

## MODERNIZAÇÃO DA AUTOMAÇÃO DO CONVERTEDOR VOD1 DA APERAM<sup>1</sup>

Edilson Márcio Nogueira<sup>2</sup>  
 Gilmar Pereira Ávila<sup>3</sup>  
 Juliney Silva da Cruz<sup>3</sup>  
 Márcio Higino de Souza<sup>3</sup>  
 Rafael Vieira de Souza<sup>3</sup>  
 Ricardo Batista Pelisson<sup>2</sup>

### Resumo

O sistema de automação do convertedor VOD1 (*vacuum oxygen decarburization*) da APERAM foi originalmente implantado em 1996 pela empresa Demag, estando em operação à 16 anos e totalizando mais de 140.000 horas de funcionamento ininterrupto. Esta arquitetura é completamente obsoleta e não mais suportada pelo fabricante, configurando-se em risco para ser uma aplicação de alta disponibilidade de equipamentos de produção. Uma equipe multidisciplinar envolvendo automação, manutenção, operação e metalurgia desenvolveram internamente a renovação do sistema de automação baseando-se em plataforma de nível 2 (framework) concebida e desenvolvida internamente pela gerência de automação da APERAM. Como resultados e benefícios obtiveram-se a eliminação do obsoletismo da solução atual e das sucessivas paradas de processo, integração na plataforma de operação centralizada da aciaria (*disarter recovery*), disponibilização das informações de processo via PIMS e melhor controle da gestão dos insumos e ligas com novo modelamento matemático promovendo uma redução de 2,54% no consumo de oxigênio / ton produzida e de 3,30% no consumo de ligas de FeSi / ton produzida.

**Palavras-chave:** Modernização; Automação; Convertedor; Modelamento matemático.

### MODERNIZATION OF AUTOMATION OF VOD1 APERAM CONVERTER

#### Abstract

The automation system of VOD1 converter (Vacuum Oxygen Decarburization) of APERAM was originally implanted in 1996 by Demag, being in operation up to 16 years and totalizing 140,000 hours of uninterrupted functioning. This architecture is obsolete and no more supported by the manufacturer, configuring as a high risk for application of high production equipment availability. A multidiscipline team developed internally the renewal of the automation system being based on a level 2 platform (framework) conceived and developed internally automation engineers of APERAM. The results and benefits are: elimination of the obsolescence of the actual architecture and production stoppage, complete integration in the meltshop automation platform (disarter recovery), process information overview using PIMS and improve alloys management with new mathematical model: reduction of 2,54% in the consumption of oxygen/ton and 3,30% in the consumption of FeSi alloy/ ton

**Key words:** Modernization; Automation; Converter; Mathematical model,

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 16º Seminário de Automação e TI Industrial, 18 a 21 de setembro de 2012, Belo Horizonte, MG.

<sup>2</sup> Engenheiros de automação, Gerência de Automação da APERAM; Timóteo - MG.

<sup>3</sup> Analistas técnicos, Gerência de Manutenção de Aciaria da APERAM; Timóteo - MG.

## 1 INTRODUÇÃO

O processo VOD, bastante simples em sua concepção, caracteriza-se, basicamente, como sendo aquele em que uma panela de aço é colocada em um recipiente. Este é então hermeticamente fechado, dando-se início ao processo de desgaseificação pelo acionamento do sistema de vácuo.

O equipamento VOD (*vacuum oxygen decarburization*) na produção de aços especiais da Aperam tem a função de promover a redução no teor de hidrogênio, através da aplicação de um vácuo menor que 10mbar, por no mínimo 5 minutos.

O equipamento VOD é composto por:

- carro tampa (sustenta a abóboda, lança de oxigênio, sistema de amostragem, silo de adição à vácuo, sistema de monitoramento via câmeras);
- unidade de vácuo;
- sistema de adições de ligas e fundentes;
- vaso;
- sistema de injeção de gás

A Figura 1 mostra de forma esquemática o equipamento VOD.

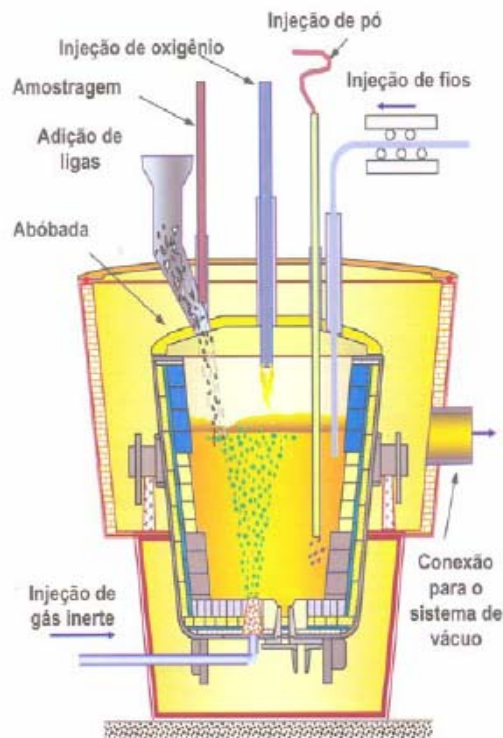


Figura 1. Representação esquemática do VOD.<sup>(1)</sup>

## 2 OBJETIVO

Eliminar a obsolescência do atual sistema de automação do VOD1 cuja arquitetura de rede de comunicação, hardware e software estava completamente obsoleta e não mais suportada pelo fabricante do equipamento. Originalmente implantado em 1996 pela Demag estava em operação à 16 anos e totalizando mais de 140.000 horas de funcionamento ininterrupto.

Usando este foco buscava-se reduzir os tempos de manutenção preventiva, as frequências de manutenção corretiva, os tempos de parada de equipamento por

problemas de automação e eliminar a dependência de softwares proprietários e hardware obsoletos.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

Os sistemas de automação de nível 1 e nível 2, na APERAM, sempre seguiram a premissa de serem concebidos isoladamente, com redes individuais e com integração entre equipamentos exclusivamente via MES. As constantes mudanças que ocorreram no ambiente de negócios e de mercado exigiram melhores resultados de qualidade, redução de custos e ganhos de produtividade reuniram fatores decisivos para o estudo de ter uma operação mais integrada da aciaria da APERAM. A obsolescência dos sistemas de automação é por outro lado um fator impeditivo para a visão de aumento da competitividade dos aços especiais produzidos pela APERAM, em função do número elevado de paradas de produção por falhas intermitentes e da instabilidade/baixa confiabilidade do equipamento em atendimento ao planejamento de produção.

Os fatores citados acima motivaram a gerência de automação à buscar metodologias e estratégias que resultaram em uma mudança conceitual dos sistemas de automação da APERAM e obviamente na implantação deste trabalho.

### **4 METODOLOGIA**

A Aciaria da APERAM é composta por um conjunto de equipamentos, que por sua disposição física, finalidade e tecnologias aplicadas, possibilitam a criação de várias rotas de produção. Este cenário possibilita grande flexibilidade, mas também impõe grande complexidade, no que tange à integração on-line entre estes equipamentos. Integração ocorria, de forma limitada via MES, pois os sistemas de automação foram inicialmente concebidos para funcionarem isoladamente em redes (físicas e lógicas) individuais.

Buscou-se então desenhar um novo cenário de automação industrial, inicialmente para a área de aciaria, e posteriormente estendida para os demais equipamentos da planta de Timóteo.

#### **4.1 Mudança**

O grande desafio foi criar um cenário tecnológico que possibilitasse uma integração dos sistemas de nível 1 e nível 2 da aciaria, de forma a permitir que todos os equipamentos pudessem se comunicar com facilidade e de forma transparente. Passou-se a pensar nos sistemas individuais como parte de um grande sistema de automação, interligados de forma simples, proporcionando à aciaria a idéia de operação como sendo um único equipamento.

Os sistemas seguiriam um único padrão de comunicação entre processos, sendo todos concebidos sobre uma mesma plataforma, possibilitando a inclusão de aplicativos externos de forma simples e com baixo custo. Estas premissas foram os pilares nos quais todo o processo de mudança foi pensado e os trabalhos de modernização desenvolvidos.

## 4.2 Integração dos Sistemas de Automação da Aciaria

O Sistema de automação da aciaria foi implementado com uma arquitetura de hardware e software centralizada, robusta e totalmente redundante e aderente ao conceito disaster-recovery, que garante o funcionamento da planta mesmo na ocorrência catastrófica em uma das centrais de servidores.

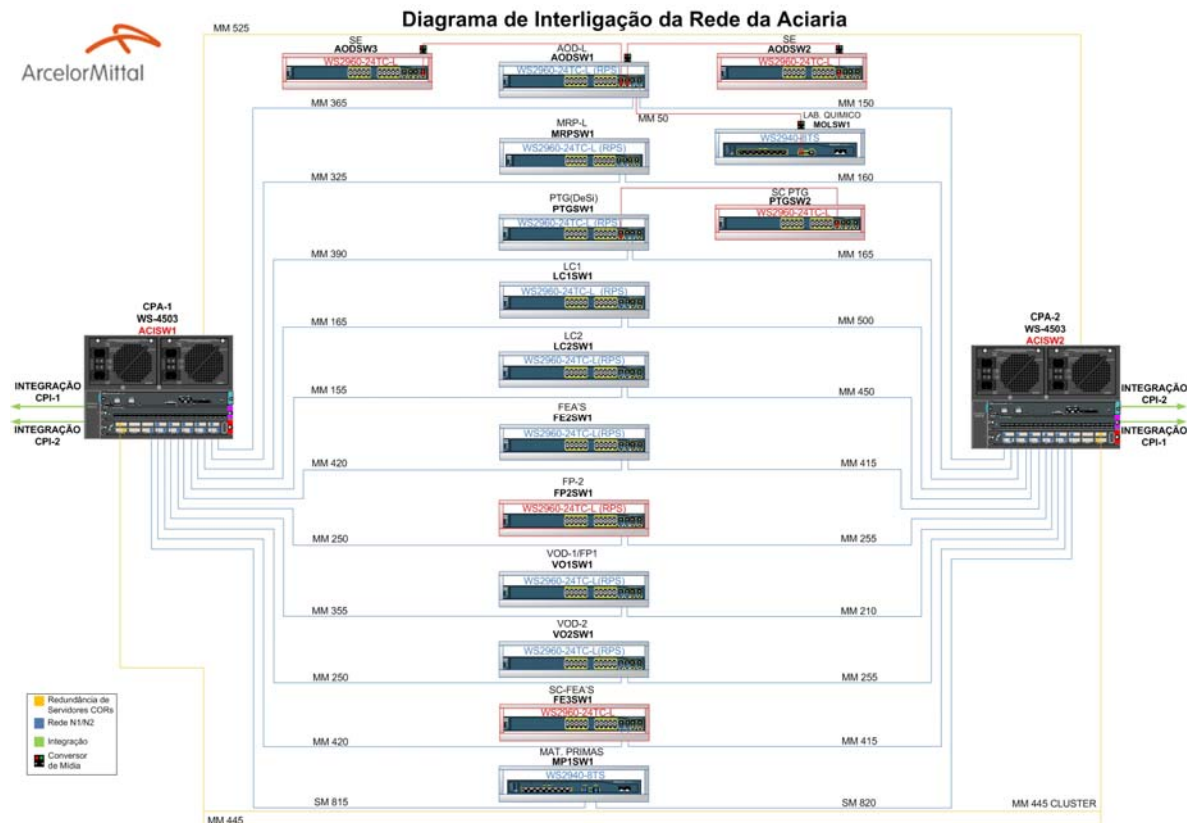


Figura 2: Rede de automação da aciaria da APERAM.<sup>(2)</sup>

Desta forma, o sistema de automação segue um único padrão operando sobre uma mesma plataforma de hardware e software, possibilitando a inclusão de aplicativos externos de forma simples e com baixo custo, tornando-se uma ferramenta bastante útil como ferramenta de maximização da produtividade, qualidade e segurança.

## 4.3 Framework de Nível 2

Para certificar que novas implementações ou atualizações nos sistemas de automação seguiriam um único padrão estabelecido, tornou-se necessário o desenvolvimento de um núcleo operacional com funcionalidades comuns à todos os equipamentos. Assim, a atualização tecnológica de outros sistemas de automação, utilizando-se o framework, se daria de forma simplificada, em tempo e custo, necessitando somente da implementação das funcionalidades particulares de cada equipamento. A este núcleo operacional com um conjunto de funcionalidades comuns aos equipamentos, deu-se o nome de *framework de nível 2*.

## 4.4 Framework de Nível 1



Da mesma forma, foi idealizado um framework para os sistemas supervisórios, ditos de Nível 1, de forma que desenvolvimentos futuros seguissem o mesmo padrão já estabelecido. Isto assegura a manutenção da flexibilidade de equipe de automação e, principalmente, simplifica a atualização tecnológica de outros sistemas de supervisão da aciaria. A este conjunto de funcionalidades e típicos comuns aos equipamentos, deu-se o nome de *framework de Nível 1*.

## 4.5 Automação do VOD1

### 4.5.1 Situação anterior (antes da modernização)

A situação anterior do sistema de automação do VOD1 estava bastante crítica, pois o sistema estava em avançado nível de obsolescência de hardware e software, colocando em risco a continuidade operacional:

- Os controles lógicos programáveis (CLP's) estavam com alta utilização de memória, o que não permitia a implementação de novas funcionalidades demandadas pelas áreas de operação, metalurgia e manutenção.
- A rede de comunicação, solução proprietária da GE, estava sobrecarregada provocando uma lentidão excessiva nas confirmações de comandos e gerando muita insegurança dos operadores com relação ao estado do equipamento (*o tempo médio entre um comando de "Ligar bomba" e o retorno visual demorava 20 segundos em média.*)
  - Os computadores industriais e os ativos de rede eram muito obsoletos, apresentando um alto nível de falhas intermitentes (travamentos e queimas de placas eletrônicas).
  - O modelo matemático responsável pelos cálculos de uso de insumos como ligas metálicas e gases já não estava totalmente funcional devido às alterações do processo. Existia a deficiência de manutenção do modelo por falta dos códigos fontes.
  - O sistema supervisório era bastante obsoleto (FactoryLink 4.4 rodando em plataforma OS/2) sem recursos e muito limitado se comparado com as atuais soluções de mercado. As interfaces do operador não eram amigáveis e os relatórios operacionais, muito pobres, já não auxiliavam o controle do processo na análise das corridas.

O grau de obsolescência do sistema de automação do VOD1 (antes da modernização) utilizando a metodologia desenvolvida da gerência de automação é apresentado na Figura 3.

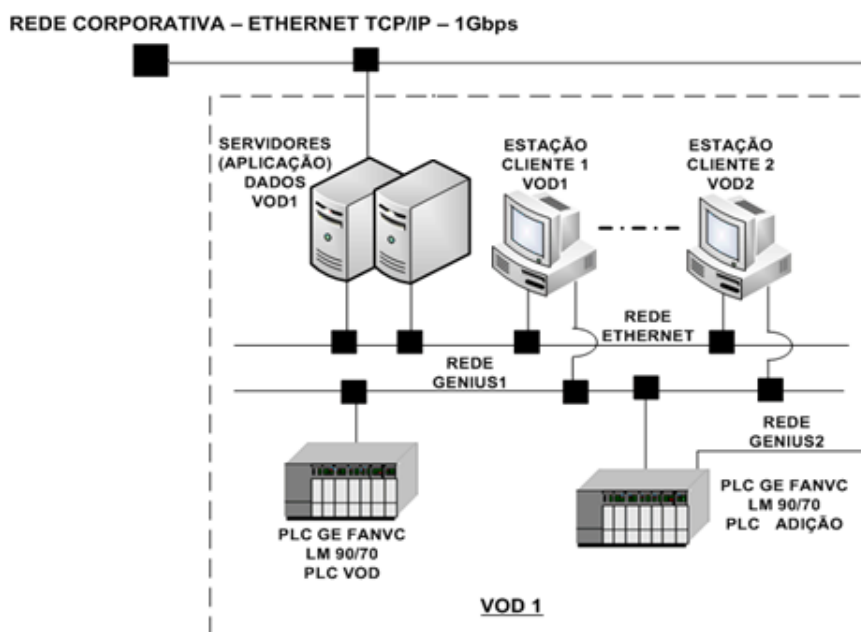
		Grau de obsolescência dos sistemas supervisórios da APERAM					
		Utilidades/Redução/Aciaria				2010	2009
		Tempo após implantação (anos)	Sistema Operacional	Software	Hardware	GM	GM
Equipamento						GM	GM
Utilidades	FLUIDOS	1	Sim	Sim	Sim	0,85	0,85
	CALDEIRA	3	Sim	Sim	Sim	1	1
	ETE	1	Sim	Sim	Sim	0,85	0,85
	SAE	13	Não	Não	Não	6	6
Redução	AF1	11	Não	Não	Não	6	5
	AF2	8	Não	Não	Restrita	5	4
	ICP	3	Sim	Sim	Sim	1	1
	PMP	3	Sim	Sim	Sim	1	1
	FER	> 11	Não	Não	Não	6	6
Aciaria	AOD	8	Não	Não	Restrita	5,5	4,4
	MRP	4	Sim	Sim	Sim	1	1
	PTG	3	Sim	Sim	Sim	1	1
	FP1	?	Sim	Sim	Sim	1	1
	VOD1	12	Não	Não	Não	6,6	6,6
	VOD2	12	Não	Não	Não	6,6	6,6
	MP	2	Sim	Sim	Sim	1	1
	FEA2	9	Não	Restrita	Restrita	4,4	4,4
	FEA3	9	Não	Restrita	Restrita	4,4	4,4
	LC1	12	Não	Não	Não	6,6	5,5
	LC2	15	Não	Não	Não	6,6	5,5
	LCV	13	Não	Não	Não	6,6	5,5

**Figura 3:** Mapa da obsolescência dos sistemas de automação da aciaria da APERAM.

As figuras a seguir visam apresentar algumas imagens da instalação do sistema de automação do VOD1 antes da reforma, onde podemos verificar o avançado estado de obsolescência que se encontrava. Com relação à rede de comunicação podemos notar que se trata de uma rede completamente isolada, sem permitir a integração entre os outros equipamentos da aciaria.



**Figura 4:** Sistema de automação do VOD1 – equipamentos (instalação anterior).



**Figura 5:** Sistema de automação do VOD1 – rede de comunicação (situação anterior).

#### 4.5.1 Situação posterior (após a modernização)

A solução implementada no VOD1 foi a substituição completa do sistema de automação de nível 1 e nível 2, incluindo:

- Migração do supervisor de nível 1 para a plataforma Citect SCADA
- Migração do nível 2 para a solução Framework APERAM
- Desenvolvimento de um novo modelo matemático
- Substituição da rede de comunicação nível 1 e nível 2

- Substituição dos CLP's existentes bem como execução das alterações necessárias nos aplicativos de controle.

Por se tratar de um desenvolvimento exclusivamente interno à APERAM esta solução exigiu um trabalho integrado das equipes das gerências de automação, manutenção, operação e metalurgia. A coordenação geral ficou sob a responsabilidade da gerência de automação.

- **As novas interfaces de operação**

As interfaces operacionais desenvolvidas atenderam a todos os requisitos operacionais levantados durante a fase de especificação funcional do projeto:

- Melhoria na apresentação das informações visuais;
- Simplificação na navegação das IHM's por parte dos operadores;
- Planejamento antecipado das corridas;
- Recalculo dos set-points durante o processo (não somente preset);
- Agrupamento das funcionalidades com menus usando padrão Windows;
- Eliminação da antiga mesa de operação, cujos comandos (botões) estavam desgastados sem peças sobressalentes bem como o layout ergonomicamente incorreto.



**Figura 6:** Interface principal de programação de corrida (nível 2) Interface de supervisão de processo (nível 1)

- **Os novos relatórios**

Vários relatórios foram implementados para auxiliar a equipe de controle de processos e metalurgia a desenvolver e melhorar as práticas de produção, bem como desenvolver melhorias para o processo. Dentre os mais importantes, podemos citar:

- Relatório de eventos de corrida, com foco na evolução do processo no VOD1 relacionado à set-points e tempos de processo.
- Relatório de adições de ligas, com foco na verificação do acerto dos cálculos de adições.
- Relatório de produção de turno, com foco na uma visão geral das corridas produzidas em cada turno.
- Relatório de histórico de ações operacionais, com foco nas ações e comandos realizados pelo operador, bem como as ações automáticas



efetuadas pelo sistema de automação. Este relatório tornou-se uma ferramenta fundamental para análise e solução de problemas ou desvios de processo, principalmente para a equipe de manutenção durante a fase de comissionamento e operação assistida.

Relatório de Eventos											
Corrida			Aço								
172945H			ACE P410D								
Fase / Etapa	Início	Fim	Duração (min)	Temperatura (°C)	Tipo Gás	Vazão/Gás NI/min	Volume NI	Pressão (mbar)	Vazão/O2 Nm³/h	V. O2 Nm3	Posição Lança
TRANSPORTE INICIAL	04/11/11 14:18:03	04/11/11 14:21:02	02:59	1624	Ar	0	328	978	0	0	0
PREPARACAO	04/11/11 14:21:03	04/11/11 14:25:46	04:43	1624	Ar	245	1275	350	0	0	0
VOD / VCD	04/11/11 14:25:46		32:10	0	Ar	119	77	54.65	824	0	106
INICIAL	04/11/11 14:25:46		00:00	0	Ar	0	0	0	0	0	0
INICIAL2	04/11/11 14:26:30	04/11/11 14:29:38	03:08	0	Ar	162	0	100.1	1109	55	145
PRINCIPAL	04/11/11 14:29:38	04/11/11 14:47:38	18:00	0	Ar	161	0	100.1	1294	390	125
DINAMICO1	04/11/11 14:47:39	04/11/11 14:48:30	00:51	0	Ar	158	0	84.5	1234	18	146
DINAMICO2	04/11/11 14:48:30	04/11/11 14:49:23	00:53	0	Ar	157	0	76.7	1089	17	146
DINAMICO3	04/11/11 14:49:23	04/11/11 14:50:20	00:57	0	Ar	158	0	85.9	961	16	146
DINAMICO4	04/11/11 14:50:20	04/11/11 14:58:41	08:21	0	Ar	162	0	9.9	910	126	146
VCD	04/11/11 14:58:42		00:00	0	Ar	0	0	0	0	0	0

Sair

Figura 7: Relatório de eventos de corridas

Relatório de Adições					
Corrida					
073341J					
Codigo	Descrição	Calculado	Solicitado	Real	Hora da Adição
L075	FLUORITA	411	490	492	06:37:02
L059	FERRO SILICIO COMUM	793	765	765	06:37:02
L010	CAL MEDIO FOSFORO	1494	1494	1495	06:37:02
L075	FLUORITA	411	200	202	07:11:10

Operações

Figura 8: Relatório de adições de corridas



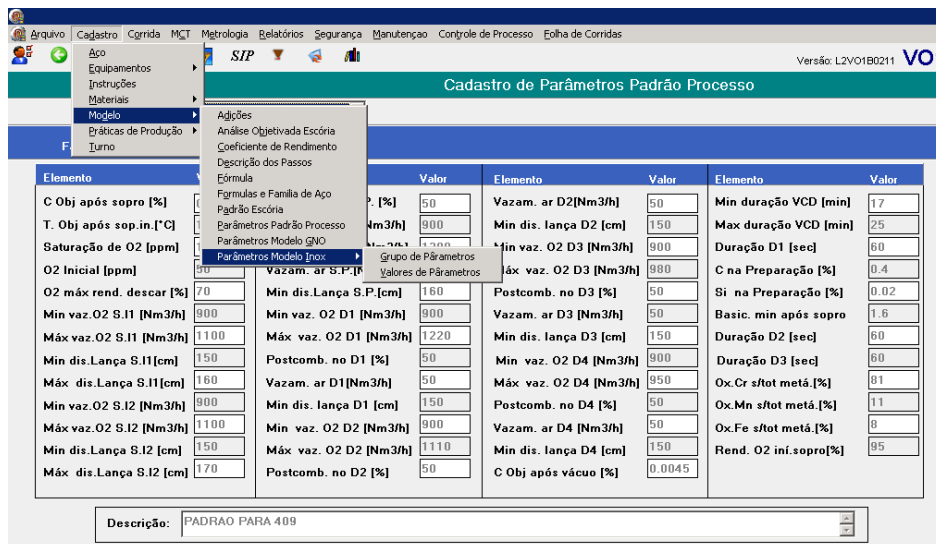


Figura 10: Interface de parâmetros do modelo matemático.

- **Alteração nos aplicativos de controle dos CLP's**

Dentre os objetivos propostos do projeto, esperava-se obter uma interface mais segura, simples e objetiva do sistema de automação com o operador durante a execução das diversas fases de processo bem como ter agilidade e segurança na geração e alteração de set-points de processo e retorno em tempo real das variáveis de processo, possibilitando melhorias na operacionalização do equipamento.

Para atender a estes requisitos os aplicativos dos CLP's foram totalmente reconfigurados com a criação de áreas de memória para escrita/leitura de set-points do Nível1 e Nível 2 distintas das áreas específicas de trabalho. Esse modelo de implementação permitiu que as alterações dos vários set-points de processo pudessem ser efetuadas por via dinâmica (pelo modelo matemático) ou pelo operador, além da possibilidade de alteração de vários set-points simultaneamente, o que não era possível no sistema de automação anterior. Com isso, atualmente é possível alterar com segurança um set-point com reflexos imediatos no processo sem que haja interrupção ou qualquer outra interferência na fase em andamento.

- **Otimização do controle de processo**

Com a implantação do novo sistema de automação, também foi necessário recadastrar todas as práticas de produção dos aços processados no VOD1, os parâmetros de faixas químicas, matérias-prima disponíveis e instruções para o operador.

Após o término de todos os cadastros e ajustes de parâmetros dos modelos, iniciou-se a fase de otimização do processo, onde os resultados das corridas são analisados pela equipe de controle de processos e são efetuados ajustes fino, para promover a melhoria contínua do processo.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Redução do Consumo de Liga ferro-silício (FeSi)

Um dos principais insumos utilizados no processo do VOD1 está relacionado à adição de liga de ferro-silício (FeSi). Os resultados obtidos com a nova modelagem matemática indicaram um consumo menor de ferro silício comum. A tendência de

evolução do consumo de FeSi para o aço 409A é mostrada na figura 11 com uma redução anual de 3.3%.

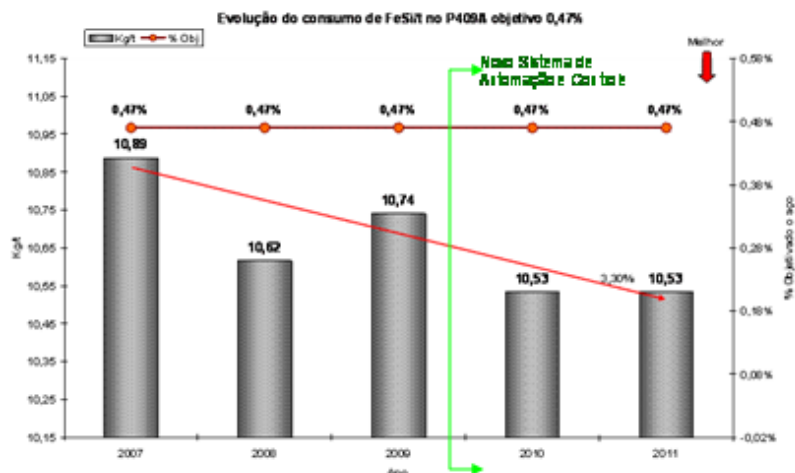


Figura 11: Evolução do consumo de FeSi (aço P409A).

## 5.2 Redução no Consumo de Oxigênio

A análise dos dados de consumo de oxigênio do processo VOD1 mostrou uma sensível queda no consumo específico após a implantação do novo sistema de automação e controle. A Figura 12 mostra a evolução do consumo de oxigênio para os aços triplex, com redução anual de 2,54%.

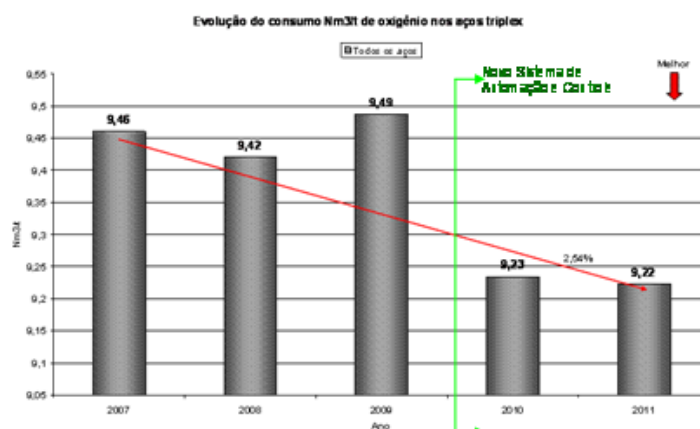


Figura 12: Evolução do consumo de oxigênio (aços triplex).

## 5.3 Atualização Tecnológica

Outro resultado importante foi que a atualização tecnológica do sistema de automação eliminando o risco de continuidade operacional devido ao alto grau de obsolescência bem como eliminar os problemas de interface, atrasos de confirmação de comandos, travamentos de rede e travamento de sistema operacional.

A perda estimada conforme metodologia de gerenciamento de risco operacional da APERAM indicava perda de R\$47 milhões por interrupção da produção em caso de colapso geral do sistema de automação.



## 5.4 Integração do VOD1 no Sistema de Automação da Aciaria

O desenvolvimento do novo sistema de automação do VOD1 dentro da plataforma centralizada de operação da aciaria permitiu a sua inclusão em um cenário de integração total e on-line, com os demais equipamentos desta plataforma. Os ganhos imediatos que podem ser citados são:

- Acesso a qualquer informação dos demais equipamentos da plataforma centralizada;
- Possibilidade de monitoração do processo em qualquer ponto da planta através do sistema PIMS;
- Capacidade de manutenção remota reduzindo o tempo de resposta a emergências;
- Cenário preparado para futuro projeto de sincronismo dos equipamentos da aciaria;
- Possibilidade de criação de uma central de operação única;
- Diminuição da dependência equipamento-pessoa para a manutenção dos sistemas.

## 6 CONCLUSÃO

A modernização do sistema de automação do VOD1 proporcionou vários benefícios dos quais podemos citar:

- Atualização tecnológica disponibilizando melhores ferramentas para a análise e melhoria do processo;
- Redução de consumo específico de insumos do processo;
- Eliminação do risco de continuidade operacional e maior robustez do sistema de automação;
- Padronização da solução de automação com a utilização de framework de nível 1 e de nível 2;
- Integração do VOD1 na plataforma de automação centralizada da aciaria;

A manutenção do padrão de desenvolvimento de sistemas de automação baseado nos frameworks de nível 1 e nível 2 é uma diretiva do Plano Diretor de Automação (PDA) e continua a ser aplicada na modernização dos sistemas de automação do Lingotamento Contínuo 1 e 2, VOD2 e Trimming Station.

## REFERÊNCIAS

- 1 RIZZO, ERNANDES MARCOS DA SILVEIRA, **Introdução aos Processos de Refino Secundário dos aços**, Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais (ABM). São Paulo, 2006.
- 2 **Metodologia para determinação do grau de maturidade dos sistemas de automação**. Plano Diretor de Automação da APERAM (PDA), Timóteo, Dezembro de 2008.