

<b>Lead institution: Imperial College London</b>	
<b>Supervisor name:</b> Paul Balcombe	<b>Supervisor department:</b> Chemical Engineering – Imperial College
<b>Co-supervisor:</b> Adam Hawkes Julio Stern	<b>Co-supervisor department:</b> Chemical Engineering – IC Applied Mathematics - USP
<b>Recipient:</b> <a href="https://www.rcgi.poli.usp.br/opportunities/">https://www.rcgi.poli.usp.br/opportunities/</a> <a href="https://www.rcgi.poli.usp.br/opportunities/application-form-rcgi/">https://www.rcgi.poli.usp.br/opportunities/application-form-rcgi/</a> Ref: 19PhD-IC-6	<b>Type:</b> Full PhD at Imperial College PhD-IC 6 Deadline 24/-2/2019
<b>Project title:</b> Statistical approaches to minimise regional gas supply chain emissions and uncertainties	
<b>Research theme area:</b> CO2 abatement	
<p><b>ESTA OPORTUNIDADE É APENAS PARA CANDIDATOS BRASILEIROS ou estrangeiros com residência permanente no Brasil para uma bolsa CNPq / Shell de Doutorado no Imperial College de Londres.</b></p> <p><b>This opportunity is exclusive for BRAZILIAN candidates or foreigners with permanent address in Brazil for a PhD scholarship in the Imperial College in London.</b></p> <p><b>Introduction</b></p> <p>A series of recent measurement studies have shown emissions of methane and CO2 from natural (and bio) gas supply chains to be highly variable and uncertain, differing across routes, processes, regions and natural gas types. Methane emissions in particular are highly varied and have a much stronger climate impact than CO2 across different timescales. Further understanding of the variation and uncertainty in emissions across different regions is vital in order to identify where the largest reductions in supply chain impacts can occur.</p> <p>Uma série de estudos recentes de medição mostrou que as emissões de metano e CO2 das cadeias de fornecimento de gás natural (e bio) são altamente variáveis e incertas, diferindo em rotas, processos, regiões e tipos de gás natural. As emissões de metano, em particular, são muito variadas e têm um impacto climático muito mais forte do que o CO2 em diferentes escalas de tempo. É essencial entender melhor a variação e a incerteza nas emissões em diferentes regiões, a fim de identificar onde podem ocorrer as maiores reduções nos impactos da cadeia de suprimentos.</p> <p><b>Objectives</b></p> <p>The aim of the project is to create a better understanding of gas supply chain emissions and end-uses, and to quantify the best opportunities for reduction. Specifically, the study will be to conduct a detailed engineering and probabilistic assessment of methane and CO2 emissions from key global gas supply chain routes, using large datasets from recent measurement and estimation studies (e.g. from US, Canada, Australia and Russia). The project will link supply chain emissions to emissions from key end-users of gas, relating to electricity, heat, transport and chemicals production. Outputs of the study will be to determine and reduce uncertainties in emissions</p>	

estimates, parametrically analysing emissions to determine the greatest opportunities for reduction.

O objetivo do projeto é criar uma melhor compreensão das emissões e usos finais da cadeia de fornecimento de gás e quantificar as melhores oportunidades de redução. Especificamente, o estudo será conduzir uma engenharia detalhada e uma avaliação probabilística das emissões de metano e CO<sub>2</sub> das principais rotas da cadeia global de suprimento de gás, usando grandes conjuntos de dados de estudos recentes de medição e estimativa (por exemplo, dos EUA, Canadá, Austrália e Rússia). O projeto vinculará as emissões da cadeia de suprimentos às emissões dos principais usuários finais de gás, relacionadas à eletricidade, ao calor, ao transporte e à produção de produtos químicos. Os resultados do estudo serão determinar e reduzir as incertezas nas estimativas de emissões, analisando parametricamente as emissões para determinar as maiores oportunidades de redução.

### **Methodology**

In [1], a methodology to provide a greater understanding of supply chain emissions was developed based on the use of large measurement datasets alongside detailed technological characterisation and mass and energy balancing. However, no allowance was made for regional variation and there were significant data gaps in the literature to undertake a complete study. This study goes further, by providing a detailed process characterisation of key regional gas supply chains across the globe, including piped transport and liquefied natural gas (LNG) routes.

The study will utilise existing publicly available data sources [e.g. 2 -4] and aims to work with industrial supply chain owner/operators to elucidate the natural and technological characteristics of different supply chains from pre-production through to end-use.

The methodology will include the incorporation of large data sets to model gas supply chains by a unique mixture of the following.

- Identification of key supply chain routes
- Process characterisation of the selected supply chain routes
- Process engineering simulation of current and innovative process separations
- Environmental and economic life cycle assessment, including probabilistic modelling

The individual sections will be brought together to analyse where the greatest potential to reduce emissions exist from an environmental and economic perspective. This will help target industrial investment and regulatory opportunities to reduce emissions at least cost and identify key at-risk areas where further innovation is required.

Em [1], uma metodologia para fornecer uma maior compreensão das emissões da cadeia de suprimentos foi desenvolvida com base no uso de grandes conjuntos de dados de medição, juntamente com caracterização tecnológica detalhada e balanceamento de massa e energia. No entanto, nenhuma permissão foi feita para variação regional e houve lacunas de dados significativos na literatura para realizar um estudo completo. Este estudo vai além, fornecendo

uma caracterização detalhada do processo das principais cadeias regionais de fornecimento de gás em todo o mundo, incluindo as rotas de transporte por tubulação e gás natural liquefeito (GNL).

O estudo utilizará fontes de dados disponíveis publicamente existentes [por exemplo 2 -4] e visa trabalhar com os proprietários / operadores da cadeia de fornecimento industrial para elucidar as características naturais e tecnológicas de diferentes cadeias de fornecimento desde a pré-produção até o uso final.

A metodologia incluirá a incorporação de grandes conjuntos de dados para modelar cadeias de suprimento de gás por meio de uma mistura única dos seguintes.

- Identificação das principais rotas da cadeia de suprimentos
- Caracterização do processo das rotas da cadeia de suprimentos selecionadas
- Simulação de engenharia de processo de separações de processos atuais e inovadoras
- Avaliação do ciclo de vida ambiental e econômico, incluindo modelagem probabilística

As seções individuais serão reunidas para analisar onde existe o maior potencial para reduzir as emissões do ponto de vista ambiental e econômico. Isso ajudará a direcionar o investimento industrial e as oportunidades regulatórias para reduzir as emissões ao menor custo e identificar as principais áreas de risco, onde mais inovação é necessária.

#### References

[1] Balcombe, P., N. P. Brandon and A. D. Hawkes (2018). "Characterising the distribution of methane and carbon dioxide emissions from the natural gas supply chain." Journal of Cleaner Production **172**: 2019-2032.

[2] Day, S., A. Tibbett, S. Sestak, C. Knight, P. Marvig, S. McGarry, S. Weir, S. White, S. Armand, J. v. Holst, R. Fry, M. Dell'Amico, B. Halliburton and M. Azzi (2016). Methane and Volatile Organic Compound Emissions in New South Wales. Australia, CSIRO: 1-332.

[3] Zimmerle, D. J., L. L. Williams, T. L. Vaughn, C. Quinn, R. Subramanian, G. P. Duggan, B. Willson, J. D. Opsomer, A. J. Marchese, D. M. Martinez and A. L. Robinson (2015). "Methane Emissions from the Natural Gas Transmission and Storage System in the United States." Environmental Science & Technology **49**(15): 9374-9383

[4] Lyon, D. R., R. A. Alvarez, D. Zavala-Araiza, A. R. Brandt, R. B. Jackson and S. P. Hamburg (2016). "Aerial Surveys of Elevated Hydrocarbon Emissions from Oil and Gas Production Sites." Environmental Science & Technology **50**(9): 4877-4886.

**Requirements to fill the position. (Ex: specific experience, minimum or maximum years after concluding the course) (Portuguese and English)**

Este projeto é adequado **APENAS PARA CANDIDATOS BRASILEIROS ou estrangeiros com endereço permanente no Brasil** que sejam altamente motivados para atuar no sentido de

descarbonizar os sistemas de energia. Os candidatos devem ter um graduação e / ou mestrado em Engenharia Química ou Mecânica, Química ou áreas afins. A posição requer um sólido conhecimento em estatística, habilidades de programação e experiência com software de simulação (por exemplo, Aspen Hysys, Matlab), bem como excelentes habilidades de comunicação escrita e oral em inglês.

**Nota mínima para candidatos brasileiros aplicarem para o PhD no Imperial College é 7,5 de 10 e nota mínima no IELTS 6,5.**

This project would be suitable **ONLY FOR BRAZILIAN CANDIDATES or foreigners with permanent address in Brazil** highly motivated to help towards decarbonising energy systems. Candidates must have an undergraduate and/or master's degree in Chemical or Mechanical Engineering, Chemistry or a similar related subject. The role requires a strong statistics background, programming skills and experience with simulation software (e.g. Aspen Hysys, Matlab), as well as excellent written and oral communication skills.

**Minimum grade for PhD Brazilian applicants in Imperial College is 7.5 out of 10 and a minimum 6,5 IELTS score.**

---

#### **Information about the SCHOLARSHIP**

O candidato selecionado receberá o patrocínio integral dos valores de "tuition" para realização do doutorado no Imperial College e uma bolsa concedida pelo CNPq.

Inscrição em <http://www.rcgi.poli.usp.br/opportunities/application-form-rcgi/> (REF 19PhD-IC 6) preferencialmente até 24/02/2019.

The selected candidate will be covered for full tuition and a scholarship from CNPq.

Enrollment at <http://www.rcgi.poli.usp.br/opportunities/application-form-rcgi/> (REF 19PhD-IC 6) preferably up to the 24/02/2019.