

## DISPOSITIVO DE PROCESSO CONTROLADO POR MEDIÇÃO ANALÍTICA

Elton Alves de Souza Filho  
Eduardo Azevedo de Melo  
Helcio Justiniano Cavalcante

### RESUMO

Notadamente, um serviço de manutenção de analisadores de processo, seja de transmissores, sensores e sobressalentes, requer no campo de trabalho uma atenção redobrada tendo em vista as variáveis e operações de sondas, válvulas e correntes submetidas a altas pressões e temperaturas elevadas, quando não uma instalação em *by-pass*, imersão ou em linha implicam inúmeras limitações para essas atividades quando não previamente planejadas e estudadas com atenção. O presente artigo tem por objetivo criar pressupostos técnicos e embasamento para uma discussão mais aprofundada acerca de manutenção de analisadores de processo.

**Palavras-chave:** Analisador de processo. Manutenção. Simulação.

### 1 INTRODUÇÃO

Ao avaliarmos os tipos de manutenção, vemos que a manutenção corretiva é a forma mais simples e mais primitiva de manutenção. De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2002, p. 625), ela possui subdivisão em planejada e não planejada:

- a) manutenção corretiva não planejada: a correção da falha ou do desempenho abaixo do esperado é realizada sempre após a ocorrência do fato, sem acompanhamento ou planejamento anterior, aleatoriamente. Implica altos custos e baixa confiabilidade de produção, já que gera ociosidade e danos maiores aos equipamentos, muitas vezes irreversíveis (OTANI; MACHADO, 2008);
- b) manutenção corretiva planejada: quando a manutenção é preparada. Ocorre, por exemplo, pela decisão gerencial de operar até a falha ou em função de um acompanhamento preditivo. Otani e Machado apontam que “pelo seu próprio nome planejado, indica que tudo o que é planejado, tende a ficar mais barato, mais seguro e mais rápido” (2008, p. 4).

Dentro desse escopo, temos a definição ainda para a

manutenção preventiva. É a manutenção voltada para evitar que a falha ocorra, através de manutenções em intervalos de tempo pré-definidos. Segundo Slack, Chambers e Johnston, “visa eliminar ou reduzir as probabilidades de falhas por manutenção (limpeza, lubrificação, substituição e verificação) das instalações em intervalos de tempo pré-planejados” (2002, p. 645).

Os serviços de manutenções corretivas e preventivas em analisadores de processos de parâmetros físico-químicos de líquidos; pH, oxirredução, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido, cloro livre e etc. são realizadas com um planejamento prévio e baseados em experiências anteriores a intervenção. Essas atividades sendo postas organizadas em um plano de manutenção, ela obedece a uma série de procedimentos operacionais padrão para cada analisador conforme suas especificidades e características de peças, sensores e sobressalentes.

O treinamento de um novo técnico de analisadores ou de operador de processo que trabalhe com analisadores em sua atividade pode requerer seja em laboratório ou no campo um árduo e dispendioso trabalho de treinamento e planejamento desta atividade, tendo em vista ainda as dificuldades e complexidades de um analisador de processo instalado e submetido a diversas variáveis de processo, como pressão, temperatura, escoamento de fluidos, bombeamento, elétricas, além de diversas outras que compõem um sistema analítico de processo, como sistema de amostragem, telemetria, utilidades como; ar, reagente, padrões, gases e entre outros.

No plano de manutenção geralmente não está prevista a quantidade de horas de treinamento ou discussão das ações, pois de fato ele já subtende que o técnico ou o operador esteja treinado e capacitado para determinada atividade, seja esta de caráter corretiva, preventiva ou preditiva. A provisão e planejamento desse capital intelectual bem capacitado e crítico deve ser previsto na implementação da rotina de um plano de manutenção de analisadores de processo, além de prever treinamentos e discussão de novas ações conforme necessidade vão surgindo mudanças no sistema analítico de processo.

Tendo em vista o desmembramento dessas ações, o dispositivo de processo controlado por medição analítica surge como um elo do planejamento da manutenção, pois a simulação de manutenção preventiva, corretivas, e validações, seja por comparação de dados com material de referência certificado, análise de laboratório ou ainda por analisador multiparâmetros portátil, quando realizadas previamente em bancada de laboratório com condições controladas pode contribuir para a redução significativa do número de desvios e incidentes, contribuir para aumentar a confiabilidade e otimização das atividades de intervenção em analisadores de processo de pH, oxirredução, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido, cloro, etc. Além de criar subsídios e capital intelectual para treinamentos de novos técnicos de manutenção, técnicos químicos, instrumentistas, e operadores de processo, dirimindo dúvidas e diminuindo o tempo de intervenção e execução das atividades.

Toda atividade segura preza por um bom planejamento e discussão das ações, uma simulação de processo em escala reduzida visa mitigar essas ações e contribuir para uma cultura de segurança de processo pautada em uma gestão de risco eficaz e comprometida com o aprendizado prévio dessas atividades.

## 2 OBJETIVOS

O presente artigo tem por objetivo criar pressupostos técnicos e embasamento para uma discussão mais aprofundada acerca de manutenção de analisadores de processo, demonstrando o ganho de produtividade e otimização em atividades de manutenção corretiva e preventiva, treinamentos de técnicos de analisadores de processo, redução da exposição de técnicos químicos, manutenção e instrumentistas com a simulação e planejamento prévio das atividades de manutenção em analisadores de processo. Além de auxiliar no treinamento de validação de analisadores de processo com a simulação em escala reduzida de uma atividade de processo em laboratório.

## 3 DESCRIÇÃO DO DISPOSITIVO CONTROLADO POR MEDIÇÃO ANALÍTICA

A partir da necessidade de simular condições de processo e avaliar dados de calibração e validação de analisadores de processo, optou-se pela invenção e criação de um dispositivo de processo que controlado por medição analítica possa permitir otimizar as atividades e fornecer

subsídio teórico em treinamentos, simulações de condições de processo e do cotidiano da atividade. Foram coletados materiais de baixo custo que estavam em fase de alienação e descarte de materiais, como cilindro de acrílico, bombas, mangueiras, caixa de aço, bombona de pvc e transmissores e sensores de analisadores sobressalentes não utilizados ou descontinuados.

A disposição desses elementos foi proposta baseando-se em um fluxo de processo de um pequeno tanque que possui em seu interior uma amostra, que recebe um produto químico ou dosagem para posterior enchimento de uma câmara de amostragem que possui um ou vários elementos sensores, estes enviam a variável, diferença de potencial (DDP) em volts (V) para o transmissor que faz a conversão do sinal em corrente (mA). Podendo ser diversas variáveis físicas ou químicas medidas, seja pH, condutividade, turbidez, cloro livre e total, nitrogênio amoniacal, temperatura, oxirredução, oxigênio dissolvido e gasoso, gases e particulados, cor, densidade, destilação, sólidos dissolvidos e suspensos, e etc. No presente estudo são avaliados as variáveis pH, condutividade, e oxirredução, sendo escolhida a variável pH para o controle do equipamento e dosagem dos produtos químicos de teste.

A divisão dos componentes do sistema é distribuída da seguinte forma:

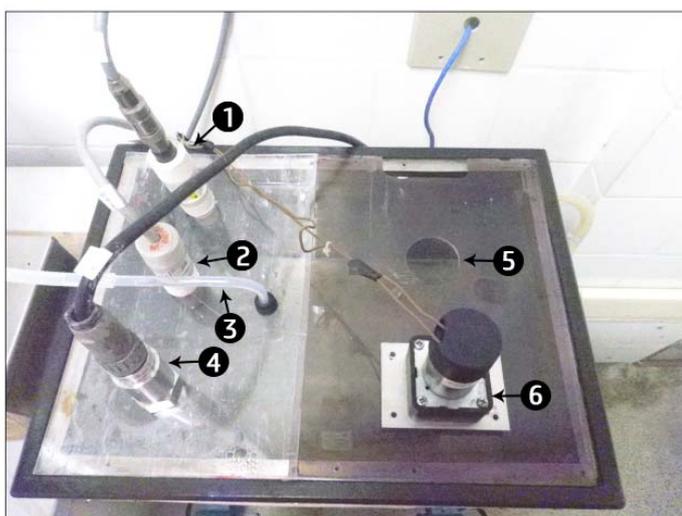
1. tanque de processo (cilindro de acrílico, Vol. 8,62L);
2. tanque de medição analítica (caixa de aço, Vol. 35,28L);
3. bombona de dosagem (bombona de pvc, Vol. 10L);
4. bomba 1 – retorno ao tanque de processo (bomba peristáltica);
5. bomba 2 – dosagem de produto ou solução da bombona (bomba peristáltica);
6. mangueira 1 – retorno ao tanque de processo;
7. mangueira 2 – dosagem de produto e/ou solução;
8. misturador (homogeneizador);
9. elementos analíticos (sensores);
10. computador para aquisição de dados e tratamento estatístico;
11. painel de transmissores (pH, oxirredução, condutividade e etc.).

A condição de simulação ou de processo é iniciada ao colocar uma amostra em estudo que entra no tanque assim nomeado como de processo (1) por uma mangueira de plástico ou de forma manual colocada diretamente. Em seguida a amostra enche o tanque e vai aliviando por



O sistema pode fazer uso de diversos tipos de transmissores, sensores, seja fabricante, sejam modelos variados, com controle definido conforme a natureza do processo e/ou planejamento da intervenção. Nossas condições de processo estão baseadas nos elementos principais; tanque de processo (1), tanque de medição analítica (2), bombona de dosagem (3), bombas de retorno (4) e bomba de dosagem (5), as aplicações vastas para estudos de processos, controle, instrumentação, automação de processo, analítica, modelagem de processos, treinamentos, intervenção em analisadores de processos, planejamento de manutenção, segurança em processos, redução de incidentes e desvios, e etc.

No painel de transmissores em (11) da Figura 1, tem-se a visualização dos resultados e o acompanhamento da faixa de controle estudada. E conforme conveniência e distinção de simulações e situações práticas, podem ser modificadas para a faixa de controle que o usuário requerer, bastando apenas definir novos valores ou até mesmo trabalhar com outros parâmetros físico-químicos já citados anteriormente. Em (10) da figura 1, pode ser acoplado um sistema de telemetria para o tratamento dos dados registrados, podendo até mesmo ser elaborado um software que compreenda toda a lógica do transmissor, um sistema autônomo.



**Figura 3 – Vista de cima do tanque de medição analítica - Vol = 35,280L.**

Fonte: OS AUTORES, 2016.

Legenda da figura 1:

1. Sensor ORP (Emerson Process)
2. Sensor de pH (Emerson Process)
3. Alívio por gravidade da corrente do Tanque de processo
4. Sensor de condutividade (Yokogawa)
5. Entrada para medição por analisador portátil
6. Misturador

## 4 RESULTADOS

As atividades realizadas no campo após planejamento, treinamento e simulações no sistema de controle tem reduzido consideravelmente o tempo de intervenção em manutenções corretivas e preventivas em analisadores de processo supracitados.

Os treinamentos teóricos e práticos de técnicos químicos, instrumentação e operadores de processos têm sido realizados com o subsídio do sistema de controle para evidenciar situações praticas com eficiência.

Têm sido realizada simulações de manutenções preventivas, calibrações e validação de analisadores de processo com o apoio do sistema citado.

Redução de incidentes e desvios têm sido dirimidos com a simulação de situações realizadas em laboratório por técnicos químicos e instrumentistas do setor (REMAN/EST/CQ) para posteriormente replicá-las no campo.

Discussões acerca de manutenção de analisadores de processos e necessidade de planejamento prévio destas atividades deram origem ao 1º Padrão de execução da REMAN/EST/CQ, com pauta no plano de manutenção e intervenção em analisadores de processo conforme Figura 4.

<b>BR PETROBRAS</b>		<b>NP-1</b>
REMAN Código: PE-SAM-00692-0		
<b>PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA, VALIDAÇÃO E CALIBRAÇÃO DE ANALISADORES DE PROCESSO</b>		
Status: <b>Ativo</b>		
Órgão aprovador: REMAN/EST/CQ	Data de Aprovação: 05/01/2016	
Órgão gestor: REMAN/EST/CQ	Assinatura: Viviane Lima do Nascimento Alves	
Tipo de Cópia Impressa: <b>Não Controlada</b>		
Cadastro do padrão		
<a href="#">Clique aqui para expandir a seção validação.</a>		
<b>1. OBJETIVO</b>		
Estabelecer diretrizes para a realização das atividades da Gerência Setorial de Controle da Qualidade de Produtos nas áreas industriais, prezando segurança e preservação da saúde das pessoas envolvidas para a execução do plano de inspeção para acompanhamento dos Analisadores de Processo da REMAN.		
<b>2. APLICAÇÃO E ABRANGÊNCIA</b>		
Aplica-se aos Técnicos Químicos e Técnicos de Manutenção da Equipe de Analisadores de Processo (EAP) da Gerência Setorial de Controle da Qualidade de Produtos.		

**Figura 4 – PE referente ao plano de manutenção de intervenção em analisadores de processo.**

Fonte: REMAN, 2016.

Conforme apostila (UNIVERSIDADE, 2006) do curso de Analisadores de Processo disponibilizado pela Universidade Petrobras, temos que para uma disponibilidade de analisadores de processo aceitável (acima de 95% para a maioria das aplicações), é necessário que haja técnicos capacitados e disponíveis para a manutenção do sistema, provisão de materiais de consumo e peças de reposição.

A partir da intensificação, planejamento e otimização das atividades de analisadores de processo no referido setor (REMAN/EST/CQ) no início do ano de 2015, verificou-se que o incremento do dispositivo de processo a partir do mês de setembro de 2015 ajudou a corroborar e a evidenciar somado a estes outros fatores um aumento da disponibilidade de analisadores, tendo em vista que discussões de simulações, planejamento, treinamento, apoio as atividades de manutenção preventiva e corretivas criou um elo positivo com as atividades referidas acima, como evidenciado no Gráfico 1.

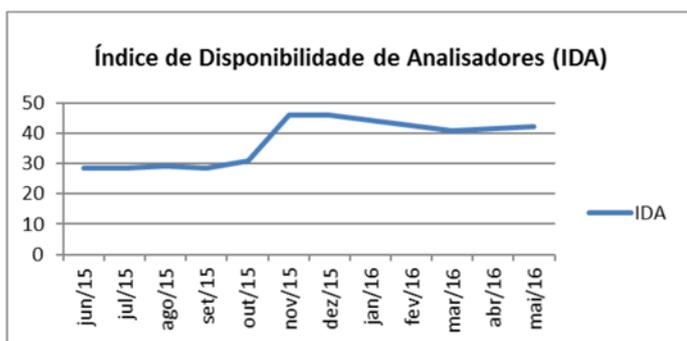


Gráfico 1 – Índice de Disponibilidade de Analisadores da REMAN.

Fonte: OS AUTORES, 2016.

Tal constatação foi ainda propiciada com a criação no referido setor de um curso de Analisadores de Processo para operadores de campo, técnico químico, e instrumentista no mês de fevereiro de 2016 conforme consta no registro de abertura do curso na Figura 5.

Curso de Analisadores de Processo

**Público alvo:** Operadores da Utilidades, Refino, SMS e Técnicos de Manutenção

**Período:** 16 a 18 de fevereiro de 2016  
**Horário:** 07h30 às 16h30  
**Local:** Sala do Laboratório  
**Instrutor:** Elton Alves

**Inscrições:**

## 5 CONCLUSÃO

A partir da observação dos resultados qualitativos e quantitativos verificou-se que o presente dispositivo de processo controlado por medição analítica surgiu como um elo no apoio as atividades de manutenção preventiva e corretiva de analisadores de processo no referido setor (REMAN/EST/CQ) no período em estudo de setembro de 2015 a maio de 2016.

O presente instrumento acarretou a discussão e criação de um curso de analisadores de processo (implementado em fevereiro de 2016), criação de um padrão de execução com o foco nas atividades previstas em planejamento de manutenção e intervenção em analisadores de processo com aplicação prática em laboratório e simulação de condições de processo que permearam variáveis operacionais, como temperatura, pressão, escoamento de fluidos, bombeamento, automação, instrumentação, elétrica etc.

Além do estudo de variações de parâmetros físico-químicos como pH, condutividade, oxirredução, oxigênio dissolvido, cloro etc. Vale ainda ressaltar que peças do sistema em questão foram recicladas de equipamentos em fase de alienação (Reaproveitamento), já em desuso, ou descontinuados, sendo posteriormente organizados para criar este aparato, gerando, portanto, otimização de recursos e agregando a cultura de sustentabilidade da referida unidade.

## ABSTRACT

Notably a Process Analyzers maintenance service, either transmitters, sensors and Parts requires the labor camp increased attention given the variables and probes operations, valves and chains subjected to high pressures and high temperatures, when no installation in by-pass, dipping or online imply several limitations to these activities when not previously planned and studied carefully. This article aims to create technical assumptions and basis for further discussion about maintenance process analyzers from the invention and creation of a process simulator that controlled by analytic measurement can allow to optimize the activity and provide theoretical subsidies in training, simulations of process conditions and daily activity, calibrations and validations analyzers.

**Keywords:** Process analyzer. Maintenance. Simulation.

## REFERÊNCIAS

BUENO, A. et al. Validação de analisadores de processo: implantação de novos procedimentos na Petrobras. In: CONGRESSO RIO AUTOMAÇÃO: AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL E O SEU VALOR NA GERAÇÃO DE INFORMAÇÕES, 7., 2012, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: IBP, 2013.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Gestão Industrial**, Curitiba, v.4, n. 2, 2008.

PETROBRAS. **Curso de analisadores de processo**. Manaus, 2016. Disponível em: <[http://portalpetrobras.petrobras.com.br/PetrobrasPortal/appmanager/portal/desktop?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=home\\_reman](http://portalpetrobras.petrobras.com.br/PetrobrasPortal/appmanager/portal/desktop?_nfpb=true&_pageLabel=home_reman)>. Acesso em: 01 set. 2016.

PETROBRAS. **Lista de presença do curso analisadores de processo**. Manaus, 2016. Disponível em: <<https://amln102.petrobras.com.br/mail03/xh0b.nsf>>. Acesso em: dia mês ano.

PETROBRAS. **PE-5AM-00692-0**. Plano de manutenção preventiva, validação e calibração de analisadores de processo. Manaus, 2016.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

UNIVERSIDADE PETROBRAS. **Analisadores em linha: princípios analíticos e instrumentais**. Rio de Janeiro, 2006. Apostila do curso Analisadores de Processos, Gestão e Confiabilidade.

## AGRADECIMENTOS

A Deus pai, Filho e Espírito Santo em sua infinita misericórdia e graça abundante. A minha esposa e família pelo apoio incondicional e amoroso. A unidade e gerência REMAN/EST/CQ pela sua inestimada confiança e colaboração.

## GLOSSÁRIO

**Analisador de processo** - analisadores são equipamentos de operação automática e independente tem como finalidade medir uma ou mais características de uma amostra de um processo, excluindo as variáveis elementais: temperatura, vazão, pressão e nível. Os analisadores em linha, ou instrumentos automáticos de medição de qualidade, foram desenvolvidos inicialmente para substituir ou complementar as análises de laboratório.

**Analisador multiparâmetro portátil** – analisador capaz de monitorar diversas variáveis consecutivamente na mesma análise.

**Emerson Process** – fabricante de analisador de processo

**Lógica** - organização e planejamento das instruções, assertivas etc. em um algoritmo, a fim de viabilizar a implantação de um programa.

**Material de referência certificado** - é um Material de referência, acompanhado por um certificado, com um ou mais valores de propriedade, certificado por um procedimento que estabelece sua rastreabilidade à obtenção exata da unidade na qual os valores da propriedade são expressos, com cada valor certificado acompanhado por uma incerteza para um nível de confiança estabelecido.

**Plano de manutenção** - é um sistema de atribuição de tarefas dentro do departamento de manutenção que coordena: habilidades e o conhecimento dos operadores; trabalho e disponibilidade de equipamentos, materiais ou ferramentas; dados e história dos equipamentos.

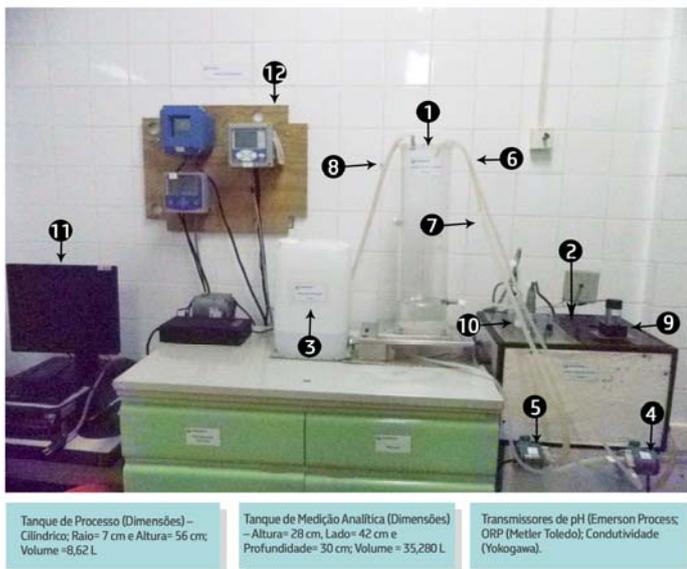
**Processo** - sequência contínua de fatos ou operações que apresentam certa unidade ou que se reproduzem com certa regularidade; andamento, desenvolvimento, marcha.

**Transmissor** - converte sinais sonoros, analógicos ou digitais em ondas eletromagnéticas.

**Validação** – procedimento para avaliar se um analisador de processo apresenta desempenho adequado para um uso pretendido.

**Yokogawa** – fabricante de analisador de processo.

## APÊNDICE A – Dispositivo de processo controlado (fotos)



**Figura 6– Foto atual do dispositivo de processo controlado por medição analítica.**

Fonte: OS AUTORES, 2016.

Legenda da Figura 6:

1. Tanque de Processo—Vol = 8,62 L
2. Tanque de Medição Analítica—Vol = 35,280 L
3. Bombona de Dosagem de Produto Químico e/ou Solução—Vol = 10 L
4. Bombona de Retorno ao Tanque de Processo (1)
5. Bombona de Dosagem (2)
- 6, 7, 8. Mangueiras da Boma de Retoro (1) e Bomda de Dosagem (2)
9. Misturador
10. Medição analítica por sensores de pH, ORP e condutividade, instalados por imersão no Tanque de Processo
11. Computados para aquisição de dados
12. Painel de transmissores de pH, ORP e condutividade



**Figura 7– Foto do fluxo de processo do dispositivo de processo.**

Fonte: OS AUTORES, 2016.

Legenda da Figura 7:

1. A amostra entra no Tanque de Processo pela Mangueira 1
2. A amostra enche o Tanque e vai aliviando por gravidade para o Tanque de Medição Analítica
3. Após 4 bateladas do Tanque de Processo (8,62 L) o Tanque de Medição Analítico (35,280 L), o excesso sai pela Mangueira de Alívio
4. Bomba 2 de dosagem é acionada quando o Transmissor de pH mede 7,0 pH (Alarme 2 do Transmissor)
5. Bomba 1 é acionada quando o Transmissor de pH mede 6,0 ph (Alarme 1 do Transmissor)

## ANEXO A – Lista de frequência do curso de analisadores de processos

### Lista de Frequência - Curso de Analisadores de Processos

Instrutor: Técnico Químico Elton Alves de Souza Filho Matrícula: 2507537

Carga Horária: 24 Hs

Período: 16/02 a 18/02/2016

**Conteúdo programático:** Sistema de Amostragem, Medição analítica em processo, Analítica de Líquidos e Gases, Parâmetros de Medição; pH, ORP, Condutividade, Turbidez, Cloro livre, Oxigênio, Amônia, Óleo em Água. Manutenção preventiva e Corretiva, CEP e validação de Analisadores de Processo, Intervenção com Analisadores Portáteis e HART, Gestão com Acompanhamento em PI, Prática em Simulador de Processo com Medição analítica.

Participantes	Matrícula	Segunda-feira 16/02	Terça-feira 17/02	Quarta-feira 18/02
Humberto Pinheiro de Jesus (OP/TEU)		Humberto	Humberto	Humberto
Ricardo Sergio Feitosa de Oliveira (OP/TEU)		Ricardallia	Ricardallia	Ricardallia
Helcio Justiniano Cavalcante - ELFE		☺	☺	☺

**Figura 8 – Registro do curso de analisadores de processo com aula prática no dispositivo de processo realizado em 02/2016 na REMAN/EST/CQ.**

Fonte: PETROBRAS, 2016b.

**Elton Alves de Souza Filho**

Graduação (2014) em Tecnologia em Processos Químicos pelo IFAM. Petrobras. REMAN/EST/CQ – Manaus, AM.  
E-mail: eltonalves@petrobras.com.br

**Eduardo Azevedo de Melo**

Curso Técnico (1992) em Eletrônica pela ETFAM-AM. LIGA MONTAGEM – Manaus, AM.

**Helcio Justiniano Cavalcante**

Graduação (2012) em Engenharia de Telecomunicações pela FUCAPI-AM).