

DEFINIÇÃO DE NOVA ELETRÔNICA E ESTRATÉGIA PARA ENSAIOS DE MACROINDENTAÇÃO INSTRUMENTADA PORTÁTIL

Monique Alves Franco de Moraes, Universidade Federal de Uberlândia, monique_afm@hotmail.com
Sinésio Domingues Franco, Universidade Federal de Uberlândia, sdf franco@ufu.br
Alcimar Barbosa Soares, Universidade Federal de Uberlândia, alcimar.soares@gmail.com

Resumo. A indústria petrolífera possui em suas instalações dutos e equipamentos cujas constituições e, conseqüentemente, suas propriedades mecânicas não são devidamente conhecidas, o que dificulta a avaliação da integridade estrutural. Tradicionalmente, para se avaliar essa integridade através da estimativa das propriedades mecânicas, são empregados ensaios destrutivos, tais como ensaios de tração, impacto e fadiga. Alternativamente, para não ser necessária a remoção de material de uma área de interesse de um duto, o que requer uma prévia paralisação do processo de produção de petróleo, com riscos de desabastecimento e perdas com lucro cessante, são empregados ensaios *in situ* (não destrutivos), que incluem os ensaios de macroindentação instrumentada. Basicamente, estes ensaios são baseados em múltiplas indentações em um mesmo local de penetração, com ciclos de carregamento/descarregamento, sendo que a profundidade da impressão final não ultrapassa 300 μm . Desta forma, com o monitoramento constante da carga e da profundidade de indentações determina-se uma curva característica do ensaio e, a partir de correlações entre essa curva e determinadas equações-modelo, pode-se estimar diversas propriedades mecânicas, tais como: limite de escoamento, limite de resistência, dureza, curva tensão x deformação, coeficiente de resistência e expoente de encruamento. O Laboratório de Tecnologia em Atrito e Desgaste (LTAD), em parceria com a PETROBRAS, está desenvolvendo uma terceira geração de equipamentos de macroindentação instrumentada, onde poder-se-á realizar ensaios submersos. Este trabalho tem por objetivo, portanto, o projeto e a concepção de um macroindentador portátil submersível, PropInSitu 3, o qual terá capacidade de aplicação de força de indentações máxima de 200 kgf para pressões hidrostáticas de até 3 bar e condições adversas do ambiente marinho.

Palavras chave: macroindentação instrumentada, ensaios submersos, ensaios não destrutivos, propriedades mecânicas

1. INTRODUÇÃO

A macroindentação instrumentada permite obter as propriedades mecânicas de dutos em operação, de maneira não destrutiva, a partir de ensaios realizados na própria estrutura (*in situ*), sem a interrupção do fluxo de produto nas linhas de transmissão. O equipamento utilizado para a realização de ensaios de macroindentação é denominado de macroindentador.

Devido à necessidade de se realizar ensaios *in situ*, o Laboratório de Tecnologia em Atrito e Desgaste (LTAD), em parceria com a PETROBRAS, está desenvolvendo a terceira versão do equipamento, haja vista que as versões anteriores não possibilitavam a realização de ensaios submersos.

Nas Figuras 1 e 2 é apresentada a versão mais recente já desenvolvida do macroindentador portátil, o PropInSitu 2.

Na Figura 3 é apresentada a evolução do projeto do macroindentador portátil, visando suprir as dificuldades apresentadas com o primeiro protótipo (denominado PropInSitu 1), bem como aperfeiçoá-lo. Como pode ser observado, durante o período entre o ano de 2014 a 2017, pretende-se, com este trabalho, o desenvolvimento da terceira geração deste protótipo, denominada de PropInSitu 3.

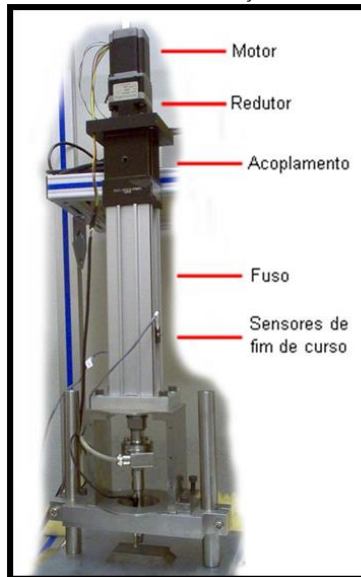


Figura 1 - Vista geral do PropInSitu 2 (FRANCO *et al.*, 2007)

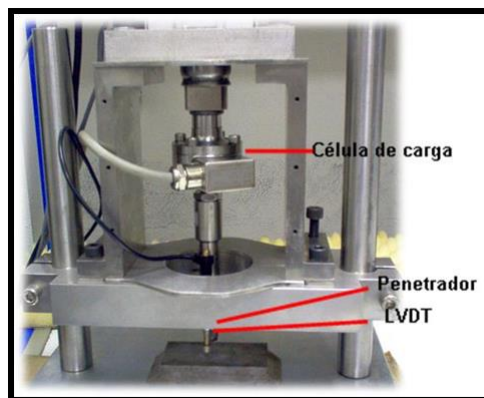


Figura 2 - Vista em detalhe da região inferior do PropInSitu 2 (FRANCO *et al.*, 2007)

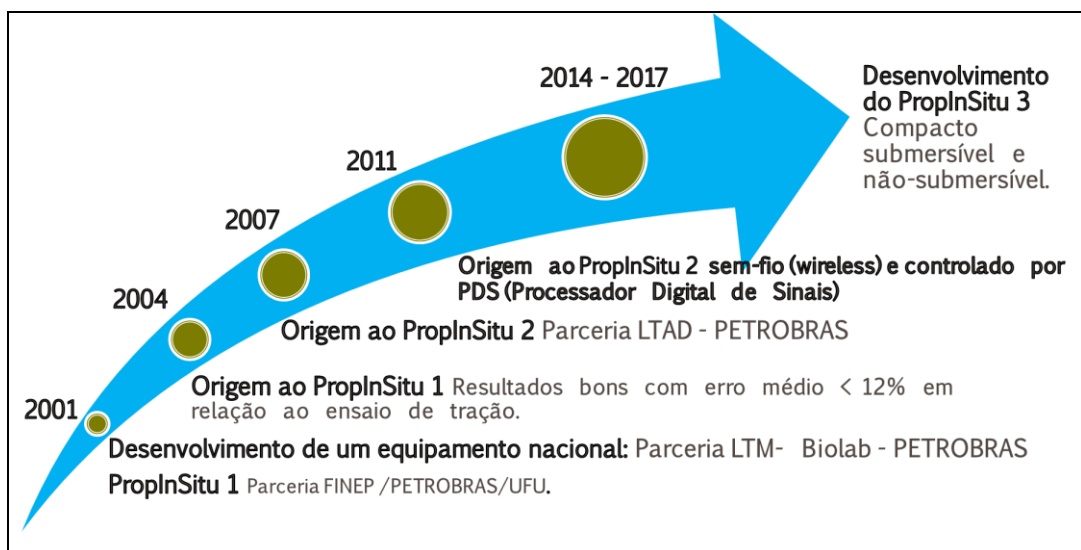


Figura 3 - Evolução do projeto do macroindentador portátil

Portanto, este trabalho tem como intuito a concepção e o projeto de um macroindentador portátil submersível, PropInSitu 3, o qual terá capacidade de aplicação de força de indentação de 200 kgf para pressões hidrostáticas de até 3 bar e condições adversas do ambiente marinho.

O PropInSitu3 deverá apresentar os seguintes requisitos básicos:

- a) Ser compacto;
- b) Ser submersível;
- c) Resistir a uma pressão hidrostática de 30 mca;
- d) Ter capacidade de aplicação de carga de até 2 kN;
- e) Consumir pouca energia;
- f) Ser robusto.

2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste projeto, a definição da eletrônica, a qual ficará embarcada ao equipamento, foi um dos aspectos considerados. E, para selecionar adequadamente os componentes de instrumentação, condicionamento, aquisição e processamento de dados, foram considerados os requisitos citados anteriormente. Vale salientar que todos esses componentes estarão dentro do encapsulamento do equipamento para evitar contato com o ambiente marinho.

Basicamente, a instrumentação do PropInSitu 3 englobará sensores para medição de posição, força, fim de curso, temperatura e presença de água.

Na Figura 4 está representado o fluxo de dados do PropInSitu 3. Nesse diagrama, visualiza-se que os dados durante o ensaio podem ser transferidos para um computador remoto através de comunicação com fio (Ethernet, mais especificamente) ou sem-fio, dependendo da aplicação.

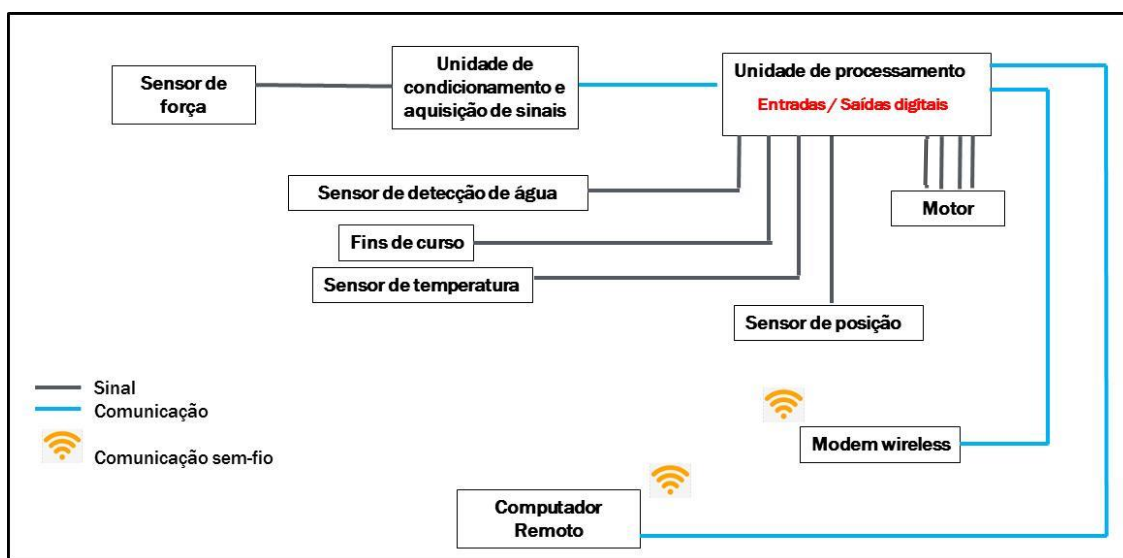


Figura 4 – Fluxo de dados do PropInSitu3

3. CONCLUSÕES

O desenvolvimento de um macroindentador que seja capaz de trabalhar de forma submersa e sujeito às condições adversas do ambiente marinho requer soluções para muitos desafios. Esses desafios estão relacionados à concepção de um projeto mecânico específico para esta aplicação, o qual deve prever um sistema que: suporte uma pressão de trabalho de até 3 bar; tenha vedações resistentes; aloje componentes eletrônicos específicos de instrumentação e processamento de dados embarcado. Além disso, esses componentes eletrônicos devem ser selecionados de forma a garantir que o novo macroindentador: seja compacto e submersível; resista a uma pressão hidrostática de 3 bar (30 mca); tenha capacidade de aplicação de carga de até 2 kN; consuma pouca energia; e seja robusto.

Também, uma nova estratégia de cálculo de propriedades mecânicas se coloca como outro desafio, no intuito de suprir as limitações dos métodos de Haggag *et al.* (1989) e Ahn e Kwon (2001), que são os mais amplamente utilizados para estimar as propriedades mecânicas após a realização de ensaios de macroindentação.

4. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES-PROEX e à PETROBRAS pelo apoio financeiro.

5. REFERÊNCIAS

- AHN, J-H. KWON, D. “Derivation of plastic stress-strain relationship from ball indentations: examination of strain definition and pileup effect”. Materials Research Society, vol. 16, nº 11, Nov. 2001.
- FRANCO, S. D.; FRANCO, V. L. D. S.; SOARES, A. B.; HWANG, H. F.; BORGES JR. V. S.; RAMOS NETO, F. F.; FORMOSO, C. M.; “Avaliação de propriedades mecânicas in situ através de macroindentação instrumentada – Parte II”. Relatório técnico final. Março de 2007.
- HAGGAG, F. M.; NANSTAD, R. K.; BRASKI, D. N. “Structural Integrity Evaluation Based on an Innovative Field Indentation Microprobe”. ASME - The American Society of Mechanical Engineers - PVP. , v. 170, n. Innovative Approaches to Irradiation Damage and Fracture Analysis, p. 101-107, 1989.