

# UMA BREVE ANÁLISE DE APLICAÇÕES DE LIGAS COM MEMÓRIA DE FORMA NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO E GÁS

Jennifer Vitória Macêdo Ramos<sup>1</sup>  
Thawany Karoline Sousa Fernandes<sup>2</sup>  
Robson Alves Vilar<sup>3</sup>  
Marcos Mesquita da Silva<sup>4</sup>  
Luiz Fernando Alves Rodrigues<sup>5</sup>

## INTRODUÇÃO

Com o aumento da demanda por produtos derivados do petróleo, surgiu a necessidade de se aprimorar cada vez mais a exploração dos hidrocarbonetos, principalmente a fim de minimizar falhas nos equipamentos (ALBURQUERQUE JUNIOR, 2014).

Uma das possibilidades para esta otimização é a utilização de Ligas com Memória de Forma (LMF) para o desenvolvimento de novos dispositivos e estruturas de interesse. Essas ligas, comumente conhecidas no inglês por Shape Memory Alloy (SMA), fazem parte da classe dos materiais inteligentes, as quais detêm a capacidade de retornar a sua forma original, quando aquecida, depois de ser deformada plasticamente (DE LIMA LEITE, QUEIROZ COSTA, FRANCA THEODORO, 2018).

As LMF manifestam duas principais fases: a fase autenítica e a martensítica. A transformação entre as fases é a responsável pelo seu efeito de memória de forma. Tendo seu EMF acionado após passar pela transformação dita reversa ou inversa à qual permite a transformação em estado sólido da martensita para a fase austenítica. Já a transformação direta para a martensítica, ocorre através da diminuição da temperatura, permitindo que o material adquira uma estrutura mais maleável, o que facilita sua deformação (LAGOUDAS, 2008).

Em razão dessas propriedades, tornou-se possível a sua aplicação em diversos setores industriais, incluindo a área de petróleo e gás, as quais podem ser empregadas

---

<sup>1</sup>Aluna do Curso Técnico em Petróleo e Gás, IFPB, Campus Campina Grande-PB, jvitoria12573@gmail.com;

<sup>2</sup> Aluna do Curso Técnico em Petróleo e Gás, IFPB, Campus Campina Grande-PB, thawany.fernandes@academico.ifpb.edu.br

<sup>3</sup>Graduando no Curso de Engenharia da Computação, IFPB, Campus Campina Grande-PB, robsonvilarvilar@gmail.com;

<sup>4</sup> Professor co-orientador: Doutor, IFPB, Campus Campina Grande- PB, marcos.silva@ifpb.edu.br

<sup>5</sup> Professor orientador: Doutor, IFPB, Campus Campina Grande- PB, luiz.rodrigues@ifpb.edu.br

em diversas estruturas, como atuadores, acumuladores hidráulicos, parafusos e entre outros, a fim de melhorar a resistência ou funcionamento de um equipamento (PATIL E SONG, 2016).

Diante do que foi apresentado anteriormente, esse trabalho tem como objetivo estudar as ligas com memória de forma e a sua aplicabilidade na indústria dos hidrocarbonetos. Em virtude dos conceitos estudados, decidiu-se realizar essa análise, com o intuito de verificar como tem se dado a aplicação de LMF em equipamentos distintos.

## **METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)**

O trabalho teve como objetivo levantar um breve panorama das aplicações das ligas com memória de forma na indústria do petróleo e gás. E para tanto, foram analisadas monografias e trabalhos publicados em revistas científicas, os quais estudaram o desenvolvimento de aplicações pontencias das LMF em equipamentos para a indústria petrolífera.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A demanda por melhores equipamentos, tem crescido com o avanço da exploração dos hidrocarbonetos, especialmente em lâminas d'água profundas (ALBURQUERQUE JUNIOR, 2014).

Com o início das pesquisas a respeito das propriedades dos materiais inteligentes, percebeu-se que suas propriedades são de grande valia para a indústria petrolífera, especialmente as ligas com memória de forma. Através dos estudos sobre as propriedades das LMF, observou-se que sua singularidade de voltar a forma original depois de aquecida é de grande relevância (DA SILVA, et al, 2008).

Para a indústria de exploração de hidrocarbonetos as LMF são de extrema importância, em especial devido à sua grande aplicabilidade em equipamentos da área, sendo responsáveis por melhorar o tempo de funcionamento de um equipamento, assim como as suas propriedades, ou até mesmo diminuindo a quantidade de equipamentos necessários para a realização de uma determinada tarefa (PATIL E SONG, 2016).

Nesse sentido, Albuquerque Junior (2014) utilizou LMF, mais precisamente ligas NiTi, para a confecção de um protótipo em escala reduzida de uma válvula para controle de poço, acionado por fios de memória de forma. Para isso ele utilizou, uma simulação numérica dos elementos finitos, assim como ele realizou um estudo para descobrir a carga necessária para o fechamento do protótipo e logo após foi realizado ensaios da caracterização térmica do fio.

Já a simulação de elementos finitos consistiu em adicionar um êmbolo de uma seringa próximo a um fio de LMF, em sua fase induzida por tensão  $M+$ , e quando elevado a uma determinada temperatura, ele inicia sua transformação para a fase austenítica. O Princípio de funcionamento desse prototipo consiste no fato de que após o fio ser aquecido, ele irá retorna ao seu comprimento inicial e desse modo irá deslocar o êmbolo. Com o intuito de descobrir a carga necessária para fechar o dispositivo, criou-se um aparato para acomodar o protótipo e fornecer carga gradativamente, e desse modo, através de uma célula de carga de compressão realizar a medição dessa carga (ALBURQUERQUE JUNIOR, 2014).

Um dos ensaios executados no fio foi sua caracterização térmica realizada através de um calorímetro digital, com o objetivo de descobrir as temperaturas de transformação de fase da liga (As, Af, Ms e Mf), assim como, o calor latente das transformações. Essa análise foi necessária para obter uma melhor caracterização do fio NiTi, e desse modo prever qualquer tipo de problemas futuros ao utilizar LMF em um equipamento. Tendo isso em vista, o autor também procurou determinar o calor necessário para a transição de fases (ALBURQUERQUE JUNIOR, 2014).

Outro trabalho que utilizou as propriedades das ligas com memória de forma foi o de Patil e Song (2016), o qual utilizou um fio de NiTi, sendo baseada a sua atuação nas propriedades de recuperação de forma do mesmo. No trabalho proposto por eles buscou-se desenvolver um protótipo de um acumulador hidráulico atuado pela LMF. A escolha pelo NiTi se deu por sua boa resistência à corrosão e maior recuperação em sua classe, além de outras propriedades.

Quando comparado o trabalho de Albuquerque Junior (2014) e Patil e Song (2016), podemos perceber que ambos utilizam a mesma propriedade de EMF do fio, como uma forma de atuação em equipamentos distintos.

Outro trabalho que utilizou LMF foi o de Arana, Silva e Rovere (2017), os quais usufruíram das propriedades anticorrosiva das LMF, com o intuito de minimizar a

corrosão de metais a elevadas temperaturas. Assim, foi utilizada uma liga austenítica de Fe-8Mn-5Si-13Cr-5Ni-12Co com EMF. Suas propriedades foram testadas através do aquecimento a 800°C em 120 horas, ao ar.

Comparando o trabalho proposto por Albuquerque Junior (2014) e o de Arana, Silva e Rovere (2017), foram utilizadas as ligas NiTi e Fe-8Mn-5Si-13Cr-5Ni-12Co, respectivamente, e com isso podemos perceber que são ligas com composições distintas, entretanto, ambas com efeito de memória de forma, as quais são utilizadas para aplicações diferentes utilizando propriedades diferentes como escolha principal para aplicação da LMF.

No trabalho de Albuquerque Junior (2014) e no de Patil e Song (2016), podemos perceber que ambos apresentam um elevado teor de Níquel, sendo 55% níquel e 45% titânio, contudo, o trabalho de Arana, Silva e Rovere (2017), traz uma liga com elevado teor de Manganês e baixo teor de níquel (<5%). O que segundo Arana, Silva e Rovere (2017), pode ser explicado pelo fato de que o níquel tem um preço relativamente alto, o que justificaria a sua redução na liga, pois assim a LMF poderia ter uma maior utilização comercial (GRAVINA et al., 2004).

Arana, Silva e Rovere (2017), traz a comparação entre a liga Fe-Mn-Si-Cr-Ni-Co e o aço 304 o qual é comumente utilizado, ambas as ligas foram expostas por 120 horas à uma temperatura de 800°C, entretanto, através da comparação do mesmo, podemos perceber que o aço 304 tem uma maior resistência a oxidação à uma temperatura de 800°, e isso, de acordo com Scott, Wei e Enahoro (1989), ocorre devido ao fato desse aço possuir um maior teor de Cr e um baixo teor de Mn, efetuando-se pela razão de que ambos são elementos que influenciam na resistência a oxidação em elevada temperatura.

Analisando os trabalhos de Albuquerque Junior (2014), Patil e Song (2016) e Arana, Silva e Rovere (2017) foi observado que as ligas com memória de forma podem apresentar diferentes propriedades, sendo todas importantes para a indústria petrolífera conforme pode ser verificado pelas diferentes aplicações pelas quais foram selecionadas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista as propriedades das LMF apresentadas, podemos concluir que a análise das suas aplicações é de grande importância para melhorar a exploração de hidrocarbonetos. Dentre essas propriedades das LMF, é perceptível que a que tem mais destaque é o seu efeito de memória de forma, assim como a sua boa resistência a corrosão, o que é de extrema importância para a indústria dos hidrocarbonetos, como por exemplo para aplicação em tubos de revestimento na camada pré-sal, onde o petróleo presente, apresenta altas temperaturas e o ambiente é corrosivo (LOPES, DA COSTA, SALVADOR FERNANDES, 2016).

Ao analisar os estudos a respeito das ligas com EMF, podemos perceber que mesmo aquelas com um baixo teor de níquel, apresentam propriedades semelhantes as tradicionais, para isso, há a necessidade da adição de outros elementos a liga, o que podem permitir o barateamento desses materiais e assim aumentar o número de aplicações na indústria do petróleo.

**Palavras-chave:** Ligas com memória de forma, indústria do petróleo e gás, shape memory alloy.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro do IFPB e CNPq, disponibilizados através dos editais: Chamada 02/2021- Interconecta - Coordenador de Projeto; Edital de pesquisa 27/2021 - PIBITI/CNPq; Edital de pesquisa nº 16/2020 - PIBIC/CNPq.

## REFERÊNCIAS

ALBURQUERQUE JUNIOR, T. C. **Desenvolvimento conceitual de válvula com acionamento remoto para controle de petróleo utilizando ligas com memória de forma.** 2014. 61 F. Graduação – Curso de engenharia do petróleo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2014

ARANA, C.; SILVA, R.; DELLA ROVERE C. A. Caracterização do comportamento de oxidação de uma liga inoxidável fe-mn-si-cr-ni-co com efeito de memória de forma em elevada temperatura. 2017. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**. v. 03, n. 08, nov. 2017

DE LIMA LEITE, C. N.; QUEIROZ COSTA, C. A.; FRANCA THEODORO, M. **Desenvolvimento de um dispositivo origâmico atuado por memória de forma**. 2018. 44 f. Graduação – Curso de engenharia mecânica, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2018

GRAVINA, M. A.; MOTTA, A. T.; ALMEIDA, M. A.; QUINTÃO, C. C. A. Fios ortodônticos: propriedades mecânicas relevantes e aplicação clínica. **Rev Dental Press OrtodonOrtop Facial** v. 9, n .1, p .113-28, jan. /fev. 2004.

LAGOUDAS, D.C., **Shape memory alloys: modelingandengineeringapplications**.Ed. Springer Science, TX, USA, 2008. 435p.

LOPES, N. F.; DA COSTA, E. M.; SALADOR FERNANDES J. C. **Corrosão por CO2 em aço ao carbono em meio salino a alta pressão e altas temperaturas**. 2016. Intercorr 2016, Rio de Janeiro, 2016

PATIL, D.; SONG, G. Shape memory alloy actuated accumulator for ultra-deepwater oil and gas exploration. 2016. **Smart Materials and Structures**. V. 25 045012

SCOTT, F.H.; WEI, F. I.; ENAHORO, C. The influence of manganese on the high-temperature oxidation of ironchromium alloys, **Materials Corrosion**, v. 40, n. 4, p. 198-205, abr. 1989.