



## RESEARCH SCHOLARSHIP OPPORTUNITY

|                                  |          |                                 |            |
|----------------------------------|----------|---------------------------------|------------|
| <b>Position reference number</b> | NMT1-DR1 | <b>Deadline for application</b> | 30/03/2025 |
|----------------------------------|----------|---------------------------------|------------|

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>Institution</b> | Universidade de São Paulo, Escola Politécnica |
| <b>Department</b>  | Engenharia Química                            |
| <b>Supervisor</b>  | Prof. Idalina Vieira Aoki                     |

|                           |   |                   |    |
|---------------------------|---|-------------------|----|
| <b>Funding source</b>     |   | <b>Type</b>       |    |
| <b>Duration (months)</b>  | 36  | <b>Hours/week</b> | 40 |
| <b>Monthly stipend</b>    | R\$ 5.520,00 (BRL Brazilian Reais)  |                   |    |
| <b>Workplace</b>          | Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, Av. Prof. Lineu Prests, 580, bloco 18 superior, Cidade Universitária, São Paulo SP, Brasil |                   |    |
| <b>Planned start date</b> | 01/05/2025  |                   |    |

|  |  |
|--|--|
| <b>Project title</b><br>NMT1- Development of novel hydrophobic functional coatings and self-healing coatings for corrosion protection in off-shore environments  | <b>Título do projeto</b><br>NMT1- Desenvolvimento de novos revestimentos funcionais hidrofóbicos para proteção contra corrosão em ambientes off-shore.   |
| <b>Research theme</b><br>Development of different strategies to obtain corrosion-resistant hydrophobic surfaces  | <b>Tema de pesquisa</b><br>Desenvolvimento de diferentes estratégias para obter superfícies hidrofóbicas resistentes à corrosão  |
| <b>Project abstract</b><br>Carbon steel or low-alloy steel structures and equipment are widely used in the Oil and Gas (O&G) industry. The inherent aggressiveness of this environment, resulting from exposure to marine atmosphere or direct contact with seawater, causes serious corrosion and fouling problems, which have a very important impact on the O&G industry. The most widely used method of protection against corrosion is the application of organic coatings, which can be applied as a metallic coating applied by thermal spraying with or without paint. In the last two decades, hydrophobic coatings have emerged as promising mitigating technologies for metal surfaces exposed to offshore production. These coatings are being | <b>Resumo do projeto</b><br>Estruturas e equipamentos de aço-carbono ou aço baixa liga são amplamente utilizados na indústria de Óleo e Gás (O&G). A agressividade inerente desse ambiente decorrente à exposição atmosférica marinha ou ao contato direto com a água do mar, causa graves problemas de corrosão e de incrustação os quais têm um impacto muito importante na indústria de O&G. O método de proteção mais utilizado para proteção contra corrosão é a aplicação de revestimentos orgânicos, podendo ser utilizado um revestimento metálico aplicado por aspersão térmica com e sem pintura. Nas últimas duas décadas, os revestimentos hidrofóbicos surgiram como tecnologias mitigadoras promissoras para superfícies metálicas |

widely studied by researchers around the world, and many research centers are evaluating different strategies capable of increasing the efficiency of these coatings. Currently, hydrophobic coatings can be found on the market. However, most of them have low durability, even under moderately aggressive exposure conditions. Furthermore, they have rarely been evaluated for corrosion protection of carbon steel in environments of interest to the O&G industry.

In addition, two other technologies will be considered: self-healing coatings and new zinc-rich coating technologies.

This project was planned to be developed over four years, with the objective of producing long-lasting hydrophobic coatings using different strategies and selecting the best ones for the protection of metal surfaces used in offshore O&G production.

The following production strategies will be considered: synthesis of hydrophobic polymers through the synthesis of commercial polymers with some known functional chemical groups that can confer hydrophobic characteristics; production of a hydrophobic surface on carbon steel through the application of a layer with a hierarchical organization of nanoparticles, such as carbon nanotubes, ZnO nanowires, SiO<sub>2</sub> and TiO<sub>2</sub>, by sol-gel process; production of nanotextured surfaces on carbon steel induced by an electric field and using an electrolyte containing graphene, graphene oxide and carbon nanotubes or other functionalized nanoparticles; thermal spraying of nanoparticles of a hydrophobic polymer (polydimethylsiloxane PDMS or polytetrafluoroethylene PTFE) together with silica nanoparticles functionalized with silane-based compounds; zinc electrodeposition through an electrolyte containing functionalized particles; and

expostas à produção offshore. Esses revestimentos estão sendo amplamente estudados por pesquisadores em todo o mundo e muitos centros de pesquisa estão avaliando diferentes estratégias capazes de aumentar a eficiência desses revestimentos. Atualmente, já é possível encontrar revestimentos hidrofóbicos disponíveis no mercado. No entanto, a maioria deles apresenta baixa durabilidade, mesmo em condições de exposição de agressividade moderada. Além disso, raramente eles têm sido avaliados para proteção contra corrosão de aço-carbono em ambientes de interesse para a indústria de O&G.

Adicionalmente, duas outras tecnologias serão consideradas: as tintas autorreparadoras e novas tecnologias de tintas ricas em zinco.

Este projeto foi planejado para ser desenvolvido em quatro anos, com o objetivo de produzir revestimentos hidrofóbicos com durabilidade longa utilizando diferentes estratégias e selecionando as melhores para proteção de superfícies metálicas usadas na produção offshore de O&G.

As seguintes estratégias de produção serão consideradas: síntese de polímeros hidrofóbicos através da síntese de polímeros comerciais com alguns grupos químicos funcionais conhecidos que podem conferir características hidrofóbicas; produção de superfície hidrofóbica em aço-carbono por meio da aplicação de uma camada com organização hierárquica de nanopartículas, como nanotubos de carbono, nanofios de ZnO, SiO<sub>2</sub> e TiO<sub>2</sub>, por processo sol-gel; produção de superfície nanotexturizada em aço-carbono induzida por campo elétrico e utilizando um eletrólito contendo grafeno, óxido de grafeno e nanotubos de carbono ou outras nanopartículas funcionalizadas; aspersão térmica de

coatings produced by the sol-gel method with functionalized particles.

The adoption of different strategies can allow the subsequent selection of the most promising ones. However, this practice is time-consuming due to the large number of tests available to fully characterize the hydrophobic coatings and evaluate their performance. To overcome this disadvantage, it was considered more appropriate to identify a small set of screening tests to facilitate the decision of choosing the most promising strategy (pass or fail). To this end, commercially available hydrophobic coatings will initially be acquired to identify their characteristics, anticorrosive protection through current performance tests that include static and dynamic corrosion tests such as open circuit potential measurements during immersion in sodium chloride solution (including coating with and without damage); electrochemical tests, such as electrochemical impedance spectroscopy, SVET (scanning technique with vibrating electrode); cathodic detachment test; scab test; accelerated corrosion test; cold finger test; ultrasonic rinse test and others. In addition, corrosion tests in the laboratory developed specifically for this project will be proposed and the acquired coatings will be characterized and evaluated for their durability in aggressive environments. Four tests that best characterize the hydrophobic properties and four tests that best verify their performance in terms of durability will be selected. These tests will be used as screening for the development of new coatings and for the selection of the best among the coatings developed.

Weaknesses of commercial coatings can also be identified in this activity, which can guide the development of new coatings. The most promising coating(s)

nanopartículas de um polímero hidrofóbico (polidimetilsiloxano PDMS ou politetrafluoretileno PTFE) juntamente com nanopartículas de sílica funcionalizadas com compostos à base de silano; eletrodeposição de zinco através de um eletrólito contendo partículas funcionalizadas; e revestimentos produzidos pelo método sol-gel com partículas funcionalizadas.

A adoção de diferentes estratégias pode permitir a posterior seleção daquelas mais promissoras. No entanto, essa prática é demorada devido ao grande número de ensaios disponíveis para caracterizar totalmente os revestimentos hidrofóbicos e avaliar seu desempenho. Para superar essa desvantagem, considerou-se mais adequado identificar um pequeno conjunto de ensaios de triagem para facilitar a decisão da escolha da estratégia mais promissora (passa ou não passa). Para tanto, inicialmente serão adquiridos revestimentos hidrofóbicos disponíveis comercialmente para identificação de suas características, proteção anticorrosiva por meio de ensaios correntes de desempenho que incluem ensaios de corrosão estática e dinâmica como medições de potencial de circuito aberto durante a imersão em solução de cloreto de sódio, (incluindo revestimento com e sem danos); ensaios eletroquímicos, como espectroscopia de impedância eletroquímica, SVET (técnica de varredura com eletrodo vibratório); ensaio de descolamento catódico; scab test; ensaio de corrosão acelerada; ensaio do dedo frio; ensaio de enxágue ultrassônico e outros. Além disso, serão propostos ensaios de corrosão em laboratório desenvolvidos especificamente para este projeto e os revestimentos adquiridos serão caracterizados e avaliados quanto à sua durabilidade em ambientes agressivos.

will be produced on a pilot scale and coated carbon steel samples will be produced and subjected to all currently used laboratory tests and all characterization and performance tests developed for this project. The aim is to evaluate whether the developed coatings will be able to withstand offshore atmospheric conditions. Additionally, the best performing coating(s) will be tested.

Serão selecionados quatro ensaios que melhor caracterizam as propriedades hidrofóbicas e quatro ensaios que melhor verifiquem seu desempenho em termos de durabilidade. Esses ensaios serão usados como triagem para o desenvolvimento dos novos revestimentos e para a seleção do melhor entre os revestimentos desenvolvidos. Os pontos fracos dos revestimentos comerciais também podem ser identificados nesta atividade, o que pode orientar o desenvolvimento de novos revestimentos. O(s) revestimento(s) mais promissor(es) será(ão) produzido(s) em escala piloto e amostras revestidas de aço-carbono serão produzidas e submetidas a todos os ensaios laboratoriais usados correntemente e a todos os ensaios de caracterização e de desempenho desenvolvidos para este projeto. Pretende-se avaliar se os revestimentos desenvolvidos serão capazes de resistir às condições atmosféricas offshore. Adicionalmente, o(s) revestimento(s) de melhor(es) desempenho será(ão) avaliados em um laboratório flutuante instalado no canal de São Sebastião com o objetivo de simular condições offshore. Serão realizados ensaios com amostras expostas na parte superior do laboratório flutuante, para verificar sua resistência às condições atmosféricas marinhas naturais. Finalmente, os revestimentos com os melhores desempenhos também serão avaliados quanto à viabilidade técnico-econômica (VTE) e quanto à sustentabilidade de seus processos produtivos em termos de Saúde, Segurança e Meio Ambiente (SSMA).

**Requirements for the candidate**

**Requisitos para o candidato**

|  |  |
|--|--|
| Master's degree in Corrosion with good knowledge of Electrochemistry; it is desired that the candidate enjoys challenges and laboratory work, involving syntheses. | Mestrado na área de Corrosão com bons conhecimentos de Eletroquímica; o candidato deve gostar de desafios e de trabalho em laboratório, envolvendo sínteses. |
|--|--|

## NOTES

- This research scholarship is offered by the OTIC – Offshore Technology Innovation Centre, a research center based at the University of São Paulo, Brazil.
- The scholarship will cover a standard monthly stipend determined by the funding agencies.
- Foreign candidates must fulfill the immigration requirements and obtain the necessary visas to work as researchers in Brazil. (Help will be offered to the selected candidate.)
- After the application process, potential candidates will be invited for personal or remote interviews.

## REQUIRED DOCUMENTS FOR APPLICATION

- Single-page presentation letter. Introduce yourself and share your motivations for applying for this position.
- Brief curriculum vitae with academic and professional experience, highlighting the skills that will contribute to this position.
- Recommendation letters (optional). One or two recommendation letters will help support your application.

## APPLICATION PROCESS

- Prepare an e-mail to [otic.jobs@usp.br](mailto:otic.jobs@usp.br).
- Add “Application to [POSITION\_REF\_NUMBER]” to the subject.
- Gather all required documents above and attach them in PDF format.
- Send your application before the deadline above.

If you have any questions, please write to [otic.jobs@usp.br](mailto:otic.jobs@usp.br).