

AUTOMAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE UMA PLANTA EXPERIMENTAL DE EROSÃO DE LEITO

João Pedro Quirino Filho¹, Bruno Venturini Loureiro², David de Almeida Fiorillo³

¹Faculdade do Centro Leste, Rod. ES-010, S/N, Manguinhos, Serra, Brasil, 29173-080, joaopqf@gmail.com

²Faculdade do Centro Leste, Rod. ES-010, S/N, Manguinhos, Serra, Brasil, 29173-080, brunovl@ucl.br (Orientador)

³Faculdade do Centro Leste, Rod. ES-010, S/N, Manguinhos, Serra, Brasil, 29173-080, dfiorillo@ucl.br
(Orientador)

Resumo - O presente trabalho descreve a automação de uma planta experimental por meio de um sistema de supervisão com múltiplas telas, sob a plataforma Labview, que controla o escoamento do fluido, adquire e registra imagens da evolução do arraste (carreamento) de partículas, filtra, condiciona e quantifica partículas por meio de processamento de imagens. A principal contribuição do trabalho reside na automação dos procedimentos experimentais, para diminuição do tempo entre ensaios de carreamento, e desenvolvimento de algoritmos para auxílio à análise de resultados e confeccionados gráficos para quantificação do fenômeno.

Palavras-chave: poços horizontais, processamento de imagem, sistema supervisório.

Abstract – This paper describes the automation of a experimental plant with a multi-displays supervisory system, developed under Labview platform. The system controls the fluid flow, acquires and saves images of the cuttings drag and processing to quantify the particles. The main contribution of this work is the automation of experimental procedures, the time decreased between tests Entrainment, and the set of algorithms used in analysis of results and graphics plot to report the phenomenon.

Key-words: horizontal wells, image processing, sistema supervisório.

INTRODUÇÃO

O petróleo e seus derivados tem sido usados vastamente na indústria. Para otimizar a produção das reservas existentes são perfurados poços horizontais que possibilitam a maximização da exposição do reservatório. Durante o processo de perfuração é imprescindível uma boa estratégia de remoção dos cascalhos produzidos pela broca [1]. Estes tendem a se depositar na região inferior do anular do poço, por efeito gravitacional, formando um leito sedimentado [2] como mostrado na Figura 1.

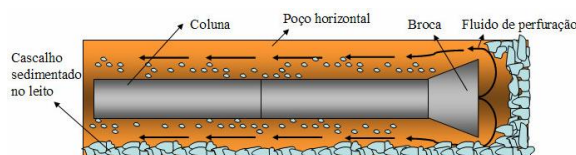


Figura 1 - Leito, coluna, espaço anular e escoamento (Q).

O acúmulo de partículas no interior do poço é prejudicial ao processo de perfuração, portanto o fluido de perfuração deve promover o arrastes dos cascalhos [3]. Para o estudo do fenômeno foi projetada uma bancada experimental [4] que simula o trecho horizontal de um poço com um leito de partículas e tem por objetivo estudar o efeito das características do fluido e da granulometria das partículas na determinação da tensão de cisalhamento mínima para erosão do leito. Atualmente utiliza um sistema supervisório desenvolvido por [5] para o controle da

planta. O objetivo do presente trabalho é propor um novo sistema supervisório para automatizar os procedimentos experimentais e elaborar um conjunto de ferramentas computacionais para auxiliar os pesquisadores na análise de resultados.

METODOLOGIA

Montagem Experimental

A bancada experimental consiste de um circuito fechado formado por um conjunto de bombas controladas por inversores de frequência, um reservatório e um duto retangular de comprimento suficiente para o desenvolvimento hidrodinâmico do escoamento. Uma caixa de cascalhos montada no duto de acrílico simula o leito.

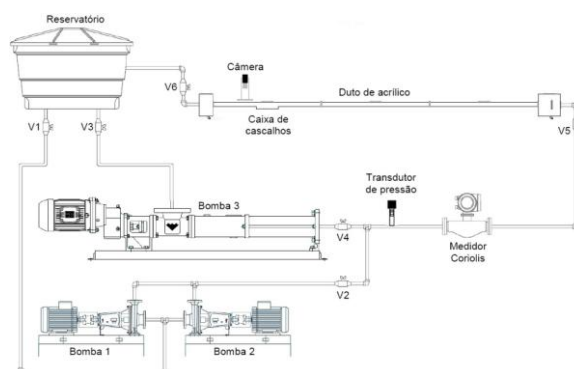


Figura 2 - Esquemático da bancada experimental.

Após a caixa de cascalhos, foi posicionada uma câmera CCD monocromática para aquisição de imagens. A câmera está acoplada a um computador dedicado para aquisição e processamento de imagens que utiliza o software NI Vision Assistant. Em outro computador está o sistema supervisório, responsável pela operação e registro de dados da planta. Um medidor coriolis transmite a vazão, temperatura e massa específica do fluido.

Procedimento Experimental (tradicional)

Neste subcapítulo serão mostrados os procedimentos experimentais tradicionais adotados por [6]. O sistema supervisório (Figura 3) comunica com os instrumentos da planta, monitorando e registrando as variáveis do processo. Através do mesmo o operador controla os inversores de frequência das bombas.

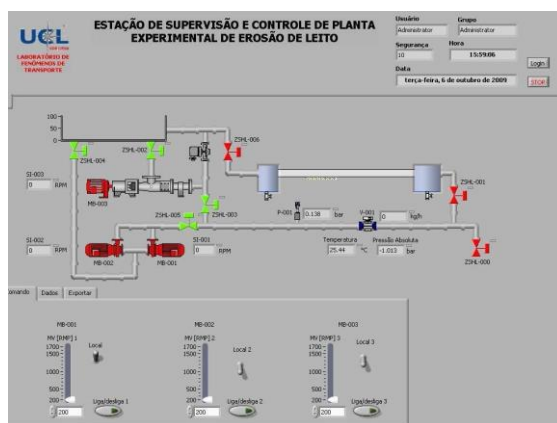


Figura 3 – Tela do supervisor (tradicional).

A realização do experimento necessita da atuação constante de dois operadores. O primeiro controla a rotação das bombas enquanto o segundo opera um computador dedicado à aquisição de imagens. Os tempos necessários para realização das rotinas são marcados por cronômetro de mão. Os operadores sincronizam as atividades por comunicação verbal.

O experimento inicia com o incremento na rotação das bombas para o aumento na vazão do escoamento. O controle de rotação das bombas é manual-remoto (via supervisor). Após um período de quinze segundo para estabilização do fluxo é adquirido um conjunto de trinta imagens em um intervalo de trinta segundos (via software auxiliar “Vision Assistant”). Estas ficam armazenadas na memória primária do computador. O processo se repete com um novo incremento de rotação. Após dez incrementos o experimento é finalizado. Após finalizado o procedimento experimental as bombas são desligadas. Os registros armazenados no banco de dados são exportados em formato “txt”. Um operador analisa o arquivo calculando a vazão média para as rotações utilizadas. No computador acoplado a câmera, o operador salva individualmente cada conjunto de fotos no disco rígido seguindo um modelo para nomeá-las no qual ele insere informações do fluido, da partícula e das rotações das bombas durante a aquisição.

Para o processamento das imagens é utilizado o software Vision Assistant - National Instruments (Figura 4). O procedimento consiste em carregar a imagem a ser analisada; subtrair da foto de referência; utilizar filtro gaussiano; converter para padrão de oito bits; ajustar manualmente o valor de threshold apropriado definindo o limite para corte do histograma da imagem; e exportar arquivo com o valor da área em pixels das partículas encontradas. Este procedimento se repete para cada imagem obtida durante experimento.

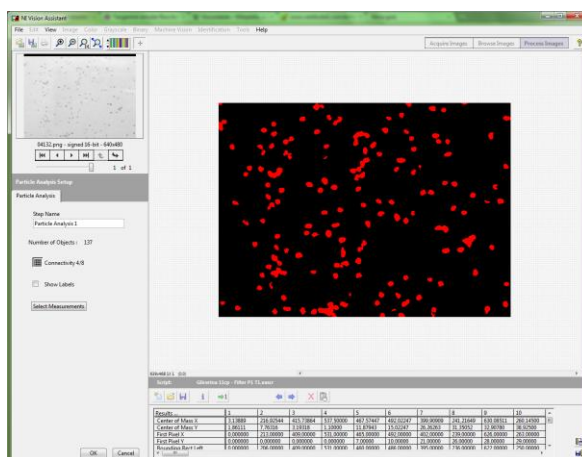


Figura 4 – Tela de processamento manual de imagem.

Após o término do processamento de imagens, o operador inspeciona cada arquivo gerado somando a área das partículas. É calculada, para cada conjunto de trinta fotos, a média da área total ocupada pelas partículas para a confecção do gráfico de erosão de leito.

Sistema Supervisório Proposto

O presente trabalho apresenta uma solução para os principais pontos críticos do procedimento experimental. O sistema supervisorio proposto integra as atividades da versão anterior com o sistema de aquisição e processamento de imagens utilizando apenas um

computador e um operador para a realização do experimento. O sistema automatiza as atividades disparando ordenadamente os eventos subsequentes do procedimento experimental. Os parâmetros a seguir são configurados no supervisório antes do início do experimento:

1. Rotação inicial de rotação das bombas;
2. Valor do incremento de rotação (degrau);
3. Quantidade de incrementos;
4. Tempo de desenvolvimento do fluxo;
5. Tempo de aquisição de imagem;
6. Quantidade de imagens; e
7. Caminho das imagens no disco rígido.

O operador inicia o experimento e as rotações iniciais são atingidas suavemente (por rampa). Após o tempo de desenvolvimento do fluxo o supervisório inicia a aquisição das imagens. O loop de aquisição de imagens utiliza o clock de máquina garantindo que a frequência de aquisição seja obedecida. As imagens são automaticamente salvas no disco rígido no caminho especificado. O nome de cada foto contém as informações necessárias para identificação das mesmas (rotação e frame). O valor das rotações é incrementado e o procedimento se repete de acordo com a quantidade definida de incrementos. Por fim, a rotação das bombas é reduzida e as mesmas são desativadas.

O processamento de imagens utiliza método automático para identificar as partículas. O operador indica o caminho da pasta que contém as imagens do experimento. O supervisório varre a pasta e cadastra as imagens encontradas (Ver Figura 5).

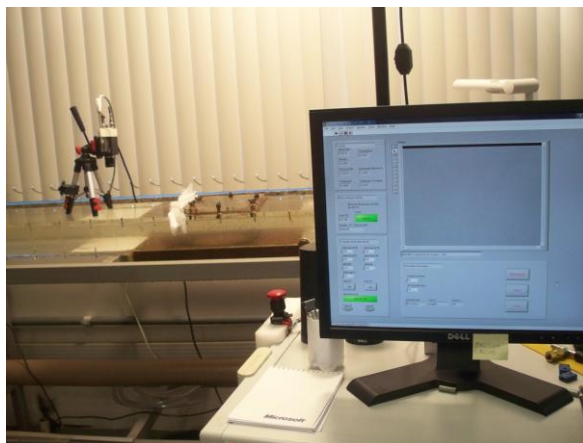


Figura 5 – Montagem experimental e supervisório proposto.

Posteriormente, carrega cada imagem, processa e exporta os atributos das partículas identificadas. Para a definição do limiar do histograma o supervisório utiliza o método de auto-threshold por entropia.

O bloco Particle Analysis (LabView - National Instruments) exporta os atributos de cada partícula. Os principais são: Area; First pixel (X); First pixel (Y); Particle Center (X); e Particle Center (Y).

Foi elaborado um script no software MatLab 7.0.2 (MathWorks) para auxílio a análise de resultados. Este substitui o operador no processamento dos dados gerados pelo processamento de imagens e dos dados registrados no banco de dados (rotação das bombas e vazão). O script soma

as áreas das partículas de cada foto. Os demais atributos das partículas auxiliam a identificação de partículas que permanecem paradas em uma sequência de fotos.

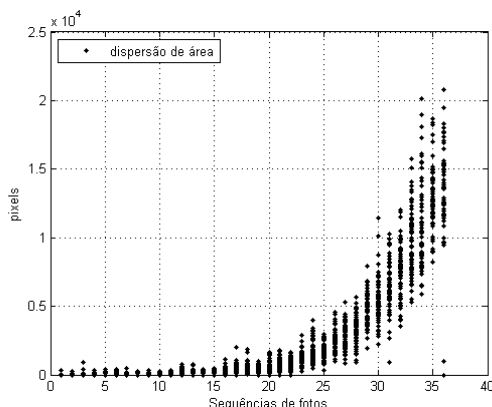


Figura 6 – Curva de erosão de leito.

Estas partículas em repouso são eliminadas, pois apenas partículas em movimento interessam para a análise. O script plota um gráfico que relaciona a vazão média do escoamento com a área total (Figura 6, permitindo a avaliação estatística) ou a média em cada patamar de vazão.

A Figura 7 ilustra a sequência de tarefas que deve ser executada pelo sistema proposto.

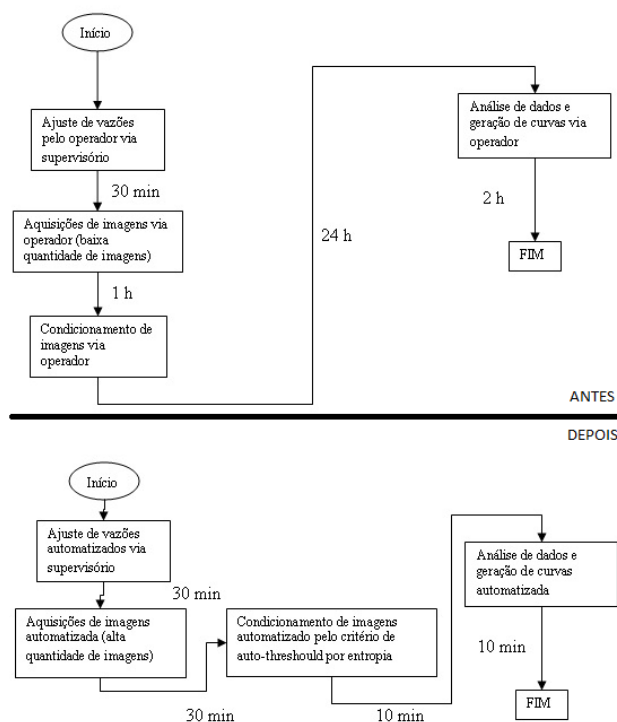


Figura 7 – Fluxograma - Automação

RESULTADOS OBTIDOS

O presente trabalho propôs um sistema supervisor para a automatização do procedimento experimental da Planta de Erosão de Leito e do processamento de imagens e

dados. O sistema integra um conjunto de ferramentas para realização do procedimento experimental e para análise de resultados.

Seguindo os procedimentos tradicionais cada experimento levava aproximadamente vinte e seis horas para ser completado. Com o novo sistema é possível realizar o procedimento experimental em um período de oitenta minutos. Isto implica em uma redução de 95% no tempo de realização de experimento. O novo sistema permite a aquisição uma quantidade maior de fotos para caracterização do fenômeno. Os tempos definidos para as rotinas experimentais são rigorosamente cumpridos pelo novo sistema.

CONCLUSÃO

O procedimento experimental tradicional da planta apresenta tarefas demasiadamente onerosas que prejudicam a produtividade da planta. A dependência dos operadores quanto à tomada de decisões torna o processo passível de falha humana. O sistema proposto padroniza as rotinas realizadas durante o experimento, otimiza a utilização dos recursos tecnológicos e humanos e minimiza a ocorrência de falhas.

BIBLIOGRAFIA

- [1] COSTA, S. S.; STUCKENBRUCK, S.; da FONTOURA, S. A. B.; MARTINS, A. L. (2008), Simulation of Transient Cuttings Transportation and ECD in Wellbore Drilling, SPE113893.
- [2] MARTINS, A. L., Modelagem e simulação do escoamento axial anular de mistura sólido-fluido não newtoniano em dutos horizontais e inclinados. 1990. 102 f. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Petróleo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 1990.
- [3] SILVA, R. A.; MARTINS, A. L. (2002), Ressuspensão de partículas não esféricas em dutos anulares horizontais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS PARTICULADOS – ENEMP. Anais.
- [4] LOUREIRO, B. V.; SIQUEIRA, R. N. (2006), Determinação da tensão de cisalhamento mínima para arraste de partículas em um leito sedimentado. In: ENCONTRO NACIONAL DE HIDRÁULICA DE PERFURAÇÃO E COMPLETAÇÃO DE POÇOS DE PETRÓLEO E GÁS – ENAHPE. Anais... Domingos Martins, ES.
- [5] FIORILLO, D. de A.; CALEGÁRIO, J. F. (2007), Projeto e implantação de supervisor em uma planta experimental de erosão de leito. 107 p. Monografia (Especialização) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecatrônica, Faculdade do Centro Leste.
- [6] DORNELAS, B.A. Análise experimental da tensão de cisalhamento mínima para suspensão de partículas em um leito horizontal. 2009. 78 f. Dissertação – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória – ES, 2009.