

SATÉLITE BRASILEIRO DE NAVEGAÇÃO, POR QUE NÃO?*

MANNOM TAVARES DA COSTA**

SUMÁRIO

Introdução histórica
Sistemas de referência de satélites empregados no Posicionamento Dinâmico
Sistema de Posicionamento Dinâmico para uma plataforma de exploração
Calibração dos sistemas acústicos para Posicionamento Dinâmico da unidade *offshore*
Sistemas de Monitoramento Brasileiro para o Atlântico Sul
Investimentos da Petrobras no setor petrolífero brasileiro
IMO/Nautical Institute/United States Coast Guard
Análise qualitativa

INTRODUÇÃO HISTÓRICA

No Brasil, em 1979, foi implementada a Convenção Internacional de Telecomunicações Marítimas por Satélite (Inmarsat), com os decretos nºs 27 e 83.976. Devido à consciência da grande

proporção do comércio mundial dependente de embarcações, vislumbrou-se a existência de sistemas de segurança e salvamento marítimo, pela importância da comunicação entre navios, administrações, tripulação, passageiros e pessoas em terra, por meio do uso das comunicações

* Título original: "Satélite Brasileiro de Navegação, por que não? A partir da Estratégia Nacional de Defesa, o porquê o Brasil precisa de um satélite de navegação próprio para uso na Marinha Mercante e proteção do Atlântico Sul, com objetivo da Interoperabilidade das Forças Armadas". Artigo originário de trabalho apresentado no Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos (PPGEM) da Escola de Guerra Naval (EGN).

** Formada pela Escola de Formação de Oficiais da Marinha Mercante (Efomm/Ciaga), trabalhou em navios, embarcações PSV e de apoio às plataformas, mergulho e plataformas de perfuração. Possui mestrado em Segurança Internacional e Defesa pela Escola Superior de Guerra. Pós-graduada em Ciências Náuticas e em Logística e Mobilização Nacional. Autora do livro *A Origem das Leis, Regulamentos e Normas que regem a Marinha Mercante*.

via satélite. O Estado brasileiro determinou a implementação dos documentos acordados com a assinatura da Convenção, e o país se tornou usuário da mais avançada e adequada tecnologia espacial disponível, com as facilidades de que um satélite marítimo compreenderia as Estações Terrenas Móveis (nas embarcações, tradução do inglês *Ships Earth Stations – SES*) e as Estações Terrenas em Terra (estações-base, tradução do inglês *Coastal Earth Stations – CES*), bem como o segmento espacial (satélites e equipamentos relacionados a rastreamento, telemetria, comando, controle e monitoração, necessários para manter a operação). Porém nenhum desses equipamentos era mantido e/ou operado no Brasil.

O país estava envolto nas descobertas dos poços de petróleo: o primeiro campo petrolífero, Carmópolis, na Bacia de Sergipe/SE, em 1963; a perfuração nos campos de Guaricema em 1968 e de Garoupa em 1974; e o início da produção no Campo de Enchova em 1977, todos na Bacia de Campos/RJ. Descobriu-se que as jazidas mais promissoras estavam nas profundezas do oceano, combustível fóssil em quantidades nunca imaginadas. O segmento espacial e todo o aparato de proteção para as plataformas de petróleo e defesa do Atlântico Sul foram mais do que suficientes para o país assinar os acordos da Convenção Internacional. A partir do Sistema Global de Socorro e Segurança Marítimo (GMDSS), foi decidido que a área marítima que caberia ao Brasil seria a “A-3”, que consiste na área com cobertura de satélites geoestacionários do sistema Inmarsat (GMDSS Manual, 2017). Então,

O posicionamento por satélite começou a ser utilizado com fins militares no final dos anos 80

para que haja resgate e interoperabilidade dos órgãos ministeriais envolvidos, logo, soberania brasileira, os satélites deveriam ser nacionais ao se tratar do Atlântico Sul, extensão do nosso patrimônio.

A técnica de posicionamento por satélite começou a ser utilizada com fins exclusivamente militares no final dos anos 80, desenvolvida pela Nasa em colaboração com o Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (EUA) e da Organização do Tratado do Atlântico Norte (Otan). O sistema de navegação por satélite foi criado como parte de um sistema de orientação de mísseis balísticos com ogivas termonucleares (BERNAT, 2019 *apud* LAGROVE, 2014), com a determinação de quatro variáveis: posição (X e Y), altitude (Z) e a diferença de tempo entre o relógio do receptor e o relógio dos satélites (dT).

A nova descoberta de petróleo em águas profundas e ultraprofundas trouxe alguns desafios para a extração. Embarcações de exploração, produção, armazenamento, alívio e apoio *offshore* foram aprimoradas para operar em águas profundas. Com a precisão na manobra de posicionamento, foi percebida a necessidade de aumentar o controle sobre os movimentos das unidades *offshore* em relação aos efeitos resultantes das forças físicas adversas do mar (correntes de superfície e de profundidade, densidades, salinidades, ventos, ondas e marulhos, como efeitos ambientais, e a interação hidrodinâmica de embarcações operando muito próximas umas das outras). Entre as melhorias implementadas nos navios, a mais significativa foi o Sistema de Posicionamento Dinâmico (DP), com os

primeiros sistemas DP operados entre 1957 e 1961, com a capacidade de operação de perfuração à profundidade de 948 metros, mantendo-se sobre o ponto de operação, utilizando um sistema conjugado de impelidores para manter posição no Atlântico Norte. Apenas em 1977, com o lançamento do SS Uncle John, o sistema foi nomeado como de fato o conhecemos: Dynamic Positioning (DP).

Em 2008, com a Estratégia Nacional de Defesa (END), surgiu a percepção de que, se o Brasil quisesse ocupar o lugar que lhe cabe no mundo, precisaria se preparar melhor para defender-se não somente das agressões, mas também das ameaças que sobre o país sobreviessem. Vislumbrou-se a independência nacional com capacitação tecnológica autônoma, inclusive no setor estratégico espacial e cibernético, como papel decisivo para defesa nacional (END, 2008).

Em 2015, a Organização Marítima Mundial (IMO) reconheceu as diretrizes estabelecidas pela International Marine Contractors Association (Imca) para embarcações com DP, por meio dos documentos Maritime Safety Committee (MSC) Circular MSC 645, posteriormente com a IMO 245 e a Circular 1580, constatando a importância do sistema de posicionamento dinâmico para operações *offshore* e o uso de sinais satélites como parte do sistema de referência para manter posição.

Desde então, o Sistema DP evoluiu, deixando de ser uma ferramenta para manter a posição de unidades *offshore* de perfuração para ser utilizado numa vasta gama de operações, com o sistema instalado em diversas embarcações e tipos, como os navios utilizados no apoio marítimo, setor *offshore*. Hoje um dos assuntos de pauta da IMO são os ataques cibernéticos em embarcações e como estes devem ser reconhecidos por parte

da tripulação marítima, pela administração e pelos estados costeiros.

O Oceano Atlântico Sul, aqui retratado como Amazônia Azul, possui mais de cinco milhões de quilômetros quadrados, contemplando os espaços marítimos de jurisdição brasileira em que as plataformas de petróleo e suas embarcações de apoio operam. Por meio das vertentes econômica, científica e ambiental, faz-se mister a proteção e a garantia da soberania com constante aprimoramento e integração de esforços de setores, instituições e segmentos da sociedade (END, 2020). Pesca, turismo, transporte marítimo, exploração de petróleo, bioenergia e preservação de sítios ambientais são algumas das atividades que pulsam no seio desse patrimônio nacional, e o emprego de satélites brasileiros para controle dessas áreas, informação de posição para os usuários nacionais, manutenção da soberania do país e independência do setor espacial deve ser objeto de estudos estratégicos navais para usufruto do bem comum sul-americano.

Uma reflexão a ser feita é: como, segundo a Política e a Estratégia nacionais de Defesa, o país deseja ter sua capacidade de coordenação e controle em quaisquer circunstâncias, fundamentado no domínio e na integridade do tráfego de informações, e gerir uma capacidade de defesa nas águas jurisdicionais brasileiras sem ter independência tecnológica de pronta resposta como expressão do Poder Nacional diante das ameaças cibernéticas e da negação dos sinais satélites de países, hoje, aliados? Vale ressaltar que esse mesmo país (EUA) negou acesso às informações espaciais no passado, só pela possibilidade de o Brasil passar informações à Argentina na Guerra das Malvinas (em 1982, os EUA eram aliados do Reino Unido).

A prioridade da END é assegurar os meios para negar o uso do mar a qualquer

concentração de forças inimigas que se aproximem do Brasil por via marítima. A negação do uso do mar ao inimigo é a que organiza, antes de atendidos quaisquer outros objetivos estratégicos, a estratégia de defesa marítima do Brasil, com defesa proativa das plataformas petrolíferas e a prontidão para responder a qualquer ameaça, por Estado ou por forças não convencionais ou criminosas, às vias do comércio marítimo (END, 2008). Mas e se o inimigo vier do mar a partir do espaço? Como? Simples: com as plataformas de petróleo em operação recebendo sinais satélites de outros Estados que não o país.

A partir de tais reflexões, o artigo pretende mostrar o quanto necessário se faz o uso de um satélite de navegação para as unidades *offshore*, proteção da Amazônia Azul e defesa do Atlântico Sul. Além disso, tem o propósito de alertar os leitores dos ramos de perfuração (operadores e gestores), usuários do sistema de posicionamento dinâmico, membros do ministérios da Defesa e dos Transportes, marítimos, gerentes dos campos petrolíferos brasileiros e funcionários da Petrobras para que todos tenham consciência da real necessidade do satélite de navegação brasileiro.

SISTEMAS DE REFERÊNCIA DE SATÉLITES EMPREGADOS NO POSICIONAMENTO DINÂMICO

Conforme foi mencionado, com o início da exploração petrolífera em profundidades cada vez maiores, as embarcações foram modificadas para operar em águas profundas e ultraprofundas com sistemas de posicionamento que utilizam os satélites como sistemas de referências principais. Os tipos de satélite do Sistema DP, reconhecidos pela IMO, são componentes do termo amplo GNSS (Global Naviga-

tion Satellite System – tradução: Sistema Global de Navegação por Satélite). O sistema é utilizado para determinação de coordenadas, em que uma constelação de satélites permite determinar o posicionamento e a localização de um ponto em qualquer parte do mundo, sob condições climáticas diversas.

Entre essas constelações temos: GPS (EUA, em 1995), Glonass (Global Navigational Satellite System, Rússia, em 1996), Galileo (Europa), BDS (Sistema de Satélite de Navegação BeiDou ou Compass, China, em 2014), IRNSS (Indian Regional Navigation Satellite System, ou NavInc/Índia, em 2019) e QZSS (Quasi Zenith Satellite System, Japão, em andamento).

1- GPS: posicionamento que consiste na determinação da posição de objetos, parados ou em movimento, na superfície terrestre ou próximo a ela, utilizando GPS. Pode ser realizado na forma absoluta, relativa ou DGPS (Differential GPS) (GMDSS, 2017).

2- Glonass/Navigational Satellite: foi desenvolvido pela ex-URSS, no início dos anos 70, sendo atualmente mantido pelo governo russo por meio da Russian Federation Space Force (GMDSS, 2017).

3- Galileo: sistema de navegação global por satélite próprio da Europa, que fornece um serviço altamente exato. Compatível com GPS e Glonass, oferecendo duplas frequências como padrão. Garante a disponibilidade do serviço, sobretudo nas circunstâncias mais extremas, e informa aos usuários, dentro de segundos, uma falha no satélite, sem depender de serviços espaciais aliados. Isso será relevante para as aplicações em que a segurança é essencial, além da importância da criação do Galileo para a soberania europeia (GMDSS, 2017).

4- BDS: foi construído e operado de forma independente pela China, com

foco nas necessidades de segurança nacional e desenvolvimento econômico e social do país, e fornece serviços de posicionamento, navegação e cronometragem de alta precisão para todos os tempos, para todos os climas e para usuários globais. Seu propósito é obter compatibilidade e interoperabilidade com outros sistemas de navegação por satélite, como estratégias nacionais de desenvolvimento. A China defende os princípios de ter seus próprios satélites como parte da sua independência (SITE OFICIAL GOVERNO CHINÊS, 2021).

5- IRNSS: uma constelação de satélites regionais indianos, desenvolvida após países aliados da Índia (EUA) negarem informações satélites em 1999, nas operações em Kargil, no conflito entre Índia e Paquistão, na região da Caxemira (SRIVASTANA, 2014).

6- QZSS: sistema composto por satélites regionais, desenvolvido pelo governo japonês para aprimorar o GPS nas regiões da Ásia e Oceania com foco no Japão. O propósito do QZSS é fornecer serviços de posicionamento altamente precisos e estáveis na região da Ásia-Oceania, compatíveis com GPS. Os serviços QZSS de quatro satélites estavam disponíveis em caráter experimental em 12 de janeiro de 2018 e começaram oficialmente em 1º de novembro de 2018. Um sistema de navegação por satélite independente do GPS está planejado para 2023 com sete satélites (HENRY, 2017).

Os instrumentos espaciais são “pano de fundo” para uso militar do espaço sideral, que decorre de um rápido aumento de importância estratégica do espaço e suas órbitas como reforço de força, incluindo comunicação, navegação e inteligência de coleta de informações (UNIDIR, 2003 *apud* BERNAT, 2019). O termo “arma espacial” é difícil definir, pois quase tudo

pode ser usado como arma no espaço. Um exemplo é um satélite de navegação em operação ou não (BRANCO, 2017 *apud* BERNAT, 2019). Além disso, acredita-se que aproximadamente 95% dos satélites têm fins militares e civis, como o GPS e o Glonass (BARTELS, 2018 *apud* BERNAT, 2019).

SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO PARA UMA PLATAFORMA DE EXPLORAÇÃO

Uma unidade flutuante sofre movimentações devido às ações das ondas, das correntes e dos ventos, com possibilidade de danificar os equipamentos a serem descidos no poço. Por isso, torna-se necessário que ela fique posicionada com estabilidade de manobra na superfície do mar em relação às mudanças de corrente (direção e intensidade), vento (força e direção), ondas, marulhos e interação com outras instalações e/ou estruturas próximas.

Alguns tipos de embarcação de apoio usados no Atlântico Sul, com os sinais satélites para suporte às plataformas de petróleo (navios sonda/Drill Ship (DS) e as Plataformas Semissubmersíveis) são: PSV (Platform Supply Vessel); RSV (Robbot Supply Vessel); FPSO (Floating, Production, Storage and Offloading); Aliviador (Shutter Tanker); PLSV (Pipelay Supply Vessel); DSV (Diving Supply Vessel); WSV (Well Stimulating Vessel) e ASV (Accommodation Supply Vessel), vulgo Flotel, entre outras.

Essas embarcações de apoio usam os sistemas de posicionamento para permitir o acompanhamento de alvos (cabos submarinos, veículos submersos, mergulhadores, cabos de telecomunicação, orientação para poços de gás e/ou petróleo), mano-

brar a embarcação em relação à posição relativa da plataforma que vai operar, independentemente do tipo de plataforma *offshore*, posicionamento de objetos submersos como o conjunto de *riser* inferior ou Lower Marine Riser Package (LMRP), descobertas de novos poços.

O Navio Sonda (NS) e a Plataforma Semissubmersível (SS) são unidades projetadas para a perfuração de poços submarinos em águas profundas e ultra-profundas, em particular, no Brasil, nas bacias de Campos e Santos. O sistema de posicionamento da unidade procura anular os efeitos do vento, das ondas e das correntes, que tendem a deslocar o navio de sua posição em relação ao poço

a ser perfurado. O principal sensor de referência para manter posicionamento é a constelação de satélites usada durante o processo. No Brasil, são as unidades *offshore* NS e SS os principais meios de exploração de novos poços nas bacias petrolíferas no Pré-Sal. Nos próximos parágrafos serão apresentadas algumas etapas operacionais em que o uso do sinal satélite é imprescindível.

As imagens a seguir (figuras 1 e 2) mostram uma plataforma de perfuração: navio-sonda em operação utilizando satélites para posicionamento dinâmico. E a última figura (3) mostra a tela do Sistema DP de uma plataforma semissubmersível com a constelação de satélites.

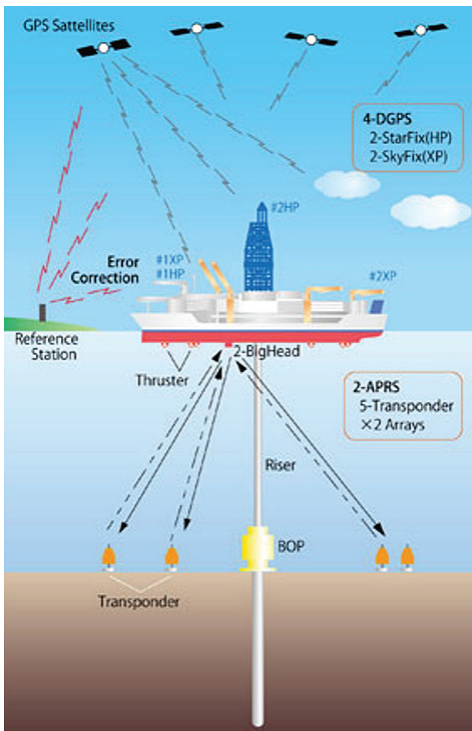


Figura 1 – Navio-sonda operando no poço com Blow Out Preventer (BOP) e sistemas de referência com dados de satélites

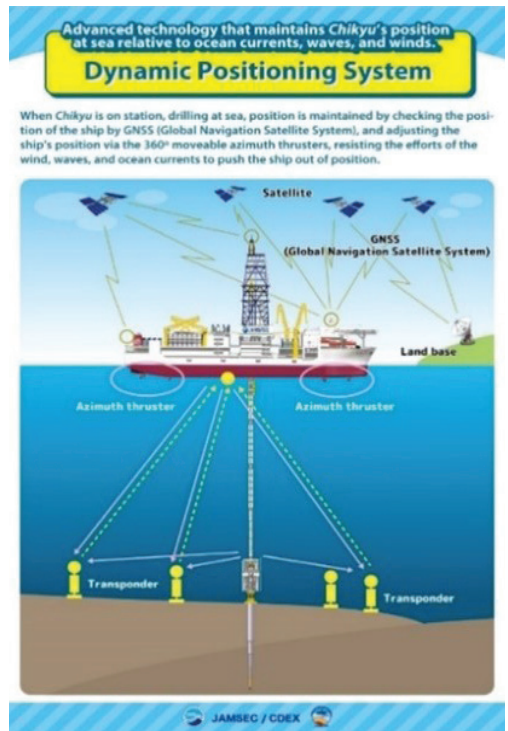


Figura 2 – Navio-sonda operando no poço com Blow Out Preventer (BOP) e sistemas de referência com dados de satélites e sinais acústicos

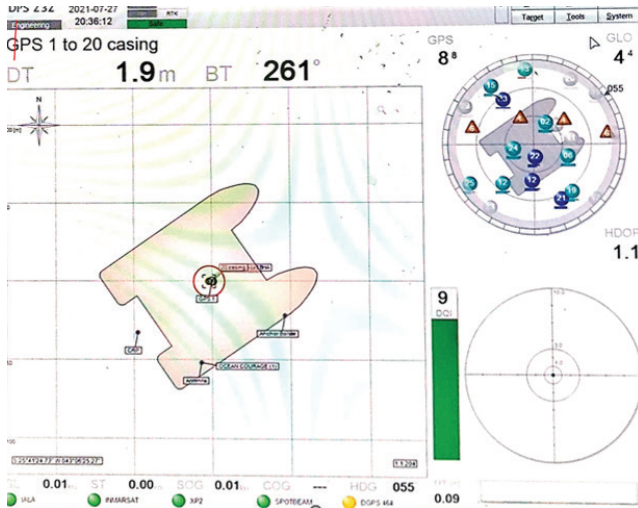


Figura 3 – Imagem da tela do Sistema DP para manter posição de uma Plataforma Semissubmersível com dados satélites GPS e Glonass

Apesar das melhorias crescentes em tecnologia e capacidade, sempre há o risco de perda de posição da unidade de perfuração. Em consequência de tal evento, a unidade de perfuração DP deve ser capaz de fechar rapidamente o poço e desconectar o preventor de erupção ou Blow Out Preventer. A falha durante um procedimento de desconexão de emergência pode resultar em danos à plataforma, ao *riser*, à cabeça do poço e, na pior das hipóteses, em uma explosão submarina não controlada. A desconexão de emergência pode ocorrer a qualquer momento em plataformas de perfuração de posicionamento dinâmico, como, por exemplo, resultado de um apagão repentino ou por um rápido *drive-off* (aqui, representado como uma perda de posição devido à interferência ou à instabilidade dos sistemas de referência da sonda). Como consequência, os procedimentos de emergência devem ser bem compreendidos tanto pelo DPO quanto pelo pessoal da plataforma de perfuração (*drillers*). É imprescindível que os riscos de perda de uma posição sejam avaliados

previamente. A partir dessas situações, em 1998 criou-se o Well Standards Operation Guide (WSOG), um documento elaborado para auxílio ao cumprimento dos requisitos de abandono da Resolução ANP nº 46/2016, que instituiu o Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços (SGIP) e alinhado às melhores práticas internacionais, como a Norsok D-010 e a Oil & Gas UK Guidelines for the Abandonment of Wells (IBP, 2021).

As duas ferramentas mais relevantes para reduzir o impacto relacionado à falha do sistema de DP são as Diretrizes Operacionais Específicas do Poço (WSOG) e as Diretrizes de Desconexão de Emergência. O WSOG define quatro diferentes *status* DP associados a uma plataforma petrolífera específica para cada operação e seus limites de desempenho – *Status* Normal, *Status* Alerta, *Status* Amarelo e *Status* Vermelho. As diretrizes para Desconexão de Emergência estabelecem as ações no caso de atingir cada um desses *status*. Todas as etapas da operação de per-

furar ou que envolvam o poço de petróleo e/ou gás devem estar nesses documentos, para direcionar as atividades com o BOP (número de gavetas e ordem prioritária de fechamento do poço), o equipamento Árvore de Natal, a cabeça do poço e o posicionamento da unidade flutuante.

O WSOG reduz as possibilidades de incidentes com sondas de posicionamento dinâmico. Os riscos previstos e as ações predeterminadas para minimizarem os efeitos e riscos de incidentes, acidentes e/ou agressões ao meio ambiente, bem como procedimentos reativos ou preventivos diante das emergências, que poderiam ser a perda de posicionamento e/ou a perda de redundância do sistema de referência para o posicionamento, em ambos os casos, com as informações oriundas da constelação de satélites, são de suma importância.

O satélite e seus dados navegacionais são vitais para o funcionamento dos sistemas de bordo, seja como informação principal, no caso de navegar com a Giro, carta eletrônica (ECDIS), uso do Sistema de Identificação Automático (AIS), para a telemetria dos sistemas acústicos para uso de referência do poço (*beacons* ou *transponders*), dos mergulhadores e dutos submarinos, ou como redundância de equipamentos, como um dos dois sistemas independentes de referência usados nas operações marítimas, com objetivo de maior segurança operacional, salvaguarda das vidas humanas no mar, preservação do meio ambiente aquático e confiabilidade nos processos exploratórios.

A tabela a seguir é um exemplo de um documento WSOG usado nas plataformas petrolíferas de perfuração. Como

parâmetro pode ser observado o uso dos sinais satélites para informações como Giro, Sistemas de Referência, *Offset*, Ângulo de Referência Acústica (ARA), Ângulo de Referência Eletrônica (ERA), rede de dados do DP e os Sensores de Movimento da unidade (MRU – Motion Reference Unit).

No modo de acompanhamento do *riser* para operar, que é normalmente utilizado nas Unidades Marítimas de Perfuração (UMP), o sistema DP controla a posição da unidade para manter o ângulo do *riser* entre o cabo de perfuração e o pacote inferior do *riser* marítimo (Lower Marine Riser Package) próximo a zero, e o LMRP situado acima do sistema de segurança

contra vazamentos (BOP), instalado na cabeça do poço. O sistema de controle recebe sinais do inclinômetro e de posição da UMP. Caso o ângulo de reação seja excedido,

a UMP é reposicionada para reduzir o ângulo do *riser* a zero.

É vital que o *riser* e BOP estejam alinhados, pois, se a embarcação estiver sofrendo uma perda de posição, é importante que ações corretas sejam tomadas no tempo, caso contrário pode ser que a desconexão se torne impossível, causando um incidente a bordo, destruição de equipamento de perfuração e danos ao meio ambiente, com poluição. O *offset* é o principal parâmetro de controle em qualquer unidade DP, e os sinais dos satélites de navegação são os “olhos” desse monitoramento.

Na prática, a deflexão do *riser* é afetada pelas deformações que a coluna sofre devido às diferentes correntezas a diversas profundidades. De qualquer

O satélite e seus dados navegacionais são vitais para o funcionamento dos sistemas de bordo

PARÂMETROS BALIZADORES DE POSICIONAMENTO				
PARÂMETROS ou EVENTOS	VERDE	ADVISORY	AMARELO	VERMELHO
<i>Offset</i> (Círculo de Alarme Vermelho deve ser proveniente do <i>Riser Drift Off Analysis</i>)	0 – 5 m do <i>set point</i>	≥ 5 m do <i>set point</i>	≥ 10 m do <i>set point</i>	$\geq 89,9$ m do ponto geográfico do poço
Ângulo Diferencial do Riser (<i>Lower Flex Joint</i>)	N/A	N/A	N/A	N/A
Limites de <i>Heading</i> (<i>Station Keeping x Capability</i>)	0o - 3o	$\geq 3o$	> 5o e com dificuldade de manter controle de aproamento	Conforme “Twist” do riser
<i>Blackout</i> /Perda da Capacidade Propulsiva	N/A	<i>Blackout</i> Parcial	<i>Blackout</i> Total ou Perda Total da Capacidade Propulsiva (Imediatamente)	Determinado pelo Limite de Alarme Vermelho
Sistema de Referência de Posição	4 DGPS + 2 HRP	1 DGPS + 1 HRP ou Perda total de um SRP (i.e., apenas satélite ou apenas acústico)	Determinado pelo Limite de Alarme Amarelo ou deriva devido à instabilidade de SRP	Perda de todos SRP
Controladores do DP	3 principais +1 <i>backup</i>	Apenas 1 principal operacional	Perda de todos os controladores	Determinado pelo Limite de Alarme Vermelho
Rede de Dados DP/PMS	2	Apenas 1 operacional	Perda de todas as redes	Determinado pelo Limite de Alarme Vermelho
Gyro	3	Apenas 2 operacionais	Apenas 1 operacional	Determinado pelo Limite de Alarme Vermelho
<i>Drive Off</i>	N/A	N/A	Imediatamente quando identificado	Imediatamente quando não pode ser revertido
Estações de trabalho DP (<i>workstations</i>)	3	1 na sala de DP	Determinado pelo Limite de Alarme Amarelo	Determinado pelo Limite de Alarme Vermelho
Sensores de vento (WS)	3	Apenas 1 operacional	Determinado pelo Limite de Alarme Amarelo	Determinado pelo Limite de Alarme Vermelho
Sensores de movimento (MRU)	3	Apenas 1 operacional	Determinado pelo Limite de Alarme Amarelo	Determinado pelo Limite de Alarme Vermelho
UPS do DP (controladores principais)	2	Apenas 1 operacional	Determinado pelo Limite de Alarme Amarelo	Determinado pelo Limite de Alarme Vermelho
ERA / ARA	2 ERA + 1 ARA	Apenas 1 operacional	Determinado pelo Limite de Alarme Amarelo	Determinado pelo Limite de Alarme Vermelho
Motogeradores	2 + 2 + 2	Demanda permanentemente $\geq 67\%$ em qualquer barramento (*)	Demanda permanentemente $\geq 83\%$ em qualquer barramento (*)	Determinado pelo Limite de Alarme Vermelho
<i>Thrusters</i>	3 Proa + 3 Popa	1 proa ou 1 popa ou Demanda permanentemente $\geq 67\%$ em tons de qualquer <i>thruster</i> (*)	Perda de todos os <i>thrusters</i> de proa ou perda de todos <i>thrusters</i> de popa ou Demanda permanentemente $\geq 83\%$ em tons nos <i>thrusters</i> (*)	Determinado pelo Limite de Alarme Vermelho

Tabela 1 – Parâmetros usados no WSOG. Fonte: Tabela feita pela autora baseado em manuais WSOG e DP das plataformas de petróleo a serviço da Petrobras, sem mencionar nenhuma em específico

modo, a deflexão é um parâmetro primário para desconexão em alguns sistemas DP. Nesses casos, procura-se mantê-la dentro de limites aceitáveis, variando-se o *offset* na superfície. Os limites de *offset* e deflexão, que balizam os alarmes “Amarelo” e “Vermelho” (fechamento do poço em emergência) para uma determinada sonda, são estabelecidos previamente, a depender da operação e do equipamento utilizado (definição de Estados Operacionais). Uma consequência importante desses conceitos é saber as tolerâncias de *offset*, obrigando o sistema DP a intervir com maior frequência no sentido de corrigir a posição da embarcação (PETROBRAS, 2003).

CALIBRAÇÃO DOS SISTEMAS ACÚSTICOS PARA POSICIONAMENTO DINÂMICO DA UNIDADE OFFSHORE

A calibração nada mais é do que um transdutor instalado no casco da unidade para relacionar-se com arranjo de *transponders/beacons* que, posicionado no leito marinho, mede sua distância a cada ponto (*ange*) pelo tempo decorrido entre emissão/recepção dos sinais. A partir da obtenção da posição conhecida de cada *transponder* (medidas durante o processo de calibração, inclusive com auxílio do DGPS), é possível estabelecer a posição e a distância da plataforma em relação ao referencial no fundo do mar, em que a locação está usualmente inserida por meio acústico.

De modo geral, os operadores DP chamam de *noise* praticamente toda causa de perturbação nos sinais acústicos: reflexões e refrações causadas no meio de propagação marinho, atenuações e desvios, entre outros. As bacias de Campos e Santos se tornam suscetíveis a desvios de sinais no sistema acústico, devido à extensa lâmina d'água entre os *transponders* no leito

marinho e o transdutor no caso da unidade, além das correntezas e das variações bruscas de temperatura da água. Esses fatores contribuem para uma acentuada refração e um espalhamento de sinais, vulgarmente conhecidos como *noise* pelos marítimos. É por essa razão que uma boa calibração do sistema é fundamental para um desempenho satisfatório, podendo demandar horas, a depender do equipamento. Enquanto a calibração ocorre, a unidade mantém posição por meio de sinais dos satélites de navegação, e, depois da operação finalizada, as informações dos instrumentos espaciais ficam como redundância, caso o *noise* se torne alto, passando então a ser o sistema de referência principal novamente.

SISTEMAS DE MONITORAMENTO BRASILEIRO PARA O ATLÂNTICO SUL

O Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAZ) é um sistema com o propósito de monitorar e controlar, de forma integrada, as áreas da Amazônia Azul, a região SAR (*Search and Rescue* – busca e salvamento) de responsabilidade do Brasil e as demais áreas de interesse estratégico no Atlântico Sul – representando cerca de 22 milhões de km² –, a fim de contribuir para a mobilidade estratégica, representada pela capacidade de responder prontamente a qualquer ameaça, agressão ou ilegalidade. Entre os instrumentos de identificação, acompanhamento e monitoramento marítimo estão: Sistema de Monitoramento Marítimo de Apoio às Atividades de Petróleo (Simmap), Sistema de Identificação e Acompanhamento de Navios a Longa Distância (LRIT), Sistema de Informação sobre o Tráfego Marítimo (Sistram) e o Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras

por Satélite (PREPS), todos baseados em rastreamento de posição por via satélite (BRASIL, 2020).

Já o Programa Espacial Brasileiro (PEB) tem como meta o desenvolvimento e a consequente utilização das tecnologias espaciais para a solução de problemas nacionais, com benefícios tangíveis para a sociedade brasileira. A conquista da capacidade de desenvolvimento de tecnologias de alto valor agregado se reflete no desenvolvimento econômico do país e assume atualmente um papel estratégico que, por sua vez, contribui na ampliação do papel do Brasil na geopolítica das nações internacionalmente mais influentes (LBDN, 2020, p.47).

O Satélite Geostacionário de Defesa e Comunicações brasileiro (SGDC) é um projeto do Ministério da Defesa em conjunto com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações e Comunicações, visando à promoção da cobertura de internet para 100% do território brasileiro; provendo meios seguros e soberanos para comunicações estratégicas e de defesa, mesmo em tempo de paz. No âmbito da Defesa, o programa fornece a infraestrutura espacial necessária ao funcionamento de diversos projetos estratégicos, como os Sistemas de Gerenciamento da Amazônia Azul, de Monitoramento de Fronteiras (Sisfron), de Defesa Aeroespacial Brasileiro (Sisdabra) e de Proteção da Amazônia (Sipam), entre outros (LBDN, 2020, p.48). Todos os sistemas que o SisGAAz tem como componentes aqui elencados são baseados em informações AIS, oriundas de sinais americanos/GPS (EUA).

O Programa Espacial Brasileiro tem como meta o desenvolvimento e a utilização das tecnologias espaciais para a solução de problemas nacionais

Uma das principais fontes de erros que afetam o sistema GPS é a disponibilidade seletiva (*selective availability – SA*), ao oferecer dois serviços de posicionamento: o Serviço de Posicionamento Preciso (PPS – *Precise Positioning Service*), disponibilizado, basicamente, apenas para as Forças Armadas dos EUA e de seus aliados da Otan; e o Serviço Padrão de Posicionamento (SPS – *Standard Positioning Service*), disponível para qualquer usuário, com um nível de precisão degradado. Por razões de segurança nacional americana, o Departamento de Defesa dos EUA (DoD) degrada a precisão do GPS, pela introdução de erros no relógio dos satélites

e na mensagem de navegação, podendo ultrapassar mais de 100 metros na degradação do sinal, em caso de emergência nacional americana. A degradação intencional ou disponibilidade seletiva é, de longe, a maior fonte de erro do GPS pa-

drão (MIGUENS, Cap. 37, p. 1378).

Como uma unidade de exploração *offshore* que precisa manter posição com acurácia pode sofrer uma degradação de mais de 100 metros (já que usa satélites estrangeiros) e o Brasil não ser capaz de agir em prol da sua defesa? A que ponto a diplomacia em acordos está se tornando codependente?

As política e estratégia nacionais de Defesa não citam nenhum satélite de navegação para usufruto das plataformas de petróleo e suas embarcações de apoio operando nas bacias petrolíferas brasileiras, todavia mencionam o desejo de o estado ser capaz de coordenar e controlar em quaisquer circunstâncias, fundamentado

no domínio e na defesa em prol da integridade das águas jurisdicionais que cabem ao país, inclusive com independência tecnológica, capacidade de dissuasão contra possíveis agressões e/ou ameaças e pronta resposta diante dos interesses nacionais.

Todos os satélites de navegação global são sistemas continuamente desenvolvidos por entidades estatais, como o GNSS, e todos os satélites, além de garantirem segurança civil – no transporte, na logística e na comunicação, por exemplo, desempenham um papel crucial na segurança nacional (BERNART, 2019).

Entretanto, apesar de estar como parte da Estratégia Nacional de Defesa desde 2008, por meio do Decreto nº 6.703, que instituiu a END e mencionou a construção de satélites brasileiros, o país ainda não possui nenhum satélite de navegação. Isto significa que, apesar de muitos esforços para monitorar a Amazônia Azul com o SisGAAz, ainda precisamos dos instrumentos espaciais dos países aliados para controlar as riquezas brasileiras, uma grande fragilidade estratégica, operacional e gerencial para o Estado. Mesmo com o conhecimento de que os americanos degradam oficialmente a informação de posição, ainda assim, usamos seus dados satelitais, pois o Brasil não tem nada de melhor para oferecer; uma falha gerencial, quando se colocam sistemas de controle e monitoramento do Atlântico Sul, no caso SisGAAz e outros, e operacional, ao permitir que as unidades *offshore* utilizem essas informações sem uma alternativa nacional. As perguntas sem resposta são: a que ponto nossos aliados nos tornam dependentes de suas informações e de sua boa-fé? A que ponto a omissão brasileira em não ter um satélite de navegação torna o país codependente, amanhã, de Estados hoje aliados? Não sabemos. Uma reflexão pontual sobre a diplomacia do uso dos equipamentos

espaciais e a possibilidade de escassez de petróleo coloca a Amazônia Azul como um possível teatro de operações na disputa de poder na perfuração e em todo o setor *offshore*. Porém todas convergem em supor falhas na soberania brasileira no Atlântico Sul em todas as esferas de defesa.

INVESTIMENTOS DA PETROBRAS NO SETOR PETROLÍFERO BRASILEIRO

A empresa de Petróleo Brasileira S/A (Petrobras) tem como um dos objetivos do Plano Estratégico de 2021 a 2025 a maximização do valor da empresa, com foco em águas profundas e ultraprofundas (logo, as unidades *offshore* e as embarcações de apoio com posicionamento dinâmico), com uma plataforma integrada de dados, computação de alto desempenho e conectividade *offshore*, na transferência digital e inovação em comercialização e logística com foco em Inteligência Artificial e confiabilidade *on-line* para análises de desempenho e otimização das operações marítimas e de dutos submarinos, como monitoramento, detecção, localização, reparos e rastreamento (PETROBRAS,2021).

Os investimentos financeiros para operações exploratórias nas bacias da Margem Equatorial são de US\$ 1 bilhão para a Região Norte e em águas profundas em Sergipe, de US\$ 2 bilhões; na Bacia de Campos, US\$13 bilhões; e em FPSO, US\$ 17 bilhões. Do total investido no período de quatro anos na exploração, US\$ 46,5 bilhões, 70% são para o Pré-sal, com profundidades acima de 1.500 metros; as unidades flutuantes que operam nessas profundidades são embarcações usuárias de satélites para operação de perfuração, armazenamento, estocagem e posicionamento dinâmico (PETROBRAS, 2021).

A partir disso, um satélite brasileiro para navegação é mister, inclusive como uma estratégia de uso dual naval/marítima em prol do desenvolvimento e do ciclo de segurança no Atlântico Sul dentro dos ministérios brasileiros.

A Petrobras tem buscado se transformar digitalmente, procurando solucionar os desafios decorrentes da exploração, do gerenciamento do ciclo de petróleo e de suas embarcações, gerando valor e aumentando a segurança das operações. Em junho de 2021, a Bacia de Santos atingiu sua maior participação na produção nacional de petróleo e gás natural: 71,06%, com 2,67 milhões de barris equivalentes de petróleo por dia (boe/d) (PETROBRAS,2021).

Como seria a comoção brasileira, em caso hipotético, se tanto investimento no setor petrolífero, na exploração de águas profundas e ultraprofundas, fosse por algum motivo objeto de desejo dos países com instrumentos espaciais, e esses decidissem negar acesso de informação ao Brasil? Com isso, não haveria exploração do petróleo ou o Estado seria forçado a atender a requerimentos de usufruto dos detentores desses satélites. A estatal do Petróleo estaria a favor de ceder tanto investimento feito no campo *offshore* para países estrangeiros pelo simples fato de o país não ter como defender o Atlântico Sul com um satélite de navegação? Afinal, em 1982, na Guerra das Malvinas, ocorreu o fato de os EUA negarem acesso aos dados meteorológicos de seus satélites só pela mera possibilidade de o Brasil passar informação para os argentinos.

A dependência brasileira da boa-fé do outro nos faz reféns e frágeis como nação. A END2020 informa que uma das estratégias de defesa para fortalecimento do Poder Nacional é desenvolver os setores estratégicos, incluindo o espacial, além de fomento

da confiança e segurança internacional e controle da área marítima, adequando-se à execução de atividades específicas (END, 2020). As plataformas de petróleo e suas embarcações de apoio são partes da área de interesse prioritário para o país, contribuindo para o Entorno Estratégico ao comporem algumas das vertentes da Amazônia Azul (econômica e ambiental). Afinal, uma mudança intencional nas informações dos satélites pode afetar a posição de uma plataforma de petróleo, com possível perda de posição e derramamento de petróleo. Qual a capacidade de pronta resposta e dissuasão nesses casos? Render-se?

Os sistemas de satélites são cada vez mais importantes, e programas têm sido implementados para criarem uma ofensiva e sistemas defensivos em órbita, com medidas de armas capazes de neutralizar outros satélites adversários em potencial. Como consequência, tem sido testemunhada uma arena de conflito, onde o espaço sideral se torna um possível teatro de operações militares. Países com potencial tecnológico suficiente estão cuidando de seus interesses atuais e futuros, com sistemas defensivos, também voltados para eliminar ameaças contra atores mais fracos, e sistemas ofensivos para garantir superioridade militar e fator de dissuasão (BERNAT, 2019).

IMO/NAUTICAL INSTITUTE/ UNITED STATES COAST GUARD

A Organização Marítima Mundial reconhece os riscos cibernéticos relacionados ao transporte marítimo devido à alta tecnologia, com ameaças circunstanciais e eventos potenciais, resultando em falhas operacionais e risco de corromper os sistemas de bordo ou comprometê-los durante as operações críticas. Com o intuito de identificar, analisar, avaliar e comunicar os riscos a um nível aceitável, a organiza-

ção desenvolveu orientações sobre a Gestão do Risco Cibernético Marítimo, com diretrizes protetivas ao transporte, por meio da MSC FAL 1 Circ.3, para serem incorporadas ao gerenciamento de risco cibernético marítimo em todo o mundo.

O Comitê de Segurança Marítima adotou a Resolução MSc.428 (98) Gestão de Risco Cibernético Marítimo em Sistemas de Gestão de Segurança em 2017, em que a meta é incentivar a administração dos países signatários a tratarem dos sistemas de gestão existentes nas embarcações com as vulnerabilidades cibernéticas. O Brasil é um dos países signatários da IMO.

O Instituto Náutico/Nautical Institute de Londres, Organização Internacional sobre Certificação de Marítimos com Posicionamento Dinâmico, passou a ministrar cursos

sobre Conscientização Cibernética para marítimos nas plataformas de petróleo das embarcações de apoio, com o intuito de oferecer suporte na implementação da Resolução IMO

MSC.428(98), exigindo que as companhias aderissem aos riscos cibernéticos em seus Sistemas de Gerenciamento de Segurança (SMS). Um dos principais tópicos abordados é como a segurança cibernética afeta as funções a bordo e a vida no mar, incluindo as perguntas: Por que o gerenciamento de riscos cibernéticos não é apenas para o departamento de tecnologia? Como os riscos podem afetar a embarcação? Quais são os meios para proceder e mitigar as consequências?

A Guarda Costeira americana envia diariamente comunicados sobre os satélites que estão em funcionamento e quais são retirados do sistema GPS, por meio de informações chamadas de Nanu (Notice

Advisory to Navstar Users). As unidades *offshore* brasileiras dependem dessas informações para manterem seus sistemas de posicionamento dinâmico atualizados e não sofrerem perda de sistema de referência e/ou redundância.

ANÁLISE QUALITATIVA

No decorrer do texto, foi visto que os satélites são utilizados em diversas áreas, como na comunicação, na observação da terra, na meteorologia, no desenvolvimento tecnológico, na defesa e na exploração espacial, com finalidade dual: primeiro a militar e, em tempos pacíficos, a coleta de informações do local de acesso do satélite em uso civil.

O Brasil já possui alguns satélites em órbita, como CBERS-4, CBRS-4A e Amazônia-1, para sensoriamento remoto. Os dados gerados são úteis para atender ao monitoramento da região costeira,

O Brasil já possui satélites em órbita, como CBERS-R, CBRS-4A e Amazônia-1, para sensoriamento remoto

reservatórios de água e desastres ambientais, mas nenhum deles é para uso de navegação como escopo de funcionamento. Isso seria uma espécie de defesa passiva? É possível observar a ação do outro Estado detentor do satélite em uso para posicionamento dinâmico pelas unidades *offshore* em operação no Atlântico Sul, mas sem ter a capacidade de interagir com nossas unidades petrolíferas e não ter competência tecnológica espacial para interceder e proteger, já que a defesa ativa, ato de interagir com o satélite e os usuários no Atlântico Sul, cabe a países estrangeiros com seus satélites.

Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), os produtos

obtidos com os satélites brasileiros são: classificação de nuvens, descargas elétricas, índice ultravioleta, monitoramento da seca, nevoeiros, oceanografia – temperatura da superfície do mar, queimadas, radiação solar e terrestre, sistemas convectivos e ventos na troposfera.

O Amazônia-1 é o primeiro satélite de observação da terra completamente projetado, integrado, testado e operado pelo Brasil (INPE, 2021). Essas informações são extremamente valiosas em aplicações, como alerta de desmatamento na Amazônia. Mas quem observa e tem capacidade de interagir com as embarcações para uso e monitoramento da Amazônia Azul? Não tem sido o Brasil. Podemos partir do princípio de que o país deixa de cumprir seus objetivos mencionados no Livro Branco de Defesa Nacional, já que não tem capacidade de pronta resposta e defesa do Atlântico Sul se o inimigo usar os satélites como armas de chantagem na exploração do petróleo. Claro, teríamos as imagens fornecidas pelos nossos instrumentos de observação da Terra.

O Programa Estratégico de Sistemas Espacial (Pese) procura desenvolver o poder econômico do país e é essencialmente voltado para a implantação de infraestrutura como Estratégia Nacional de Defesa (LBDN, 2020). Pelo fato de o Brasil não ter um satélite próprio para navegação, a interação e o monitoramento com as unidades petrolíferas e suas embarcações de apoio são apenas um risco ou uma previsão de derrota. Quão apto o Estado pode defender o Atlântico Sul e suas unidades operacionais?

Deve ser lembrado que o início da Guerra Fria foi marcado com a corrida espacial e o lançamento do satélite Sputnik 1 pela antiga União Soviética, hoje Rússia, e que a Guerra do Golfo (1957 a 1991) ocorreu em torno do petróleo, com alta tecnologia

envolvida. Além disso, dominar o espaço tem sido utilizado em questões estratégicas do âmbito militar. Isto porque dominar o espaço permite monitorar o inimigo por meio de satélites, realizar ataques, se necessário, e negar o uso de dados.

Como as plataformas de petróleo e embarcações de apoio manteriam posição com extrema acurácia ou como os poços de petróleo no Atlântico Sul seriam operados sem as informações satélites? Ou pior, como manter posição se os dados fossem alterados intencionalmente para ferir a soberania brasileira, sua capacidade de agir, pronta resposta e defesa do Atlântico Sul?

Hoje os países com satélites da rede GNSS – Rússia, EUA, China, França, Índia e Japão –, por mera coincidência histórica, já estiveram envolvidos em guerras do petróleo, direta ou indiretamente, ou em uso de satélites para destruir o oponente. Como a nação brasileira se mobilizaria num possível conflito entre esses países se perdêssemos o acesso aos dados navegacionais dos satélites, pelo simples fato de sermos dependentes? O país é soberano até que ponto no Atlântico Sul?

Um fato que deve ser revivido é a dependência brasileira na Guerra das Malvinas, episódio histórico que ocorreu no Atlântico Sul, travada entre Argentina e Reino Unido, em 1982. O Brasil não tinha satélites meteorológicos próprios e dependia de satélites estrangeiros para previsão do tempo, tendo o acesso bloqueado pelos Estados Unidos, aliados do Reino Unido, desconfiados de que os brasileiros estariam enviando dados aos argentinos.

Até mesmo no caso de resgate com o sistema de satélites Inmarsat, o sinal do aparelho de bordo de uma embarcação brasileira vai para um satélite, e este faz o processamento da informação, enviando para uma estação em terra; no caso do Brasil, vai para Burum/Holanda, no

Atlântico Norte, para só depois os holandeses enviarem a mensagem a um Centro SAR brasileiro e a um RCC no Brasil (GMDSS, 2017).

Para salvar os nossos homens no mar ou operar nas águas jurisdicionais brasileiras, precisamos da ajuda do outro, um estrangeiro, devido a nossa incapacidade espacial navegacional. Como podemos fazer parte de um sistema que salva se não temos todos os meios para agir sozinhos? Como seremos um país soberano e poderemos defender nosso petróleo e as unidades que operam, com suas instalações *offshore* e embarcações de apoio, se não temos segmento espacial especialmente para navegação?

Ao Brasil, no seu objetivo ideal da Estratégia de Segurança Marítima, seria conveniente a dissuasão com a negação do uso do mar ao inimigo que se aproxime por qualquer meio, do mar, do ar e do espaço, e não apenas do mar, como inimigo horizontal. Em relação às plataformas de petróleo e suas embarcações de apoio, a ameaça pode vir pela guerra cibernética, por mau uso dos satélites de forma intencional e, de maneira clássica, pelo mar, mas não apenas.

Com as informações apresentadas neste texto, o Brasil 2021 tem capacidade de

cumprir os Objetivos Nacionais de Defesa (OND), anunciados na END 2020, como: garantir a soberania, o patrimônio nacional e a integridade territorial; assegurar a capacidade de defesa e a interoperabilidade das Forças Armadas; promover autonomia tecnológica e produtiva na área de defesa; e salvaguardar pessoas e interesses nacionais.

Unindo os quatro objetivos e correlacionando-os ao Atlântico Sul, como se tem soberania de algo sendo dependente de informações? Como se defende sem meios para tais fins? Como ter autonomia tecnológica sem instrumentos satelitais de navegação e usufruto da Marinha Mercante no setor *offshore* na exploração do petróleo? Salvaguardar por meio da omissão ou da dependência? A partir de tais interrogativas, percebe-se a falha operacional nas capacidades de defesa nacional, como proteção, dissuasão, pronta resposta e desenvolvimento tecnológico, ao retratar o espaço brasileiro na ausência de satélites de navegação mantidos e operados pelo país para interoperabilidade das Forças Armadas e manutenção da economia mercantil na exploração do petróleo.

📁 CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:

<ATIVIDADES MARINHEIRAS>; Navegação Satélite;
<CIÊNCIA & TECNOLOGIA>; Satélite; Satélite Artificial;
<SISTEMAS>; Sistema de Satélite;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Devido à extensão da lista de Referências Bibliográficas, os interessados em obtê-la devem entrar em contato pelo *e-mail*: mannomcosta@hotmail.com.