

---

## UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE POSICIONAMENTO INTEGRADO (SPI) DURANTE AS OPERAÇÕES *OFF-SHORE* NA PETROBRAS

FRANCISCO RICARDO P. ALVARENGA

LUISNEI MARTINI

CARLOS AUGUSTO REZENE COITINHO

JOÃO KRULY FREDIANI

JOSÉ MARCOS FERNANDES TARDIM

Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRAS

E&P-SERV/US-SUB/GDS/PLG

frpa, {l\_martini, rezene, joão\_k\_frediani, jmtardim}@petrobras.com.br

---

**RESUMO** - As operações de desmobilização, movimentação e ancoragem (DMA) consistem basicamente em movimentar unidades flutuantes de perfuração ancoradas (também conhecidas como sondas submersíveis). Estas sondas são as responsáveis pela perfuração de poços produtores de hidrocarbonetos (petróleo) para a atividade de Exploração e Produção (E&P) da PETROBRAS. Durante cada operação de DMA, o posicionamento geodésico destas sondas e dos rebocadores envolvidos na movimentação é uma garantia de segurança operacional a estas unidades, para as pessoas envolvidas e ao meio ambiente. A gerência de Geodésia da unidade de Serviços Submarinos (US-SUB/GDS) é a responsável pelo posicionamento destas unidades marítimas, e nos últimos, anos desenvolveu uma tecnologia de posicionamento onde integra a posição em tempo quase real de todas as unidades envolvidas na operação em uma única plataforma de visualização destas informações, conhecida como Sistema de Posicionamento Integrado (SPI). Basicamente, esta tecnologia envolve a aplicação do *software* comercial *Hydro-Pro* (mundialmente utilizado para navegação marítima), de receptores com a tecnologia *GNSS* e equipamentos de radiofrequência para a transmissão/recepção das posições de cada embarcação envolvida em uma operação de DMA. Em função da grande versatilidade desta ferramenta de visualização da posição das diversas embarcações na mesma tela e em tempo quase real, o campo de aplicação do SPI expandiu-se, atendendo também as operações de *hook-up* de plataformas de produção e lançamento dos mais diversos equipamentos submarinos como *manifolds*, *plems*, *plets*, dentre outros, representando significativa economia para a área de exploração e produção da PETROBRAS.

**ABSTRACT** - Rig move operations, consists basically of floating anchored drilling units move (also known as submersible rigs). These rigs are responsible for the drilling of producing wells (oil) for the activity of Explore and Production (E&P) PETROBRAS. During each rig move operation, the geodetic positioning of these rigs and the tugs is part of a plan to guarantee the security at these operating units, the people involved and the environment. The Geodesy Department of Subsea Services Unit is responsible for positioning of these maritime units, and in latter years developed a positioning technology which integrates near real-time position of all units involved in the operation on a single platform for viewing these information, known as Integrated Positioning System (SPI). Basically, this technology involves the application of commercial software *Hydro-Pro* (used worldwide for maritime navigation), receivers with the *GNSS* and *RF* equipment for the transmission / reception of the positions of each vessel involved in a rig move operation. Due to the great versatility of this tool to visualize the position of several vessels on the same screen and in near real time, the scope of the SPI has expanded, given also the operations of *hook-up* of production platforms and launch of the most diverse as subsea manifolds, plems, PLETs, among others, representing significant savings to the exploration and production at Petrobras.

## 1 INTRODUÇÃO

O SPI (Sistema de Posicionamento Integrado) é uma aplicação desenvolvida pela gerência de Geodésia da unidade de Serviços Submarinos US-SUB/GDS utilizando o *software* de posicionamento marítimo *HydroPro* (de propriedade da *Trimble Navigation Limited*), que possibilita a visualização em tempo “quase real” de todas embarcações envolvidas (embarcações do tipo *Anchor Handling Tug Supply-AHTS*'s, sondas de perfuração, etc) em uma operação” (*hook-up* de UEP's (unidade estacionária de produção), DMA, lançamento de equipamentos submarinos, etc).

O diferencial do SPI em relação aos demais sistemas comerciais é a possibilidade de todas as embarcações envolvidas em uma operação possuírem a mesma tela de visualização, permitindo a troca de informações de posição entre todos. Porém, apesar de compartilhar as informações sobre a posição com as demais embarcações, o sistema permite a inclusão de particularidades operacionais de cada unidade marítima, tais como alteração do nível de *zoom*, inclusão de linhas de navegação e outras facilidades, conforme sua necessidade, sem alterar as telas de navegação das demais embarcações envolvidas, tornando-se um sistema flexível para os mais diferentes usuários em uma mesma operação.

## 2 O SISTEMA DE POSICIONAMENTO INTEGRADO

Antes de apresentar os componentes do sistema e suas principais aplicações é importante apresentar algumas informações sobre o porquê da sua criação e os ganhos que a utilização do mesmo proporciona para a Gerência de Geodésia do E&P e por consequência para toda a PETROBRAS.

### 2.1 Motivação para o desenvolvimento

Toda e qualquer operação *off-shore* possui um elevado grau de periculosidade, pois são várias embarcações trabalhando em uma área restrita, com uma proximidade muito grande entre elas (podendo chegar a menos de 50 metros). Além disto, estas operações ocorrem de maneira contínua, ou seja, 24 horas por dia, aumentando ainda mais os riscos destas operações durante o período noturno.

Como uma maneira de minimizar este risco (distância + trabalho noturno), a visualização através de computadores de todas as embarcações envolvidas em uma operação, apresentando continuamente suas posições e também as distâncias entre elas em tempo “quase-real” é de vital importância para a manutenção da segurança operacional destas embarcações, das pessoas e também do meio ambiente. Apesar desta importância, os sistemas comerciais disponíveis atualmente mostram-se ineficazes, visto que eles apresentam somente para a embarcação principal (uma sonda ancorada, por exemplo), a possibilidade de ter esta visualização total da operação.

Em função desta dificuldade em encontrar um sistema comercial que suprisse as necessidades de posicionamento da PETROBRAS, a US-SUB/GDS desenvolveu um sistema onde todas as unidades envolvidas têm condições de visualizar toda a operação, mediante uma configuração padronizada de equipamentos e de *software*.

### 2.2 Histórico do desenvolvimento

Em função de um acidente ocorrido no ano 2000 na baía da Guanabara, onde houve o rompimento de um duto que interligava a Refinaria Duque de Caxias (REDUC) até o terminal da Ilha d'Água, criou-se um sistema de monitoramento do movimento destes dutos (Figura 01), utilizando-se da transmissão de posições em modo RTK (*Real Time Kinematic*) de hastes fixas em pontos estratégicos sobre os mesmos, via rádio UHF (*Ultra High Frequency*), empregando ainda interfaces sincronizadoras para uma CPU com o *software HydroPro*, que analisava todos os dados gerados.

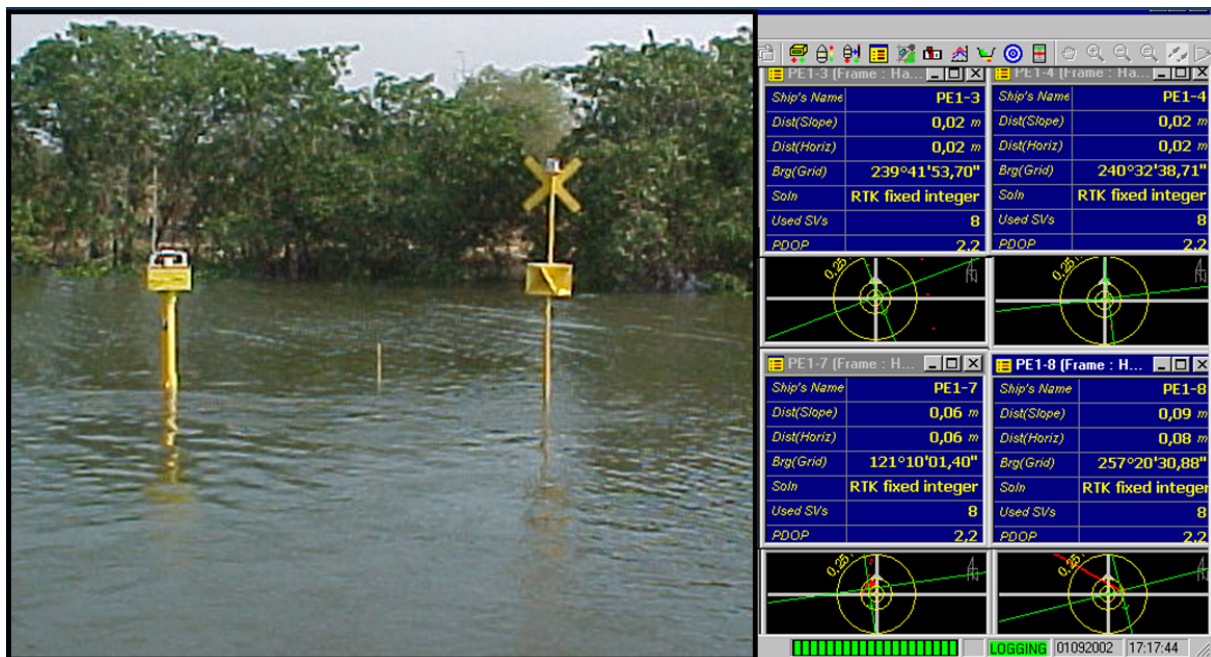


Figura 01 – Monitoramento do duto na baía de Guanabara (adaptado de TARDIM, 2001, p. 3).

Em 2004, aproveitando a experiência obtida com o monitoramento dos dutos na Ilha d'Água, foi idealizado um monitoramento de embarcações durante as operações *off-shore*, utilizando o mesmo princípio, porém, enviando a posição da antena *DGNSS* instalada e a posição do centro da popa do *AHTS*, de modo a ser possível o cálculo do aproamento do mesmo.

Após algumas reuniões para a troca de informações entre a equipe da GDS, chegou-se a um aplicativo que possibilitaria uma visualização geral da operação para todas as unidades envolvidas. Para que o sistema operasse com apenas uma frequência de rádio *UHF*, foi criada uma tabela de instantes de operação, utilizando-se interfaces configuradas para enviar mensagens em instantes pré-definidos, sincronizados a partir do tempo *GPS*.

A primeira aplicação do SPI foi realizada no pré-lançamento dos sistemas de ancoragem do *FPSO* Marlim Sul (*Floating Production Storage and Offloading*). Em função do grande desempenho apresentado e das facilidades proporcionadas à operação, a empresa SBM Offshore, que era a armadora (proprietária) do *FPSO*, solicitou à PETROBRAS que o sistema fosse utilizado também no *hook-up* da unidade.

Após a realização de outras operações monitoradas pelo SPI, o uso das interfaces sincronizadoras mostrou-se pouco eficiente, necessitando de uma solução de uso mais prático, pois eram muitas conexões entre equipamentos, aumentando o risco de falhas no sistema, além das interfaces possuírem uma configuração difícil e a transmissão das informações entre as embarcações levar aproximadamente 20 segundos, o que durante a operação, este tempo pode ser demasiadamente elevado.

Face ao problema detectado, foi criada uma solução através do desenvolvimento de um *software* integrador - SPI, que quando executado em paralelo com o *software* de posicionamento *HydroPro* no computador, sincroniza a transmissão dos protocolos *NMEA* (*National Marine Electronics Association*) *GGA* (posição) e *NMEA HDT* (aproamento), tendo como referência de tempo o *GPS*. Outro ganho foi a redução do intervalo de transmissão da posição, que passou a ser de 10 segundos.

Em paralelo foi desenvolvida também uma solução alternativa, a qual elimina o uso de computador a bordo da embarcação e dispensa a presença de técnico de posicionamento, utilizando *hardware* para integrar a posição e o aproamento da embarcação, enviando a mesma em um único protocolo, que é reconhecido pelas embarcações que receberão esta informação. Esta alternativa é aplicada em situações onde não haveria a necessidade de uma embarcação receber as informações das outras, apenas enviando a sua posição e aproamento.

### 2.3 Estado atual do desenvolvimento

Em função das melhorias implementadas no sistema e com a utilização do *software* integrador, é possível realizar operações envolvendo até 10 unidades marítimas com a transmissão das informações entre todas elas em tempo quase real, além de visualizar as informações de eventuais *ROV's* (*Remotely Operated Vehicles*) participantes da mesma, atribuindo confiabilidade e apoio a tomada de decisão dos responsáveis pelas operações de movimentação de unidades marítimas, como por exemplo, nas operações de DMA de sondas de perfuração e completação.

Os equipamentos necessários para a utilização do sistema SPI já se encontram instalados e operacionais em praticamente todas as sondas ancoradas e embarcações *AHTS* que operam nas Bacias de Campos, Santos e Espírito Santo.

Existem ainda três módulos de operação compactos (chamados de *kits* SPI) que são mobilizados em UEP's para a realização do *hook-up* das mesmas, quando da chegada na área para iniciar a produção de óleo e/ou gás.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Composição do sistema SPI

Basicamente, o sistema SPI é composto por receptores *DGNSS*, rádios *UHF*, computador com porta multi-serial, o *software* integrador SPI e o *software* de posicionamento *HydroPro*. Na Figura 02 estão apresentados os equipamentos e acessórios mais utilizados para o SPI nas unidades marítimas a serviço da PETROBRAS.



Figura 02 – Exemplos de equipamentos utilizados no sistema SPI (adaptado de ALVARENGA, 2010, p. 8)

**RECEPTOR *DGNSS*** - Os receptores *DGNSS* são responsáveis pelo fornecimento da posição (já corrigida) da embarcação. Podem também, quando instalados 2 receptores, fornecer as informações do aproamento da embarcação (pode ser fornecido também através de bússolas giroscópicas). Nas operações de posicionamento da Geodésia, os receptores *DGNSS* podem receber correções de posição através de 3 fontes distintas: via *link* de correção via satélite, rede *DGNSS* PETROBRAS (rádio *UHF* ou *IP*) e estações de rádio farol da Marinha.

**RÁDIOS *UHF*** - Os rádios *UHF* são utilizados para realizar a comunicação entre os sistemas de posicionamento das embarcações envolvidas na operação. Geralmente utiliza-se o rádio receptor para receber as correções da rede *DGNSS* da PETROBRAS e para realizar a troca (envio e recebimento) de informações de posição entre as embarcações utiliza-se um rádio transceptor. Adicionalmente aos rádios, são utilizadas antenas *UHF* capazes de operar na faixa de frequência da operação, o que amplia a cobertura na comunicação (mínimo de 10 km), permitindo o monitoramento da posição de todas as embarcações envolvidas na operação.

**COMPUTADOR COM PORTA MULTISERIAL** - O computador utilizado deve possuir boa capacidade de processamento de dados, além de possuir 8 portas de comunicação serial para realizar a montagem do sistema de posicionamento de forma integrada (Figura 03). Recomenda-se também uma placa de vídeo dupla, para utilização de dois monitores simultaneamente, melhorando a visualização das telas de navegação do sistema

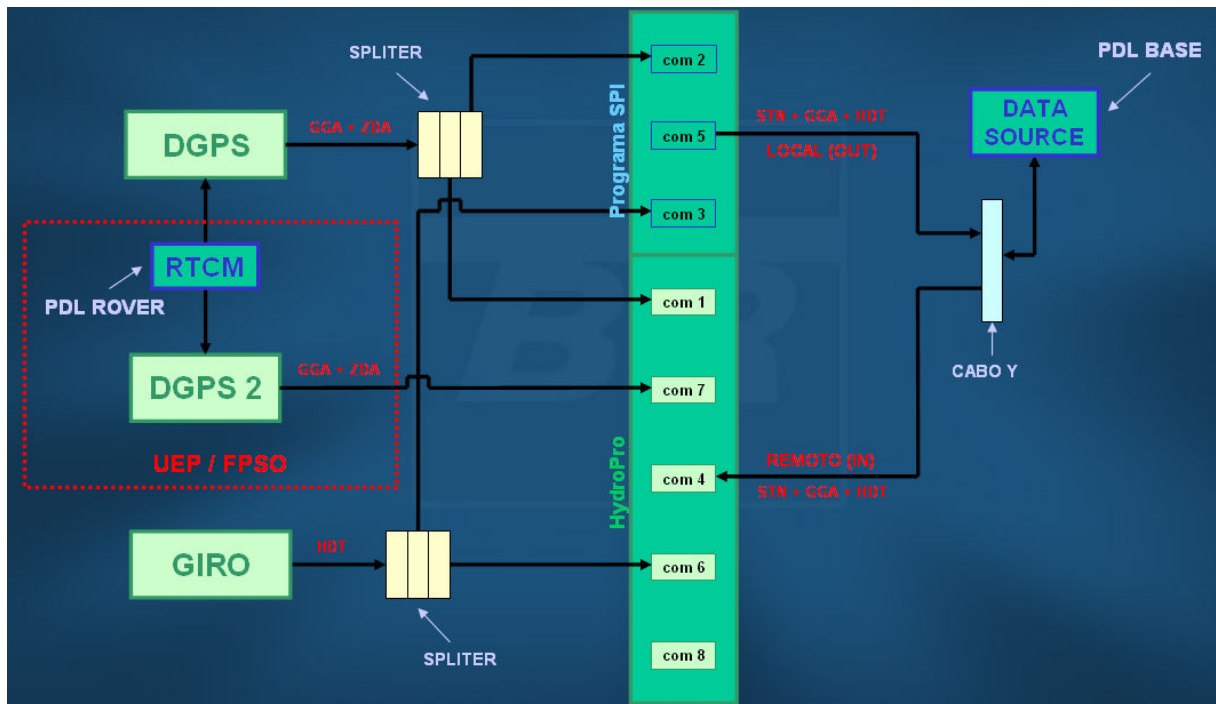


Figura 03 – Exemplo de diagrama de bloco das conexões em um computador com SPI (visão UEP) (ALVARENGA, 2010, p. 5).

*SOFTWARE INTEGRADOR SPI* - O *software* SPI (Figura 04) é o responsável pelo gerenciamento das portas seriais a serem utilizadas no computador e pela preparação (*string* única contendo posição e aproamento) das mensagens de posição a serem enviadas pela embarcação para as demais. Ele também é o responsável pelo recebimento das posições das outras embarcações e envio da mesma para o *software* *HydroPro*.

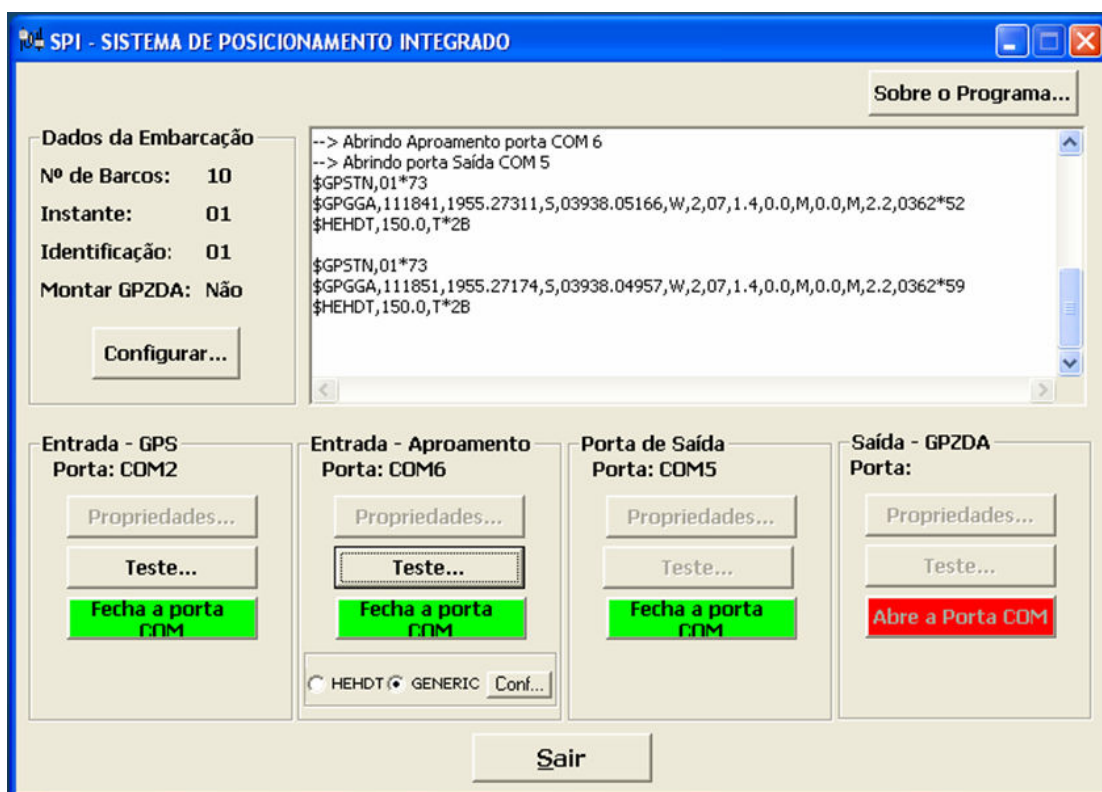


Figura 04 – Tela do *software* SPI (ALVARENGA, 2010, p. 6)



*SOFTWARE DE POSICIONAMENTO HYDROPRO* - O *software* de posicionamento *HydroPro* é o responsável por disponibilizar as informações de posição das embarcações envolvidas na operação. Ele possui uma série de ferramentas de navegação e de elaboração dos projetos de posicionamento. Por ser capaz de importar projetos de outras operações, permite ao operador a rápida configuração dos novos projetos, incluindo a configuração dos sistemas geodésicos de referência e dos sistemas de projeção cartográfica.

### 3.2 Preparação do projeto de posicionamento

O projeto do posicionamento de uma sonda de perfuração, plataforma de produção ou de um posicionamento de equipamento submarino necessita de diversas informações para uma elaboração completa deste projeto, o que vai proporcionar uma representação fidedigna da realidade operacional ao operador do sistema de posicionamento e aos responsáveis pela operação de ancoragem ou de lançamento. Dentre as inúmeras informações necessárias destacam-se:

- Coordenadas finais de instalação do equipamento e/ou plataforma, bem como o *Datum*, e meridiano central destas coordenadas;
- Relação das embarcações que participarão da operação, bem como criação dos seus respectivos *shapes*, com os pontos de interesse (*off-sets*) e definição dos seus instantes de transmissão da posição e aproamento;
- Base de dados para subsidiar a elaboração do projeto como mapas, arquivos gráficos, SGO (Sistema de Gerenciamento de Obstáculos), posições de sistemas de ancoragem e de outros obstáculos no leito marinho.

De posse destas informações, pode-se resumir as etapas de criação de um projeto de posicionamento no *software HydroPro* da seguinte maneira:

- Criação do projeto base: onde serão inseridas as informações coletadas e realizados os ajustes e configurações do projeto, como seleção das embarcações participantes, inserção de pontos de interesse, coordenadas de saída de locação e/ou de chegada, preparação dos relatórios de saída, *back-up* dos dados de posicionamento, dentre outros. O projeto base será o projeto utilizado na sonda, plataforma ou barco lançador e que depois de preparado será replicado para as demais embarcações participantes da operação;
- Replicação dos projetos para as embarcações que realizarão a operação: A partir do projeto base (sonda) serão realizados alguns ajustes para adequar este projeto as particularidades de cada embarcação envolvida, de modo a possibilitar a troca contínua das posições com os demais participantes;
- Realização de testes de funcionamento: após a conclusão dos projetos é necessária a realização de testes para verificação de sua operacionalidade, como por exemplo, testes das portas do computador, recepção da correção do sinal *DGNSS*, recebimento dos sinais de posição e aproamento e de comunicação via rádio (receptores e transceptores) com as demais embarcações.

### 3.3 Utilização do sistema durante as operações

Após a realização de todas as etapas descritas anteriormente, chega o momento de se colocar em prática todo o desenvolvimento do sistema SPI, que neste caso (exemplo) foi o *hook-up* de uma unidade ancorada.

Ao iniciar o monitoramento da posição, todas as unidades marítimas devem estar com os seus sistemas de posicionamento em funcionamento, ou seja, com a opção *ON* ativada no *software HydroPro*. Desta maneira será possível visualizar todas as embarcações em tempo quase-real e também realizar a gravação dos dados de posição e aproamento dos envolvidos, o que servirá para eventuais consultas no futuro e/ou auxílio a investigações de incidentes entre as unidades marítimas, uma vez que existirá o registro destas informações a cada 10 segundos durante todo o trabalho.

A Figura 05 apresenta um exemplo da tela de visualização disponível a todas as embarcações, tendo como alvo principal a unidade e ser ancorada. Pode-se configurar no *HydroPro* dentre diversas apresentações, a visualização das distâncias entre as unidades marítimas, a distância entre a unidade alvo e a sua posição final de instalação e a qualidade do sinal *DGNSS*, permitindo o monitoramento de todos os deslocamentos das embarcações envolvidas.

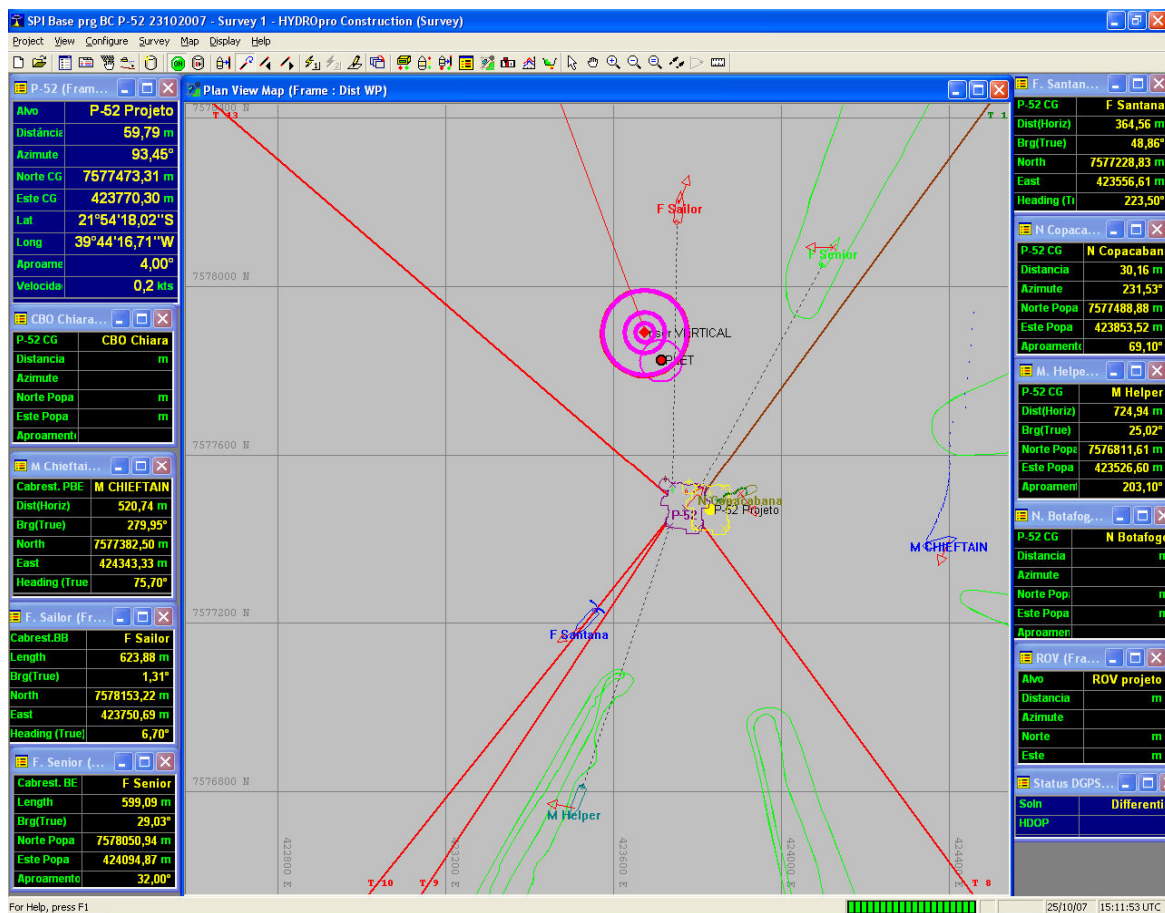


Figura 05 – Tela do *software HydroPro* apresentando o posicionamento instantâneo das embarcações, além de outras informações referentes a operação realizada (ALVARENGA, 2007, p. 8)

#### 4 CONCLUSÃO

Conforme já mencionado anteriormente, a utilização do sistema SPI permite um monitoramento das posições de todas as embarcações envolvidas em um operação *off-shore* em tempo quase-real, permitindo planejar manobras seguras durante o trabalho e contribuindo no aumento da segurança operacional das unidades marítimas, pessoas e do meio ambiente.

#### REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, F.R., et al. Posicionamento durante o Hook-up da P-52. Petróleo Brasileiro S.A., Macaé, 2007.
- ALVARENGA, F.R., et al. Sistema de Posicionamento Integrado. Petróleo Brasileiro S.A., Macaé, 2010.
- TARDIM J. M. F., et al. Monitoramento de dutos na Ilha D'Água. Petróleo Brasileiro S.A., Rio de Janeiro, 2001.