

# Modelagem e Controle de Processos em Plataformas de Produção de Petróleo e Gás

Proposta de Dissertação de Mestrado

Orientador: Julio Elias Normey Rico

Co-Orientador: Agostinho Plucenio

## 1. Informações Gerais

- **Área de concentração:** controle de processos.
- **Início:** julho/2015.
- **Previsão de término:** março/2017.

## 2. Objeto da Pesquisa

### 2.1. Problemática

Com a demanda crescente por energia e combustíveis fósseis, as operadores de petróleo, gás e energia tem procurado a produção em reservatórios em alto-mar, longe da costa e muitas vezes em ambientes inóspitos. Ao mesmo tempo, novas tecnologias para perfuração, medição, processamento e automação estão sendo desenvolvidas, criando oportunidades para otimização da produção de petróleo e gás. O emprego eficaz e a integração destas tecnologias emergentes durante a exploração de campos de petróleo depende da pesquisa acadêmica e industrial. Neste sentido, as pesquisas com cooperação indústria e a academia são fundamentais para desenvolver melhores práticas para a exploração de petróleo em campos localizados em alto-mar, área estratégica para o Brasil no contexto das reservas do Pré-Sal.

Nesse sentido o DAS vem desenvolvendo junto a Petrobrás projetos de pesquisa nesta área, em temas de controle e otimização dos processos de produção. Esta dissertação será desenvolvida como parte das atividades do projeto: *Desenvolvimento de Algoritmos de Controle Preditivo Não Linear e de Avaliação de Desempenho de Controladores Preditivos para Plataformas de Produção de Petróleo*. Os objetivos do projeto são o desenvolvimento de estratégias de controle avançado para plataformas de produção utilizando algoritmos de controle preditivo e também o desenvolvimento de ferramentas

de avaliação de desempenho de controladores preditivos para processos da indústria do petróleo.

Os controladores preditivos, do inglês Model Predictive Control (MPC) surgiram no final da década de 70 e nos últimos anos tem se transformado em uma poderosa e prática técnica de controle de processos industriais. O MPC é uma das poucas técnicas avançadas de controle que tem alcançado impacto significativo em sistemas de controle industriais, principalmente na indústria petroquímica. A principal razão desse sucesso é, talvez, a capacidade do MPC em lidar com as seguintes situações: possibilidade de aplicação em sistemas SISO (uma entrada para uma saída) e MIMO (múltiplas entradas para múltiplas saídas), a realimentação do sistema e o controle feedforward podem ser incluídos de forma direta na formulação do MPC, restrições de entrada e saída podem ser incluídas na formulação da lei de controle através da otimização em linha e também há a compensação intrínseca de atrasos de transporte.

O MPC não é uma estratégia de controle específica, mas é o nome dado a um conjunto muito grande de métodos de controle que foram desenvolvidos considerando algumas idéias comuns baseadas no conceito de predição. Nos algoritmos MPC, com o controle e o erro atuais e um modelo calcula-se primeiro a predição da saída futura do processo; com estas informações um módulo de otimização calcula o sinal de controle a ser aplicado ao processo no próximo passo considerando a minimização de um determinado índice de desempenho e as restrições nas variáveis de processo e/ou de controle. A maioria dos sistemas reais tem dinâmica não linear, porém quando o processo opera numa pequena faixa então a sua dinâmica pode ser aproximada satisfatoriamente através de modelos lineares. Isto tem motivado a que muitas técnicas de MPC foram abordadas utilizando modelos lineares, como por exemplo, o DMC-Matriz Dinâmica de Controle, o MAC-Control Algorítmico Baseado em Modelo ou o GPC-Control Preditivo Generalizado. São muitas as aplicações de controle baseadas em softwares comerciais que implementam MPC linear nas refinarias de petróleo no Brasil e no mundo, como é o caso da Petrobras.

As principais vantagens do MPC linear estão vinculadas as facilidades de obtenção de modelos lineares, se comparados aos não lineares, e as menores dificuldades para se resolver os problemas de otimização associados. Porém, quando os processos têm dinâmica muito não linear ou quando a faixa de operação é variável, então necessariamente deverá ser tomado em conta o modelo não linear no projeto do controle, de forma que permita manter o desempenho desejado para o sistema em malha fechada. Atualmente, em muitas aplicações de MPC linear na indústria do petróleo e gás, se encontram comportamentos aquém do esperado. Também, em muitas aplicações, como no controle de poços, o controle avançado com base no MPC linear não tem sido usado por causa das dificuldades impostas pelas dinâmicas não lineares do processo. Resultados de pesquisa iniciais desenvolvidos no DAS apontam

que o desempenho destes e outros processos poderia ser bastante melhorado utilizando-se técnicas de controle preditivo não linear.

Para o adequado desenvolvimento de um sistema de controle da plataforma é necessário o conhecimento profundo dos processos envolvidos, assim, a modelagem dos mesmos usando modelos fenomenológicos é de fundamental importância. Os modelos completos são de grande utilidade para preparar cenários de simulação e entender o funcionamento do processo em situações específicas, dado que as plantas não podem ser utilizadas para ensaios. Por outro lado o desenvolvimento de modelos simplificados para controle é fundamental para conseguir algoritmos implementáveis em tempo real. Assim, os modelos necessários para o cálculo das predições devem ser desenvolvidos buscando um equilíbrio entre representatividade do comportamento dinâmico do processo e complexidade.

## 2.2. Objetivos

Os objetivos do projeto são o desenvolvimento de modelos dos processos utilizados nas plataformas de produção, como o sistema de separação, compressão de gás, etc. e o projeto de estratégias de controle avançado para o controle dos mesmos. As técnicas de controle avançado utilizarão conceitos de algoritmos de controle preditivo robusto, baseados na metodologia do Practical Non-Linear MPC (PNMPC).

## 3. Metodologia

O plano de atividades para a execução do projeto está delineado abaixo:

1. estudar todo o processo de produção de petróleo em plataformas;
2. revisar literatura de modelagem e controle dos procesos presentes na plataforma;
3. desenvolver modelos e propor cenários de simulação para análise do processo e controle;
4. desenvolver algoritmos baseados em Controle Preditivo (ou outras técnicas) para os cenários propostos;
5. estudar características de estabilidade e robustez do controle proposto;
6. redigir artigo científico com os resultados alcançados;
7. escrever a dissertação; e
8. defesa.

## Referências

- [1] J. E. Normey-Rico, A. Plucenio, D. M. Lima, D. M. Cruz, P. Cortez and D. W. Bertol, Algoritmos para identificação e controle preditivo não-linear de processos da industria do petroleo de gas natural, Relatório técnico UFSC (partes 1-3), 2014.
- [2] E. F. Camacho, C. Bordons, Model Predictive Control, Springer, 2004.
- [3] J. E. Normey-Rico, E. F. Camacho, Control of Dead-time Processes, Springer, 2007.
- [4] Mario C. M. Massa de Campos, Marcos V. de Carvalho Gomes, José M. Gonzalez Tubio Perez, Controle Avançado e Otimização na Indústria do Petróleo, Inteciencia, 2013
- [5] Mario Cesar M. Massa de Campos e Herbert C. G. Teixeira, Controles Típicos de Equipamentos e Processos Industriais, Inteciencia, 2005
- [6] Plucenio, A., Pagano, D. J., Camponogara, E., Traple, A. and Teixeira, A. Gas-lift optimization and control with nonlinear MPC. In Proc. of IFAC International Symposium on Advanced Control of Chemical Processes (ADCHEM). 2009
- [7] Plucenio, A., Desenvolvimento de técnicas de controle não linear para elevação de fluidos multifásicos. Tese, UFSC 2010.