

<p><b>Lead institution:</b> University of São Paulo</p> <p><b>Work Address of the position:</b>          Escola Politécnica – University of São Paulo – Cidade Universitária          Av. Professor Mello Moraes, 2231          Butantã – 05508-030          City: São Paulo          State: São Paulo          Country: Brazil</p>	
<p><b>Supervisor name:</b> Bruno Souza Carmo</p>	<p><b>Supervisor department:</b> Mechanical Engineering</p>
<p><b>Co-supervisor name:</b> José R. Simões Moreira</p>	<p><b>Co-supervisor department:</b> Mechanical Engineering</p>
<p><b>APPLY AT:</b>  <a href="http://www.rcgi.poli.usp.br/opportunities">www.rcgi.poli.usp.br/opportunities</a>  <b>Position 18PDR061</b>  <a href="http://www.rcgi.poli.usp.br/opportunities/application-form-rcgi/">http://www.rcgi.poli.usp.br/opportunities/application-form-rcgi/</a></p>	<p><b>Type: POS DOCTORATE</b>  <b>40 hours weekly</b>  <b>Duration: 2 years</b></p>
<p><b>Project title</b></p> <p>Numerical modelling and optimisation of a reactor for solar thermal methane reforming</p> <p>Modelagem numérica e otimização de um reator solar na reforma de metano</p>	
<p><b>Research theme area</b></p> <p>Numerical modelling, numerical simulation, design, optimisation, solar thermal steam methane reforming, hydrogen production</p> <p>Modelagem numérica, simulação numérica, design, otimização, reformulação de vapor de vapor solar térmico, produção de hidrogênio.</p>	
<p><b>Abstract</b></p> <p>Hydrogen can be used either in fuel cells, which generates electricity and water vapour, or in an internal combustion engine, which generates mechanical power and water vapour. Transport powered by hydrogen does not produce any direct CO<sub>2</sub> emissions. The environmental impact of using hydrogen as transportation fuel depends on the source of the energy used to produce the hydrogen. In this sense, the ideal scenario is to have hydrogen produced entirely from renewable sources. However, the technologies available for that have shown very small efficiency. Consequently, most of the hydrogen produced today is sourced from fossil fuels, with the principal method employed being the catalytic reforming of methane, CH<sub>4</sub>, the principal component of natural gas and other gaseous fuels.</p>	

The reforming reaction is highly endothermic, and is, thus, favoured by high temperatures; industrial reforming processes are carried out between 800 °C and 1000 °C. The required energy is usually supplied by combustion of additional natural gas and process waste gas from the downstream hydrogen purification step. The share of natural gas consumed as fuel varies from 3% to 20% of the total plant's natural gas consumption. The reaction gas product mixture is known as synthesis gas (syngas): a gas mixture that contains varying amounts of CO and H<sub>2</sub> whose exothermic conversion into fuel and other products has long been commercially employed, for example, via the Fischer-Tropsch technology.

Methane reforming technologies are not carbon neutral unless bio-methane or other bio-derived resources are used, but this is not competitive in terms of cost nowadays. However, although methane from natural gas reform is not carbon neutral, there is the advantage of concentrating the CO<sub>2</sub> production in a large industrial facility, where efficiency optimisation can be more easily carried out, carbon capture and storage techniques may be possibly employed and wide spread of green house gases and pollutants in highly populated areas (i.e., cities) can be avoided. In addition, reforming carbon based fuels into hydrogen using renewable energy, such as solar concentrated power, can reduce CO<sub>2</sub> emissions of at least 25% when compared to using them directly as fuels and also bring economical savings. In doing so, solar energy is embodied thermochemically in the product hydrogen, being thus able to be stored at ambient conditions, transported from the point of production to where it is required, and used outside daylight hours. Such a transitional technology is considered by many to be an essential stepping stone from current practice to a truly renewable-based hydrogen economy.

O hidrogênio pode ser usado em células a combustível, que gera eletricidade e vapor de água, ou em um motor de combustão interna, que gera energia mecânica e vapor de água. O transporte movido a hidrogênio não produz emissões diretas de CO<sub>2</sub>. O impacto ambiental do uso de hidrogênio como combustível de transporte depende da fonte da energia utilizada para produzir o hidrogênio. Nesse sentido, o cenário ideal é o hidrogênio produzido inteiramente a partir de fontes renováveis. No entanto, as tecnologias disponíveis para isso mostraram uma eficiência muito pequena.

Consequentemente, a maior parte do hidrogênio produzido hoje é proveniente de combustíveis fósseis, sendo o método principal empregado a reforma catalítica do metano, CH<sub>4</sub>, o principal componente do gás natural e outros combustíveis gasosos.

A reação de reforma é altamente endotérmica e, portanto, é favorecida por altas temperaturas; Os processos de reforma industrial são realizados entre 800 ° C e 1000 ° C. A energia necessária é geralmente fornecida pela combustão de gás natural adicional e gás residual de processo a partir do passo de purificação de hidrogênio a jusante. A parcela de gás natural consumida como combustível varia de 3% a 20% do consumo total de gás natural da planta. A mistura de produtos de gás de reação é conhecida como gás de síntese (gás de síntese): uma mistura de gás que contém quantidades variáveis de CO e H<sub>2</sub> cuja conversão exotérmica em combustível e outros produtos tem sido comercialmente empregada, por exemplo, através da tecnologia Fischer-Tropsch.

As tecnologias de reforma do metano não são neutras em carbono, a menos que o bio-metano ou outros recursos biodegradáveis sejam usados, mas isso não é competitivo em termos de custo hoje em dia. No entanto, embora o metano da reforma do gás natural não seja neutro em carbono, existe a vantagem de concentrar a produção de CO<sub>2</sub> em uma grande instalação industrial, onde a otimização da eficiência pode ser mais facilmente realizada, técnicas de captura e armazenamento de carbono podem ser possivelmente empregadas e amplas de gases de efeito estufa e poluentes em áreas altamente povoadas (ou seja, cidades) podem ser evitadas. Além disso, a reforma dos combustíveis à base de carbono no hidrogênio com energia renovável, como o poder concentrado solar, pode reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> de pelo menos 25% se comparado ao uso diretamente como combustíveis e também economizar economias. Ao fazê-lo, a energia solar é incorporada termo-quimicamente no hidrogênio do produto, podendo assim ser armazenada em condições ambientais, transportadas do ponto de produção para onde é necessário e usadas fora do horário de verão. Essa tecnologia de transição é considerada por muitos como um passo essencial da prática atual para uma economia de hidrogênio verdadeiramente renovável.

### **Description**

This Post doctorate position is expected to be developed in collaboration with researchers from the Engineering Programme, mainly the project 16, of USP's Research Centre for Gas Innovation – RCGI (summary of the program and projects is found in the RCGI website at [www.usp.br/rcgi](http://www.usp.br/rcgi) ).

Numerical modelling and simulation of a receiver-reactor of solar thermal steam methane reformer in order to provide a tool for design and optimisation. We will work at lab and pilot scale, using parabolic dish as solar concentrator. The design should maximise the hydrogen yield.

Espera-se que este post-doutorado seja desenvolvido em colaboração com pesquisadores do Programa de Engenharia, principalmente o projeto 16, do Centro de Pesquisa para Inovação de Gases da USP - RCGI (o resumo do programa e dos projetos encontra-se no site do RCGI em [www.usp.br/rcgi](http://www.usp.br/rcgi)).

Modelagem numérica e simulação de um receptor-reator de reformador de metano a vapor solar térmico para fornecer uma ferramenta para design e otimização. Trabalharemos em laboratório e escala piloto, usando prato parabólico como concentrador solar. O projeto deve maximizar o rendimento de hidrogênio.

### **Requirements to fill the position**

In this project, we intend to employ numerical modelling and simulation to design and optimise a receiver-reactor of solar thermal steam methane reformer in order to provide a tool for design and optimisation in terms of maximisation of hydrogen yield. We will work at lab and pilot scale, using parabolic dish as solar concentrator. The focus will be on direct, volumetric absorbers with a structured stationary matrix with the catalysts necessary for the reactions. The model should be able to represent the heat transfer, flow dynamics and chemical reactions that occur inside the reactor. The model and designs can be validated using the experimental facility developed in a companion PhD project developed within project 16 of the RCGI.

Neste projeto, pretendemos empregar modelagem numérica e simulação para projetar e otimizar um reator de reformador de metano a vapor solar a fim de fornecer uma ferramenta para design e otimização em termos de maximização do rendimento de hidrogênio. Trabalharemos em laboratório e escala piloto, usando prato parabólico como concentrador solar. O foco será nos absorventes volumétricos diretos com uma matriz estacionada estruturada com os catalisadores necessários para as reações. O modelo deve ser capaz de representar a transferência de calor, a dinâmica do fluxo e as reações químicas que ocorrem dentro do reator. O modelo e os desenhos podem ser validados usando a instalação experimental desenvolvida em um projeto complementar no projeto 16 do RCGI.

### **Information about the FELLOWSHIP**

The selected candidate will receive a FAPESP Post-Doctoral fellowship in the amount of R\$ 7.174,80 (about US\$ 2,200 dólares) monthly payed in Reais and a research contingency fund, equivalent to 15% of the annual value of the fellowship which should be spent on items directly related to the research activity, as well as displacement funding, if necessary and applicable. More information about the fellowship is at: [fapesp.br/en/postdoc](http://fapesp.br/en/postdoc).

O candidato selecionado receberá uma bolsa de pós-doutorado da FAPESP no montante de R\$ 7.174,80 (cerca de US\$ 2.200 dólares) mensalmente pagos em Reais e um fundo de contingência de pesquisa, equivalente a 15% do valor anual da bolsa que deve ser gasto em itens diretamente relacionados a atividade de pesquisa, bem como o financiamento de deslocamento, se necessário e aplicável. Mais informações sobre a bolsa visite: [fapesp.br/en/postdoc](http://fapesp.br/en/postdoc).