

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPIRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
PROMINP
PROJETO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE CONDICIONAMENTO E COMISSIONAMENTO**

**O COMISSIONAMENTO DE FERRAMENTAS DE
PERFILAGEM DE POÇOS DE PETRÓLEO PARA GARANTIR
A ALTA DISPONIBILIDADE NAS OPERAÇÕES**

**FELIPE JOSÉ TRISTÃO DE SOUZA
VALDEIR AUGUSTO PIMENTA JUNIOR**

**VITÓRIA – ES
NOVEMBRO/2009**

**FELIPE JOSÉ TRISTÃO DE SOUZA
VALDEIR AUGUSTO PIMENTA JUNIOR**

**O COMISSIONAMENTO DE FERRAMENTAS DE
PERFILAGEM DE POÇOS DE PETRÓLEO PARA GARANTIR
A ALTA DISPONIBILIDADE NAS OPERAÇÕES**

Parte manuscrita do Projeto de conclusão de curso dos alunos Felipe José Tristão de Souza e Valdeir Augusto Pimenta Junior, apresentado ao Departamento de Engenharia Mecânica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, para obtenção do grau de Especialista em Engenharia de Condicionamento e Comissionamento.

**VITÓRIA – ES
NOVEMBRO/2009**

**FELIPE JOSE TRISTÃO DE SOUZA
VALDEIR AUGUSTO PIMENTA JUNIOR**

**O COMISSIONAMENTO DE FERRAMENTAS DE
PERFILAGEM DE POÇOS DE PETRÓLEO PARA GARANTIR
A ALTA DISPONIBILIDADE NAS OPERAÇÕES**

COMISSÃO EXAMINADORA:

**Prof. Eng. Paulo Cesar Alves dos Santos
Orientador**

**Prof. D.Sc Fernando César Meira Menandro
Examinador**

Examinador Externo

Vitória - ES, 21 de Novembro de 2009.

DEDICATÓRIA FELIPE

Este trabalho é dedicado aos meus pais que contribuíram para o meu desenvolvimento intelectual e social, pois nunca influenciaram em minhas escolhas, mas sim, indicaram os caminhos existentes e relacionando cada um com o possível destino de tomá-lo, para que por livre escolha pudesse ser trilhado por meu intelecto e alcançando sempre meus ideais como vitórias na vida

Também dedico à minha esposa que sempre me incentivou a estudar, lembrando da importância em nossas vidas. Foi paciente, esperando todos os finais de semana do curso que começou logo após o nosso casamento. Seu apoio sempre foi fundamental em todas as nossas conquistas.

DEDICATÓRIA VALDEIR

Dedico este trabalho aos meus pais que sempre enfatizaram a importância do estudo, me proporcionando todos os recursos necessários para tal e apoiando-me constantemente em minhas decisões e comemorando comigo minhas vitórias. Vitórias essas que não são apenas minhas, mas deles também.

AGRADECIMENTOS FELIPE

Ao orientador Prof. Eng. Paulo Cesar Alves dos Santos, pela sempre presente orientação, motivação e apoio;

Aos Alunos do Curso de Especialização em Engenharia de Condicionamento e Comissionamento do PROMINP da UFES, que de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho;

Ao pessoal de apoio do curso do Departamento de Engenharia Mecânica, que sempre preparou e organizou o local de estudo previamente e ficavam responsáveis pela veiculação das informações do curso.

AGRADECIMENTOS VALDEIR

Ao orientador Prof. Eng. Paulo Cesar Alves dos Santos, pela disposição em nos orientar, sempre demonstrando seu apoio e dedicação;

Aos Alunos do Curso de Especialização em Engenharia de Condicionamento e Comissionamento do PROMINP da UFES que, dentro e/ou fora da sala de aula, contribuíram com meu aprendizado e a consequente realização deste trabalho;

Ao pessoal de apoio do curso do Departamento de Engenharia Mecânica, pela organização dos recursos necessários para que as aulas fossem ministradas de forma correta e sempre se mostravam dispostos a fornecer as informações necessárias.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Perfil obtido em um poço exploratório.	9
Figura 2 - Módulo de uma ferramenta de perfilagem.....	10
Figura 3 – Montagem dos módulos	11
Figura 4 – Laboratório de PM1	14
Figura 5 – Ferramenta preparada para PM2	15
Figura 6 – Procedimento de completa do óleo compensador	16
Figura 7 - Unidade de perfilagem 001-B	18
Figura 8 - Painel dual do sistema supervisório.....	19
Figura 9 – Testes finais.....	22

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA FELIPE	I
DEDICATÓRIA VALDEIR	I
AGRADECIMENTOS FELIPE.....	II
AGRADECIMENTOS VALDEIR.....	II
LISTA DE FIGURAS.....	III
SUMÁRIO	IV
RESUMO	VI
1 INTRODUÇÃO	7
1.1 Perfilagem	7
1.2 Tipos de Perfis	8
1.3 Trabalho de perfilagem	10
1.4 Estrutura do trabalho	12
2 COMISSIONAMENTO DAS FERRAMENTAS.....	13
2.1 Introdução	13
2.2 Recebimento.....	13
2.3 Procedimento PM1.....	13
2.4 Procedimento PM2.....	15
2.5 Conclusão	17
3 COMISSIONAMENTO DA UNIDADE	18
3.1 Introdução	18
3.2 As unidades	18
3.3 Conclusão	20
4 PREPARAÇÃO PARA O EMBARQUE	21
4.1 Introdução	21
4.2 Preparação	21
4.3 Conclusão	23
CONCLUSÃO.....	24
ANEXO A – FLUXOGRAMA COMISSIONAMENTO DAS FERRAMENTAS	25
ANEXO B – FLUXOGRAMA COMISSIONAMENTO DAS UNIDADES	26

ANEXO C – FLUXOGRAMA TESTES DE PRESSÃO	27
ANEXO D – FLUXOGRAMA TESTES DE TEMPERATURA	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

RESUMO

Em minha experiência de trabalho na empresa Halliburton, de janeiro a junho de 2008, tive o meu primeiro contato com o comissionamento, antes mesmo de ingressar no curso de pós-graduação do PROMINP. Este trabalho procura explanar as técnicas de comissionamento utilizadas para garantir a alta disponibilidade dos serviços de perfilagem de poços de petróleo da empresa Halliburton e confirmado os conhecimentos adquiridos no curso de pós-graduação.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Perfilagem

Denomina-se Avaliação de Formações as atividades e estudos que visam definir em termos qualitativos e quantitativos o potencial de uma jazida petrolífera, isto é, a sua capacidade produtiva e a valorização das suas reservas de óleo e gás. A avaliação das formações baseia-se principalmente na perfilagem a poço aberto, no teste de formação a poço aberto, nos testes de pressão a poço revestido e na perfilagem de produção.

Concorrem também para a avaliação de uma formação todas as informações anteriores à perfilagem do intervalo de interesse, sejam elas obtidas na etapa de estudo geológico e geofísico da área ou na etapa de perfuração do poço. A integração de todos os dados disponíveis permite a avaliação efetiva do reservatório.

O processo se inicia com a perfuração do poço pioneiro, cuja locação é definida no estudo geológico e geofísico, basicamente a partir de dados sísmicos. Durante a perfuração do poço, vários indícios podem indicar a possibilidade da presença de hidrocarbonetos numa determinada formação. Esses indícios são observados nas amostras de calha das rochas perfuradas, em testemunhos, assim como pela velocidade de perfuração, pelo detector de gás, etc.

A chamada perfilagem final, executada ao término da perfuração do poço, permite obter informações importantes a respeito das formações atravessadas pelo poço: litologia, espessura, porosidade, prováveis fluidos existentes nos poros e suas saturações. A maior limitação da perfilagem é a pequena extensão de seu raio de investigação lateral, de modo que apenas a vizinhança é analisada pela perfilagem.

Com base na análise dos perfis, dedica-se quais intervalos do poço são de interesse econômico potencial para se executar os testes de formação. Se não houver intervalos de interesse, o poço é abandonado. Os testes de formação tem sido amplamente utilizados na indústria petrolífera para se estimar a capacidade produtiva do poço.

Apesar dos indícios obtidos durante a perfuração e perfilagem indicarem a presença de hidrocarbonetos na formação, isto não significa que possam ser produzidos economicamente. Somente o teste de formação (isto é, somente a colocação do poço em fluxo) poderá confirmar, com segurança, a presença de hidrocarbonetos na formação e fornecer dados a respeito das condições de fluxo nas imediações do poço.

O perfil de um poço, resultado da perfilagem, é a imagem visual, em relação à profundidade, de uma ou mais características ou propriedades das rochas perfuradas (resistividade elétrica, potencial eletroquímico natural, tempo de transito de ondas mecânicas, radioatividade natural induzida, etc.). Tais perfis, obtidos através do deslocamento contínuo de uma ferramenta com sensores para perfilagem (sonda) dentro do poço, são denominados genericamente de perfis elétricos, independentemente do processo físico de medição utilizado.

1.2 Tipos de Perfis

Potencial Espontâneo – SP: este perfil mede a diferença de potencial entre dois eletrodos, um na superfície e outro dentro do poço, na ferramenta. Permite detectar as camadas permoporosas, calcular a argilosidade das rochas e auxiliar na correlação de informações com poços vizinhos.

Raios Gama – GR: este perfil detecta a radioatividade total da formação geológica. Utilizado para a identificação da litologia, a identificação de minerais radioativos e para cálculo do volume de argilas ou argilosidade.

Neutrônico – NPHI: os perfis mais antigos medem a quantidade de raios gama de captura após excitação artificial através de bombardeio dirigido de nêutrons rápidos. Os mais modernos medem a quantidade de nêutrons epitermais e/ou termais da rocha após o bombardeio. São utilizados para estimativas de porosidade, litologia e detecção de hidrocarbonetos leves e gás.

Indução – ILD: fornece leitura aproximada da resistividade da rocha contendo hidrocarboneto, através da medição de campos elétricos e magnéticos induzidos nas

rochas. A resistividade é a propriedade da rocha permitir ou não a passagem de uma corrente elétrica e varia na razão direta da resistividade da água e inversa da porosidade. No caso em que a rocha contenha gás, óleo e/ou água em seus poros, sua resistividade aumentará consideravelmente devido à capacidade isolante da fração hidrocarboneto.

Sônico – DT: mede a diferença nos tempos de trânsito de uma onda mecânica através das rochas. É utilizado para estimativas de porosidade, correlação poço a poço, estimativas do grau de compactação das rochas ou estimativa das constantes elásticas, detecção de fraturas e apoio à sísmica para elaboração do sismograma sintético.

Densidade – RHOB: detecta os raios gama defletidos pelos elétrons orbitais dos elementos componentes das rochas, após terem sido emitidos por uma fonte colimada situada dentro da ferramenta. Além da densidade das camadas, permite o cálculo da porosidade e a identificação das zonas de gás. É utilizado também como apoio à sísmica para o cálculo do sismograma sintético.

Um exemplo de perfil obtido em um poço exploratório é mostrado na figura 1 – perfil obtido em um poço exploratório.

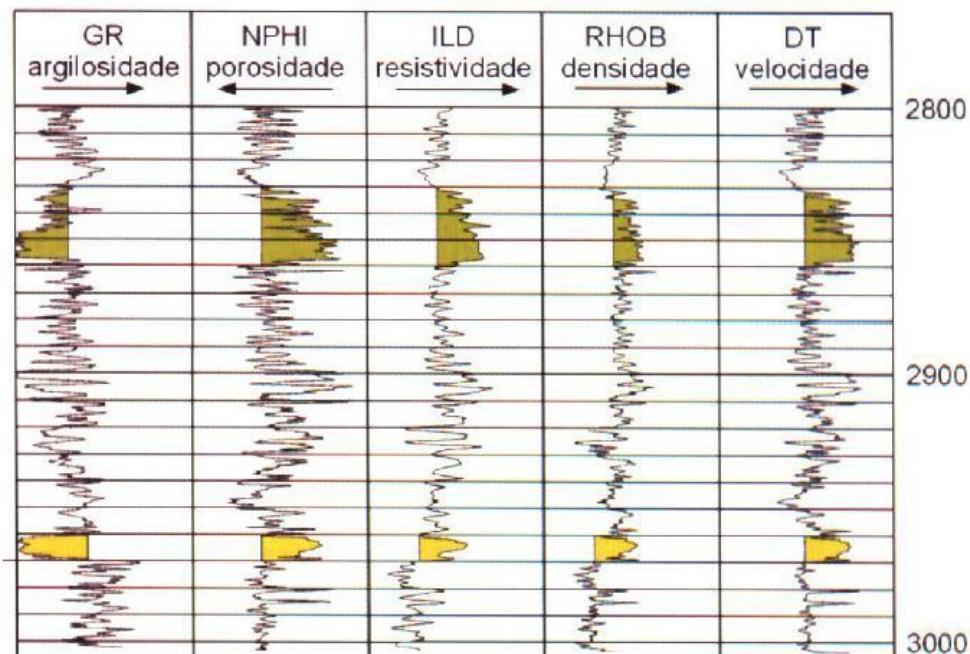


Figura 1 – Perfil obtido em um poço exploratório.

1.3 Trabalho de perfilagem

O serviço de perfilagem prestado pelo departamento de perfilagem (WPS – Wireline Perforation Services) consiste na obtenção do perfil do poço desejado. Este perfil é conseguido com o envio de ferramentas até o local onde o poço exploratório fora perfurado. Estas feramentas são capazes de realizar todas as medições relatadas na seção 1.2. Este serviço pode custar milhões de dólares, devendo ser executado no menor tempo possível e sem falhas. Com isso, o cliente não está disposto a pagar por eventuais retrabalhos devido a falhas nos equipamentos.

O serviço pode variar dependendo da necessidade do cliente, então, essas ferramentas são separadas em módulos independentes, onde cada módulo é capaz de realizar medições distintas. Cada módulo, que possui o formato cilíndrico, onde o comprimento varia de 1 a 5 metros e o diâmetro de 12 a 20 centímetros. Seu corpo geralmente é usinado em aço inox, conforme figura 2 – Módulo de uma ferramenta de perfilagem. Em cada extremidade do cilindro existe um conector de entrada e um de saída dos sinais elétricos onde são protegidos com tampas herméticas quando fora de uso.

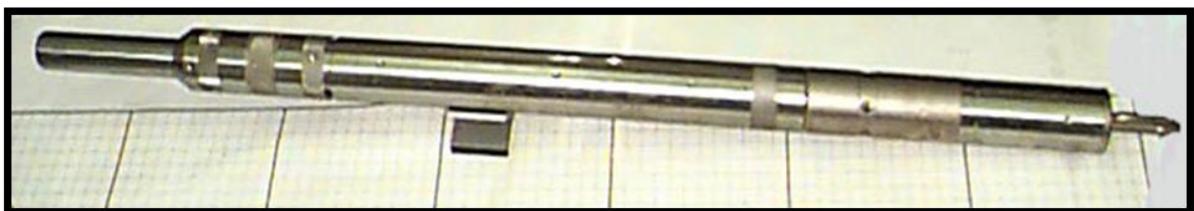


Figura 2 - Módulo de uma ferramenta de perfilagem

Todas essas ferramentas são montadas no local, encaixadas entre si, uma após a outra, mostrado na figura 3 – Montagem dos módulos, formando uma grande pilha que pode chegar a ter dezenas de metros. Essa grande pilha é baixada por um cabo de aço, contendo internamente condutores elétricos que alimentam as ferramentas, conduzem as informações de comandos e dados adquiridos pelos sensores, possibilitando assim a geração do perfil em função da profundidade.

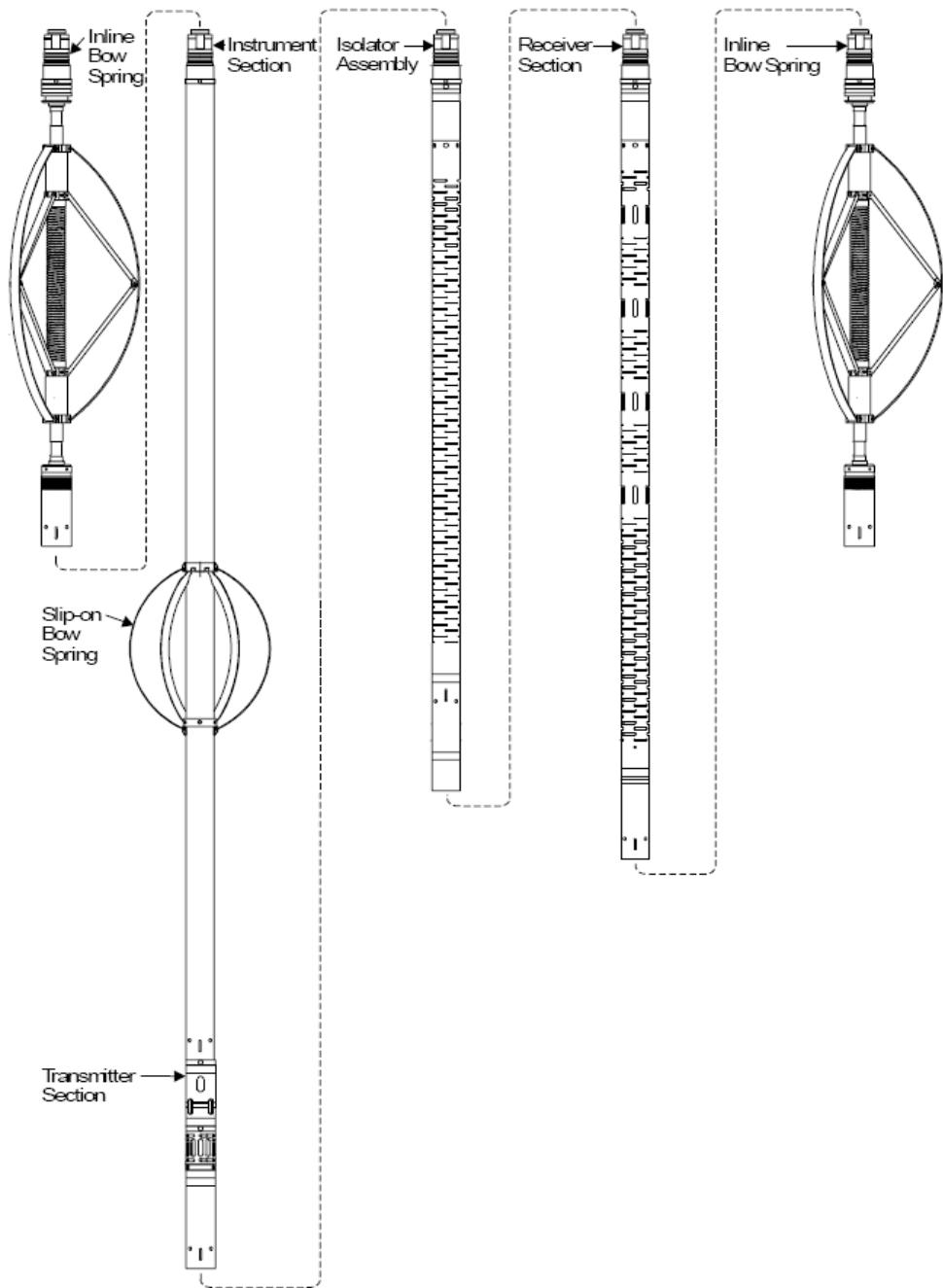


Figura 3 – Montagem dos módulos

Todas essas ferramentas são controladas por uma cabine de comando, também conhecida como unidade de perfilagem. Esta unidade contém uma série de equipamentos, tais como os computadores do sistema supervisório, o gerador para alimentar a unidade e a bobina do cabo de aço controlado por um motor hidráulico e sensores para medir a profundidade do perfil.

Apenas um programa de comissionamento previamente planejado e executado, todos os equipamentos que compõem um serviço de perfilagem podem ser checados e testados, minimizando possíveis falhas em campo e garantindo a alta disponibilidade dos serviços de perfilagem da empresa.

1.4 Estrutura do trabalho

A primeira parte aborda o tema da perfilagem, introduzindo o leitor no assunto. Também salienta a importância da alta disponibilidade necessária nos serviços de perfilagem.

Nos próximos capítulos, será descrito detalhadamente todo o processo de comissionamento das ferramentas e unidade de perfilagem da empresa, finalizando na preparação para o embarque.

2 COMISSIONAMENTO DAS FERRAMENTAS

2.1 Introdução

Neste capítulo será tratada toda a etapa de comissionamento das ferramentas de perfilagem. Desde o recebimento das ferramentas após um trabalho, até o seu preparo para um futuro serviço.

2.2 Recebimento

Ao retornar de um serviço de perfilagem, as ferramentas são desembaladas de suas cestas de transporte e alocadas no setor de lavagem. Essas ferramentas e seus módulos chegam sujos de lama de perfuração, água salgada e óleo que precisam ser removidos.

As ferramentas então são lavadas com a utilização de uma máquina de jato d'água de alta pressão e sabão especial para dissolver o óleo. Com isso, as ferramentas ficam preparadas para entrar no laboratório de Inspeção.

2.3 Procedimento PM1

A partir deste ponto é que efetivamente começa o processo de comissionamento. Esta primeira etapa é chamada de PM1 ou manutenção preventiva 1 (*preventive maintenance 1*), e é realizada dentro do laboratório de inspeção mostrado na figura 4 – laboratório de PM1.

Todas as ferramentas passam pela etapa PM1. A prioridade é informada aos técnicos pelo engenheiro chefe do laboratório que programa as vistorias de acordo com a necessidade dos embarques.

Antes de iniciar o processo de PM1 o técnico responsável abre uma ordem de manutenção - OM, no sistema ERP da empresa - SAP. Esta OM é o processo onde será arquivado todas as informações de data, medições realizadas e problemas encontrados, garantindo a rastreabilidade do processo.



Figura 4 – Laboratório de PM1

Após a abertura da OM, o técnico imprime uma lista de conferencia específica da ferramenta referenciada na OM, também chamada de “*Check List*”. Primeiramente todos os anéis de vedações, “*o-ring*” devem ser trocados e registrados no *Check List*. Depois, uma série de medidas elétricas, tais como: continuidade das linhas, impedância entre os terminais e impedância de isolamento deveram ser realizadas e preenchidas no *Check List*.

A ferramenta que apresentar sistema de compensação de pressão, terá o nível de óleo verificado e registrado no *Check List*.

Caso o *Check List* estejam correto, uma etiqueta Amarela contendo: a data do serviço, nome do técnico que realizou o processo e uma sinalização de PM1, é colada na ferramenta. Esta ferramenta é então encaminhada para os *racks* externos pintados em amarelos onde aguardaram a próxima etapa.

O *Check list* então é emitido na forma de documento apropriado para arquivamento pelo departamento no sistema ERP – SAP indicando o numero da OM.

Caso alguma medida não confira com o resultado esperado, uma etiqueta vermelha é colocada, indicando a necessidade de uma inspeção mais profunda chamada de PM2, e essa ferramenta é encaminhada para o *rack* de cor vermelha..

2.4 Procedimento PM2

O procedimento de manutenção preventiva 2 – PM2, se aprofunda no interior da ferramenta. Este procedimento é de exclusividade dos engenheiros de manutenção. A ferramenta é desmontada por completo conforme figura 5 – ferramenta preparada para PM2.

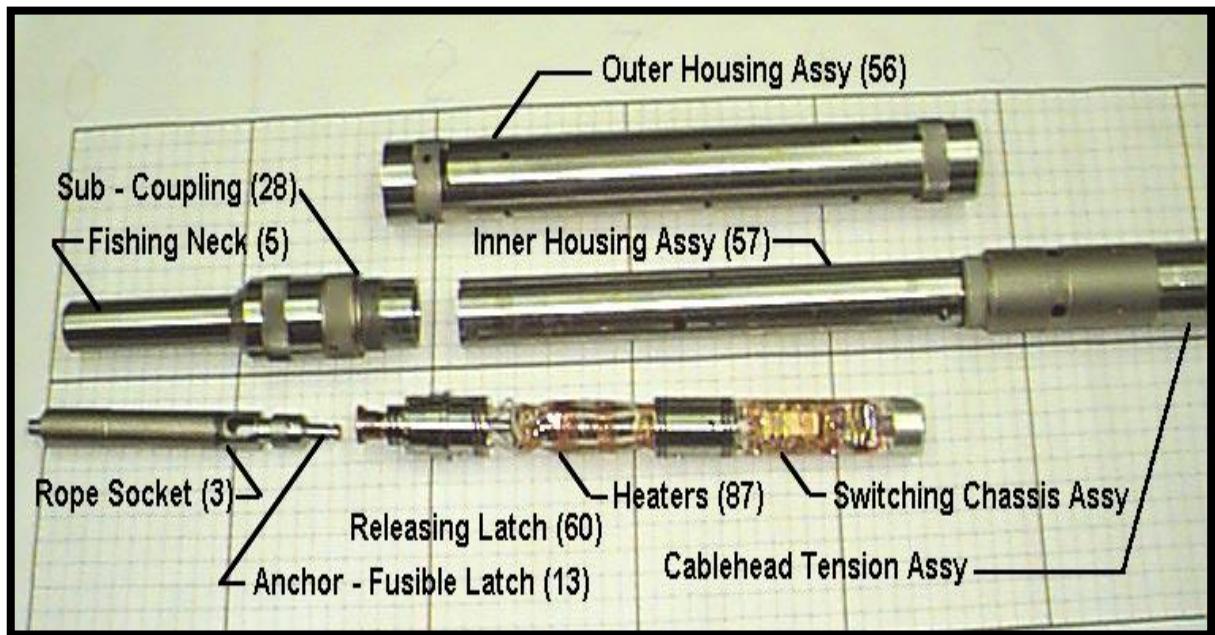


Figura 5 – Ferramenta preparada para PM2

Existem duas maneiras das ferramentas serem classificadas para o procedimento de PM2. A primeira, citada na seção 2.2, quando o técnico encontra alguma divergência nos parâmetros esperados no *check list* do procedimento PM1. Como essa ferramenta já está previamente identificada no *rack* vermelho, o engenheiro apenas verifica a prioridade com o chefe do laboratório em qual ferramenta trabalhar.

A segunda forma é monitorada pelos engenheiros e pelo chefe do laboratório, onde as ferramentas que executaram 5 serviços seguidos de perfilagem ou 10 embarques sem serem montadas para corrida também são classificadas para o procedimento de PM2, independente de apresentarem falhas. Essa medida preditiva garante a alta disponibilidade das ferramentas.

Da mesma maneira que no procedimento de PM1, uma ordem de manutenção é aberta no sistema ERP SAP da empresa e todos os dados são registrados para garantir a rastreabilidade do histórico de manutenção da ferramenta.



Figura 6 – Procedimento de completa do óleo compensador

Ao finalizar o reparo e montagem da ferramenta, ela é encaminhada para o laboratório de PM1, para um novo procedimento de PM1, onde será repedido para garantir que nada de errado tenha ocorrido na montagem.

Ao final do procedimento de PM2 as ferramentas com sistemas compensadores de pressão são completadas com óleo conforme figura 6 – Procedimento de completa do óleo compensador. O Fluxograma de comissionamento das ferramentas é apresentado no Anexo A.

2.5 Conclusão

O processo de comissionamento das ferramentas de perfilagem é garantido com estes dois procedimentos de manutenção chamados de PM1 e PM2. A rastreabilidade do processo é garantida pelo sistema ERP da empresa que exerce papel fundamental, facilitando a armazenagem e consulta do histórico de cada ferramenta.

Além do sistema informatizado, o uso de etiquetas identificando cada etapa do processo também gera grandes ganhos em termos de comissionamento, garantindo que as etapas poderão ser executadas por diferentes funcionários sem que haja a necessidade de troca de informações entre pessoas, uma vez que o processo está rastreado nas ordens de manutenção.

3 COMISSIONAMENTO DA UNIDADE

3.1 Introdução

Este capítulo trata da etapa de comissionamento das unidades de perfilagem. A unidade ou cabine de perfilagem é parte fundamental do processo. É nela onde se encontra o sistema de aquisição de dados e onde trabalha o engenheiro de campo, funcionário a frente do serviço de perfilagem.

3.2 As unidades

Como nas ferramentas de perfilagem, todas as unidades também são identificadas com números conforme figura 7 - Unidade de perfilagem 001-B. Este número serve para rastrear todos os procedimentos executados na unidade, o que garante a rastreabilidade do comissionamento do equipamento.



Figura 7 - Unidade de perfilagem 001-B

Uma solução introduzida nas unidades para garantir a disponibilidade do equipamento é o uso de um sistema de supervisório duplo, conforme figura 8 - Painel dual do sistema supervisório. Todos os equipamentos necessários para controle das ferramentas e aquisição dos dados estão instalados em um *rack* que está duplicado dentro da cabine. Caso um sistema falhe, o engenheiro de campo pode rapidamente alterar os comandos para o outro sistema, totalmente independente, o que por si só garante a alta disponibilidade da Unidade. Porém esta dualidade não dispensa as unidades de serem comissionadas antes de um serviço.



Figura 8 - Painel dual do sistema supervisório.

Por causa da complexidade do sistema instalado nas unidades, e da importância da cabine na operação, cabe apenas aos engenheiros de manutenção realizar os procedimentos de comissionamento das unidades.

Como nas ferramentas existem dois tipos de procedimentos: PM1 e PM2. O procedimento PM1 também se faz uso de um *Check List*, onde todo o sistema será testado e registrado no sistema ERP SAP da empresa. Toda unidade que retorna de um serviço *offshore* deve ser avaliada pelo *Check List* do PM1.

Caso alguma divergência no resultado seja encontrada em algum painel do sistema, ou um relato de mau funcionamento pelo engenheiro de campo, o painel é desconectado do sistema e encaminhado para o laboratório, onde será realizado o procedimento de PM2.

A unidade sendo aprovada pelo procedimento de PM1 recebe uma etiqueta amarela, datada, contendo o nome do funcionário que realizou o teste, liberando o equipamento para a etapa final de comissionamento.

No procedimento de PM2, o engenheiro de manutenção irá desmontar o painel, e com a ajuda de esquemáticos, reparará o painel. Após o reparo, o engenheiro cola uma etiqueta datada de PM2 e registra no SAP todas as intervenções realizadas, garantindo a rastreabilidade do processo. Após o reparo o engenheiro instala o equipamento de volta na unidade de perfilagem e retorna ao procedimento de PM1 para finalizar o processo de inspeção. O Fluxograma de comissionamento das Unidades é apresentado no Anexo B.

3.3 Conclusão

Apesar da robustez introduzida pela dualidade do sistema supervisório encontrado dentro da unidade, ele não elimina a necessidade de comissionamento para um próximo serviço.

A importância deste equipamento no processo de perfilagem é tamanha que os engenheiros devem realizar e se responsabilizar pelos procedimentos de inspeção.

Mais uma vez, a rastreabilidade é garantida pelo registro eletrônico de todas as tarefas executadas.

4 PREPARAÇÃO PARA O EMBARQUE

4.1 Introdução

Este capítulo trata da etapa final de comissionamento tanto das ferramentas, quanto da unidade de perfilagem. A partir deste ponto o engenheiro de campo que irá executar o serviço de perfilagem, acompanha o engenheiro de manutenção nos testes finais de todo o equipamento que utilizará no serviço contratado.

4.2 Preparação

Chega o momento de preparar para o embarque as ferramentas que estão liberadas nos *Racks* amarelos, devidamente etiquetadas, indicando a passagem pela etapa PM1.

Esta é a etapa final do comissionamento das ferramentas e da unidade de perfilagem, onde todo equipamento será testado pelo engenheiro de manutenção juntamente com o engenheiro de campo que está programado para comandar o serviço de perfilagem.

Primeiramente todas as ferramentas devem passar por dois tipos de testes. O teste de pressão e o teste de temperatura. Para o teste de pressão, existe um poço perfurado, com uma profundidade limitada de 30 metros, dentro das instalações da empresa. Conforme determinação do engenheiro de campo a pilha de ferramentas é montada de acordo com o serviço que ele irá executar, ilustrado na figura 9 – testes finais. O conjunto é baixado dentro deste poço, lacrado com uma válvula e o poço pressurizado com água. A pressão aplicada irá depender da pressão provável que as ferramentas estarão sujeitas no serviço real. Este dado é disponibilizado pela equipe que perfurou o poço em questão. Atingido a pressão desejada, todos os comandos das ferramentas são checados e anotados no *check list* do engenheiro de campo.

Aprovada no teste de pressão as ferramentas recebem uma etiqueta verde identificando a passagem pelo teste de pressão. Caso alguma anomalia seja identificada a ferramenta recebe uma etiqueta vermelha de reprovação no teste de

pressão e volta para o *rack* vermelho, onde aguardará novamente pelo procedimento de PM2. O Fluxograma de testes de pressão é apresentado no Anexo C.

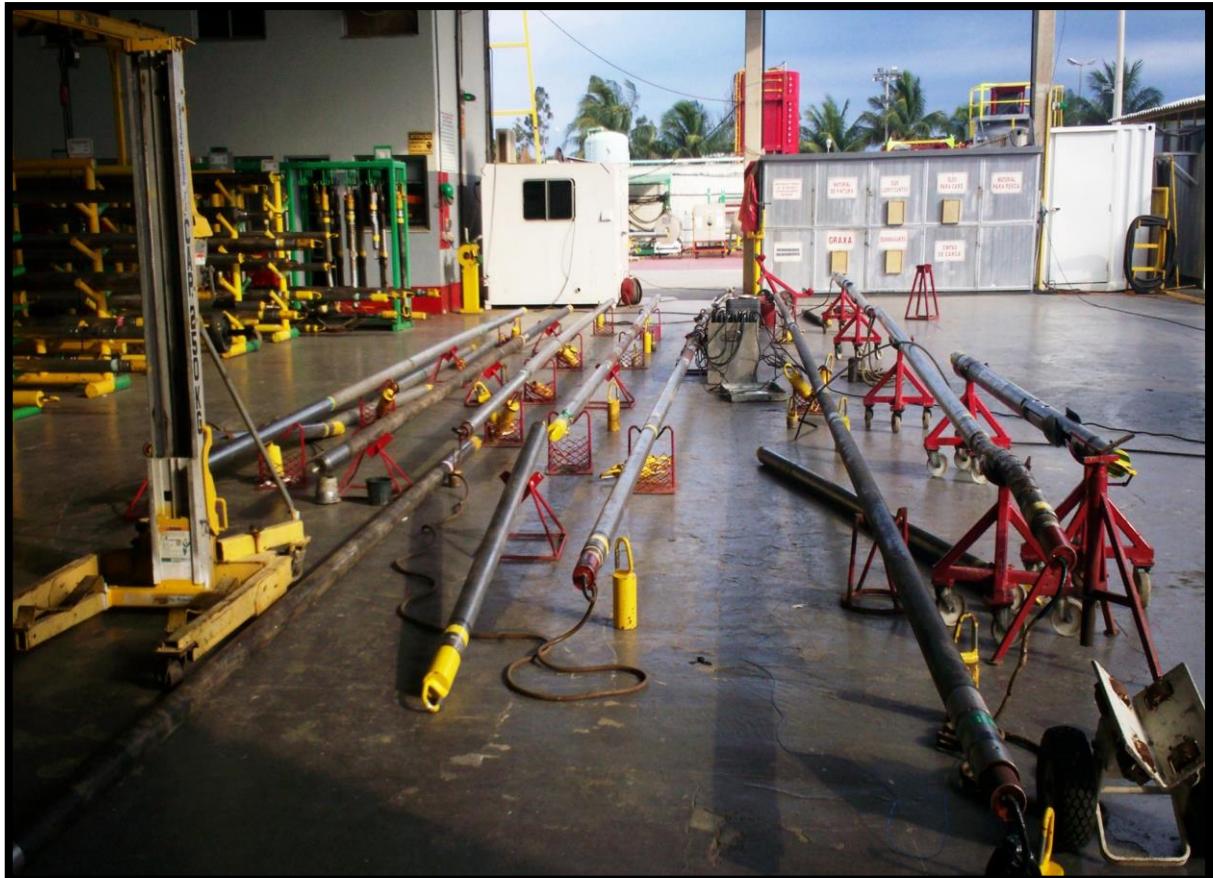


Figura 9 – Testes finais

O segundo tipo de teste é o teste de temperatura. Neste procedimento as ferramentas serão inseridas dentro de um forno elétrico, no qual a temperatura será ajustada de acordo com a profundidade do poço no qual elas trabalharão, mas limitadas a temperatura de 450° F ou 232,2° C, que é o limite de temperatura para o qual as ferramentas do padrão DITS foram projetadas.

Mais uma vez todos os comandos das ferramentas são checados e anotados em um *check list*. Novamente as ferramentas recebem uma etiqueta verde identificando a passagem pelo teste de temperatura e caso alguma anomalia seja identificada a ferramenta recebe uma etiqueta vermelha de reprovação no teste de temperatura e volta para o *rack* vermelho, onde aguardará novamente pelo procedimento de PM2.

Para verificar a funcionalidade dos equipamentos da unidade de perfilagem o engenheiro de campo testa o sistema seguindo um *check list* que posteriormente será registrado no sistema ERP SAP da empresa. O Fluxograma de testes de temperatura é apresentado no Anexo D.

Concluído o engenheiro de campo lacra a unidade com uma etiqueta verde e libera todo o equipamento para o embarque.

4.3 Conclusão

O processo final de comissionamento implica em testar todo o equipamento, simulando as possíveis condições a qual o equipamento estará exposto no serviço de perfilagem. O trabalho em conjunto do engenheiro de manutenção com o engenheiro de campo que executará o serviço de perfilagem evita contratemplos indesejados no momento da execução da tarefa, garantindo a disponibilidade dos equipamentos em campo.

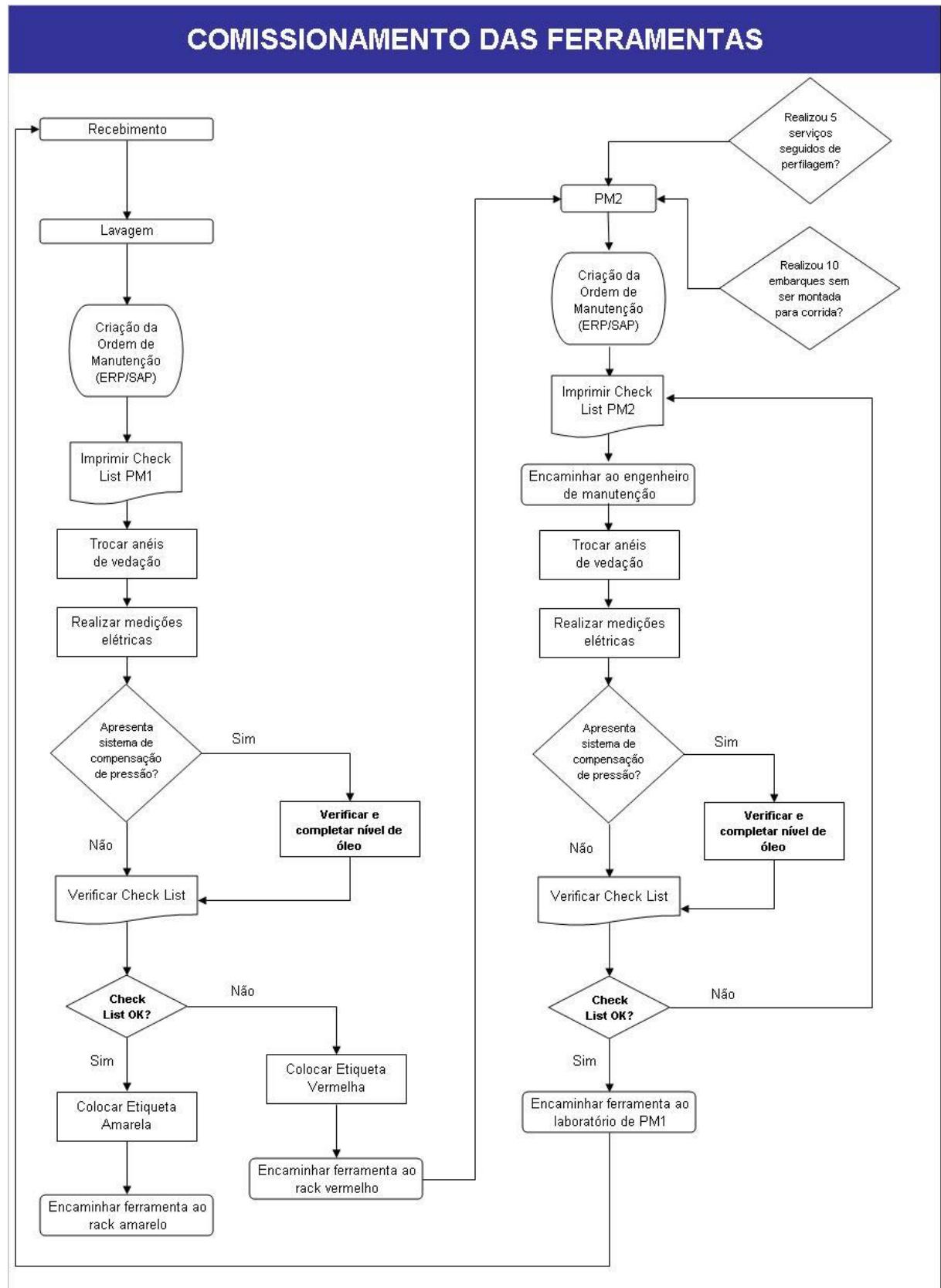
CONCLUSÃO

O serviço de perfilagem compõe uma etapa importante no estudo de viabilidade de um poço de petróleo, exigindo equipamentos especiais além de mão de obra altamente especializada. Quando falamos neste tipo de serviço uma grande quantia de dinheiro sempre está envolvida, o que implica em cláusulas contratuais de produtividade em tempo determinado. Por isso, o comissionamento das ferramentas de perfilagem ganha importância a partir do momento que os procedimentos criados garantem a alta disponibilidade do serviço.

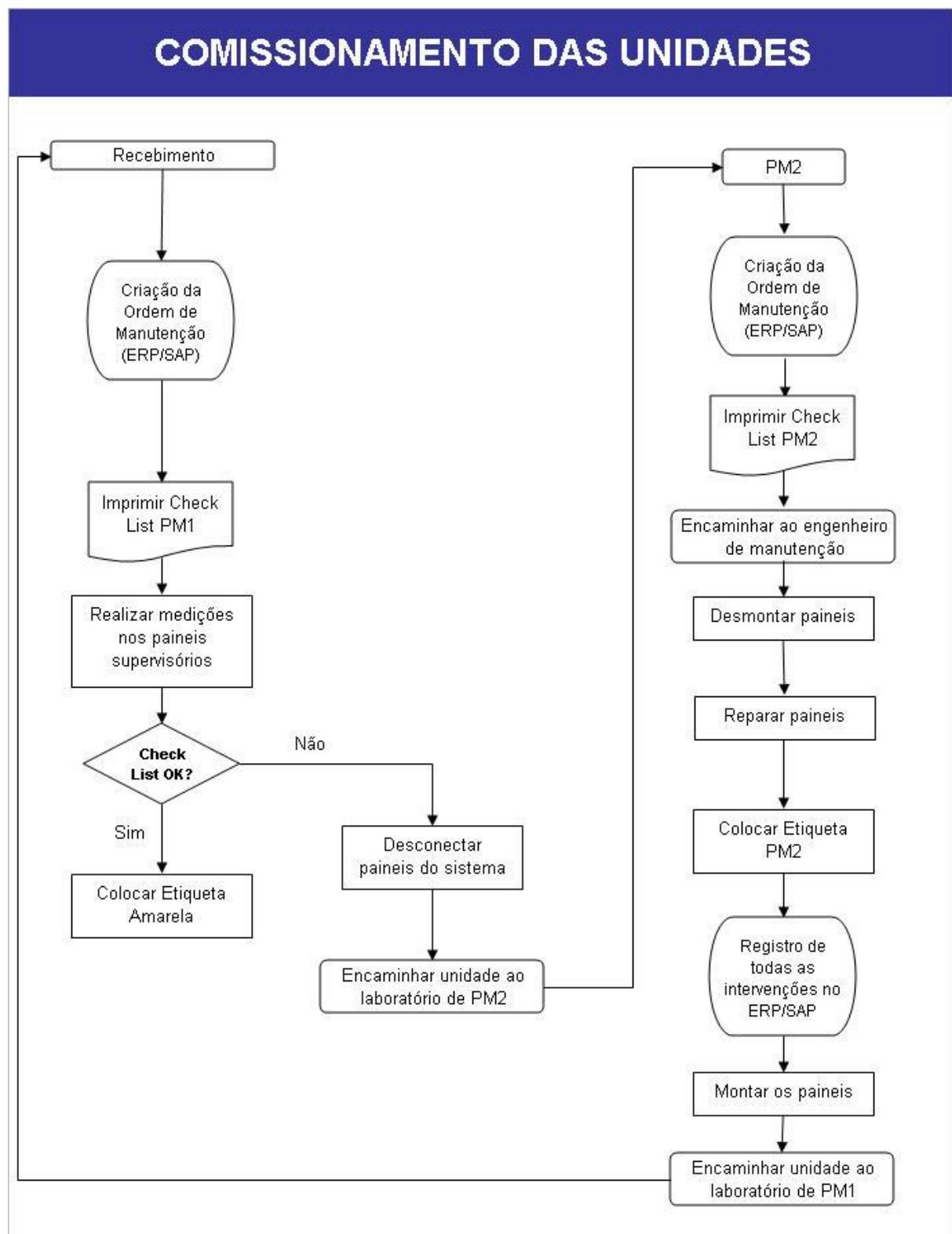
Soluções aparentemente simples, como o emprego de etiquetas coloridas, facilitam a rastreabilidade e reduz o tempo, acelerando o processo de identificação das etapas do comissionamento e o status de determinado equipamento para fins de acompanhamento.

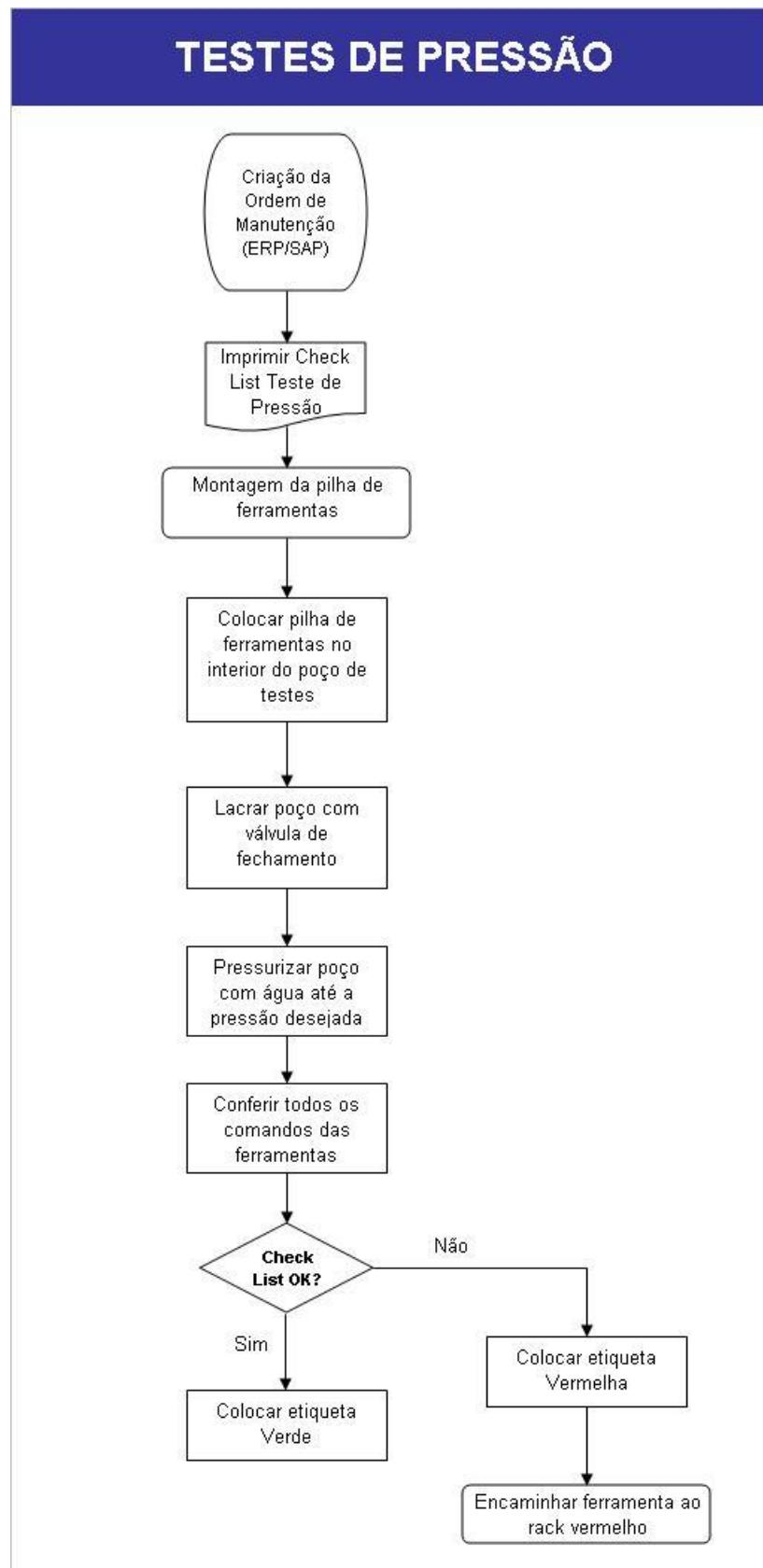
O ponto chave que diferencia o procedimento de comissionamento de apenas uma manutenção é a rastreabilidade de todas as etapas. Essa rastreabilidade é garantida pelo registro de todos os processos no sistema informatizado ERP SAP da empresa. Todas as informações são classificadas por data e referenciadas dentro de uma pasta de cada equipamento, criando um histórico que pode ser usado pelos especialistas na investigação de falhas.

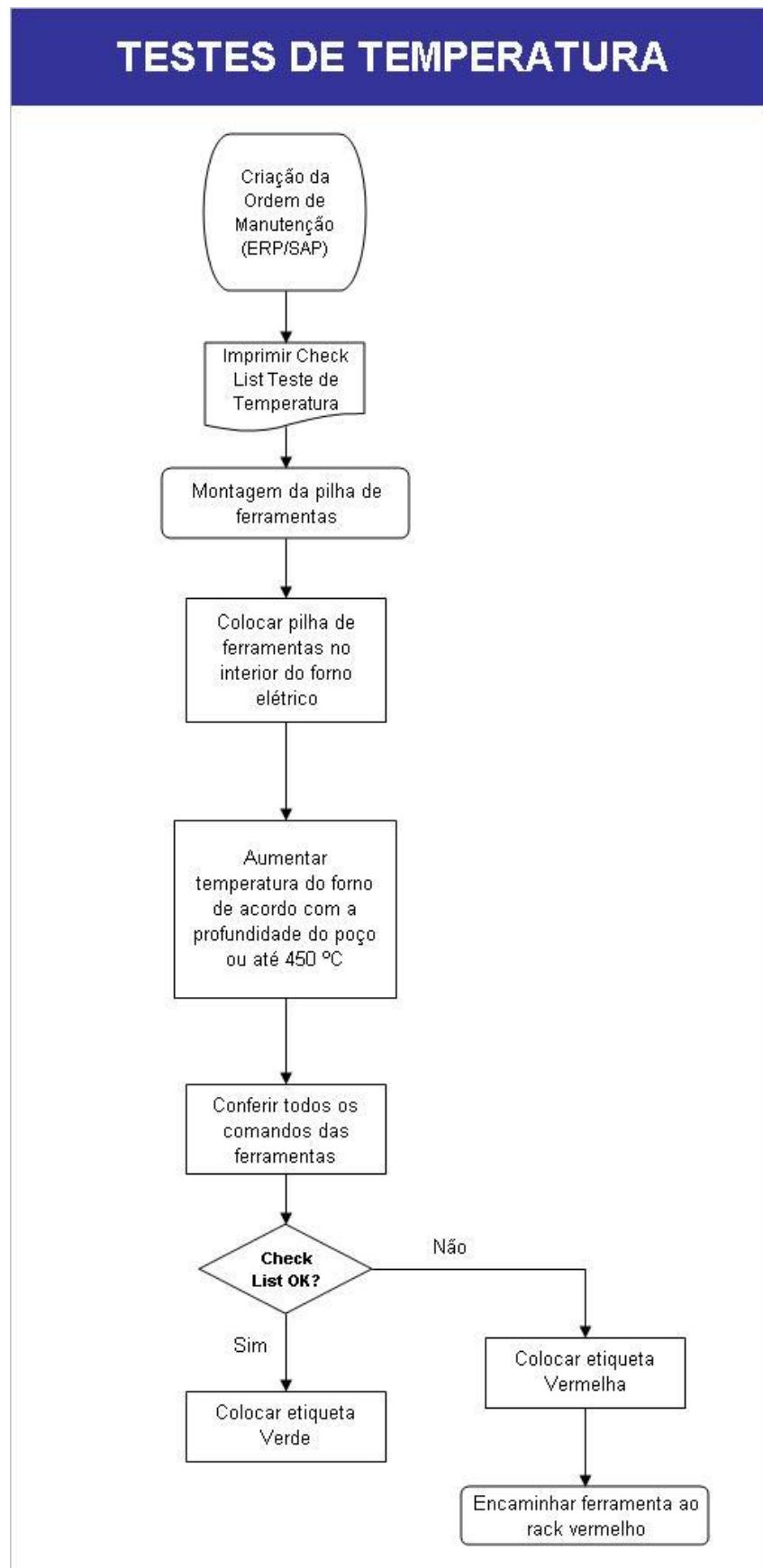
ANEXO A – FLUXOGRAMA COMISSIONAMENTO DAS FERRAMENTAS



ANEXO B – FLUXOGRAMA COMISSIONAMENTO DAS UNIDADES



ANEXO C – FLUXOGRAMA TESTES DE PRESSÃO

ANEXO D – FLUXOGRAMA TESTES DE TEMPERATURA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo, *Introdução à Engenharia de Petróleo e à Geomecânica*. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- [2] Halliburton Company (1996). *Service Manual No. 770.00701. Wire Line Tools Preventive Maintenance*, Fort Worth – Texas.
- [3] Halliburton Company (1996). *Service Manual No. 770.00716. Full Wave Sonic Tool FWST*, Fort Worth – Texas.