PE-2SUB-01418 – *Versão 00.00 – Padrão Ativo*

DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DE CHECKLIST PARA OPERAÇÕES EM POSICIONAMENTO DINÂMICO EM EMBARCAÇÕES DA OPSUB

Aprovado por Nayara Gomes Silva (SUB/OPSUB/PG) em 27/02/2026 | Gerido por SUB/OPSUB/SEE

1. OBJETIVO
2. APLICAÇÃO
3. DESCRIÇÃO
4. REGISTROS
5. DEFINIÇÕES

1. OBJETIVO

Descrever os procedimentos e diretrizes para a elaboração e execução de checklists de configuração de sistemas DP e de entrada segura em zonas de 500 metros para embarcações engajadas em operações submarinas (mergulho, ROV, Instalação de equipamentos, lançamento de linha, operações de ancoragem...)

1.1 Princípio de Autoridade Técnica e Mínimo Contratual

Este Padrão estabelece a referência técnica mínima obrigatória para operações de Posicionamento Dinâmico (DP) em contratos Petrobras. Na ausência de instrução equivalente do fabricante do sistema DP, da classe, da Autoridade Marítima ou do Armador, prevalecem os requisitos deste Padrão. Havendo conflito entre requisitos, aplica-se sempre o mais conservador do ponto de vista de segurança operacional.

1.2 Relação com Fabricantes, Classe e Autoridade

Este Padrão não substitui o conteúdo mandatório de fabricantes, Sociedades Classificadoras e Autoridade Marítima. Quando houver instrução específica do fabricante ou regra de classe mais restritiva, ela prevalece. O Armador deve incorporar por referência (no manual DP da embarcação) as seções aplicáveis deste Padrão e manter uma Matriz de Conformidade (“GAP Analysis”) demonstrando aderência ou justificativas técnicas aprovadas.

1.3 Obrigação de Cooperação Técnica (Fornecedores e Armadores)

Fabricantes de sistemas DP, Armadores e Integradores concordam em cooperar tecnicamente com a Petrobras e com a Autoridade DP designada, fornecendo informações necessárias para validação de configuração, troubleshooting e lições aprendidas, sem transferência de propriedade intelectual.

1.4 Desvios Operacionais (Waiver) e Interrupção Segura

Desvios conscientes a este Padrão (Waiver) só são permitidos mediante aprovação documentada da Autoridade DP e do Cliente, com tempo determinado, mitigação e critérios de

cancelamento. Qualquer DPO, Oficial de Máquinas ou Fiscalização tem autoridade de interrupção imediata (Stop - Work) diante de condição insegura, sem necessidade de autorização prévia.

1.5 Competência, Treinamento e Padronização

A execução dos checklists requer DPOs certificados, qualificação específica nos sistemas instalados e treinamento práticos nos checklists homologados. Mudanças de versão dos checklists exigem treinamento de reciclagem e registro de avaliação.

1.6 Auditoria, Sanções, e Direito de Recusa

A Petrobras poderá auditar embarcações, validar amostras de execução e recusar operação quando houver não conformidade material com este Padrão. A recusa de operação por não conformidade não caracteriza indisponibilidade imputável à Petrobras.

1.7 Cultura Justa (Just Culture) e Relato Obrigatório

Erros reportados de boa-fé são tratados sob Cultura Justa. Incidentes e quase-incidentes DP devem ser reportados segundo formulário padronizado, com foco em fatores contribuintes sistêmicos e não punitivo, exceto em casos de dolo ou negligência grave.

1.8 Controle de Versão e Vigência

Este Padrão é documento controlado. Versões, datas, autores e aprovações devem constar no cabeçalho. Armadores devem comprovar versão vigente a bordo e descontinuar versões obsoletas.

2. APLICAÇÃO

Este padrão se aplica a **todas as embarcações equipadas com sistemas de Posicionamento Dinâmico (DP)**, independentemente do tipo de operação a ser realizada. Abrange tanto:

- **Operações dentro da zona de 500 metros,** como aproximação de instalações submarinas, apoio a mergulho, ROVs, ou instalação de equipamentos;

- **Operações fora da zona de 500 metros**, sempre que o sistema DP estiver ativo e for essencial para a segurança, estabilidade ou precisão do posicionamento da embarcação.

O objetivo é garantir que os procedimentos de configuração e verificação do sistema DP sejam seguidos de forma padronizada, segura e eficaz em qualquer cenário operacional.

2.1 Referências

- IMO MSC/Circ.645 e MSC/1580 – Guidelines for vessels with dynamic positioning systems

- IMCA M 103 – Guidelines for the design and operation of DP systems

3. DESCRIÇÃO

Diretrizes para Elaboração do Checklist

3.1 Orientações Gerais

Conforme as diretrizes estabelecidas pela IMO na circular MSC.1/Circ.1580, capítulo 4 – Operational Requirements, todas as embarcações equipadas com sistemas de posicionamento dinâmico (DP) devem possuir um checklist específico que auxilie na preparação e configuração segura da embarcação para operações DP. Este guia tem como objetivo apresentar os principais elementos que devem compor esses checklists, garantindo que todas as embarcações envolvidas em atividades submarinas estejam em conformidade com os requisitos operacionais e de segurança definidos internacionalmente.

3.1.1 Checklist Philosophy

Propósito

Garantir que o que não pode ser esquecido seja verificado sempre, mesmo em dias de alta carga cognitiva, variabilidade ambiental e pressão operacional.

Princípios

- **Breviedade com propósito**: checklist não é manual; só contém itens críticos com estado verificável.
- **Fluxo e verificação**: ações são feitas em fluxos; o checklist confirma estados (não descreve cada clique).
- **Linguagem inequívoca:** cada item tem pergunta única e resposta padronizada (ex.: “AutoPos High Precision, ativado”).
- **Verificação cruzada:** itens críticos usam Challenge–Response (CR); itens de execução usam Do–Verify (DV); itens de julgamento usam Assess–Confirm (AC) com critérios

.

- **Gatilhos operacionais:** checklists são amarrados a transições (fim da navegação; entrada nos 500 m; antes do AutoPos; antes do WCF; antes de SIMOPS).
- **Autoridade de interrupção:** qualquer membro pode pausar o checklist diante de condição insegura.
- **Integração Passadiço↔Máquinas:** mudanças em CAMO/TAM, barramentos e UPS são pré-requisito ao avanço no checklist do passadiço

.

- **Evidência objetiva:** itens críticos pedem evidência mínima (print, trend, leitura numérica, ID de alarme).

- **Prevalência do conservador:** em conflito de requisitos, aplica-se o mais restritivo.

Taxonomia de Itens

- **CR — Challenge–Response:** estado binário crítico que requer duas vozes (ex.: modo AutoPos ativado; limites de alarme configurados; barramento segregado).

- **DV — Do–Verify:** ação executada por um, verificada por outro contra um critério/telemetria (ex.: teste de thruster com feedback = comando ±5%).

- **AC — Assess–Confirm:** avaliação técnica com critérios mensuráveis (ex.: DGNSS com HDOP $\leq$ 2; DQI $\geq$ 5; convergência do modelo confirmada por 3 indicadores).

Critérios de Qualidade do Item

- Curto, inequívoco, observável, com dono (quem responde) e evidência (quando aplicável).
- Resposta esperada pré-definida (“Ativado”, “Segregado”, “HDOP 0,8”).
- Sem “OK / Normal” genérico.

3.1.2 Produção da documentação

A tripulação de cada embarcação deverá produzir sua própria documentação respeitando as diretrizes e verificações mínimas deste guia. A tarefa de elaboração do documento é de responsabilidade (incluindo delegações) das respectivas lideranças da embarcação, sendo o Comandante para as documentações de náutica, e o Chefe de máquinas para as documentações da máquina. A Autoridade DP ficará responsável pela escolha do Comandante/Chefe de Máquinas responsável pela produção das documentações citadas. Todo o pessoal chave pode ser envolvido na produção da documentação, de ambas as turmas. Tal prática é incentivada, pois aproxima os protocolos e procedimentos de todos os operadores e suas experiências podem contribuir para melhoria dos checklists.

3.1.3 Padronização

Os checklist devem ser específicos por embarcação, visto que cada embarcação possui sua particularidade técnica e operacional. O setor de garantia DP poderá prover um checklist modelo para guiar a elaboração do modelo específico, mantendo assim uma padronização documental da empresa. Contudo, o responsável pela elaboração da documentação deverá possuir liberdade de alteração do modelo conforme a necessidade da embarcação respeitando as diretrizes e verificações mínimas deste guia.

3.1.4 Validação

Após a produção inicial das documentações, os checklists devem ser verificados e aprovados pelas demais lideranças da embarcação, ou seja, o Comandante e Chefe de Máquinas que não foram inicialmente designados como responsáveis pela elaboração inicial da documentação. Cabe também a Autoridade DP validar as documentações produzidas por cada embarcação e manter o controle das aprovações necessárias. Se a embarcação passar por uma troca permanente de liderança (Comandante e Chefe de máquinas), a Autoridade DP deverá submeter as documentações ao novo tripulante para verificação e validação.

Os documentos serão aprovados pela área de garantia de DP da Petrobras antes do início das operações, durante etapa de aceitação da embarcação após todas as etapas anteriores realizadas pela embarcação e pela Autoridade DP (ou setor de garantia DP). O processo de aprovação pela Petrobras consiste na verificação das diretrizes deste guia.

3.1.5 Alterações

As documentações podem ser alteradas sempre que identificada a necessidade por qualquer parte envolvida na operação DP: Tripulação, Autoridade DP ou Petrobras. As alterações devem ser solicitadas à Autoridade DP, que irá designar uma liderança de bordo para avaliar e realizar a alteração, se pertinente. Caso a documentação seja alterada, toda a etapa de validação deve ser seguida. O novo documento só poderá ser utilizado pela tripulação após todo o processo de validação interno e passado novamente pela aprovação da área de garantia de DP da Petrobras.

3.2 Checklists do Passadiço (Náutica)

Neste guia de diretrizes serão tratados três checklists separados, chamados de **Checklist de Chegada no Campo, *Checklist de Configuração* e Checklist de Aproximação**. Contudo, não há obrigatoriedade de tratar esses três documentos de forma separada. Cabe a embarcação, em conjunto com a Autoridade DP (ou setor de garantia DP), decidir se a verificação será feita em um ou mais checklists, sendo que, independentemente da escolha feita, todas as diretrizes apresentadas estejam presentes nas documentações (uma ou mais).

3.2.1 Checklist de Chegada no Campo

O checklist de chegada no campo (locação) tem como objetivo orientar o operador na fase preparatória da operação em DP, em momento anterior ao checklist de configuração em DP. Dessa forma, deve ser planejado para que sua execução seja finalizada antes do ponto previsto para início do checklist de configuração.

Os itens a seguir precisam constar de forma eficaz no checklist de chegada para que o operador tenha de forma prática uma lista que o auxilie a executar todas as etapas.

Chegada no Campo:

Ainda durante a navegação, restando pelo menos 1 hora de navegação (ou 10 milhas em navegações a 10 nós), iniciam-se as verificações de chegada no campo. Caso a operação em questão ou procedimentos da empresa prevejam a necessidade de uma reunião pré-tarefa, esse tempo deve ser ajustado de acordo com as necessidades específicas.

O operador de DP deverá verificar os pontos abaixo:

Comunicação: O operador de DP deverá iniciar sua preparação garantindo que todo pessoal envolvido na operação prevista esteja ciente da aproximação do ponto de operação:

a) Garantir que o passadiço esteja deste momento em diante guarnecido por no mínimo dois DPOs certificados;

b) Informar à equipe de máquinas da chegada no campo, para que iniciem as verificações do checklist de máquinas e mantenham o centro de controle de máquinas sempre guarnecido por no mínimo um oficial deste momento em diante;

c) Informar à equipe de operações da chegada no campo e o ETA estimado

d) Verificar demais canais de comunicação essenciais para a operação, como guindaste, equipe de convés, sala de controle da torre, equipe de ROV, mergulho etc.

Planejamento Operacional: O planejamento operacional deve ser feito em momento anterior, sendo esta etapa apenas uma revisão da tarefa a ser realizada. Em especial para operações simultâneas (SIMOPS), este deve ser realizado em etapa anterior ao checklist de chegada no campo, ficando para o checklist apenas a confirmação dos principais pontos verificados na SIMOPS.

Em casos de operações menos complexas, onde a equipe entenda que não há pontos específicos relevantes que precisam ser detalhados, as verificações a seguir podem ser utilizadas como planejamento operacional:

a) Escopo do trabalho: A obtenção do escopo da operação é etapa fundamental para planejamento do modo de operação (como utilizar ou não modo follow target, ou se será necessária a utilização do sistema hidroacústico para o posicionamento da embarcação, por exemplo). Também influencia nas manobras em emergência e no seu planejamento (a manobra de emergência de uma atividade de mergulho onde o mergulhador está no interior de um FPSO tipo *turret* é diferente da manobra em que ele está na parte externa do costado do FPSO)

b) Características da operação: Coordenadas Geográficas, aproamento restrito, tempo estimado para execução;

c) SIMOPS: Antes do início das atividades, é essencial identificar e avaliar todas as operações simultâneas previstas, garantindo que não haja conflitos operacionais, riscos de interferência ou sobreposição de áreas críticas. Durante o checklist de chegada no campo os itens abaixo devem ser confirmados conforme SIMOPS previamente realizados:

   i. Identificação de SIMOPS previstas: Verificar se há operações simultâneas planejadas que possam gerar interferência ou riscos.

   ii. Existência de plano de SIMOPS aprovado: Confirmar que há um documento formal que define responsabilidades, limites operacionais e medidas de mitigação.

   iii. Briefing operacional conjunto: Realizada reuniões prévias com todas as partes envolvidas para alinhar riscos, limites e contingências.

d) Obtenção da previsão das condições meteoceanográficas para a janela de operação prevista e alertas de mau tempo para a região;

e) Verificar alertas de cintilação ionosférica para a região

Protocolos Específicos para operações em zonas de segurança: *Para* operações em zonas restritas de segurança de unidades marítimas usualmente zona de 500m, ou em zona de 1500m pelo risco de ruptura de dutos por SCC CO_2 em unidades específicas, existem protocolos e autorizações específicas que devem ser observadas e seguidas pela embarcação. Dessa forma o operador deverá, ainda em etapa anterior a chegada a zona de segurança:

a) Obter todos os protocolos específicos necessários

b) Realizar as comunicações necessárias com a unidade ainda durante navegação para execução dos protocolos para liberação da operação

c) Executá-los antes de chegada no limite da zona de exclusão, obtendo a liberação para operação de forma prévia ou adiantá-la ao máximo possível durante a navegação.

Zona de 500m: Para unidades padrão, com zona de segurança de 500m, a navegação deve encerrar no limite da zona de 500m. A partir deste ponto inicia-se o checklist de configuração, que configura o início dos tempos dedicados para checklist de posicionamento dinâmico.

Zona de 1500m: Para unidades atípicas, com zona de segurança de 1500m, a navegação também se encerra nos 500m. Ou seja, em 1500m, não se configura o fim da navegação e início dos tempos dedicados para checklist de posicionamento dinâmico. Dessa forma é crucial que os protocolos específicos de aproximação sejam iniciados com tempo suficiente para que sejam concluídos antes da embarcação cruzar o limite de segurança definido, garantindo a eficiência da operação. De 1500m até 500m continua-se em navegação, e ao chegar ao limite da zona de exclusão de segurança padrão de 500m, inicia-se os tempos dedicados para checklist de posicionamento dinâmico. Caso a embarcação atinja o limite de exclusão de 1500m sem ainda obter a liberação para entrada, então a embarcação deve parar/bordejar até a obtenção da liberação, não configurando o início dos tempos dedicados ao checklist de DP. Após a liberação, seguir em modo manual ou joystick até o limite de 500m e só então iniciar os procedimentos para configuração em DP.

Verificações preliminares do CAMO/TAM: Ainda durante a navegação a configuração e integridade dos equipamentos e sistemas da embarcação devem ser checadas. Verificação de disponibilidade e integridade e dos motores e geradores, thrusters, equipamentos auxiliares de arrefecimento, lubrificação e combustível etc. Dessa forma o Checklist de Máquinas deve ser iniciado e terminando ainda durante o checklist de chegada no campo. Cabe ao operador de DP:

a) Solicitar o início da execução do checklist de máquinas ao Oficial de Máquinas

b) Verificar o histórico dos testes de integridade do CAMO/TAM (teste de carga de motores e thrusters, testes de *scaling* de thrusters, autonomia de baterias, *dead reckonig*, simulados de recuperação de deriva e blackout etc). Caso algum teste não tenha sido executado dentro do prazo estipulado, configura-se CAMO/TAM em status consultivo. Para esse tipo de verificação, deve ser registrado no checklist o não atendimento, e aberta uma solicitação junto a fiscalização (local ou remota) uma OS para execução dos testes do CAMO/TAM. Excepcionalmente para essa categoria de verificação do CAMO, a operação poderá prosseguir em “status azul” sem a necessidade de aprovação do cliente.

Nota: A verificação dessa etapa ainda durante a navegação é fundamental. Caso haja algum item atrasado, haverá tempo hábil para comunicação com o setor de garantia de

DP da Petrobras, podendo ser disponibilizado uma janela para execução ao término da navegação.

c) Na fase de desaceleração da navegação, partir todos os thrusters que serão utilizados na operação DP de forma a otimizar o tempo e verificação da disponibilidade do item. Para thrusters rebatíveis ou retráteis, deverá constar no checklist a velocidade máxima que o operador poderá iniciar o processo de rebatimento/arriamento.

d) Planejar o uso dos sistemas de referência de posição a serem utilizados e o modo de operação conforme CAMO/TAM: O CAMO/TAM irá definir quais sistemas de posicionamento devem ser utilizados durante a operação, podendo ser apenas dois DGNSS, em casos de operações de baixa criticidade em zonas remotas, ou em configuração DP-2, com dois DGNSS e pelo menos um terceiro sistema de natureza distinta, como laser, micro-ondas ou hidroacústico. O operador deverá avaliar quais sistemas irá utilizar, baseado nas condições de aplicabilidade e disponibilidade, que podem variar de acordo com condições climáticas, unidade marítima ou operação. Nesta etapa, o operador precisa identificar previamente a necessidade de passagem de alvos refletores para a unidade (seja por uma deficiência da unidade ou condições climáticas/operacionais) e comunicar a fiscalização sobre a etapa de aproximação e passagem de alvos refletores.

e) Confirmar o status do CAMO/TAM após a finalização das configurações, verificações e ronda da equipe de máquinas.

A verificação dos itens *Comunicação, Planejamento operacional, Protocolos específicos e Verificações preliminares do CAMO/TAM* devem constar no checklist de forma prática para que o operador pontue sua realização/observações relevantes. Não há necessidade de uma ordem específica a ser seguida, desde que todos os itens sejam verificados e concluídos ainda na fase final de navegação.

Para navegações muito curtas (inferiores a uma hora e 30 minutos), o checklist de chegada no campo também dever ser realizado mesmo não se configurando uma “saída do campo”. Contudo o planejamento para início de sua execução pode variar, bem como verificações recém realizadas serem apenas revistas.

Após a conclusão, a embarcação deve prosseguir para o posicionamento onde irá executar as etapas de configuração em DP.

IMPORTANTE: Caso o ponto de operação seja dentro da Zona de segurança de uma unidade marítima, ao término do checklist, o operador deverá desabilitar o piloto automático e ajustar o aproamento para que o CPA (Closest Point of Approach) entre a embarcação e a unidade seja de pelo menos 500m – evitando assim aproamento direto para a unidade. Tal item deve constar de forma clara no checklist.

3.2.2 Checklist de Configuração

O checklist de configuração possui como objetivo orientar o operador das etapas cruciais para configuração do sistema DP antes do início de uma operação em DP. Deverá ser realizado sempre na alteração de um modo de operação manual ou IJS, para o modo de operação em DP

(*auto-position* ou *joystick* do DP), garantindo assim que a operação em DP possa ser executada em segurança. De forma geral, o checklist será aplicado quando da finalização de uma navegação e preparação para o início das operações.

Operações de AHTS: As operações típicas de AHTS não são obrigatoriamente realizadas em DP, mas podem se utilizar de suas facilidades, como controle de proa e movimentações laterais. A utilização do sistema DP em operações onde há significativa aplicação de *bollard pull* possui diversos desafios, sendo indicado o uso de modos específicos como *Anchor Handling Mode*, onde os thrusters laterais são controlados pelo DP para ajuste de *Sway* e *Yaw*, e a propulsão é liberada para controle manual.

O checklist de configuração possui duas funções fundamentais:

I. Verificar a integridade dos sistemas necessários para a operação DP (Configuração de Barramento, Motorização, Thrusters, IJS, Sistemas de Referência)
II. Configurar o sistema DP (escolha de sensores, limites de alerta, velocidades de movimento, modo de operação, ganhos, calibração do modelo matemático, teste do WCF etc.)

Os itens a seguir devem ser constar de forma eficaz no checklist de configuração para que o operador tenha de forma prática uma lista que o auxilie a executar todas as etapas.

3.2.2.1 Verificando a Integridade dos sistemas/equipamentos

Buscando maior eficiência, esta etapa deve feita no início do checklist/etapa de configuração.

Posicionamento da embarcação:

Para início das verificações, se a operação prevista ocorrer dentro do raio de 500m de segurança de unidades marítimas, a embarcação deve estar no limite da zona de 500m, sem segmento, em modo Joystick DP (ainda não configurado para operação), ou em controle manual. Para operações fora da zona de exclusão de 500m, o ponto de início deve ser o mais próximo possível das coordenadas de operação. O operador deverá realizar uma avaliação qualitativa das condições de meteoceanográficas, e posicionar a embarcação em condição de deriva favorável da unidade, quando aplicável. Não há obrigatoriedade de executar um teste real de deriva da embarcação para obtenção do sentido e direção da deriva nesse momento. Durante a execução do checklist, atentar para não se afastar do limite da zona de 500m, pois isso aumentará o tempo necessário para aproximação.

> **Nota**: Em unidades com zona de segurança de 1500m as verificações para configuração do sistema de posicionamento dinâmico seguem sendo feitas em 500m de distância da unidade marítima (plataforma, sonda ou embarcação). Dessa forma, as verificações e autorização para entrada na zona de 1500m devem acontecer ainda durante a navegação, conforme abordado no item 3.2.1 – *Checklist de Chegada no Campo. A* aproximação da zona de 1500m para a zona de 500m deve ocorrer preferencialmente sem interrupção da navegação.

Verificação do Sistema de Geração:

O operador de DP deverá verificar a:

a) Configuração do barramento da embarcação, avaliando se os disjuntores dos barramentos principais e secundários foram configurados conforme CAMO/TAM da operação.

b) Configuração e disponibilidade de Geradores/Motores e se estão conforme CAMO/TAM

Caso as verificações não estejam conforme o status verde do CAMO/TAM, a operação só poderá seguir com a aprovação da autoridade DP e do cliente.

Verificação do Sistema de Propulsão:

O operador de DP deverá:

a) Partir e disponibilizar os thrusters que ainda não foram ligados na etapa final do checklist de chegada/aproximação.

b) Verificar se disponibilidade dos thrusters está de acordo com o CAMO/TAM.

c) Em modo Joystick DP, configurado em *Full Thrust* testar o funcionamento dos thrusters, buscando identificar falhas, limitações ou baixo desempenho. Os testes devem ser executados da seguinte forma:

i. Movimentação no sentido lateral (sway) da embarcação: Aplicar 100% de comando no joystick DP para bombordo. Após o atingimento dos 100%, aguardar no mínimo 15 segundos e retornar para 0%. Aplicar 100% de comando para Boreste, aguardar no mínimo 15 segundos e retornar para 0% de Comando. Quebrar o segmento.

ii. Movimentação no sentido longitudinal (surge) da embarcação: Aplicar 100% de comando no joystick DP para vante. Após o atingimento dos 100%, aguardar no mínimo 15 segundos e retornar para 0%. Aplicar 100% de comando para ré, aguardar no mínimo 15 segundos e retornar para 0% de Comando. Quebrar o segmento.

iii. Movimentação no sentido de giro (yaw) da embarcação: Aplicar 100% de comando no joystick DP para giro no sentido horário. Aguardar no mínimo 15 segundos e retornar para 0%. Aplicar 100% de comando para anti-horário, aguardar no mínimo 15 segundos e retornar para 0% de Comando. Quebrar o segmento.

Durante as etapas i, ii e iii, o operador deverá ter a visualização dos gráficos de comando e feedback dos thrusters (pitch, rpm e azimute quando aplicável), sempre avaliando se a curva de feedback acompanha fielmente a curva de comando. A tarefa deve ser realizada pelos dois operadores DP para maior eficiência, e eles devem observar:

- Durante a subida do comando, entre 0 e 100%, verificar se a resposta dos thrusters, através do sinal de feedback está acompanhando o comando dado.

Exemplo de sistema com deficiência, onde o thruster não executou o que foi solicitado pelo DP, indicando uma falha no sistema.

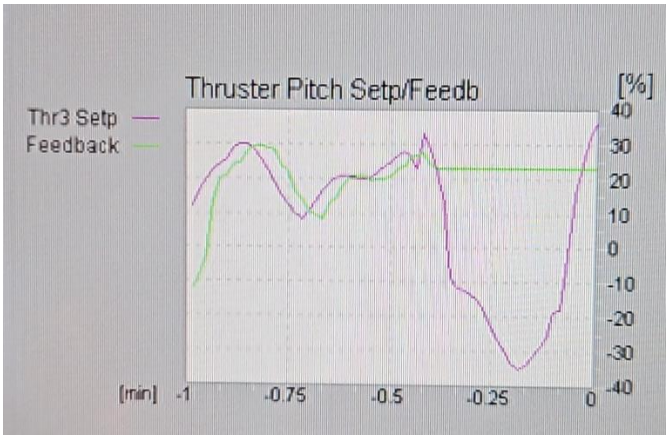


Figura 1: Falha de thruster verificado durante etapa de configuração

- Com comando em 100%, o feedback deverá ser próximo a 100% (95%), indicando não haver limitação não prevista na calibração do sistema DP.

Exemplo de sistema com limitação em 80%, não prevista durante a calibração do sistema DP.



Figura 2: Baixo desempenho de thruster verificado durante etapa de configuração

- Durante os comandos de giro, verificar as respostas de Leme e/ou Azimutal, também através das telas de comando e feedback, identificando padrões semelhantes de falhas e limitações dos itens anteriores.

d) Verificar o funcionamento dos thrusters através do independente joystick: Em toda configuração para operação em DP deverá ser testada a funcionalidade do sistema independente joystick ou *IJS.* Os passos a seguir devem ser executados:

i. Alterar o comando para o IJS
ii. Habilitar os thrusters para o IJS
iii. Se houver, habilitar o modo *full thrust*
iv. Realizar dois movimentos um de surge e um de sway para confirmar o funcionamento dos thrusters.
v. Retornar para o modo DP – Joystick

e) Após os testes funcionais, verificar alarmes e condição do sistema de geração e propulsão.

Caso sejam encontrados falhas/alarmes, baixo desempenho ou configuração diferente do status verde do CAMO/TAM a operação não poderá seguir sem a aprovação da Autoridade DP e do cliente.

Verificação do Sistema de Referência

Para o início da configuração do sistema DP, o operador deverá verificar a qualidade do sinal absoluto dos DGNSS, verificando as informações na interface do sistema de DGNSS:

a) Constelação: A constelação disponível deve ser similar entre os DGNSS. Discrepância entre satélites disponíveis deve ser avaliada sobre sombras desconhecidas, ou defeito no sistema. A operação deve ser configurada com 8 ou mais satélites disponíveis para cada DGNSS. Caso algum DGNSS apresente 5 ou menos satélites disponíveis, a confiabilidade é comprometida, e deverá ser configurado como status azul do CAMO/TAM.

b) Correções: O operador deve conhecer as correções de cada sistema, e verificar se estão disponíveis e configuradas de forma independente.

c) HDOP: Indica a diluição horizontal da constelação. HDOP alto geralmente ocorre quando os satélites estão mal distribuídos no céu. HDOP é considerado Excelente/Bom abaixo de 1. Acima de 2 requer cautela no uso do sistema, e acima de 5 configura um sistema degradado, e não deve ser utilizado para a operação DP.

d) DQI – DGNSS Qualitiy Indicator: O DQI foi criado para indicar de forma simples, a qualidade da solução final do DGNSS e é um importante indicador de degradação do sistema, quando reduzindo valores. Os valores podem variar conforme o fabricante do DGNSS. O checklist pode indicar valores-limite para garantir uma operação segura, geralmente superiores a 5.

Nota: O operador deve estar sempre ciente da possibilidade de cintilações ionosféricas pois podem afetar todos os DGNSS da embarcação simultaneamente. Está verificação deve ser feita na etapa – *Checklist de Chegada no Campos,* durante o planejamento operacional.

3.2.2.2 Configurando o sistema DP

Após a verificações de integridade dos sistemas necessários para a operação em DP, o sistema DP deve ser configurado.

Estabelecendo a posição inicial:

a) Habilitar os sensores de vento e movimento (*gyro* e MRU) se necessário.

b) Habilitar apenas 1 DGNSS para início do cálculo do modelo matemático: O operador deve escolher como primeiro DGNSS sempre o melhor sistema

disponível. Se houver um sistema de referência com solução de posição auxiliada por sistema inercial, este deverá ser escolhido como primeiro DGNSS.

c) Quebrar qualquer segmento remanescente da embarcação em DP Joystick. Podem ser utilizadas funções de controle de graus de liberdade intermediários durante a redução das velocidades da embarcação, como *auto yaw* após a redução da velocidade de giro, *auto sway* após a redução da velocidade transversal e *auto surge* após a redução da velocidade longitudinal.

d) Configurar o DP Joystick em *Full Thrust* – Item deve ser previsto de forma clara no checklist.

Nota: O DP Joystick deve ser sempre configurado em *Full Thrust* antes da operação em Auto Position, para os casos de uso emergencial para controle da embarcação, evitando assim seu uso em modo reduzido nas manobras de emergência, o que pode impossibilitar o controle da embarcação.

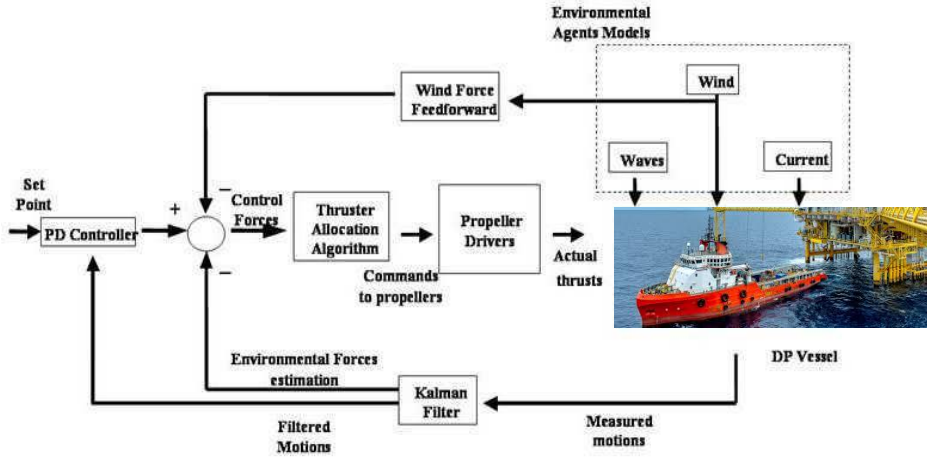
e) Habilitar o modo *Auto Pos* em *High Precision* ou equivalente.

Nesse momento o sistema ainda não está configurado e verificado, apenas estável para o início das verificações necessárias, e já construindo o modelo matemático. A ordem dos itens pode variar, desde que finalize com a embarcação em modo *DP Auto Position – High Precision* e que o *DP Joystick* esteja pré-configurado em modo *Full Thrust*

Configurando o sistema DP:

a) Colocar a embarcação na Proa requerida para a operação. Fazer tal alteração logo no início da fase de configuração permite ao operador avaliar a influência do aproamento nos sensores de vento, nos sensores de referência, a convergência do modelo matemático e na estabilidade do posicionamento da embarcação já na posição de operação.

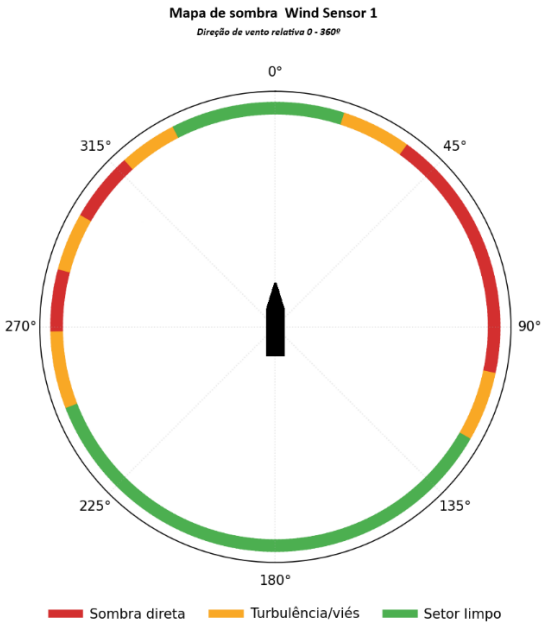
b) Verificando o sensor de vento (wind *sensor)*: A escolha do sensor de vento correto é fundamental para convergência do modelo matemático, pois através de sua medição, é calculada a força gerada pelo vento de forma direta, sem a necessidade de calibração do modelo matemático, conforme modelo simplificado da metodologia de controle abaixo:



Caso, o sensor de vento não entregue para o sistema a condição real[1] de vento que atua na embarcação, esse vento residual[2] será passado para o cálculo da estimativa de forças ambientais através do modelo matemático[3] (*DP current*, ou *Residual Forces*) o que poderá comprometer a convergência do modelo matemático e estabilidade da embarcação.

Dessa forma o operador deve comparar o valor de intensidade e direção de todos os sensores de vento presentes na embarcação, identificando os sensores em área de sombra para aquele aproamento, ou divergências significativas de leitura não associada a presença de sombra que possa indicar uma falha do sensor. O DPO deve escolher o sensor que melhor represente as condições meteoceanográficas (usualmente o sensor que apresenta o maior valor de intensidade e estabilidade da direção). Embarcações com 3 ou mais sensores possibilitam a escolha através de uma votação, excluindo o sensor de valor destoante.

A tripulação pode produzir um mapa de sombras para cada sensor, para auxiliar o operador a ter de forma visual as direções de vento incidentes na embarcação que podem gerar uma zona de sombra no sensor, conforme exemplo abaixo:



Nota: Durante a operação DP, se necessária a alteração do aproamento da embarcação, a etapa de verificação dos sensores de vento deve ser refeita, garantindo que no novo aproamento, o sensor escolhido não esteja em zona de sombra. O Mapa de sombra pode auxiliar o operador no planejamento do giro, evitando a utilização de um sensor que possar entrar em zona de sombra direta ou turbulência durante a manobra.

c) Verificando o calado da embarcação*:* O calado irá definir a força exercida pelo vento na área velica da embarcação. Se o valor do calado configurado no sistema DP estiver diferente do calado real, os valores de área vélica e área submersa do

modelo serão diferentes dos valores reais. Essa diferença será compensada no cálculo da força residual, e deixará o modelo menos preciso. Em embarcações que possuem perfil operacional de elevada variação de calado, é fundamental que o sistema DP possua função de configuração de valor de calado variável, permitindo ao operador inserir o valor adequado nesta etapa do checklist. Embarcações com sistema DP onde não há opção de troca do valor de calado (calado fixo pré configurado), deve ser verificado se o calado configurado está condizente com os calados médios operacionais. Se a operação da embarcação tiver variação de calado significativa, é indicado a atualização para sistemas com função de alteração do valor de calado, para melhor estabilidade do modelo matemático.

d) Verificando os sensores Gyro e MRU: Similar a verificação do sensor de vento, o operador deve fazer uma avaliação dos valores medidos pelas gyros e MRUs, comparando a medição entre elas. Porém, diferente do sensor de vento, onde uma variação pode ser uma condição natural devido a sombra no sensor, qualquer discrepância de valores medidos entre as Gyros ou MRUS, indica uma falha no sensor que deve ser verificada. Caso haja variação entre os valores medidos, configura-se o estado azul do CAMO/TAM.

e) Definição inicial de ganho: O ganho define a forma como o sistema irá modular a reposta dos thrusters em função do desvio da posição da embarcação A escolha do ganho é fundamental para convergência do modelo matemático, pois uma resposta excessiva, poderá gerar overshoots excessivos, dificuldade de convergência do modelo e instabilidade da embarcação na posição. Já uma resposta abaixo do nível de excitação da embarcação pode impedir a estabilização da posição. É indicada a utilização inicial de ganho médio (ou configuração equivalente de ganho médio), pois irá representar a maioria das condições operacionais. O ganho não está diretamente ligado a condições de intensidade elevada de vento, corrente alta ou onda, e sim relacionado à variabilidade da excitação, como período de onda ou variação da intensidade e direção do vento. Não existe uma condição padrão para alteração de ganho baixo para médio e médio para alto, pois isso depende da interação de cada embarcação e suas características únicas com a condição de vento, onda e corrente. De maneira geral, períodos de onda baixos (TP abaixo de 7 segundos) ou vento com perfil de elevada variação de intensidade e direção, podem requerer ganhos mais altos para que as respostas acompanhem a variação de excitação de onda e vento. Durante o checklist é possível testar o ganho, de forma a buscar aquele que melhor reflita em estabilidade do posicionamento. Outra forma importante de verificação da estabilidade e escolha adequada do ganho é através da verificação da forma como os thrusters estão operando. Por exemplo, um tunnel thruster indo de bombordo a boreste em poucos segundos, pode indicar uma necessidade de ajuste do ganho.

f) Configuração do modo de alocação dos thrusters: O modo de alocação de thruster deve ser definido na fase de configuração. O modo variável é o mais indicado na grande maioria das operações. Condições ambientais amenas podem requer que o sistema opere em *Bias,* evitando que propulsores do tipo azimutais girem frequentemente de forma desnecessária. O valores para o modo Bias devem ser

previamente aprovado no CAMO/TAM da embarcação. Demais modos, como modo de alocação fixa ou *forbidden sector mode* são incomuns, e requerem atenção específica, pois podem limitar a capacidade de manutenção da embarcação. Sugere-se que se a embarcação não puder operar em modo variável ou *bias*, que seja configurado o status Azul do CAMO/TAM.

g) Configuração dos limites de alerta/alarme para desvios de posição e aproamento: Definido no CAMO/TAM de cada operação, devem ser configurados/verificados no checklist. Para operações dentro da zona de 500m, esses valores de alerta/alarme devem ser 3m/5m e 3º/5º conforme apresentado na etapa – *Checklist de Chegada e Aproximação*. Para demais operações, esses valores podem variar conforme análise de risco da tarefa e definidos no CAMO/TAM

h) Verificando a convergência do modelo matemático: O tempo necessário para convergência do modelo matemático depende de diversos fatores, como as condições ambientais, versão do sistema DP, calibração do sistema etc. Sistemas mais antigos indicarão que em condições normais, são necessários 20 minutos para convergência, enquanto sistemas mais novos, a convergência pode ser atingida em menos de 3 minutos em condições favoráveis. A otimização desse tempo depende de etapas anteriores bem-sucedidas, como a escolha do DGNSS e sua qualidade, escolha do sensor de vento de referência, MRU calibrada, ganho adequado etc. Considerando a variabilidade inerente ao cálculo do modelo matemático, recomenda-se realizar a verificação prática da convergência do modelo, em vez de apenas aguardar um tempo pré-determinado, já que esse tempo pode ser insuficiente ou excessivo, dependendo das condições de contorno. Para verificação da convergência devemos observar:

   i. A estabilização da corrente/força residual DP: Uma vez que a função do modelo matemático é calcular as forças de onda e corrente atuantes sobre a embarcação, verificar a estabilidade de direção e intensidade da corrente/força residual do DP é um dos principais pontos para verificação da estabilidade do modelo matemático.

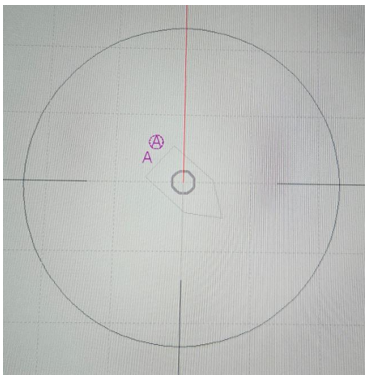
      Nota: Idealmente, a corrente/força residual deveria conter apenas a parcela de onda e correnteza. Dessa forma, por serem condições meteoceanográficas estáveis, não se espera a sua variação de direção num curto espaço de tempo. Durante manobras de alteração de aproamento, após a estabilização do modelo, se houver variação significativa (maior que 10º) da direção da corrente/força residual do DP, pode ser um indício de um sistema descalibrado (thrusters, sensores de referência, calado) que necessita ser investigado.

Estabilização da embarcação na posição: O modelo matemático irá convergir quando os desvios de posição e aproamento estiverem variando abaixo dos limites de 3m e 3°, e sem *overshoots* acima desse valor não motivados por uma excitação inesperada de onda ou vento. A escolha adequada do ganho irá favorecer na estabilização dos *overshoots*.

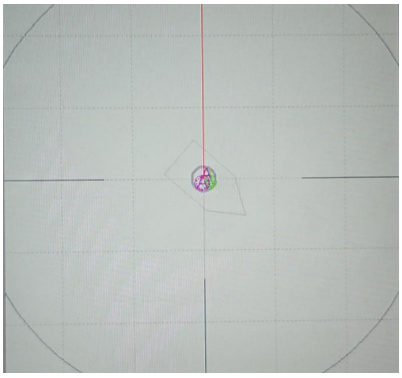


Posição estável

ii. Verificação da posição do modelo matemático da embarcação em relação a posição real medida pelo DGNSS – Tela dos sistemas de referência: O modelo matemático também calcula a posição provável do navio baseado nas informações dos thrusters, no modelo dinâmico da embarcação, e nos valores informados pelos sistemas de referência. Partindo do princípio de que o sinal do DGNSS foi previamente validado, verificar na tela do sistema de referência a diferença entre posição real da embarcação (marcação de leitura do DGNSS) da posição calculada do modelo matemático (centro da embarcação na tela de sistemas de referência) pode indicar a convergência do modelo.



Modelo em construção



Modelo convergido

Os três pontos acima devem ser atingidos em conjunto para validação da convergência e estabilidade do modelo.

i) Habilitando os demais DGNSSs: Com o modelo convergido, ou seja, a posição calculada do navio pelo sistema DP é a mesma da posição real medida pelo DGNSS, habilita-se os demais sensores DGNSS. Dessa forma, o desvio do DGNSS de referência em relação ao modelo será o menor possível, reduzindo o erro relativo dos demais DGNSS.

j) Demais sistemas de referência: Durante a fase de configuração, nem sempre estarão disponíveis para habilitação no sistema DP um segundo sistema de natureza distinta ao DGNSS para configuração de uma operação DP-2, conforme MSC Circular 645 ou MSC Circular 1580. Dessa forma cabe ao operador verificar a disponibilidade dos demais sistemas de referências que serão utilizados na operação após a disponibilização de alvos e transponders. O checklist pode incluir

uma opção para verificação de disponibilidade e opção de para confirmação do uso.

k) Obtenção da deriva da embarcação: Uma vez que o modelo já está construído, é possível obter a previsão de deriva através da função *Motion Prediction* do sistema DP. O valor da direção e sentido da deriva, e a distância percorrida nos tempos simulados nesta etapa deverão ser usados para refinamento das rotas de aproximação e de fuga. É obrigatório que as embarcações engajadas em operações de construção submarina com a Petrobras possuam essa ferramenta instalada no sistema DP. Em caso de operações em *TAM* em barramento fechado, com previsão de recuperação automática, a deriva esperada dado o tempo médio de recuperação do *blackout* deverá ser avaliada na análise de risco da tarefa de cada operação.

l) Verificação do *Capability Plot*: Após a convergência do modelo matemático, o sistema DP é capaz de calcular um diagrama de capacidade de posicionamento através de uma ferramenta específica. É obrigatório que as embarcações engajadas em operações de construção submarina com a Petrobras possuam essa ferramenta instalada no sistema DP. Com o diagrama, o operador deve verificar se na janela esperada para operação, a previsão das condições de vento pode atingir os limites de segurança informado pelo diagrama para o WCF. Essa verificação auxilia os operadores no planejamento de encerramento antecipado da tarefa diminuindo a exposição da embarcação.

m) Simulação do WCF: Etapa fundamental do checklist de DP, que ratifica a condição de operação DP-2 para os sistemas de geração e propulsão, e possibilita a verificação prática do comportamento da embarcação no caso de uma ocorrência do pior caso de falha singular. Sempre na proa de operação, com o sistema estabilizado, simular a perda dos thrusters referente ao pior caso de falha singular e verificar a resposta da embarcação. Caso a embarcação não consiga manter a posição e aproamento durante o teste, configura-se condição não operacional. Durante a simulação, é importante que a embarcação permaneça ao menos 5 minutos na condição degradada. Durante esse tempo o operador deve verificar as respostas dos thrusters, o surgimento de alarmes não esperados e o comportamento geral da embarcação. Restaurar os thrusters após a simulação.

Após a execução satisfatória das etapas acima, a embarcação está apta para início das operações nos casos de operações fora da zona de exclusão de 500m ou início da fase de aproximação com a unidade conforme abordado no item 5 – *Checklist de Chegada e Aproximação*

Informações adicionais:

- Escolha do modo de operação: Em geral, o modo de operação será o modo no qual a embarcação busca a precisão para suas operações, usualmente conhecido como modo *High Precision.* Este é também o modo obrigatório para operações dentro da zona de 500m exceto durante etapas permitidas de entrada e saída da zona em DP Joystick. Demais modos podem ser utilizados de acordo com a necessidade de

cada operação, em especial as operações que requerem que a embarcação mantenha um posicionamento relativo, conhecido como modo *follow target.* A utilização do modo *follow target* é deve ser especificamente no manual de operações DP da embarcação. Operações, onde o passeio na superfície da embarcação não represente um risco operacional, poderão utilizar de modos como *DP Green*, *Relax* ou *Weather Vane,* onde o sistema DP prioriza condições favoráveis para redução de carga nos thrusters em detrimento do set point de posição ou aproamento. A utilização do modo deve ser prevista no CAMO/TAM de cada operação, e sempre deve-se iniciar em modo *high precision* até a convergência do modelo matemático. A alteração do modo de operação poderá ser executada conforme necessidades operacionais específicas, como disponibilidade dos sistemas de referência, necessidade de seguir um ROV (*follow sub*), ou seguir uma rota específica (*follow track).*

- Utilizando o DP Joystick após calibração do modelo matemático: A passagem para o modo DP Joystick pode ser feita sem a perda total do cálculo do modelo matemático. Para tal, é necessário respeitar um limite de velocidade de movimentação da embarcação que permita ao sistema manter o cálculo do modelo sem a perda da convergência. Na prática, as movimentações devem ser lentas, limitadas a 1 nó, exceto em emergências (onde a manutenção do modelo matemático não se faz necessária). É possível verificar a manutenção dessa convergência através da estabilidade da corrente/força resultante e pela tela do sistema de referência, observando as posições reais do navio informadas pelo DGNSS em relação a posição calculada da embarcação. Caso haja mudança de aproamento em joystick DP, todas as verificações pertinentes para mudanças de aproamento devem ser verificadas, e após o reestabelecimento da operação em modo DP Auto Position, o operador deverá observar a estabilidade da embarcação.

3.2.3 Checklist de Aproximação em zona de 500m de segurança

Os itens a seguir devem ser verificados sempre que a operação ocorrer dentro da zona de 500m, buscando validar as etapas da aproximação.

Entrando na zona de segurança de 500m:

Após término das verificações anteriores, o operador deve:

a) Obter a autorização para entrada na zona de 500m com a Unidade.

b) Obter as informações sobre posição dos alvos dos sistemas de posicionamento relativo já disponíveis na unidade.

c) Planejar a rota de aproximação: Definir a rota e aproamento durante a aproximação até o ponto de operação. Caso o aproamento de aproximação seja diferente do aproamento operacional, o operador deverá alterar a proa, em DP, observando as velocidades de giro, mantendo a convergência do modelo matemático. Para tal é indicado que a velocidade de giro não seja superior a 10°/min e que o giro seja feito

em etapas de 10° em 10°. Após o giro efetuado, deverá avaliar a estabilidade da embarcação no novo aproamento.

Nota: Em operações com unidades tipo Turret, a velocidade de giro 10º/min pode ser insuficiente para acompanhar o giro da unidade. Nesse caso, valor de 10°/min deve ser mantido até a distância do raio de giro da unidade. Nesse ponto, a embarcação deve entrar na proa de operação, respeitando os steps de giro, avaliar sua estabilidade, e então, adotar nova velocidade de giro superior, necessária para acompanhamento do giro da unidade.

Entre 500m e 150m:

Entre 500m e 150m a aproximação pode ser realizada em joystick DP mantendo preferencialmente a proa definida para aproximação de forma automática (*auto yaw*). Deverão ser observados:

a) Velocidade máxima de 1nó.
b) Manutenção e estabilidade do modelo matemático: Observar variações bruscas de direção ou intensidade da corrente do DP (ou força residual DP) ou *Deslocamento Fantasma de DGNSS (DFD).*

Deslocamento Fantasma de DGNSS (DFD):

Fenômeno em que o sinal DGNSS aparece deslocado em relação à posição calculada pelo sistema DP, devido à perda de convergência ou estabilidade do modelo de matemático. O DFD pode induzir o operador a interpretar erroneamente uma falha no DGNSS, quando na verdade o erro está no cálculo da posição do navio. A identificação correta do DFD é essencial para evitar diagnósticos equivocados e garantir a segurança da operação. O DFD possui a mesma visualização de um sistema no início da convergência do modelo matemático.



Deslocamento Fantasma de DGNSS – DFD

c) Durante o deslocamento, o operador poderá iniciar o *trackeamento* dos alvos de posicionamento relativo de superfície de acordo com a disponibilidade deles na unidade.

Entre 150m e 50m:

Ao chegar ao limite de 150m de distância da unidade o operador deverá alterar o modo de operação para Auto Pos – High Precision ou equivalente e dar início a configuração dos sistemas de posicionamento relativo no sistema DP.

a) Avaliar a estabilidade do posicionamento e convergência do modelo matemático após a alteração do modo DP joystick para DP Auto Pos.
b) Habilitar os sistemas de referência de posição relativos disponíveis no sistema DP conforme planejamento inicial realizado durante o item 3.*2.1 Checklist de Chegada no Campo*

Nota: Na ausência de alvos refletores, a embarcação deverá prosseguir com a aproximação com objetivo de passar os alvos refletores necessários. Após a passagem, devera aquisitar os alvos em posição e momento em que eles estiverem disponíveis nos respectivos sistemas, e continuar para o ponto de operação paras a verificações finais.

c) Avançar até o limite de 50m em velocidade máxima 0,5 nó
d) Deslocamento em incremento máximo de 50m.
e) Velocidade de giro em DP Auto Pos 10°/min – Para manutenção da estabilidade do modelo.

Nota: Caso a operação seja com unidade do tipo Turret a velocidade de giro dever ser suficiente para que o acompanhamento do giro da unidade. O operador deve estar atento a estabilidade do modelo matemático e pronto paraa abortar a aproximação em joystick, ou manual, caso a velocidade de giro escolhida não permita a estabilização da embarcação em DP.

Caso o ponto de operação seja dentro da zona entre 150m e 50m, apenas as etapas de verificações na posição final devem ser executadas nos itens a seguir:

Entre 50m e o ponto de operação:

Na etapa final da aproximação, o operador deve:

a) Reduzir a velocidade para 0,3nó até o ponto de operação.
b) Deslocamento em incrementos máximos de 10m.
c) Posicionar um observador, em posição de ampla visão da embarcação e da unidade, para auxiliar a aproximação final.

No ponto de operação:

d) Observar a estabilidade do posicionamento da embarcação ao término das movimentações
e) Colocar a embarcação no aproamento operacional, observando a velocidade de giro máxima de 10°/min, e giros de 10° em 10°. Durante cada giro de 10° o operador deverá avaliar a estabilidade ao término do giro, bem como a carga nos thrusters necessárias para manutenção da posição no novo aproamento. Somente deverá seguir para o próximo giro se a estabilidade e as cargas estiverem dentro das condições de segurança previstas no ASOG da operação.

f) Avaliar os sensores de vento para o novo aproamento, verificando se o sensor em uso se encontra em zona de sombra. Caso seja identificado a necessidade de alteração do sensor de vento, o operador deve estar ciente que a embarcação pode passar por uma instabilidade momentânea até nova convergência, e estar preparado para uma manobra de afastamento caso a alteração leve a uma instabilidade que coloque a embarcação em risco de abalroamento.
g) Avaliar se o ganho escolhido anteriormente está adequado para a posição de operação. A proximidade com a unidade pode trazer efeitos na embarcação que não foram observados nas avaliações iniciais fora da zona de 500m. O operador deve estar atento a estabilidade do posicionamento, e caso identifique a necessidade de alteração do ganho, assim como no item anterior, deve estar preparado para uma manobra de afastamento, pois a embarcação pode enfrentar uma instabilidade na alteração do ganho.
h) Avaliar o desempenho dos sensores de posição: A proximidade com uma unidade pode afetar o desempenho dos sensores de posição. Na posição de operação, o operador deverá avaliar novamente a qualidade dos sinais dos sensores de posicionamento.
i) Escolha do modo de operação: Cada tipo de unidade pode requerer um modo de operação diferente, a saber:
    i. Fixo, através do modo AutoPos HighPrecision ou equivalente.
    ii. Follow position ou follow position + follow heading, através do modo follow target ou equivalente. Se modo follow heading, a velocidade de giro deve ser ajustada após a a estabilização do modelo DP, e suficiente para acompanhar o giro da unidade, podendo ser superior a 10°/min se necessário.

    Se necessário, alteração do modo deve ser feita conforme definição do CAMO/TAM e com atenção a movimentações não esperadas em direção a unidade.

j) Aguardar pelo menos 5 minutos no ponto de operação observando a estabilidade da embarcação.

Após as etapas acima executadas com sucesso, o operador deverá comunicar que a embarcação se encontra no ponto de operação e apta para o início das operações.

3.3 Checklists do Centro de Controle de Máquinas (Máquina)

Este capítulo apresenta as diretrizes para elaboração e execução do checklist do Centro de Controle de Máquinas, com foco na configuração e verificação dos sistemas de geração, propulsão, distribuição elétrica e sistemas auxiliares, conforme os requisitos de redundância estabelecidos no CAMO/TAM da embarcação para as operações previstas.

3.3.1 Diretrizes Gerais

O checklist deve ser executado antes de toda operação em Posicionamento Dinâmico (DP), conforme solicitação do passadiço. Sua execução é responsabilidade do Oficial de Máquinas responsável pelo quarto de serviço. O checklist deve ser finalizado

antes da conclusão do item checklist de configuração do passadiço, sendo obrigatória a comunicação do status final à equipe de navegação.

Em caso de status azul do CAMO/TAM, a equipe de máquinas deve informar imediatamente ao passadiço para que sejam iniciadas as ações de comunicação e autorização junto ao cliente. Deve ser claro no checklist o Status do CAMO em que a embarcação foi configurada.

3.3.2 Planejamento Operacional

Durante a fase de preparação para operação em DP, a equipe de máquinas deve realizar uma avaliação detalhada das manutenções previstas que possam impactar os sistemas críticos envolvidos na operação. Essa avaliação deve considerar:

a) Identificação prévia de qualquer manutenção programada que envolva sistemas de geração, propulsão, distribuição elétrica, UPS, QCVs ou sistemas auxiliares dentre outros sistemas que compõe o sistema DP
b) Verificação se a manutenção prevista interfere na configuração CAMO/TAM da embarcação ou na sua capacidade de manter o status verde.
c) Caso a manutenção prevista implique em alteração de configuração que leve o CAMO/TAM para o status azul, deve ser realizada uma gestão de mudanças formal, com registro, plano de execução e plano de contingência aprovado pelo cliente.
d) A comunicação prévia ao passadiço é obrigatória, para que a equipe de navegação possa avaliar os impactos na operação DP e, se necessário, realizar comunicação ao cliente.
e) A equipe de máquinas deve participar das reuniões pré-tarefa/SIMOPS, apresentando as manutenções previstas e discutindo os impactos operacionais e as medidas mitigadoras.
f) Planejar rotinas operacionais não críticas — Atividades como troca de filtros, manobras de tanques, purificação de diesel, limpezas, inspeções visuais e outras rotinas de cunho operacional devem ser programadas de forma a minimizar impactos durante as operações em DP, evitando sua execução em momentos críticos, como:

- Fase de aproximação com unidades marítimas;
- Operações de overboarding de equipamentos;
- Conexões com equipamentos energizados (“vivos”);
- Outras situações críticas identificadas durante a reunião pré-tarefa.

Essas atividades, por sua natureza rotineira e de baixo impacto, não requerem gestão de mudanças formal, desde que estejam devidamente planejadas e comunicadas. No entanto, sua execução deve ser condicionada à avaliação de risco operacional, e qualquer alteração significativa que impacte a configuração CAMO/TAM deverá ser tratada conforme os protocolos de gestão de mudanças.

3.3.3 Configurando a embarcação para operação em DP

A configuração da embarcação em DP consiste na verificação de integridade dos equipamentos através dos parâmetros operacionais e da configuração dos sistemas conforme CAMO/TAM da embarcação. Os itens a seguir devem constar de forma específica e devem representar os sistemas da embarcação e seus arranjos.

a) Verificação e Configuração de Sistemas de Geração e Propulsão:

i. Verificar disponibilidade e desempenho dos Diesel-Geradores, Motores Principais, Geradores de Eixo e Gerador de Emergência e Thrusters
ii. Confirmar que os equipamentos estão configurados como online ou standby conforme CAMO/TAM.
iii. Avaliar parâmetros operacionais (temperatura, pressão, carga, etc.) e presença de alarmes ou falhas através do supervisório de máquinas. Deverá ser considerado Status verde apenas se os sistemas estiverem dentro dos parâmetros operacionais.
iv. Configurar o arranjo de barramentos (alta, média e baixa tensão) e segregação de grupos redundantes conforme CAMO/TAM

b) Verificação dos sistemas auxiliares:

i. Configurar os sistemas de arrefecimento e de combustível conforme os arranjos definidos no CAMO/TAM. Avaliar bombas *on line e stand by*, e arranjo de válvulas para manutenção de redundância.
ii. Confirmar a climatização adequada das salas de máquinas, thrusters e *switchboards*.
iii. Verificar o estado das UPS e dos sistemas de 24v da embarcação: se operando normalmente, em alerta ou em bypass.
iv. Verificação das QCVs (Quick Close Valves):
    - Verificar a posição das válvulas de fechamento rápido nos sistemas de combustível e outros sistemas críticos.
    - Confirmar que todas as QCVs estão abertas e operacionais para a operação em DP.

c) Verificação de sensores em by-pass/silenciados:

i. Verificar se todos os sensores em by-pass relacionados ao sistema DP possuem um registro permanente e acessível vinculados a uma gestão de mudanças formal, contendo o plano de correção ou reparo do item afetado. Para ganho de desempenho sugere-se que uma lista de sensores by passados em conformidade esteja facilmente visível ao operador.
ii. Novos by-pass efetuados deverão ser registrados na passagem de serviço e realizadas a devida gestão de mudança com registro, impacto, ações de mitigação e plano de reparo. Essa gestão não precisa de aprovação do cliente.
iii. A ausência de gestão de mudanças para o by pass implica na alteração do status do CAMO/TAM para azul, com necessidade de aprovação do cliente.

d) Acompanhamento de Testes Funcionais: Durante os testes de thrusters realizados pelo passadiço, acompanhar em tempo real os parâmetros de desempenho dos motores e propulsores.

3.3.4 Finalizando o checklist de máquinas

O checklist de máquinas inicia-se ainda durante a navegação, a partir da solicitação do passadiço, e finaliza após os testes funcionais dos thrusters, já na posição dos testes do checklist de configuração em DP.

O Passadiço deve obter a confirmação com a equipe de máquinas da finalização do checklist de máquinas para prosseguir com o checklist de configuração DP. Nesse momento o Oficial de Máquina responsável pelo quarto de serviço deve reportar a finalização da configuração e o status do CAMO. O Oficial de Máquinas deve se manter atento às comunicações, tendo proatividade caso identifique falha de comunicação entre o passadiço e o centro de controle de máquinas.

3.3.5 Classificação por item (CR / DV / AC) + Porquê + Evidência

Os itens marcados com deverão possuir a evidência externa anexada ao checklist DP

3.1 Checklist de Chegada no Campo

- **Guarnecimento de 2 DPOs — CR** — Criticidade humana/carga cognitiva na aproximação. — Evidência: nomes.
- **Comunicação com Máquinas iniciada — CR** — Sincroniza início do checklist de máquinas; reduz latência de intervenção. — Evidência: chamada/rádio.
- **Comunicação com Operações/ROV/Mergulho — CR** — Coordenação, SIMOPS e janela de risco. — Evidência: briefing.
- **Planejamento operacional revisto (escopo/coords/tempo) — AC** — Julgamento técnico, mas com campos obrigatórios. — Evidência: campos preenchidos.
- **SIMOPS: plano aprovado e contato primário definido — CR** — Interdependência crítica. — Evidência: ID do documento de SIMOPS.
- **Meteoceanografia e alerta ionosférico checados — AC** — Critérios (ex.: vento > X, swell TP < Y). — Evidência: fonte/horário da previsão.
- **Protocolos específicos 500 m / 1500 m obtidos — CR** — Pré requisito legal/operacional. — Evidência: autorização/registro da unidade.
- **Verificações preliminares CAMO/TAM iniciadas** — **CR** — Integra passadiço↔ máquinas. — Evidência: confirmação por Máquinas.

- **Histórico de testes CAMO/TAM dentro do prazo — DV** — Checagem objetiva de validade. — Evidência: lista com datas.

- **Thrusters a partir conforme janela segura — DV** — Ação executada + verificação de feedback. — Evidência: indicativo de partida/alarme ausente.

- **Planejamento de referências (DGNSS/relativas) feito — AC** — Depende da unidade/condição. — Evidência: seleção planejada no registro.

- **Piloto automático desabilitado e CPA ≥ 500 m — CR** — Geometria de risco. — Evidência: leitura de CPA no radar.

3.2 Checklist de Configuração DP — Integridade de sistemas

- **Posicionamento inicial adequado (deriva favorável) — AC** — Julgamento com critérios simples (rumo/deriva). — Evidência: anotação de rumo/deriva.

- **Barramento conforme CAMO/TAM (segregado) — CR** — Estado binário crítico de redundância. — Evidência: diagrama no supervisório e leitura de disjuntores.

- **Geradores/Motores on line/standby conforme CAMO — CR** — Capacidade/contingência. — Evidência: tela de carga e disponibilidade.

- **Thrusters disponíveis e testados por eixo (surge/sway/yaw) — DV** — Ação→ verificação com feedback ≈ comando (±5%). — Evidência: trend de pitch/RPM/azimute.

- **Teste do IJS (independent joystick) — DV** — Fallback operacional. — Evidência: registro de dois movimentos.

- **Alarmes inexistentes ou tratados via MoC — DV** — Estado objetivo. — Evidência: lista de alarmes / nº do MoC.

3.3 Configuração do sistema DP — Modelo e sensores

- **Ativar 1º DGNSS (melhor disponível) — DV** — Controle do início do modelo. — Evidência: seleção no DP + qualidade.

- **DP Joystick em Full Thrust — CR** — Requisito de emergência; binário. — Evidência: status na OS.

- **Auto Position em High Precision — CR** — Modo crítico; binário. — Evidência: modo exibido.

- **Sensor de vento selecionado (fora de sombra) — AC** — Julgamento com critério: maior intensidade estável; mapa de sombra. — Evidência: leitura e/ou mapa.

- **Calado configurado condizente — DV** — Parâmetro digitado→estado. — Evidência: valor no DP vs draft.

- **Gyros/MRUs consistentes — AC** — Critério: discrepância ≤ limite (p.ex. ≤0,2°/≤ 0,01 g). — Evidência: leitura simultânea.

- **Ganho inicial definido (médio por padrão) — AC** — Julgamento com observáveis (overshoot/atividade de túnel). — Evidência: modo/ganho selecionado.

- **Alocação de thrusters (Variável/Bias autorizado) — DV** — Modo definido e permitido em CAMO. — Evidência: modo na OS + CAMO.

- **Limites de alerta/alarme posição/proa carregados — DV** — Parâmetros → estado. — Evidência: valores 3/5 m; 3°/5° (ou CAMO).

- **Convergência do modelo (3 critérios atingidos) — AC** — (i) Residual estável; (ii) Posição estável (≤3 m/3° sem overshoot); (iii) Modelo≈DGNSS na tela de referência. — Evidência: telas OS.

- **Habilitar DGNSS adicionais — DV** — Sequência pós convergência. — Evidência: seleção e qualidade.
- **Planejamento dos relativos (laser/micro-ondas/acústico) — AC** — Disponibilidade/condição. — Evidência: check de disponibilidade e alvos.

- **Motion Prediction executado — AC** — Julgamento baseado no resultado (deriva vs plano de fuga). — Evidência: print/valores

.

- **Capability Plot verificado vs janela — AC** — Comparação com previsão; critério de encerramento antecipado. — Evidência: print gráfico *.

- **Simulação do WCF (5 min, comportamento aceitável) — CR + DV** — Ritual crítico + verificação objetiva de resposta. — Evidência: print tela OS com POS POT + Thurster*

3.4 Aproximação – Zona de 500 m

- **Autorização formal para entrar nos 500 m — CR** — Gate legal/operacional. — Evidência: registro/áudio.

- **Alvos relativos confirmados e trackeados — DV** — Estado de sistemas. — Evidência: tela com tracking.

- **Rota de aproximação definida (rumo/vel/giro) — AC** — Julgamento com critérios: ≤1,0 kn; giro ≤10°/min. — Evidência: plano/telas.

- **Trecho 500–150 m ≤ 1,0 kn; auto yaw ativo — DV** — Parâmetro de condução. — Evidência: plano/telas.

- **Monitorar DFD (deslocamento fantasma) — AC** — Diagnóstico por consistência modelo×DGNSS. — Evidência: Tela de sistemas de referência.

- **Em 150 m: AutoPos High Precision confirmado — CR** — Gate técnico antes de fechar distância. — Evidência: modo no IHM.

- **Habilitar referências relativas — DV** — Estado técnico. — Evidência: tela de weights/quality dos sistemas de referência.

- **Avanços por incrementos (≤50 m / ≤0,5 kn) — DV** — Controle de risco geométrico. — Evidência: velocidades em tela.

- **Giro em aproximação (≤10°/min, em degraus de 10°) — DV** — Preserva modelo. — Evidência: velocidades em tela.

- **De 50 m ao ponto: ≤0,3 kn / incrementos ≤10 m — DV** — Envelope final. — Evidência: velocidades em tela.

- **Observador de costado posicionado — CR** — Barreira humana essencial. — Evidência: nome/posição.

- **No ponto: estabilidade por 5 min — DV** — Gate de início de operação. — Evidência: trend posição/posplot com tracking*.
- **Proa operacional por degraus e reavaliação de vento — DV + AC** — Técnica de giro + rechecagem de sensor vento. — Evidência: leituras e mapa de sombra.

- **Ganho reavaliado (ajuste se necessário) — AC** — Julgamento observável. — Evidência: ajuste registrado.

- **Modo de operação final (fixo/follow target) conforme CAMO — AC** — Coerência com tarefa. — Evidência: modo + referência ao CAMO.

- **Comunicar "apto para iniciar operações" — CR** — Gate formal. — Evidência: registro de comunicação.

3.5 Checklist de Máquinas

- **Disponibilidade de geração/propulsão conforme CAMO — CR** — Estado binário crítico. — Evidência: supervisório/print.

- **Arranjo de barramentos e segregação ok — CR** — Redundância. — Evidência: diagrama/estados de disjuntores.

- **Arrefecimento/combustível (bombas online/standby; válvulas) — DV** — Estado físico verificável. — Evidência: IHM/ronda.

- **Climatização salas (temperatura dentro do limite) — DV** — Previne falhas térmicas. — Evidência: leitura local/IHM.

- **UPS/24V (normal, não em bypass) — DV** — Last line of defense. — Evidência: status/alarme zero.

- **QCVs abertas e operacionais — DV** — Estado físico de segurança. — Evidência: indicador local verificado.

- **Sensores em bypass registrados com MoC — DV** — Conformidade formal. — Evidência: lista + nº MoC.

- **Acompanhamento de testes de thrusters — DV** — Corrobora feedback mecânico. — Evidência: trend de carga e parâmetros operacionais.

- **Status CAMO (Verde/Azul) comunicado ao passadiço — CR** — Gate operacional. — Evidência: comunicação.

- **Manutenções planejadas e comunicadas — AC** — Avaliação de impacto. — Evidência: plano/agenda.

3.4 Tempos para Execução dos Checklists

- **Checklist de chegada no Campo**: O checklist de chegada no campo deve ser feito em paralelo com a navegação. Dessa forma, não há tempo dedicado para execução desta etapa
- **Checklist de configuração DP:** 30 minutos
- **Checklist de Aproximação em zona de 500m de segurança:** 45 minutos

Nota 1: Se houver necessidade de passagem de alvos refletores, o tempo a ser considerado para o checklist de aproximação deve corresponder ao período até o ponto de transposição dos refletores. A partir do ponto de transposição até o ponto de operação, o tempo não será medido.

Nota 2: Caso não seja possível obter autorização para entrada em áreas específicas de 1500m durante a navegação, e a embarcação precise parar em 1500m, não serão iniciados os tempos do checklist de configuração DP nem os tempos do checklist de aproximação na zona de 500m de segurança. O período entre a retomada da navegação de 1500m para 500m será considerado como ineficiência na navegação se o atraso for de responsabilidade da embarcação, ou como espera Petrobras se for de responsabilidade da Unidade.

3.6 Anexos

Os Anexos deste padrão são modelos orientativos. Cada embarcação deve produzir seu próprio checklist e possui liberdade para utilizar os modelos anexos como exemplo, partir de um modelo da empresa ou construir um totalmente novo

4. REGISTROS

Todos os checklists executados, sejam eles de configuração, aproximação, máquinas ou verificação periódica, devem ser armazenados por um período mínimo de 90 dias após a data de execução. Este prazo garante que os registros estejam disponíveis para auditorias internas, análises de desempenho, investigações de incidentes e revisões técnicas.

A responsabilidade pela guarda dos documentos é da equipe de bordo, conforme definido nos procedimentos internos da embarcação. Embarcações que operam sob contrato com a Petrobras devem garantir que os registros estejam acessíveis para consulta pela Autoridade DP e pela fiscalização técnica, quando solicitado.

4.1 Incentivo à Digitalização e Ferramentas de Apoio

Embora o uso de registros físicos seja permitido, recomenda-se fortemente a adoção de ferramentas digitais para a execução e armazenamento dos checklists. A digitalização dos processos traz benefícios significativos:

- Agilidade na execução: Interfaces digitais permitem preenchimento mais rápido, com validações automáticas e redução de erros.
- Segurança da informação: Sistemas digitais garantem integridade dos dados, com controle de versões e rastreabilidade de alterações.
- Facilidade de acesso e compartilhamento: Registros podem ser acessados remotamente por equipes técnicas, fiscalização e Autoridade DP.
- Integração com sistemas de gestão: Ferramentas digitais podem ser integradas a sistemas de manutenção, CAMO/TAM e gestão de mudanças, promovendo maior eficiência operacional.

A adoção de soluções digitais não apenas melhora a qualidade dos registros, mas também fortalece a cultura de segurança e conformidade a bordo. Embarcações que implementam processos digitais demonstram maior maturidade operacional e estão melhor preparadas para responder a exigências contratuais e regulatórias

5. DEFINIÇÕES

- **DP (Dynamic Positioning):** Sistema automatizado de manutenção de posição e rumo.
- **Zona de 500m:** Área de exclusão ao redor de instalações submarinas ou embarcações em operação crítica.
- **Checklist de Configuração:** Lista de verificação para garantir que todos os parâmetros do sistema DP estejam corretamente ajustados antes da operação.
- **Checklist de Chegada e Aproximação:** Lista de verificação para garantir que todos os protocolos para chegada na locação e aproximação dentro e fora da zona de 500m foram cumpridos antes da operação.
- **Checklist de Máquina:** Lista de verificação para garantir que todos os parâmetros e sistemas de responsabilidade da equipe de máquinas (geração, propulsão, sistemas de combustível, arrefecimento etc.) estejam corretamente e dentro dos parâmetros operacionais esperados configurados antes da operação.

5.1 Responsabilidades

- **Comandante:** Responsável pela elaboração e validação do modelo dos checklist de configuração e de chegada/aproximação a serem utilizados na embarcação;

- **DPO Senior (Dynamic Positioning Operator):**

i. Execução e verificação do checklist de configuração e de chegada e aproximação em conjunto com 2º DPO

ii. Executar ou supervisionar a manobra de entrada na zona de 500m

iii. Indicar que a embarcação está apta para o início das operações após a execução de todos os protocolos e verificações

- **2 ° DPO:**

i. Execução e verificação do checklist de configuração e de chegada e aproximação em conjunto com DPO Sênior

ii. Acompanhar ou executar a manobra de entrada na zona de 500m de forma supervisionada

iii. Solicitar ao DPO Sênior a validação final para início das operações

- **Chefe de Máquinas:** Elaboração do modelo dos checklist de configuração da praça de máquinas para operações em DP.

- **Oficial de Máquina em serviço:** Realizar a configuração da embarcação conforme checklist de máquinas quando solicitado pela equipe do passadiço.

- **Autoridade DP:** Supervisão técnica e operacional das atividades relacionadas ao checklist de DP