

## ATUALIZAÇÃO TECNOLÓGICA DO SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DO ALTO-FORNO #3 \*

*Alcides José de Lucena Silva<sup>1</sup>  
Hugo Fernando Carvalho Medeiros<sup>2</sup>  
Jaqueline Patrícia Silva Cunha<sup>3</sup>  
Moacir Alves dos Reis<sup>4</sup>*

### Resumo

Tudo parece ir bem com o sistema de automação antigo, mas sabe-se que conforme o tempo passa, uma falha neste sistema pode acontecer e/ou uma falta de sobressalente por obsolescência. Modernizando o, conseguimos realizar a migração de forma escalonada, administrando tempos e orçamentos, inclusive aproveitando parte da arquitetura existente. O trabalho em questão irá demonstrar o desenvolvimento da migração do sistema de automação do Alto-forno#3, incluindo troca de controladores, segregação das redes de automação e substituição dos supervisórios, aumentando a capacidade do sistema e tornando o mais robusto e confiável para manter um dos principais ativos da CSN funcionando atualizado até o fim da sua vida útil.

**Palavras-chave:** Automação; Migração; Alto-forno.

### UPDATE TECHNOLOGY OF AUTOMATION SYSTEM BLAST FURNACE # 3

### Abstract

Everything seems to go well with the old automation system, but it is known that as time goes on, a failure in this system can take place and / or a lack of spare by obsolescence. Modernizing we managed to migrate incrementally, managing time and budgets, including taking advantage of the existing architecture. The work in question will demonstrate the development of the migration of Blast Furnace Automation System # 3, including exchange of controllers, segregation of automation networks and replacement of supervisory, increasing system capacity and making it more robust and reliable to keep one of the main assets of CSN running updated until the end of its useful life.

**Keywords:** Automation; Migration; Blast furnace.

<sup>1</sup> Engenheiro Eletricista, Engenheiro Especialista, DEPRO/GGAF/GMG, CSN.

<sup>2</sup> Engenheiro de Controle de Automação, Supervisor de Manutenção Eletrônica, DEPRO/GGAF/GMG, CSN

<sup>3</sup> Engenheira de Controle de Automação, Engenheira Especialista, DEPRO/GGAF/GMG, CSN

<sup>4</sup> Engenheiro Eletricista, Engenheiro Desenvolvimento Sr., DEPRO/GGAF/GMG, CSN.

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 - MOTIVAÇÃO E RELEVANCIA DO TEMA

O presente trabalho visa apresentar que quando se utiliza as técnicas de gerenciamento de projetos, os resultados são alcançados com alta eficiência e é gerada uma grande quantidade de conhecimento, numa área que tem alta tecnologia, alta complexidade e muita técnica, neste caso, área de automação.

A motivação deste trabalho traduz na importância que a automação nos dias de hoje tem numa empresa. Se por ventura a automação é responsável diretamente pela produção e/ou segurança e/ou pelo meio ambiente e/ou por auxiliar nas decisões da O&M, então, a mesma encontra-se numa posição estratégica com possibilidades de geração de valor, pois ela é o meio de se chegar aos objetivos estratégicos da corporação. Podem existir um ou mais de um drive/direcionador que contribuem para que um projeto de automação seja iniciado, tais como: incremento na produção, redução da variabilidade do processo, redução dos custos de produção, aumento do MTBF dos equipamentos, redução dos custos de operação, redução de riscos de acidentes pessoais e/ou com equipamentos, aumento da vida útil, diminuição dos tempos de ajustes e de manutenção, redução dos impactos no meio ambiente. O sistema atual encontra-se em um estado de obsolescência elevado, tendo assim um alto impacto na manutenção devido a um alto custo de OPEX. Sendo assim, com a combinação das técnicas de gerenciamento de projeto e uma área de atuação muito específica, será evoluída a tecnologia, mantendo a função com ganhos de desempenho, retenção do conhecimento e facilidades de O&M.

### 1.2 – CSN

#### 1.2.1 – HISTORIA

Fundada em 1941, a CSN começou a operar em 1946, com a inauguração da Usina Presidente Vargas. Após sucessivas expansões, concluídas nas décadas de 1970 e 80, foi privatizada em 1993. Deu início então a um novo ciclo de investimentos para a modernização dos processos produtivos e da estrutura organizacional. A CSN é uma companhia aberta cujas ações são listadas nas Bolsas de São Paulo (Bovespa) e de Nova York (NYSE). É um dos complexos siderúrgicos integrados mais eficientes do mundo, atuando em cinco pilares de negócios: siderurgia, mineração, logística, cimento e energia.

#### 1.2.2 – A EMPRESA

Sua principal planta, a Usina Presidente Vargas, opera dois altos-fornos com capacidade de produção de 5,6 milhões de toneladas de aço bruto por ano. É líder na produção de aço para segmentos importantes da economia brasileira, como construção civil, embalagens, linha branca e fabricantes de motores e compressores. Nos últimos anos vem ampliando sua participação no segmento automotivo e desenvolvendo soluções sob medida para atender clientes em sistema just-in-time. Para o mercado de construção civil, em 2008 lançou o CSN Steelcolors, aço pré-pintado usado em arquitetura, comunicação visual e decoração, que é comercializado pela Prada Distribuição.

Também mantém linhas de laminação e galvanização no Brasil e no exterior. A CSN Paraná produz três tipos de aços revestidos de alto valor agregado: CSN Galvalume (aço galvanizado com uma liga de zinco e alumínio), aço pré-pintado e aço

galvanizado com revestimento de zinco puro, que atende principalmente as indústrias de eletrodomésticos e construção civil. A CSN Porto Real (RJ) é especializada em aços galvanizados revestidos e prioriza o setor automotivo. No exterior, a Lusosider, em Portugal, produz aços galvanizados e folha-de-flandres, e a CSN LLC, nos Estados Unidos, atende o mercado local oferecendo aços laminados a frio e galvanizados.

A Usina Presidente Vargas também é a única fabricante de folha-de-flandres, usada na fabricação de embalagens metálicas. Nesse segmento, controla a Companhia Metalic Nordeste, produtora de latas de aço de duas peças para bebidas gaseificadas, e a Companhia Metalúrgica Prada, maior fabricante de embalagens de aço para as indústrias química e alimentícia do País.

### 1.2.3 – ALTO-FORNO#3

Produz ferro gusa dentro dos parâmetros de qualidade necessários ao programa de produção da Aciaria. Incorpora em seu processo, os valores da CSN, buscando sempre os melhores resultados. O gusa é o ferro líquido que dá origem ao aço. É obtido por meio da redução de minérios de ferro e sinter, alcançada com a queima do coque, finos de carvão pulverizado e gás natural.

De acordo o manual de operação do AF#3, segue uma breve descrição dos principais equipamentos:

- Stock-House: tem a função de armazenar, classificar granulometricamente, dosar e transportar as matérias primas até o topo do Alto Forno;
- Topo: suas funções são de receber o material proveniente do Stock House e descarregá-lo no interior do forno, sem haver escapamento de gás, de modo a se obter um perfil de distribuição de carga adequado;
- Regeneradores: tem a função de aquecer o ar a ser soprado no Alto Forno, utilizando para este aquecimento a combustão do gás que sai do topo do próprio forno;
- Sala de Corridas: tem a finalidade de escoar o gusa e a escória, produzidos pelo Alto Forno;
- Sistema de Limpeza de Gás: tem a finalidade de retirar as partículas sólidas contida no gás que sai do topo do forno, visando adequá-lo para utilização industrial como combustível;
- Sistema de Refrigeração: responsável pela manutenção e continuidade do suprimento de água para a refrigeração correta e sem perdas nas partes do Alto Forno refrigerado;

### 1.2.4 – SISTEMA DE AUTOMAÇÃO ATUAL

O sistema de automação atual é responsável pela operação, visualização e interação de todos os principais equipamentos listados acima. Porém é um projeto em operação desde o blow-in do AF#3 em 2001, mas a tecnologia utilizada é do ano de 1999. Sendo assim, hoje apresenta vários problemas que se tornam gargalos para um melhor desenvolvimento de melhorias de operação do AF#3, como por exemplo: o controlador lógico programável com baixa memória de utilização, linguagem de programação de difícil análise e diagnóstico e já no final da vida útil; o supervisor apresentando constantes travamentos, com muita centralização de funcionalidades e sem possibilidade de armazenamento de tendência de longo tempo; a rede de automação única entre todos os PLCs e computadores de operação, acarretando alto tempo de atualização devido ao alto volume de dados trafegados e um grande número de nós na mesma, maior que 60 pontos.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O objetivo desta etapa do trabalho é demonstrar a aplicação das melhores práticas de técnicas de gerenciamento de projeto em um caso real de atualização tecnológica de um sistema de controle de uma planta da CSN da área do AF#3. Pode-se demonstrar na tabela a seguir uma correlação do fluxo do desenvolvimento do projeto baseado nas fases do PMI com os principais documentos da automação.

**Tabela1:** Correlação de fases do projeto

FASE	DOCUMENTO	GRUPO DE PROCESSO
DEFINIÇÃO DO ESCOPO	TERMO DE ABERTURA	INICIAÇÃO
ESPECIFICAÇÃO FUNCIONAL	LISTA DE EQUIPAMENTOS LISTA DE I/O NO CLP DIAGRAMA LOGICO DIAGRAMA P&ID ETC	PLANEJAMENTO
DESENVOLVIMENTO	SOFTWARE APLICATIVO DO CLP SOFTWARE APLICATIVO DO SUPERVISORIO	EXECUÇÃO MONITORAMENTO E CONTROLE
TESTES	TAF E TAC	MONITORAMENTO E CONTROLE
START-UP	VALIDAÇÃO DO SISTEMA	MONITORAMENTO E CONTROLE
OPERAÇÃO ASSISTIDA	DESENHOS CONFORME AS-BUILT TREINAMENTO DE O&M	ENCERRAMENTO

### 2.1 – INICIAÇÃO

Baseado nos problemas já relatados neste trabalho no sistema de automação atual e atestado nos relatórios de intervenção da manutenção ao longo do tempo desde o *start-up* do mesmo, conforme ilustrado na figura 1, é dado o início do projeto, com o envolvimento de todas as pessoas pertinentes ao processo – *stakeholders*, se comprometendo na execução do mesmo. Haja visto que temos vários requisitos presentes para a iniciação do projeto, tais como: aumento do MTBF dos equipamentos, aumento da vida útil dos equipamentos, etc.

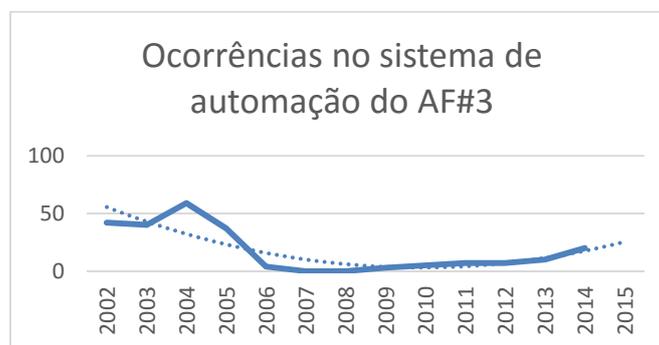


Figura 1 - Ocorrências no Sistema de Automação do AF#3

### 2.2 – PLANEJAMENTO

É a fase que se detalha todo o projeto afim de ser executado, sem dificuldades e imprevistos. Criando cronogramas, interdependências entre atividades, alocação de

recursos envolvidos, análise de custos e benefícios, mitigação dos riscos, definindo critérios de qualidade, analisando propostas técnicas, etc.

### 2.2.1 – IDENTIFICAÇÃO DA SOLUÇÃO

O projeto iniciou-se no ano de 2010 e teve seu encerramento no 1º semestre de 2015. Através dos documentos atuais como lista de I/O, diagrama lógico, etc e, das carências elencadas, foi idealizada a proposta que melhor apresentou a relação custo/benefício.

A premissa era de realizar atualização tecnológica nos 3 principais elementos do sistema de automação (PLC, rede de automação e supervisório), dentro do prazo previsto da manutenção preventiva do Alto-Forno#3 e sem interferência no retorno do mesmo em operação.

### 2.2.2 – ARQUITETURA DA SOLUÇÃO

Então a solução desenvolvida foi como ilustra a figura 2:

- Substituição de todos os controladores lógicos programáveis, por outros com maior capacidade de memória e mais atualizados existentes no mercado, ou seja, sem data de fim de vida útil;
- Retirada do barramento único da rede de automação para uma rede independente para cada PLC, aumentando a taxa de atualização da rede com a diminuição do número de nós na mesma;
- Criação de uma rede exclusiva para o sistema supervisório, baseado na Ethernet, como maior capacidade de velocidade e segregação dos serviços executados pelos servidores, como a instalação de servidores só para dados, para telas, para sql, para ser historiador, para ser engenharia, para ser controlador de domínio, etc. Computadores do tipo rack, centralizados na mesma sala climatizada e estações de operação utilizando o sistema thin client.

Para o pleno atendimento a premissa, não foram trocados os cartões de entrada e saída devido ao pouco tempo para a realização desta atividade e do alto custo considerando as outras migrações.

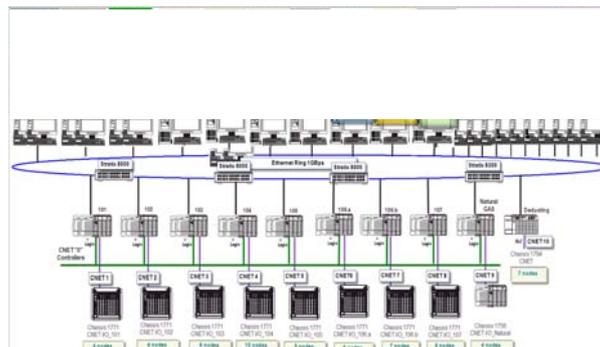


Figura 2 - Nova arquitetura do sistema de automação

### 2.3 – EXECUÇÃO / MONITORAMENTO E CONTROLE

Seguindo os grupos de processo do PMI, iniciaremos o processo de execução, onde basicamente é o desenvolvimento do projeto, ou seja, onde se materializa tudo aquilo mostrado anteriormente. Grande parte do esforço do projeto é consumido nesta fase.

Já a fase de monitoramento e controle, na verdade, ela se entrelaça com todos os demais processos do PMI, pois ela é responsável de acompanhar e controlar o que está sendo realizado pelo projeto, de modo a propor ações corretivas e preventivas, no menor tempo possível.

### **2.3.1 – PLANEJAMENTO DA SOLUÇÃO**

Sendo assim, o grande trabalho deste projeto, foi exatamente o conjunto das atividades de desenvolvimento do software aplicativo do PLC, do supervisório com os testes de aceitação de fábrica, reiterando a definição deste grupo de processo do PMI. Isso aconteceu, pois, a migração, não foi simplesmente um CTRL+C e CTRL+V do sistema atual para o sistema migrado, tivemos que verificar linha por linha, por questões de diferença de tecnologia. Exemplo de diferenças dos sistemas: um controlador PID do sistema antigo trabalhava com a saída na faixa de 819 a 4095, correspondente ao 4 a 20 mA. Porém o sistema novo trabalha com a mesma saída em 0 -100%. Fora as telas gráficas, visto que, com o novo sistema, as tags das telas não eram vinculadas no *tag data base* do supervisório e sim de forma direta do PLC através do *drive OPC*.

### **2.3.2 – DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE**

Com isso, a CSN, elaborou a seguinte estratégia para os TAFs: foi designado um engenheiro especialista e um técnico para cada PLC a ser testado. A duração do teste foi de 2 semanas, onde trabalhava-se todo o funcional do PLC através do supervisório com uma simulação de variáveis fazendo com que estivéssemos uma situação idêntica ao real. Fora os testes integrados entre PLCs que haviam muitas trocas de dados entre ambos.

Os testes ao todo demoraram algo em torno de 6 meses, mais foram fundamentais para o sucesso da execução do projeto, fora a criação do software de simulação que posteriormente, foi adquirido pela CSN para servir de treinamentos da operação e manutenção.

### **2.3.3 – MONTAGEM DA SOLUÇÃO**

Com o AF#3 parado para a manutenção preventiva, deu-se início ao trabalho de migração, porém para que isso tenha acontecido, algumas tarefas foram realizadas de maneira antecipada, afim de diminuir o tempo da atividade, tais como:

- Foram passados quase 10km de fibra optica nova e feito a fusão das mesmas, afim de segregar a rede de automação e manter o sistema antigo ativo para que precise retornar;
- Todos os painéis contendo os novos PLCs estavam no seu devido lugar e energizados.

Então, quando foi liberado pela operação a fazer a migração, efetuamos a migração conforme os passos abaixo:

- Desligamento do sistema antigo;
- Segregação física da rede de automação com a utilização do resistor de terminação;
- Alteração do endereço dos nós dos equipamentos separados por PLC;
- Ligação do novo sistema;

### **2.3.4 – PLANEJAMENTO DOS TESTES DE CAMPO**

Após a migração de todo o sistema para o novo, foram realizados os testes de aceitação de campo (TAC) por PLC via nova estação de operação, testando pelo

menos 2 pontos por cartão de cada PLC. Quando era possível, testávamos toda a malha de controle.

Para que fosse atingido o tempo previsto para a execução da tarefa, tínhamos 2 equipes tanto da CSN como da contratada, trabalhando em paralelo, nos passos acima descritos. Todo este processo, envolvendo a migração foi concluída em 6 dias corridos, trabalhando em algumas ocasiões 16 horas por dia.

No start-up do novo sistema de automação do Alto-Forno#3 da CSN, a equipe (CSN+contratada), foi dividida em 2 grupos, trabalhando no regime de 12 horas, por 3 dias corridos, até que o AF#3 retornasse ao seu regime de produção normal.

## 2.4 – ENCERRAMENTO

Esta etapa do projeto é a que se formaliza a aceitação do projeto, encerrando de uma maneira organizada o mesmo, com a conclusão de vários documentos, tais como, desenhos conforme as-built da nova arquitetura, manuais de operação e manutenção por exemplo.

Foi prevista a presença da contratada por mais 30 dias como operação assistida para suportar a manutenção na operação do AF#3.

Foi realizado diversos treinamentos para a equipe de manutenção, tais como:

- Treinamento em controllogix básico;
- Treinamento em controllogix avançado;
- Treinamento em rede ethernet;
- Treinamento em rede controlnet;
- Treinamento em rede modbus;
- Treinamento em factory talk view site edition;
- Treinamento em factory talk vantage point;
- Treinamento em factory talk assetcentre;
- Treinamento em factory talk historian;
- Treinamento em factory talk se arquitetura;
- Treinamento para a nova arquitetura de controle.

### 2.4.1 – DIFICULDADES ENCONTRADAS

Outro ponto de fundamental importância nesta fase de um gerenciamento de projetos é o registro das lições aprendidas, visto que, um projeto desta grandeza de volume e de complexidade, gera erros que não podem ser repetir num novo projeto semelhante a este.

Tivemos algumas dificuldades encontradas tais como:

- A não migração da rede modbus, acarretando vários atrasos de comando e de retorno dos motores com o novo sistema que não estava previsto. Isto gerou um impacto grande na instalação do projeto, um aumento de 3 dias na mesma, para refazer as lógicas de leitura e escrita da referida rede;
- A não migração dos cartões de entrada e saída para a mesma família dos controladores, isso gerou e ainda gera dificuldades de parametrização dos respectivos;

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma grande dificuldade observada pelo pessoal da automação é mostrar o tamanho do serviço. Quando se fala em projeto mecânico é fácil de visualizar uma válvula de grande porte, uma bomba, etc. Para projetos de refratários, podemos verificar a

quantidade de concreto ou de tijolos. Já se tratando de projetos hidráulicos, são acumuladores, blocos hidráulicos. CCMs, motores elétricos, sensores, são relacionados a projetos elétricos e fácil percepção.

Mas será elencado itens para que possamos ter uma percepção da grandeza da qual foi o presente trabalho e que representa os resultados do mesmo.

- 2 para 6 números de switch;
- 2 para 8 números de rede;
- 8 PLCs migrados;
- 3 para 12 servidores;
- 896 telas migradas;
- 5157 pontos de I/O testados;
- 6497 alarmes migrados;
- 9628,2 metros de fibra óptica lançada;
- 20628 pontos de supervisórios testados;
- 31639 linhas programação migradas e testadas.

Com o desenvolvimento e a conclusão do projeto foram identificados vários benefícios tecnológicos e/ou inovação para o todas as pessoas pertinentes ao processo do alto-forno#3. Tais como:

- Separação dos dados das diferentes áreas de processo;
- Não necessidade de treinamento para operadores, haja visto que, as telas de operação foram migradas com os mesmos recursos operacionais existentes no sistema antigo;
- Agilidade na resolução dos problemas, eliminando as sub-rotinas e utilizando a linguagem orientada a objeto;
- Aumento da taxa de atualização da rede de controle de 50ms para 10 ms;
- Aumento da velocidade da rede de supervisão de 5Mb para 1Gb;
- Simulador operacional de todo o processo do AF#3 para treinamento O&M;

Tudo isso foi realizado sem interferência na operação do AF#3, com um sucesso demonstrado na execução do projeto, pois, o AF#3 produziu o programado sem nenhuma interferência da migração do sistema, como ilustra na curva de operação antes e depois.



Figura 3 - Produção antes e depois da migração

## 4 CONCLUSÃO

O CAPEX do projeto foi de R\$5.300.000,00, mas poderia ter sido €\$ 5.000.000,00 se tivéssemos contratado a firma que projetou originalmente o sistema de automação do alto-forno#3. Porém como assumimos uma postura de desenvolver a quatro mãos com a contratada, eles conhecendo a ferramenta e nós o processo, gerou um ganho indireto de retenção de conhecimentos pela equipe da GGAF.

Vários ganhos foram anteriormente listados no trabalho. Reforçando:

- ⇒ Benefício financeiro – redução do custo de implantação e manutenção;
- ⇒ Benefício tecnológico – sistema implantado com a mais moderna tecnologia;
- ⇒ Inovação – migração de todo o sistema de automação em curto prazo de implantação e sem desvios após o start up. Inclusão de simulador de operação do alto-forno;
- ⇒ Geração / retenção de conhecimentos – equipe de manutenção participante do desenvolvimento do sistema e treinada nos aplicativos;
- ⇒ Melhor controle das variáveis – maior disponibilidade de variáveis e ferramentas para controle e monitoramento, inclusive remotamente;
- ⇒ Atualização do sistema – vida útil esperada de 15 anos de operação;
- ⇒ Redução dos custos de manutenção – redução do custo com sobressalentes;
- ⇒ Aumento do tempo líquido para produzir;
- ⇒ Melhoria no IDS – aumento da disponibilidade do Alto-forno#3, com eliminação de falhas no sistema.

Tornando assim o sistema mais robusto, aumentando a confiabilidade de um ativo da CSN e permitindo criar melhorias em um equipamento que gera de valor corporativo diários:

- **7800 toneladas de gusa para aciaria;**
- **13 megawatts de energia para o sistema elétrico;**
- **2500 toneladas de escoria para a cimenteira.**

## Agradecimentos

Um projeto desta magnitude e complexidade, com certeza exigiu-se um grande número de colaboradores que de maneira direta ou indireta, ajudou para o sucesso deste projeto. Agradecemos a todos pelo empenho e contribuição para o sucesso do trabalho.

## REFERÊNCIAS

- 1 1 CSN, Manual de Treinamento Operacional. Volta Redonda, RJ; Arquivo técnico CSN, 2011;
- 2 [http://intranet.csn.com.br/irj/portal/csn?quest\\_user=cs\\_anon](http://intranet.csn.com.br/irj/portal/csn?quest_user=cs_anon)
- 3 <http://www.mundoeducacao.com/geografia/migracao.htm>
- 4 <https://mhventurelli.wordpress.com/category/projetos-de-automacao/>
- 5 Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia a Dia, Vicente Falconi, 9ª edição, Minas Gerais, 2013