

Mobilidade operacional online

Online operational mobility

Vinicius Guedes Gusmao ¹ | Gianni Stavros Rodrigues Fasone ².

1. PETROBRAS, DIRETORIA DE TRANSFORMAÇÃO DIGITAL E INOVAÇÃO, TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO. RIO DE JANEIRO - RJ - BRASIL, vguasmao@petrobras.com.br 2. PETROBRAS, DIRETORIA DE TRANSFORMAÇÃO DIGITAL E INOVAÇÃO, TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO. RIO DE JANEIRO - RJ - BRASIL, gianny@petrobras.com.br

Resumo

Assim como na F-1 ou nas missões espaciais, o monitoramento e a colaboração remota em tempo real de especialistas transformaram o esporte e a conquista do espaço, apresentando performances cada vez mais elevadas; o mesmo também pode ser atingido nas atividades de campo da nossa indústria de O&G. E é sobre os avanços que a PETROBRAS já obteve nessa área que este trabalho se propõe a discutir, abordando os seguintes temas: cobertura wireless em área industrial, novos serviços de comunicação e colaboração no campo, controle de POB durante emergência com a rápida localização de pessoas em ambiente sem recepção de GPS, além do acesso aos dados dos equipamentos de processo em tempo real.

O compartilhamento dos avanços mencionados pretende catalisar um “Ecossistema de Inovação” para criar um consenso tecnológico da indústria em torno dos temas IoT e Mobilidade para áreas operacionais com atmosfera explosiva, dado que as empresas operadoras onshore e offshore atualmente encontram dificuldades semelhantes como: despadronização de tecnologias; carência ou ausência de mercado fornecedor certificado no Brasil, múltiplas soluções com requisitos de conectividade absolutamente distintos, reduzindo a velocidade da transformação digital nas áreas operacionais.

Por fim, apresentaremos o desenvolvimento de uma ferramenta de localização de pessoas a bordo através de dispositivos emissores de *bluetooth smart*, como *beacons*, em uma rede *Mesh BLE*, o que eleva as condições de segurança operacional a um novo nível. Unindo-se esta nova rede a uma ferramenta de RTLS (Real Time Location System) podemos apresentar a localização em tempo real dos colaboradores em ambientes offshore, controle de cercas virtuais e de certificados e normas dos operadores em atividade de envolvendo PT (Permissão para Trabalho), além disso, é possível receber dados de telemetria de saúde para o monitoramento do nível de estresse dos operadores em operações de alto risco.

Palavras-chave: mobilidade. localização. conectividade. wearable. IoT

Abstract

As with F-1 or space missions, real-time monitoring and remote collaboration by experts have transformed sport and the conquest of space, presenting ever higher performances; the same can also be achieved in the field activities of our O&G industry. And it is about the advances that PETROBRAS has already achieved in this area that this work proposes to discuss, addressing the following themes: wireless coverage in the industrial area, new communication and collaboration services in the field, POB control during emergencies with the fast location of people in an environment without GPS reception, in addition to access to process equipment data in real time.

The sharing of the aforementioned advances intends to catalyze an “Innovation Ecosystem” to create a technological consensus of the industry around the themes IoT and Mobility for operational areas with explosive atmosphere, given that the onshore and offshore operating companies currently face similar difficulties such as: de-standardization of technologies; lack or absence of a certified supplier market in Brazil, multiple solutions with absolutely different connectivity requirements, reducing the speed of digital transformation in operational areas.

Finally, we will present the development of a tool for locating people on board through bluetooth smart emitting devices, such as beacons, in a Mesh BLE network, which raises operational safety conditions to a new level. By joining this new network to an RTLS (Real Time Location System) tool, we can present the real-time location of employees in offshore environments, control of virtual fences and certificates and standards of operators in activity involving PT (Permission to Work), in addition, it is possible to receive health telemetry data for monitoring the stress level of operators in high-risk operations.

Keywords: mobility. locating. connectivity. wearable. IoT

Article n°: 443

Cite as: Rio Oil & Gas Expo and Conference, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, 2020 (20)

DOI: <https://doi.org/10.48072/2525-7579.rog.2020.443>

© Copyright 2020. Brazilian Petroleum, Gas and Biofuels Institute - IBPT. This Technical Paper was prepared for presentation at the Rio Oil & Gas Expo and Conference 2020, held between 1 and 3 of December 2020, in Rio de Janeiro. This Technical Paper was selected for presentation by the Technical Committee of the event according to the information contained in the final paper submitted by the author(s). The organizers are not supposed to translate or correct the submitted papers. The material as it is presented, does not necessarily represent Brazilian Petroleum, Gas and Biofuels Institute' opinion, or that of its Members or Representatives. Authors consent to the publication of this Technical Paper in the Rio Oil & Gas Expo and Conference 2020 Proceedings.

1. Introdução

Este trabalho pretende apresentar a evolução de iniciativas, provas de conceito e implantações de funcionalidades que garantirão maior controle, segurança e eficácia às atividades de campo em ambientes industriais de plataformas, refinarias, portos, armazéns, termelétricas etc.; bem como objetiva reduzir a quantidade de homem-horas de exposição à riscos (HHER) através da inserção de novos sensores IIoT (Industrial Internet of Things) com conectividade sem-fio para reduzir ou eliminar a necessidade de algumas rondas operacionais.

O aumento do controle e segurança das atividades de campo contará com um novo sistema de micro-localização dos profissionais nas áreas operacionais, dotado ainda de controle de certificados e permissões, conectado à base de dados corporativa. Este sistema também possibilita um maior controle da emergência e dos procedimentos de abandono, com rotas de fuga dinâmicas que se alteram em função da faina ou de bloqueios, com indicação de rotas mais curtas e seguras até o ponto de reunião.

Em complemento ao sistema de gestão dos profissionais expostos à risco, para aumento da eficácia das atividades de campo com segurança e controle, dotaremos estes profissionais de sistemas de comunicação em mobilidade com banda larga para possibilitar acesso ao estado de equipamentos em tempo real, à documentação técnica e ao gêmeo digital, compartilhar sua câmera em videocolaboração com especialistas remotos e definir ações em Realidade Aumentada.

Por fim, pretendemos demonstrar que a mesma tecnologia de conectividade sem fio para conectar pessoas também pode ser utilizada para novas conexões IIoT de máquinas, sensores e equipamentos, viabilizando elevar o grau de sensoriamento e automatização de plantas de processo sem a necessidade de grandes intervenções na rotina da unidade em função de obras de infraestrutura para passagem de novos cabos. Dessa forma, ao prover novos sensores a uma planta existente permitirá redução de atividades de rotina na área industrial.

2. Mobilidade Operacional

2.1. Conectividade em Banda Larga Para Pessoas e Banda Estreita para Máquinas

2.1.1. Provas de Conceito de Conectividade

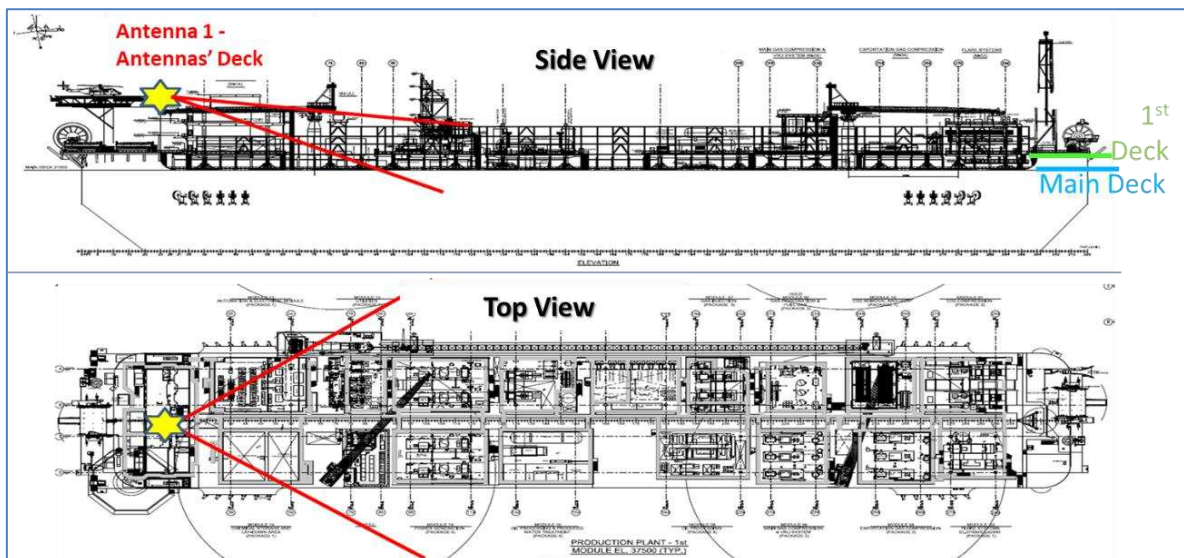
Após diversos testes de propagação de sinal em ambientes industriais metálicos, com diferentes tecnologias sem-fio e de mobilidade, encontramos nas mais recentes releases do 4G/LTE (Long Term Evolution) e nas faixas de frequência mais baixas, a performance e a penetração de uma cobertura de rede capaz de alcançar a totalidade da área externa de uma Unidade Industrial da Petrobras, com baixo custo e, principalmente, com a mínima necessidade de intervenção ou obras dentro das áreas operacionais.

Os testes bem sucedidos ocorreram utilizando a tecnologia 4G/LTE fornecendo uma cobertura móvel na faixa de 700MHz no FPSO P-69 em fase final das obras de Construção e Montagem, no estaleiro em Angra dos Reis. Esta tecnologia fora escolhida por endereçar um

dos principais problemas de propagação de sinal em estruturas metálicas, as interferências ocasionadas por múltiplos percursos; por utilizar as técnicas OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) e MIMO (Multiple In / Multiple Out). Já a escolha da faixa de frequência LTE de 700 MHz (Banda 28) ocorreu por 2 motivos: disponibilização de um canal de 5 + 5 MHz para redes privadas (SLP – Serviço Limitado Privado); e pela boa propagação em ambientes congestionado de obstáculos.

Para que os testes pudessem ter a representatividade de aplicação em um cenário real de operação, todas as normas de irradiação eletromagnética em estruturas metálicas dentro de áreas com atmosferas explosivas (normas IEC-60079-0 (item 6.6) e CLC/TR50427) foram respeitadas, mesmo que a Unidade ainda não estivesse operando, e por isso sem a presença de gases combustíveis. Por isso, apesar do sistema ter condições de irradiação de até 45 Watts de potência, limitamos a potência transmitida para apenas 6 Watts; de maneira a podermos testar tanto com antenas painel LTE convencionais quanto utilizando cabo fendido. Um dos testes, com apenas uma antena painel está ilustrado na Figura 1.

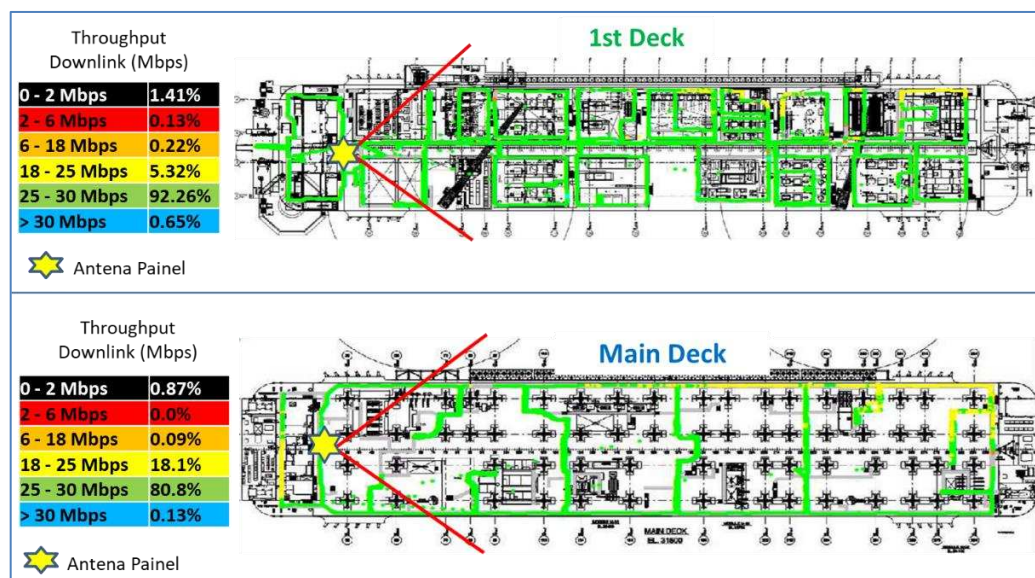
Figura 1 – Vista frontal e de topo do FPSO com a posição da antena e sua abertura de irradiação horizontal e vertical



Fonte: Próprio autor

Para cada cenário de testes, foram colhidas milhares de amostras com dados de todos os parâmetros de qualidade e intensidade do sinal ao longo do FPSO, com exceção dos tanques, casas de bombas e praças de máquinas. Os principais resultados do cenário mais desafiador, com apenas uma antena, que traduzem o sucesso da cobertura LTE em FPSO podem ser resumidos na taxa de transmissão de dados no downlink com MIMO 2x2, conforme Figura 02.

Figura 2 – Resultados dos testes de performance no downlink do 1st Deck e Main Deck

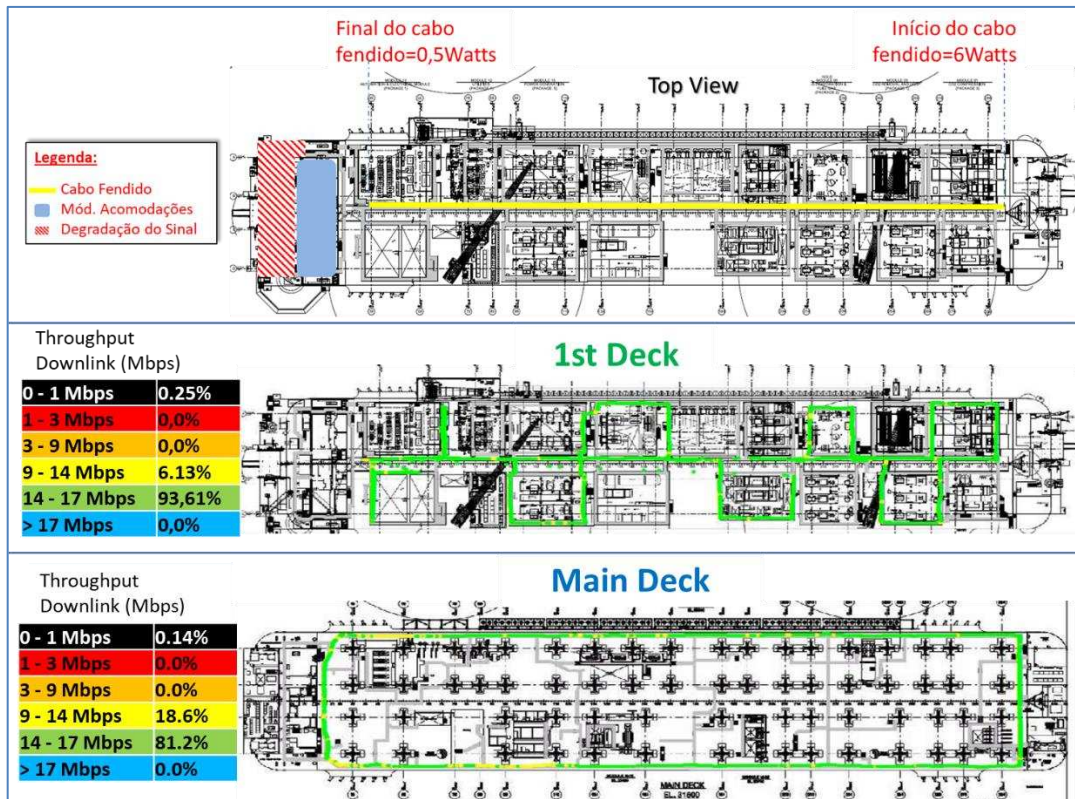


Fonte: Próprio autor

Conforme pode ser observado no canto esquerdo da planta baixa representada na Figura 02, houve presença de sinal com qualidade inclusive na popa da embarcação (atrás e abaixo da antena), o que ilustra a boa performance da tecnologia em presença de reflexão de sinal por causa do OFDMA.

Um outro cenário de teste relevante foi realizado injetando o sinal LTE em cabo fendido que propaga o sinal UHF das comunicações operacionais. Esta aplicação em cabo fendido pode ser adotada aproveitando a infraestrutura e a técnica de cobertura do UHF que existe com frequência em plataformas para abranger grandes áreas fechadas com múltiplos compartimentos e salas estanques como praças de máquinas, ou em espaços confinados. Neste cenário de teste, escolhemos a maior extensão de cabo fendido, que percorre toda a extensão da planta industrial do FPSO, conforme ilustrado na Figura 3, para verificar a atenuação e a perda de cobertura próxima à extremidade do cabo. Durante os testes foi observada potência transmitida de 0,5 Watt na extremidade do cabo com extensão de aproximadamente 200m. Essa potência irradiada foi suficiente para cobrir com qualidade toda a área industrial, incluindo os módulos de produção próximos à extremidade do cabo fendido. Entretanto, a potência do sinal não foi suficiente para alcançar a popa, atrás do módulo de acomodações, conforme canto esquerdo das vistas lateral e de topo da Figura 3. Mudando o sentido de propagação no cabo fendido, injetando o sinal a partir da outra extremidade, espera-se que o sinal consiga atingir as áreas degradadas, mas essa alternativa não foi incorporada aos testes.

Figura 3 – (a) Rota do Cabo Fendido; (b) Performance no 1st Deck; (c) Performance do Main Deck



Fonte: Próprio autor

As taxas de transmissão no cabo fendido foram inferiores às taxas obtidas nos testes com antena painel, porém já eram esperadas, em função da técnica de propagação em cabo fendido não permitir o emprego do MIMO, que nada mais é do que múltiplas antenas no interior do sistema irradiante permitindo aumentar a taxa de dados ou aumentar sua robustez. Independente da taxa, a qualidade do sinal percebido ao longo de toda área do topside fora muito homogênea, com boa abrangência, permitindo-se concluir que o emprego de cabos fendidos também podem ser utilizados para complementar uma cobertura.

Com os resultados bem-sucedidos dos testes de cobertura em ambiente real de FPSO e a avaliação técnica do potencial da tecnologia LTE para comunicação de pessoas e dispositivos, iniciamos dois processos de contratação para emprego da mesma tecnologia em ambientes distintos por questões regulatórias e mercadológicas. Mesmo com estratégias de contratação diferentes, empregam a mesma tecnologia e entregam os mesmos resultados para o operador de campo, que é munir este profissional com melhores ferramentas que serão descritas no próximo item.

2.1.2. Aplicações Online de suporte às atividades de campo

A partir de uma tecnologia de conectividade sem zonas-de-sombra em ambientes industriais, passamos a buscar novas formas de comunicação operacional, como: melhor

comunicação de voz de forma bi-direcional, possibilidade de videocolaboração e assistência especializada remota, acesso à documentações técnicas e gêmeos digitais, adoção da realidade mista e aumentada, visualização de dados e estado de equipamentos em tempo real. Todas essas ferramentas contribuirão para uma execução do trabalho de forma mais assertiva e veloz, com um número menor de pessoas no local da atividade; reduzindo assim, a HHER e por consequência, a taxa de acidentes registráveis.

Este cenário de aplicação da tecnologia de conectividade sem-fio em mobilidade vem permitindo ainda que soluções robóticas sejam desenvolvidas para substituição humana em atividades penosas, repetitivas, insalubres e arriscadas tais como algumas atividades em espaços confinados, combate a incêndio, movimentação de carga, manobra de válvulas, etc.

Além do ganho para o usuário final, há ainda a possibilidade de conexão de novos sensores e substituição de sensores analógicos por outros sem que esses requeiram a passagem de novos cabos em áreas com atmosferas explosivas, aumentando a velocidade de implantação de soluções IIoT em Unidades já em operação. Os novos sensores conectados enviarão novos dados, que anteriormente não conseguiam alcançar as lógicas e algoritmos de correlação de falhas e prevenção de eventos, pois eram colhidos de forma manual através de rondas operacionais com amostras muito espaçadas; e agora poderão completar um diagnóstico em tempo real, reduzindo o número de “quebras” além de poder prever uma falha com maior antecedência e previsibilidade.

Por fim, a conectividade em mobilidade será útil também na coordenação das situações de emergência e abandono com a visualização da movimentação e atuação das brigadas ao-vivo, contando ainda com a transmissão dessas imagens para uma sala-de-criese em terra e permitindo a orientação das equipes de bordo. E é justamente para permitir o acompanhamento das equipes de brigada e resgatistas, que foram desenvolvidas também soluções de localização de pessoas em áreas sem recepção de GPS, que será detalhada no próximo item.

2.2. Bluetooth low energy (BLE) para segurança operacional

2.2.1. Localização indoor baseada em bluetooth low energy (BLE)

Diversas soluções envolvendo o uso de RFID e Wi-fi têm sido desenvolvidas dentro da indústria de óleo e gás com intuito de localizar a força de trabalho embarcada e implementar o controle em áreas restritas através de cercas virtuais de forma a melhorar a segurança operacional evitando acidentes. O complexo ambiente das plataformas, com inúmeras barreiras metálicas, interferências magnéticas e ausência de GPS, em que os operadores estão inseridos limitam a aplicabilidade das soluções tradicionais.

Com o advento da Internet das Coisas (IoT) tecnologias como bluetooth evoluíram e permitiram que a localização indoor fosse levada a novos patamares com o uso de redes com a topologia Mesh, onde cada funciona também como transmissor garantido que uma grande área com barreiras possa ser totalmente coberta.

O trabalho se propôs a implantar uma rede BLE para localização de pessoas em áreas industriais indoor inicialmente através de uma BLE-Wi-fi e posteriormente Mesh BLE.

Inicialmente foi feita a avaliação do uso de beacons (BLE) para a determinação a posição de operador em uma planta piloto indoor, onde a captação dos sinais é feito por um gateway BLE dotado de conectividade Wi-fi mesh e concluiremos com a ligação da infraestrutura montada com o software de localização em tempo real (RTLS) ArcGis Indoor, onde são aplicadas técnicas de trilateração para definição da posição do beacon emissor.

O uso do Indicador de força de sinal recebido (RSSI) para determinação da distância entre o emissor e o receptor é o método mais comumente empregado e onde segundo Liu et al.(2007) pode dar resultados satisfatórios quando associamos este a técnicas de aprendizado de máquina. onde associado a técnica de trilateração permite a partir do posicionamento diante de um círculo de incerteza (Figura 4).

2.2.2. Técnica de Trilateração

O cálculo da distância por trilateração necessita de pelo menos 3 receptores e 1 emissor e se baseia no modelo de decaimento logaritmo do sinal com a distância.

$$RSSI = -10n \log_{10}(d) + C$$

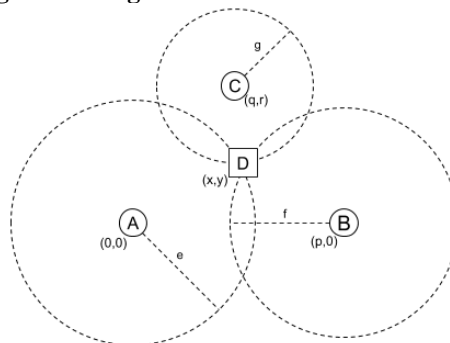
Onde:

n é o expoente de perda de caminho

d é a distância entre os transmissores e receptores, e

C é uma constante fixa que responde por perdas do sistema

Figura 4 – Região de Incerteza na trilateração



Fonte: Sadowski e Spachos (2018)

2.2.3. Controle de certificados de segurança

Nas atividades operacionais é de extrema importância garantir que os trabalhos realizados sejam executados por profissionais devidamente habilitados. Nessa visão foi desenvolvido um aplicativo móvel que permite identificar a situação dos certificados controlados dos operadores presentes em uma determinada região associado a identificação dos mesmos com o identificador beacon correspondente. O sinal deste é capturado pelo mobile, que possui acesso armazenado internamente os dados dos certificados daquela unidade.

Figura 5 – Controle de certificados no App RADAR



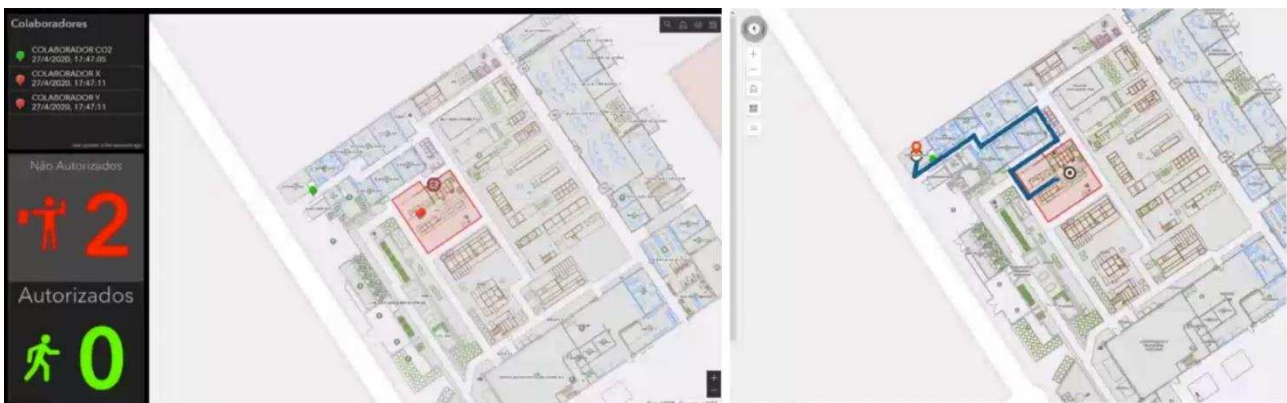
Fonte: Próprio autor

2.2.4. Cercas virtuais e rotas de fuga

A partir da localização dos operadores é possível implementar controles de segurança como o monitoramento por cercas virtuais e determinação da melhor rota de fuga em caso de emergência. As cercas virtuais podem indicar a presença de pessoas não autorizadas em áreas monitoradas e evitar que estas se exponham a riscos.

Um software especialista em RTLS (Real Time Location System) foi possível simular uma emergência em uma planta piloto e a respectiva definição do melhor caminho para o deslocamento da equipe de emergência até o local do incidente.

Figura 6 – Cerca virtual e rota de fuga na ferramenta RTLS

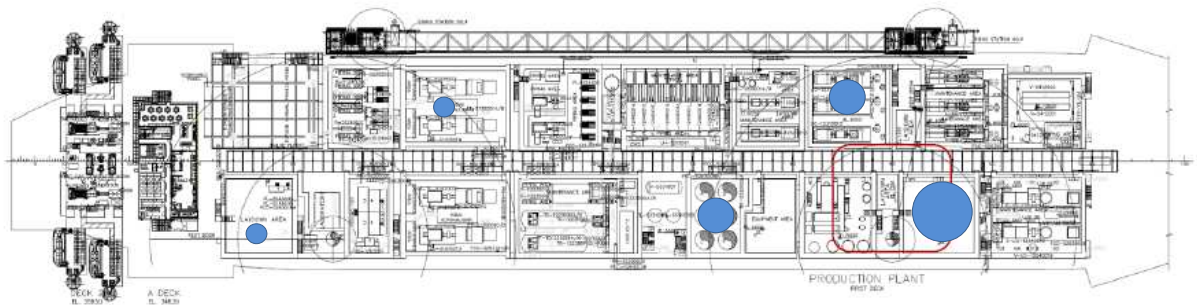


Fonte: Imagem LTDA - Simulação planta piloto

2.2.5. Mapas de risco dinâmicos

A integração das informações em um ambiente offshore traz junto o aumento da visão em tempo real do grau de risco em que cada área está sujeita. As informações de execução de PT (permissão de trabalho) e número de pessoas em áreas de risco associadas permitirão o melhor planejamento das ações de redução de incidentes de segurança.

Figura 7 – Distribuição de atividades em plataforma



Fonte: Petrobras S.A

3. Considerações finais

Diversas barreiras ainda precisarão ser eliminadas no mercado nacional para o desenvolvimento de tecnologias de IoT para a indústria de óleo e gás do Brasil. A certificação e homologação de dispositivos e ampliação dos fornecedores locais serão desafios para as próximas etapas. “Wearables” Ex também terão papel importante na otimização das condições de segurança dos trabalhadores em áreas industriais.

Por isso, o compartilhamento dessas iniciativas com a indústria de O&G é de suma importância para criar um alinhamento tecnológico mínimo que desperte o interesse dos fabricantes internacionais de dispositivos em desenvolver soluções que atendam às legislações locais para dispositivos elétricos/eletrônicos em atmosferas explosivas emissores de radiofrequência. Esse alinhamento tecnológico da indústria poderá até permitir que pleitos específicos sejam apreciados de forma conjunta perante os órgãos governamentais e entidades reguladoras.

4. Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer à estrutura da TIC (Tecnologia de Informação e Comunicações), que permitiu e apoiou os testes e provas de conceito relatadas acima; bem como dos colegas que tornaram isso possível. Agradecimentos específicos aos Engenheiros de Telecomunicações Fernando Climaco, Luis Otávio Matavelli e Francisco Carlos Caetano, que conduziram boa parte dos testes de tecnologias móveis; e à equipe de Mobilidade Operacional da PETROBRAS, especialmente à Jocelene Reis e Bruno Vidal.

Agradecemos também aos colegas do CENPES (Centro de Pesquisas da Petrobras) que depositaram inteira confiança no trabalho desenvolvido, especialmente ao Sthener Campos, Hardy Pinto, Marcelo Goulart, Renato Ogeda e Ed Carlos Bassoli.

Por fim, a equipe de inovação da TIC que apoiou na iniciativa com rastreamento utilizando BLE na pessoa do Luis Gustavo Lima, Felipe Walcarengi Marra, Igor Paulo da Cruz Rigotti, Márcio Belo, Nilson de Souza Lima Filho e João Domingues Franco Neto.

Referências

- European Committee for Electrotechnical Standardization. (2004). *Assessment of inadvertent ignition of flammable atmospheres by radio-frequency radiation*. Belgium: CENELEC. Retrieved from <https://standards.globalspec.com/std/25927/clc-tr-50427>
- International Electrotechnical Commission. IEC-60079-0, § 6.6. Retrieved from <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=356259>
- P. Spachos, I. Papapanagiotou, and K. N. Plataniotis. (2018). Microlocation for smart buildings in the era of the internet of things: A survey of technologies, techniques, and approaches. *IEEE Signal Processing Magazine*, 35(September 2018), 140–152. <https://doi.org/10.1109>
- S. Sadowski and P. Spachos. (2018). RSSI-Based Indoor Localization With the Internet of Things *IEEE Access*, 6(2018), 30149–30161. <https://doi.org/10.1109>