



DATA VALIDATION: COMPLEMENTANDO A GESTÃO METROLÓGICA DOS SISTEMAS DE MEDIÇÃO FISCAL

Carlos Eduardo Ribeiro de Barros Barateiro, M. Sc.
carlos.barateiro@emerson.com
Emerson Process Management – Brasil

Sandro Cordeiro
sandro.cordeiro@emerson.com
Emerson Process Management – Brasil

Antônio Henrique da Silva Maia
antonio.maia@emerson.com
Emerson Process Management – Brasil

Andre Braga
andre.braga@emerson.com
Emerson Process Management – Brasil

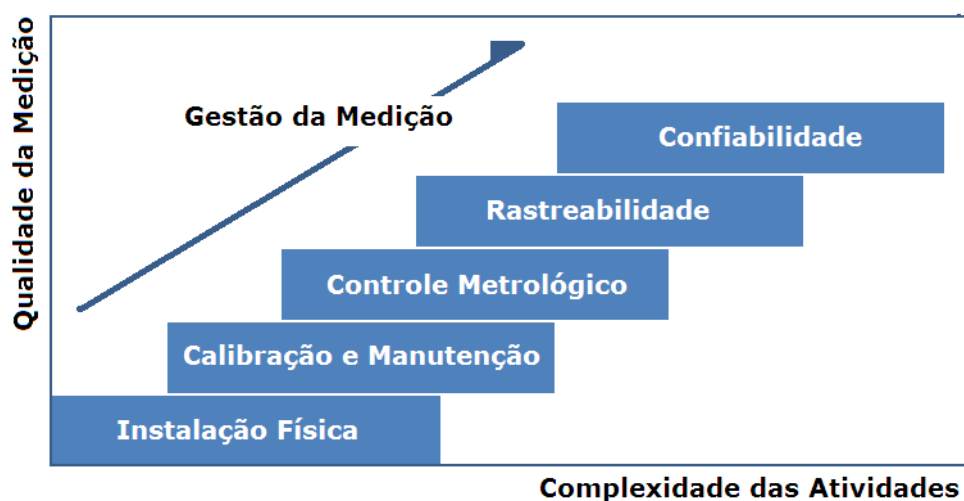
1. Introdução

O processo de medição da produção envolve diversas etapas e atividades que começam com a elaboração de um bom projeto e não terminam com o comissionamento dos sistemas – a operação dos sistemas provavelmente é a fase mais importante e onde reside a maioria dos problemas verificados que comprometem os resultados esperados. E essa preocupação deve ser ainda maior quando falamos de sistemas de medição que operam com a finalidade de quantificar os produtos para fins de apuração de impostos e taxas (medição fiscal) ou mesmo para a valoração com a finalidade de cobrança ou mudança da posse (transferência de custódia). Nesses casos essa medição deve incorporar outros aspectos e não somente a apuração do valor em si, mas também permitir a rastreabilidade e principalmente assegurar a confiabilidade dos dados apurados.

A implantação de regulamentos técnicos destinados a controlar a execução das rotinas de medição é fato em praticamente todos os países onde ocorre a produção de petróleo e gás natural. Nos países que adotam um modelo de produção por concessão das reservas é imprescindível ter-se uma regulamentação específica sobre esse assunto pelo simples fato que podem existir diferentes operadores desses campos de produção que muitas vezes compartilham dutos, estações de coleta e tratamento, além dos próprios terminais marítimos. Nesses casos as rotinas de rastreabilidade e confiabilidade não são necessárias somente para atendimento aos regulamentos oficiais, mas porque podem afetar diretamente a saúde financeira das empresas envolvidas. E o mundo atual globalizado não permite que as empresas não operem com seu máximo desempenho mesmo num mercado tão lucrativo como é o de óleo e gás natural.

No entanto um regulamento técnico de medição não é implementado por simples decreto ainda mais em um mercado que operou por décadas sob um regime de monopólio estatal. Não que o decreto não tenha força legal, mas porque as instalações precisam ser adaptadas para seu atendimento, porque há necessidade de criarem-se os procedimentos operacionais e principalmente porque precisamos treinar o pessoal que irá operar os sistemas de medição e executar suas rotinas operacionais. E tudo isso leva tempo para ser feito! A Figura 1 representa uma visão das diversas fases de implantação de um bom sistema de gestão da medição que pode consumir anos até atingir sua plenitude.

Figura 1: Fases de Implantação de um Sistema de Gestão da Medição



Numa primeira etapa a preocupação é instalar os medidores de vazão, pressão, temperatura para se medir as variáveis principais e equipar os sistemas com os amostradores e

analisadores e computadores de vazão. Essa etapa consome muito tempo e recursos financeiros porque há necessidade de realização de um projeto, compra de materiais e muitas vezes a parada das unidades de produção. A logística envolvida para minimizar as perdas não é simples e o levantamento inicial das condições de operação desses sistemas provavelmente é a maior dificuldade e maior fonte de erros futuros.

Após a instalação dos equipamentos passa-se a segunda fase que é a realização das calibrações periódicas dos instrumentos e medidores de acordo com as frequências definidas nos regulamentos. Normalmente se gasta muita energia nessa fase porque não há disponibilidade de laboratórios adequados e muitas vezes a logística de transporte acaba levando a terem-se verdadeiros medidores viajantes: passam mais tempo na estrada do que realizando sua função básica que é medir! Nessa etapa cometemos um erro básico: esquecemos-nos de analisar a aplicação para definir qual a periodicidade adequada e passamos somente a aplicar o que está definida nos regulamentos. A manutenção desses equipamentos passa a ficar então atrelada às próprias rotinas de calibração: aproveita-se a parada dos instrumentos e medidores para realizar as ações que também deveriam estar vinculadas à aplicação e não ao regulamento. Nessa etapa implementa-se os memoriais de cálculo de incerteza das estações de medição: rotinas padronizadas que buscam obter um grau de risco que temos nas medições. Óbvio que é melhor operarmos um sistema com um potencial risco $\pm 0,1\%$ do que termos o mesmo sistema com $\pm 1\%$. Quando estamos escoando alguns milhares de m³ de óleo ou gás natural, o número de casas decimais faz toda a diferença!

No terceiro momento o foco passa a ser o controle metrológico que é um conjunto de atividades visando à garantia metrológica, que compreende o controle legal dos instrumentos de medição, a supervisão metrológica e a perícia metrológica (INMETRO, 2005). Para o cumprimento desse controle a principal ferramenta é o regulamento técnico adotado que especifica os critérios técnicos, metrológicos e administrativos que devem ser atendidos pelos instrumentos por ocasião da sua aprovação do seu modelo. Esse processo formalmente tem a denominação de “apreciação técnica de modelo” e compreende “o exame e ensaio sistemático do desempenho de um ou vários exemplares de um modelo identificado de um instrumento de medição, em relação às exigências documentadas, a fim de determinar se o modelo pode ou não ser aprovado” (INMETRO, 2005). Essa etapa também consome muita energia e tempo: normalmente não há laboratórios com capacidade de fazer os exames necessários e principalmente há muita dificuldade de encontrar-se uma mão-de-obra altamente especializada

necessária para interpretar o *hardware* e *software* embarcados nos modernos medidores e instrumentos. Com um detalhe: qualquer alteração nesse conjunto *hardware-software* leva o fabricante a ter que repetir os testes e ensaios. A aprovação de modelo de um computador de vazão, por exemplo, tal a sua dificuldade de obtenção, é objeto de estratégias de *marketing* entre seus fabricantes.

Chega-se então a quarta fase que é o controle da rastreabilidade das medições. Com os antigos registradores de carta circular essa etapa era relativamente fácil – bastava examinar os inúmeros gráficos gerados e repetir os cálculos que eram executados normalmente pelos estagiários de engenharia do departamento de manutenção. Com as novas tecnologias passamos a conviver com bancos de dados eletrônicos que reúnem então não somente os históricos das medições, mas também os alarmes de processos ocorridos e todos os eventos que afetaram essas medições. Os *logs* contidos nos computadores de vazão contem muita informação preciosa para analisar o comportamento dos processos e dos sistemas de medição. E os regulamentos de medição sabiamente obrigam os operadores a armazená-los por muitos anos.

Simplemente guardar essas informações não garante o desempenho dos sistemas e achamos que os cálculos de incerteza mostram o risco do negócio é subestimar toda a problemática envolvida com as medições de fluidos...

2. O Data Validation

Quando já dispomos dos sistemas de medição convenientemente instalados, com as rotinas de calibração e manutenção em funcionamento de acordo com a aplicação, com adequado controle metrológico dos equipamentos e de posse dos bancos de dados gerados pelos computadores de vazão, podemos então iniciar a última fase: garantir a confiabilidade das medições! Ter um valor da medição e não sabermos se o mesmo está correto é muitas vezes tão ruim quanto não fazermos a medição!

O estabelecimento de um processo que garanta a confiabilidade das medições não é simples e envolve a análise de muitas variáveis diferentes que não são somente as armazenadas nos computadores de vazão, em que pese que esses equipamentos tenham um papel primordial nessa etapa.

A indústria denomina internacionalmente esse processo como “*data validation*” que é aplicável em muitas áreas do conhecimento e não necessariamente no segmento de óleo e gás. Quando falamos em ciências da computação, por exemplo, a validação de dados é o processo

que visa garantir que um programa opera com dados limpos, corretos e úteis. Utiliza-se para tanto algumas rotinas denominadas "regras de validação" ou "rotinas de verificação", que verificam a veracidade, o significado e a segurança dos dados do sistema. De uma forma mais geral podemos entender que a validação de dados pode ser definida através de regras de integridade de dados declarativos, ou através de procedimento baseados nas atividades dos negócios. Em geral a validação de dados incorretos pode levar a uma vulnerabilidade de segurança de todo o sistema!

Quando estamos nos referindo especificamente a sistemas de medição do escoamento de produtos essa validação deve ocorrer através de quatro ações:

a) Analisar: verificação dos dados da medição recebidos do campo para assegurar que estejam corretos, completos e confiáveis;

b) Validar: comparar esses dados com modelos estatísticos para verificar anomalias ou inconsistências;

c) Quantificar: calcular as correções devido a erros de medição;

d) Reportar: geração de relatórios contendo todas as informações necessárias para validar as medições.

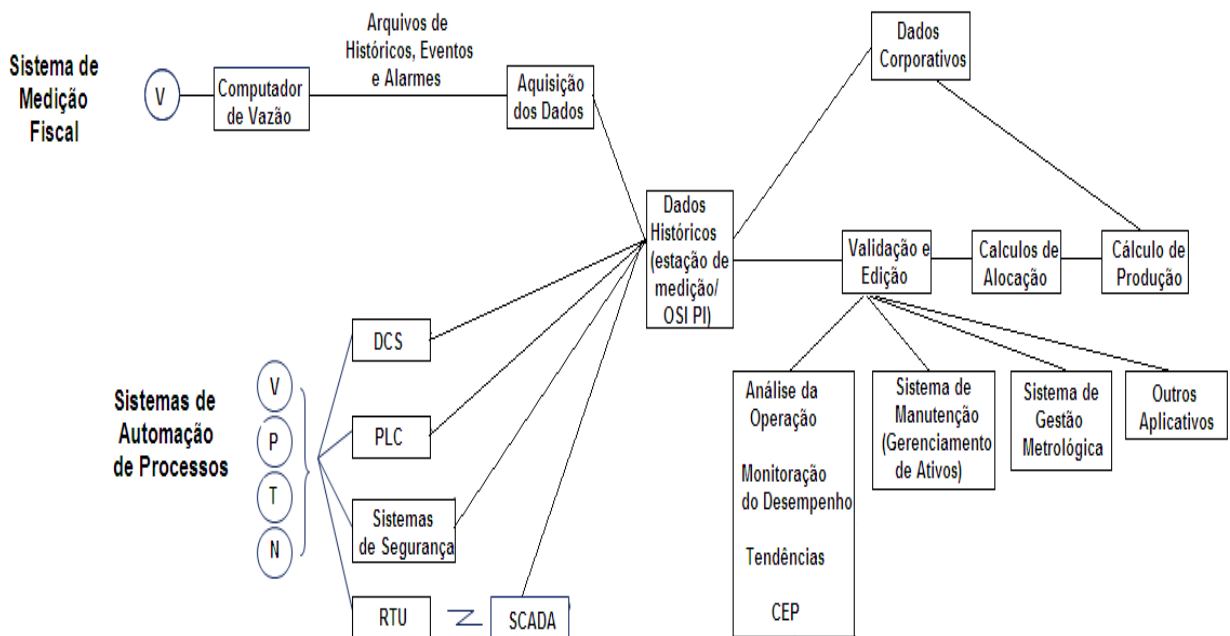
A primeira etapa é fundamental e ter-se acesso a todo o conjunto de dados necessários é a maior dificuldade dessa etapa. A Figura 2 apresenta um fluxograma típico de um sistema de *data validation* aplicável numa instalação de produção de óleo e nela podemos observar que os dados recebidos dos computadores de vazão (históricos, eventos e alarmes) são apenas parte de todo o processo.

Se as fontes geradoras dos dados necessários são inúmeras podemos afirmar o mesmo dos tipos de informações manuseadas. A Figura 3 apresenta um exemplo de alguns dados fundamentais que precisam ser considerados quando estamos analisando a integridade de um sistema de medição.

A realização dessa análise requer a utilização de várias ferramentas que devem estar disponibilizadas para os engenheiros de medição. Não raro é necessário a utilização de softwares simuladores do funcionamento dos computadores de vazão com seus algoritmos implementados de acordo com as normas adotadas. Obrigatoriamente é requerido também o uso das técnicas de controle estatístico de processos (CEP) para a análise das tendências das variáveis medidas (vazão, pressão, temperatura, BSW, etc.) e calculadas (densidade, vazão

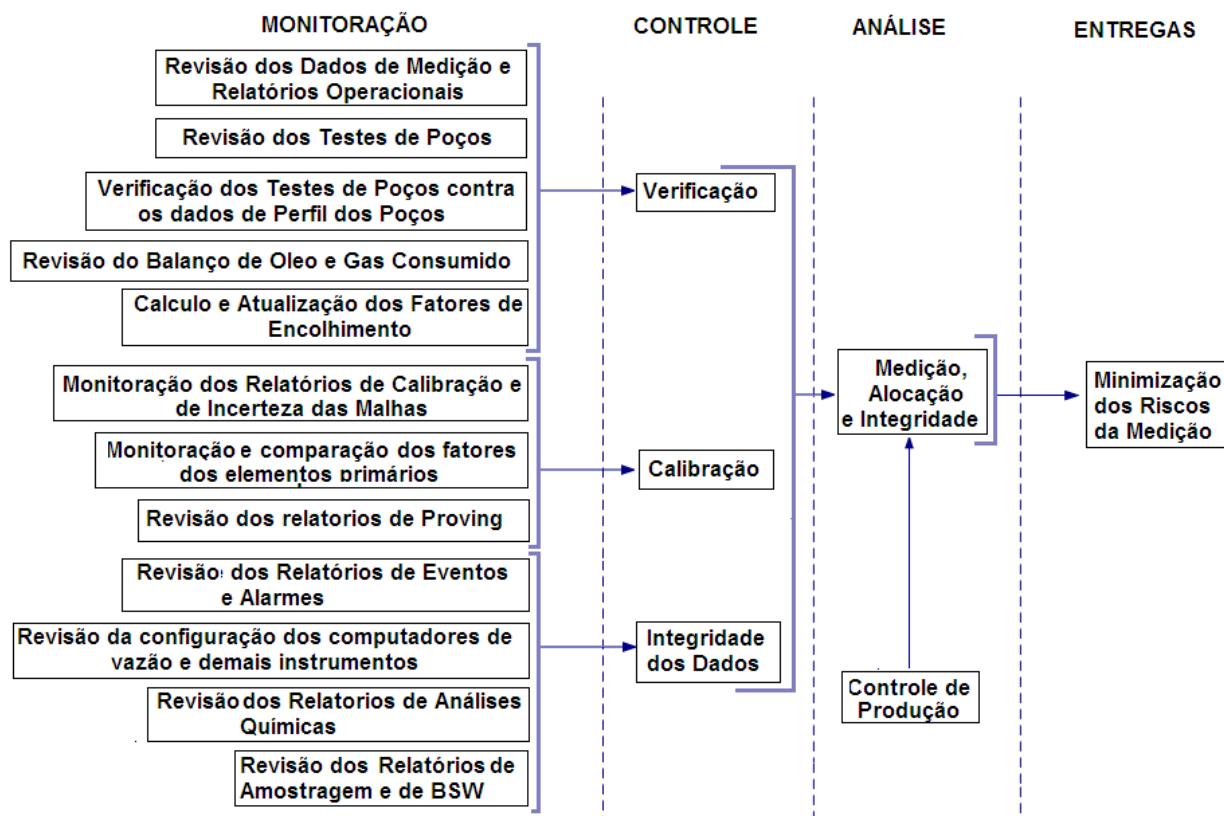
corrigida, poder calorífico, etc.). No entanto, nada pode ser efetuado na velocidade adequada sem que seja implementado um software de gestão metrológica de todo o sistema – é ele que reúne a maioria das informações necessárias para a análise dos dados sem que haja um gasto desnecessário de energia na busca de relatórios, memoriais de dimensionamento, cálculos de incerteza, etc.

Figura 2: Fluxo de Informações do Data Validation



Concluído a identificação dos erros e eventuais falhas, é parte das atividades a reconciliação dos dados primários das medições com o cálculo dos valores corretos que devem ser considerados pela organização. Essa fase precisa ficar bem documentada e fundamentada para permitir os esclarecimentos de eventuais questionamentos futuros. No relatório de conciliação das medições é normal incluir-se as provas que levaram as alterações nos *logs* de históricos gerados pelos computadores de vazão tais como as simulações das vazões com as parametrizações corretas – um erro muito comum observado nos sistemas de medição.

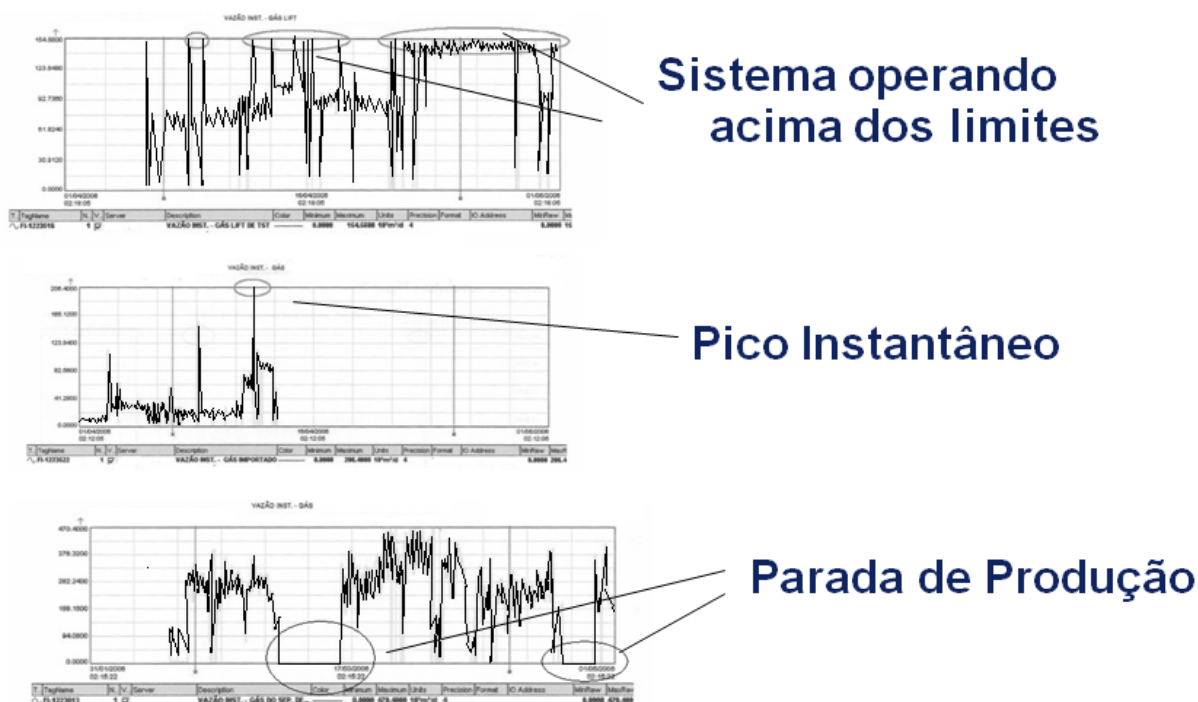
Figura 3: Exemplo de Informações Manuseadas no *Data Validation*



3. Exemplos da Aplicação do *Data Validation*

Podemos listar vários exemplos da aplicação do *data validation* em sistemas de medição e provavelmente um dos melhores é a análise de alarmes. A Figura 4 apresenta três situações distintas ao se analisar o gráfico de comportamento da vazão de um sistema. No primeiro caso temos a ocorrência constante de alarmes de vazão alta: essa é uma ocorrência extremamente grave e significa que o sistema de medição não está devidamente dimensionado para atender toda a faixa de operação. No segundo caso temos a ocorrência de um alarme isolado e não há necessidade de nenhuma ação por ser um evento atípico que, no entanto deve ser monitorado. Por fim o ultimo caso apresenta alarmes de baixa vazão que simplesmente significam que o sistema teve uma parada de operação devido a características da aplicação – um separador de testes que não opera quando não está sendo utilizado para fazer os testes. Nos três o relatório do *data validation* iria apresentar a análise e as ações a serem tomadas.

Figura 4: Exemplo de Análise de Alarmes



Um segundo bom exemplo é a análise do impacto da densidade do fluido na medição da vazão corrigida de um escoamento de produto petroquímico com a instalação de um densímetro em linha. A Figura 5 apresenta a análise efetuada no funcionamento do densitrômetro (provavelmente por uma falha ou ocorrência anormal do processo) e o impacto imediato na vazão corrigida do fluido. Esse é um típico exemplo da necessidade de analisar-se o ocorrido para justificar uma correção nas vazões informadas.

E no terceiro exemplo temos a análise realizada nos diagnósticos gerados pelos medidores e instrumentos. A Figura 6 apresenta a tela gerada com a análise de um medidor de vazão ultrassônico multicanal onde os diagnósticos recebidos do equipamento permitem analisar o comportamento de cada um dos canais acoplados aos pares de sensores. Uma grande discrepância nos valores pode significar falha na medição ou até mesmo que a tubulação não esta totalmente preenchida. Esse exemplo mostra a importância cada vez maior da utilização desses diagnósticos para interpretar o grau de conformidade da medição.

Esses três exemplos mostram um pouco da extensão da análise realizada nas rotinas de validação das medições com o objetivo de garantir a confiabilidade dos sistemas.

Figura 5: Exemplo do Impacto da Densidade

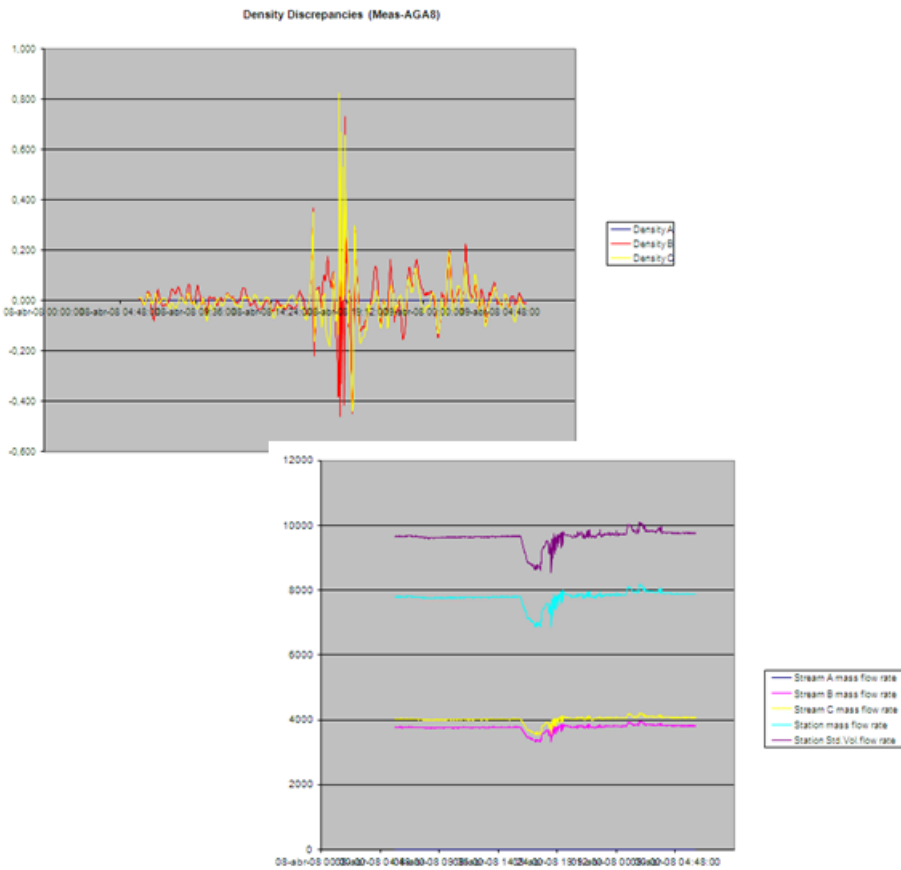
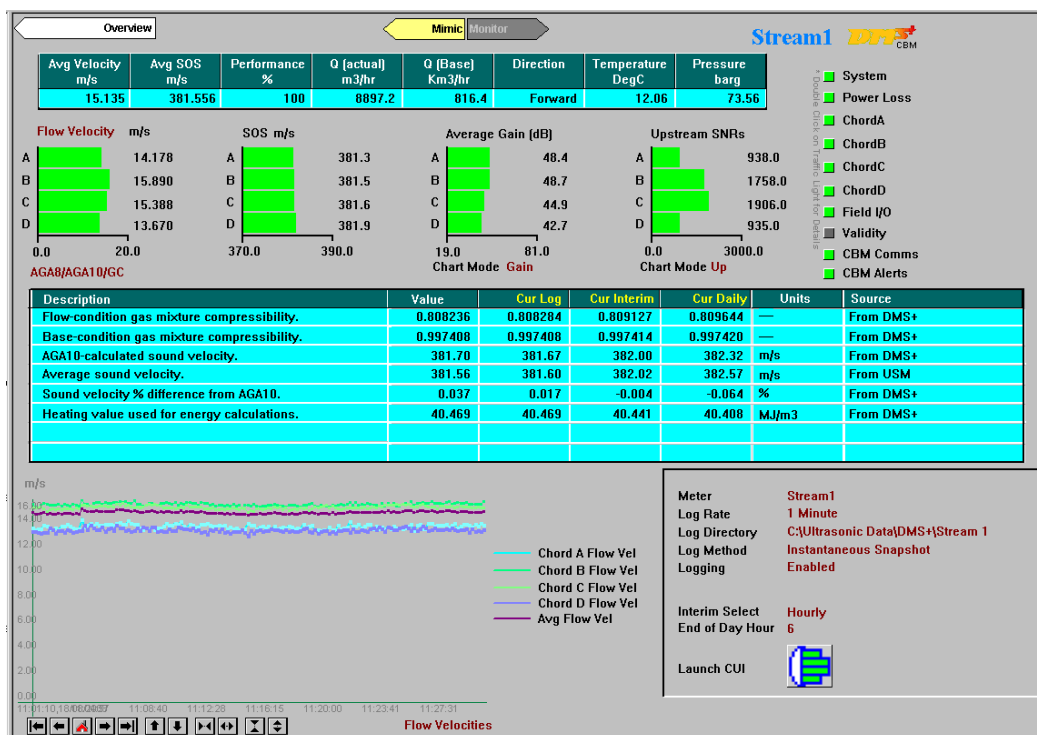


Figura 6: Exemplo da Análise de Diagnósticos do Medidor de Vazão



4. Conclusões

A gestão das medições é muito mais do que simplesmente aplicarmos os conceitos previstos na norma ISO 10012 (ABNT, 2004) e há necessidade de entendermos que as rotinas do *data validation* precisam ser aplicadas constantemente – aqui provavelmente está o grande diferenciador: as análises precisam ser feitas diariamente para minimizar os impactos de erros e falhas de medição. O que se observa na maioria dos sistemas é analisarmos os *logs* e demais informações somente quando se percebe um grande erro acumulado e nesse momento talvez seja muito difícil conseguir-se corrigir os impactos das falhas e obter-se a vazão correta corrigida.

No entanto há ainda outro aspecto essencial: a existência de pessoal habilitado para fazer as análises. Adler ((2009) apud Elliott e Michel (2009)) mencionam que “um dos fatores chave para o sucesso dos projetos é ter as pessoas certas com as habilidades certas”. A gestão da medição requer um tipo de profissional diferenciado com habilidades específicas e multidisciplinares. A maioria das falhas de medição não são resultado da implementação da tecnologia errada, mas sim porque não foram executados com a equipe certa (ELLIOTT E MICHEL, 2009). Ignorar o papel vital da gestão da medição e dos seus principais personagens, os técnicos e engenheiros de medição, é aumentar a probabilidade de incorrerem em falsos resultados e elevados riscos, - o que os simples cálculos de incerteza não conseguem apurar. Uma das estratégias utilizadas internacionalmente para se conviver com a necessidade dessa mão-de-obra é criar-se os centros colaborativos: grupos de engenheiros e técnicos multidisciplinares que efetuam as análises remotamente às próprias instalações do cliente, porém com toda a proteção quanto ao sigilo das informações manuseadas.

Concluimos, portanto que o *data validation* é uma importante e essencial complemento de gestão dos sistemas de medição e implica na mudança de conceitos e da extensão das análises que não deve se limitar única e exclusivamente aos medidores primários.

Referências

- ELLIOTT, G.e MICHEL, A.; Automation Project Management - Org Chart Omissions, disponível em <http://www.controlglobal.com/articles/2009/ProjectManagement0906.html?page=full> consulta realizada em 13 de Agosto de 2012
- INMETRO. Portaria Inmetro n.º 163/2005: Vocabulário Internacional de Termos de Metrologia Legal. Disponível em <http://www.inmetro.gov.br/legislacao>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10012: sistema de gestão de medição – requisitos para os processos de medição e equipamento de medição. Rio de Janeiro, 2004.

Autores

Carlos Eduardo Ribeiro de Barros Barateiro, M.Sc.
Emerson Process Management
Gerente da Unidade de Negócios RAS – Remote Automation Solutions
Rua R1, 277 | Macaé | Rio de Janeiro | 27933-375
Telefone: (22) 2796-8700 ou (22) 9207-8335
Email: carlos.barateiro@emerson.com

Sandro Cordeiro
Emerson Process Management
Gerente de Operações – RAS/METCO
Rua R1, 277 | Macaé | Rio de Janeiro | 27933-375
Telefone: (22) 2796-8700 ou (22) 9207-9142
Email: carlos.barateiro@emerson.com

Antônio Henrique da Silva Maia
Emerson Process Management
Consultor de Medição – RAS/METCO
Rua R1, 277 | Macaé | Rio de Janeiro | 27933-375
Telefone: (22) 2796-8700 ou (22) 2796-9957
Email: antonio.maia@emerson.com

Andre Braga
Emerson Process Management
Consultor de Medição – RAS/METCO
Rua R1, 277 | Macaé | Rio de Janeiro | 27933-375
Telefone: (22) 2796-8700 ou (22) 9236-9654
Email: andre.braga@emerson.com