâmetro nominal + 0,25")  
 10-5 - Verificar visualmente a condição dos insertos e desgaste (wear groove 1/8").

**PM- 180 -Cunhas manuais de tubos de perfuração e comandos de perfuração**

10-1 - Caso a cunha tenha sido usada, realizar inspeção visual e inspeção conforme api spec 7k 11.3c e retirar de operação caso qualquer das condições a seguir sejam identificadas:

- a) Desgaste nos slots dos insertos - 1/8" MAX
- b) Parte posterior curva ou desgastada (verificar com o calibrador de confronto)
- c) Desgaste nos pinos de articulação
- d) Paper test

10-2 - Aplicar apenas graxa multiuso na parte posterior das cunhas

10-3 - A graxa das rosca pode se sedimentar e fazer com que as cunhas grudem.

10-5 -Inspeccionar por partícula magnética (MPI) as cunhas na area de contato: a cada 6 meses ou quando as cunhas forem submetidas a cargas excessivas resultando em danos ou se for evidenciado danos as tubos na area de acunhamento.

## Limite de Desgaste do Elevador

Maximum Allowable (Worn) Load Shoulder Bore, $D_U$	Maximum Allowable (Worn) Load Shoulder Bore, $D_{MA}$
$D_U < 114$ mm ( $D_U < 4 \frac{1}{2}$ in.)	$1.0010 \times D_U + 3.81$ mm <sup>a</sup> ( $1.0010 \times D_U + 0.150$ in.) <sup>b</sup>
$114$ mm $\leq D_U < 327$ mm ( $4 \frac{1}{2}$ in $\leq D_U < 12 \frac{7}{8}$ in.)	$1.0175 \times D_U + 2.03$ mm <sup>a</sup> ( $1.0175 \times D_U + 0.080$ in.) <sup>b</sup>
$327$ mm $\leq D_U \leq 508$ mm ( $12 \frac{7}{8}$ in $\leq D_U \leq 20$ in.)	$1.0175 \times D_U + 1.40$ mm <sup>a</sup> ( $1.0175 \times D_U + 0.055$ in.) <sup>b</sup>
$508$ mm $< D_U < 1067$ mm ( $20$ in $< D_U < 42$ in.)	$1.0125 \times D_U + 3.96$ mm <sup>a</sup> ( $1.0125 \times D_U + 0.156$ in.) <sup>b</sup>
$1067$ mm $\leq D_U$ ( $42$ in $\leq D_U$ )	$1.0100 \times D_U + 7.62$ mm <sup>a</sup> ( $1.0100 \times D_U + 0.300$ in.) <sup>b</sup>

**Localized wear allowances:**  
When the load shoulder bore diameter is measured, if localized portions of the bore are found to measure larger than  $D_{MA}$  (computed above), the bore need not be rejected if all of the following conditions are met:

- The depth of wear, grinding, or other damage in localized portion(s) of the bore shall not exceed 3.2 mm ( $\frac{1}{8}$  in.).
- The surface of a localized wear, grinding, or other damage shall be blended back to the adjacent surfaces with a transition not less than 3 to 1 (length) to depth).
- After blending, the total length (measured around the bore surface) of all such areas of localized wear, grinding, etc., including the transitions to the bore surface, shall not exceed (the nominal diameter  $\times 0.25$ ) in length.

<sup>a</sup> The computed value of  $D_{MA}$  is expressed in SI units of millimeters.  
<sup>b</sup> The computed value of  $D_{MA}$  is expressed in USC units of inches.

Figura 03 - Exemplos de limites de desgaste a serem inseridos em planos de manutenção e procedimentos

O segundo exemplo está relacionado a medida de abertura da cunha PSA-150. Geralmente, os planos de manutenção/operação não possuem critérios objetivos para medir tal abertura, não sendo possível avaliar a efetividade da abertura da cunha pela mola. O fato da cunha não abrir totalmente causou um incidente com pescaria no poço.



Figura 04 - Medida de abertura da cunha PSA-150



A redação das tarefas de manutenção é de extrema importância para a correta preservação da função dos equipamentos e execução dos trabalhos de manutenção. Abaixo segue uma sugestão de estrutura de redação para as tarefas de manutenção:

VERBO (infinitivo) + OBJETO (complemento) + LOCAL (lugar) + MÉTODO (técnica + MEDIDA (especificação))

*Exemplo: Verificar de forma visual o número de cabos desencapados a cada 5 metros de extensão.*

### 3.1.3 PLANOS DE MANUTENÇÃO - DEFINIÇÃO DE CRITICIDADE E PRIORIDADE

A prática de priorizar e definir a criticidade permite uma utilização mais eficiente dos recursos disponíveis, reduz custos, aumenta a confiabilidade dos ativos e sistemas, e contribui para a melhoria contínua das operações. A aplicação desses conceitos é essencial para empresas e profissionais que buscam excelência na gestão de manutenção e na preservação do desempenho dos ativos ao longo do tempo.

Segue abaixo um exemplo de classificação.

Equipment Criticality	Maintenance Priority
High	P1
Medium	P2
Low	P3

Figura 05 - Exemplo de matriz de criticidade e prioridade de tarefas de manutenção

### 3.1.4 PLANOS DE MANUTENÇÃO - REFERÊNCIAS DAS TAREFAS DE MANUTENÇÃO

Demonstraremos uma proposta a ser utilizada em planos de manutenção, onde classificamos a origem das tarefas de manutenção. Como sugestão foram utilizadas as seguintes classificações: Normativa, manual do fabricante, boa prática, classificadora e outros.

Segue abaixo o exemplo de classificação.

Task	Description	Task Origination
10	Perform API RP-8B Category IV load path inspection including NDT of all primary load path components as defined by the OEM.	API RP-8B
20	Inspect the elevators for excessive wear, cracks, flaws, and deformations.	OEM Manual
30	Perform dimensional inspections on bushings and pins as per OEM. Replace if needed.	OEM Manual
40	Perform cylinder seal test as per OEM.	OEM Manual
50	Inspect all the hydraulic hoses and quick connects for deformation, deterioration, correct routing, and leakage. Secure all of	Best Practice
60	Verify that all bolts and nuts are tightened to the correct torque value and secured by lock wire, lock tape or other pins.	OEM Manual
70	Verify that latch and hinge pins are properly locked.	OEM Manual
80	Inspect trigger mechanism for damage and ensure correct operation.	OEM Manual
90	Ensure guard is in place and secure and that the secondary retention is installed as required.	OEM Manual
100	Confirm that the correct greasing procedures are being followed for the drilled EIM. Ensure the proper fittings	Best Practice
110	Upon completion, test the equipment to ensure that it operates correctly after servicing. Check and adjust as required all	Best Practice
120	Verify presence and correctness of markings.	OEM Manual
130	Review the maintenance, condition based monitoring, and usage data with the attending class supervisor, where required, to	Class

Figura 06 - Referências para tarefa de manutenção

### 3.1.5 PLANOS DE MANUTENÇÃO - PMS SEMANAIS, MENSAIS E OUTRAS

Diversas empresas apresentaram algumas tarefas de manutenções importantes dos seus planos.

### 3.1.6 GESTÃO DE ALERTAS E BOLETINS

A gestão eficiente de alertas e boletins é de extrema importância para as empresas que buscam operar com excelência. Ao classificar e priorizar essas notificações em cada unidade da empresa, é possível direcionar recursos e atenção de forma mais assertiva, lidando primeiro com questões críticas que exigem ação imediata.

## 3.2 BOAS PRÁTICAS DE OPERAÇÃO

### 3.2.1 CÁLCULO DO SLIP CRUSH

Manter uma base de cálculo de “Slip Crush” ajuda a auxiliar na seleção de cunhas apropriadas. Vale lembrar que outros fatores devem ser avaliados na seleção.

Segue abaixo uma referência de metodologia de cálculo.

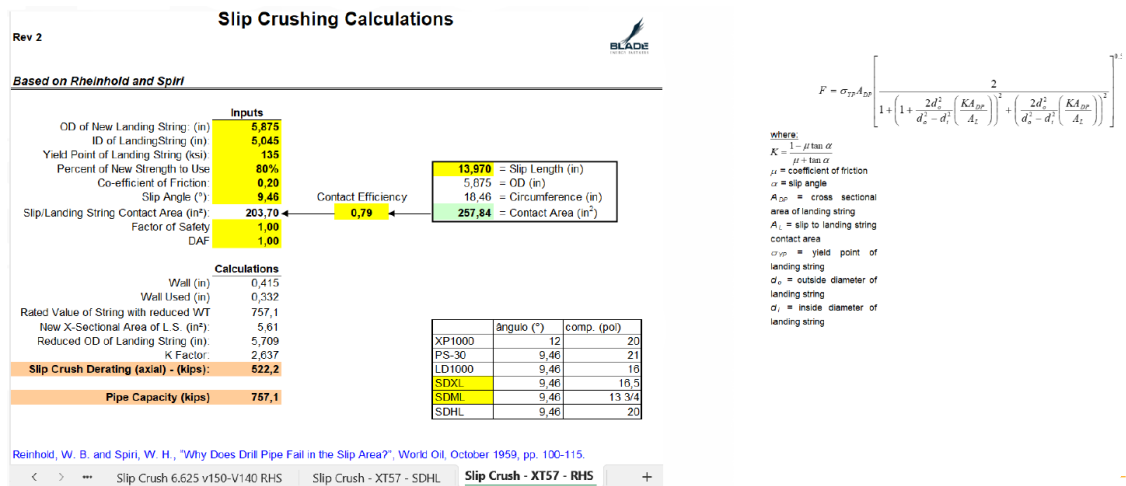


Figura 07 - Exemplo de cálculo de slip crush

### 3.2.2 IDENTIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS POR COR

Foi apresentada diversas formas de identificação de insertos, cunhas e lift CAPs por cor de forma a facilitar seleção correta dos equipamentos com as colunas.

Abaixo segue um exemplo de codificação de cores utilizadas para cada um destes elementos.

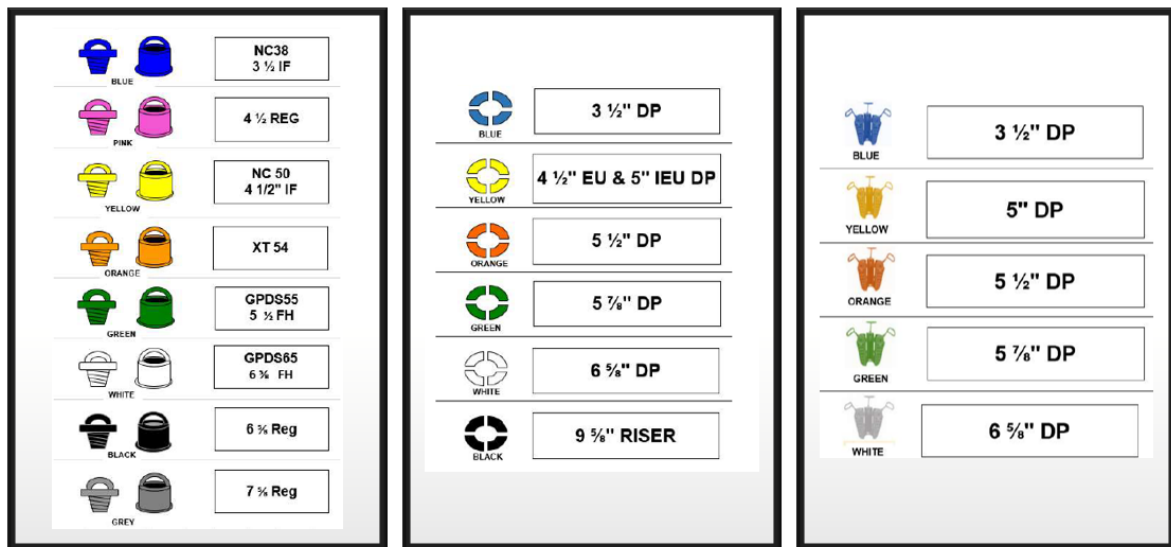


Figura 08 - Identificação de equipamento por cor

### 3.2.3 IDENTIFICAÇÃO DAS MANGUEIRAS E CONEXÕES POR COR

De forma a reduzir o erro operacional de acoplamento de mangueiras em funções trocadas na instalação de cunhas e elevadores acionados pneumaticamente e

hidraulicamente, apresentamos um exemplo de solução de codificação por cor, identificando cada função, ou também utilização de engates rápidos de tamanhos diferentes para cada função, evitando erros de montagem.



Figura 09 - Identificação de mangueiras e conexões

### 3.2.4 LUBRIFICAÇÃO

#### 3.2.4.1 Falta de lubrificante

A efetividade da lubrificação é afetada pela forma como é realizada. É essencial garantir que a graxa seja entregue aos pontos pretendidos. Apresentamos um problema relacionado ao recuo dos pinos graxeiros, não permitindo o engate completo da pistola.

Para garantir uma lubrificação efetiva, é importante verificar regularmente a correta conexão da pistola de graxa nos encaixes e certificando-se de que a graxa está realmente chegando aos pontos desejados. Problemas como este podem comprometer a lubrificação adequada, afetando o desempenho e a vida útil dos equipamentos.

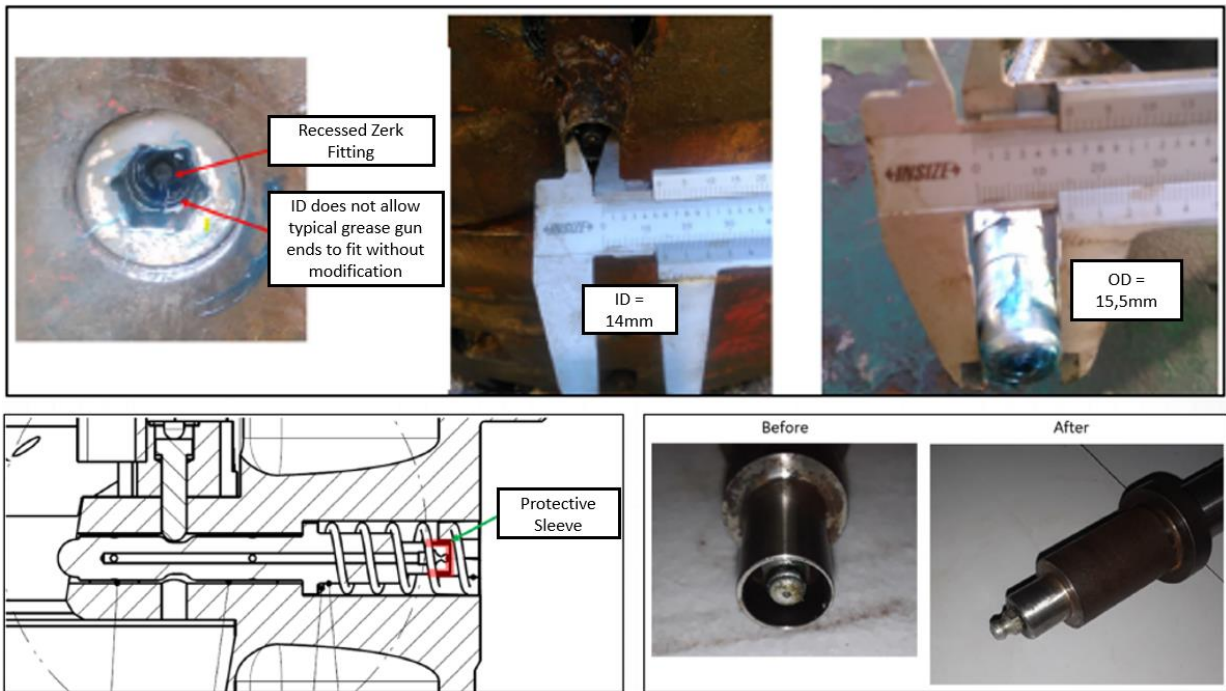


Figura 10 - Recuo de pinos graxeiros

### 3.2.4.2 Sistema de engraxamento automático

Foi apresentado por diversas empresas o sistema de engraxamento automático de cunhas. Algumas empresas demonstraram a integração com o sistema de perfuração, programando o sistema de lubrificação para executar o bombeio de graxa após alguns acionamentos da cunha. O engraxamento automático melhora a gestão da graxa que fica corretamente armazenada e garante que a graxa correta é aplicada. Além disso, elimina-se a exposição ao risco da red zone para executar tal tarefa.



Figura 11 - Sistema de lubrificação automática

### 3.2.5 CUIDADOS COM COLUNAS DESALINHADAS

O trim da embarcação ou o offset em relação ao poço podem impactar as operações com as cunhas, afetando o alinhamento, a distribuição de carga, a estabilidade e segurança. É crucial monitorar e ajustar a posição da embarcação conforme necessário para garantir que as cunhas operem dentro de seus parâmetros projetados.

Apesar da presença de um dispositivo de centralização, condições climáticas extremas podem causar problemas com a configuração das cunhas e é importante manter a observação durante as manobras para fazer os ajustes necessários.

### 3.2.6 ARMAZENAGEM

#### 3.2.6.1 Local

Sempre manter os equipamentos que não estão em utilização armazenados em local apropriado, organizado e longe de intempéries. Manter o local o mais próximo possível do drillfloor ajuda a logística de equipamentos ajudando a manter o ambiente organizado.



Figura 12 - Exemplo de armazenamento

Manter as ferramentas armazenadas limpas e lubrificadas. Nos equipamentos que utilizam conexões hidráulicas utilizar capas protetoras nos engates rápidos de forma a evitar a contaminação.

Foi apresentado também uma lição aprendida de se armazenar as cunhas imersas em óleo para auxiliar na preservação.

### 3.2.6.2 Utilização de etiquetas de status de equipamentos

Recomendável a utilização de etiquetas ou outro sistema que permita a fácil identificação das cunhas por status (prontas para utilização, fora de utilização, etc).

Um quadro de identificação do status dos equipamentos também pode ser utilizado formando um mapa de ferramentas.

### 3.2.6.3 Utilização de lacre pós inspeção

Sempre recomendável utilizar lacres de segurança em equipamentos que passaram por inspeção completa de forma a facilitar a identificação dos equipamentos que não foram utilizados após inspeções. Este tipo de ação também evita a indução de falhas por manutenções desnecessárias, como por exemplo a realização de ensaios não destrutivos em equipamentos que não foram utilizados.

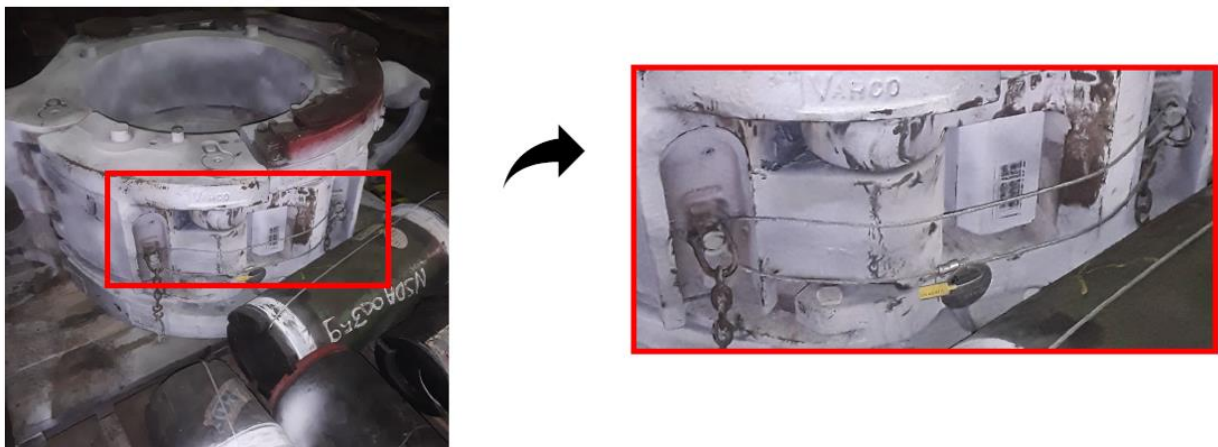


Figura 13 - Exemplo de utilização de lacre

### 3.2.6.4 Estrutura de armazenamento de mordentes

Apresentaremos uma estrutura de armazenamento de mordentes que proporciona maior organização, maior segurança no transporte e melhor preservação.



Figura 14 - Estrutura de armazenamento de mordentes

### 3.2.7 INSPEÇÕES PRÉ OPERACIONAIS

Diversas empresas apresentaram algumas tarefas e procedimentos de verificações pré-operacionais.

Uma prática altamente benéfica é a realização de verificações e testes antes da operação propriamente dita (testes offline), antes de implementar qualquer equipamento no drillfloor. Essa abordagem proativa ajuda a prevenir a identificação de problemas críticos que poderiam afetar negativamente o curso da operação.

Outra boa prática é manter um procedimento de verificação e testes de pré-turno. Esta tarefa é de extrema importância e evita erros grosseiros que possam ocorrer durante uma passagem de turno, como utilização de insertos inadequados, falta de travas, vazamentos, dentre outros.

### 3.2.8 PINTURA DE LATCHES E PONTOS DE MANUSEIO

Segue como exemplo uma boa prática da pintura de latches de elevadores e de pontos de manuseio das cunhas e elevadores.





Figura 14 - Exemplo de pintura em latches e pontos de pega

### 3.2.9 RECOMENDAÇÕES PARA EVENTO DE TRAVAMENTO DE CUNHA PS-30

Com o objetivo de disseminar lições aprendidas em uma operação de liberação de cunha após o seu travamento, a gerência de POÇOS/CAMAP-AUP&BUZ/OP elaborou um alerta técnico que está incluído neste material no ANEXO 5.10.

### 3.3 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Manter uma comunicação efetiva entre as equipes de operação e manutenção é essencial para manter o bom planejamento e execução das tarefas de manutenção preventivas e corretivas.

O alinhamento e discussões técnicas nas reuniões diárias, definido janelas operacionais para manutenção dos equipamentos é essencial para manter a performance das operações dentro de níveis de segurança exigidos. Além disso, o respeito às políticas estabelecidas, como por exemplo, a gestão de override tem se mostrado amplamente efetivas nas unidades que possuem os menores níveis de taxas de incidentes.

### 3.4 DESAFIOS ATUAIS

Segue abaixo alguns pontos importantes listados devido ao cenário de mercado atual.

- Foco na gestão de materiais, mantendo estoque adequado, considerando possibilidade de atrasos e longas entregas;
- Foco na gestão e no treinamento de pessoas, devido ao aquecimento do mercado, tanto na operação quanto na manutenção.

- Os manuais dos fabricantes não contemplam todos os cuidados e critérios objetivos para a correta manutenção das cunhas e elevadores.

### 3.5 MELHORIAS

Novo modelo de insertos para cunhas PS21 e PS30, emitido pela NOV através do boletim 1000033676-PIN de 06/05/2020.

O fabricante orienta a utilização do inserto da direita em substituição ao da esquerda já que a construção em apenas uma parte reduz o risco de objetos caídos no poço.

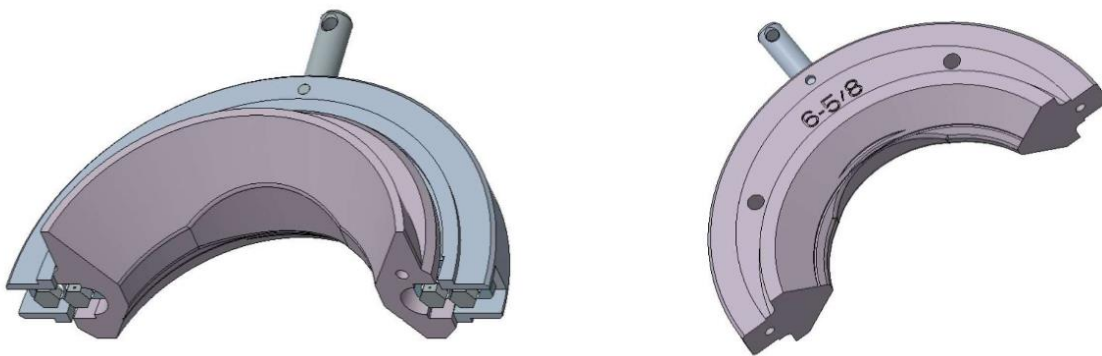


Figura 15 - Novo modelo de inserto para cunhas PS21 e PS30

## 4. RESULTADOS E CONCLUSÕES

O objetivo do documento foi compilar as principais informações fornecidas nas apresentações e algumas experiências que temos tido na frota em nossas investigações. O objetivo maior é compartilhar o conhecimento adquirido por toda a equipe que compõe a frota de sondas flutuantes da Petrobras.