

SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DAS COQUERIAS DA USIMINAS¹

Rogério Reguim Nauderer²

Resumo

O trabalho apresenta a filosofia e os benefícios alcançados com o desenvolvimento do Sistema de Automação das Coquerias. O projeto utiliza CLPs e DCS para o controle da área de coquerias, integrados a estações de operação baseadas em software de supervisão. Este sistema também possui servidores de otimização, de banco de dados e WEB, que fornecem informações e dados para a Unidade Técnica e Operação e também trocam informações com o SAP. O Sistema propicia uma plataforma comum de desenvolvimento para novas funcionalidades, possui recursos para auxiliar a manutenção, permite um controle mais preciso das Baterias 3 e 4 e ainda possibilitará a transferência do operador da reversão para a sala de operação dos exaustores de gás.

Palavras-chave: Coqueria; Integração; Automação; Supervisão.

USIMINAS'S COKE OVENS AUTOMATION SYSTEM

Abstract

This paper presents the philosophy and benefits achieved with the development of the Usiminas's Coke Ovens Automation System. The project uses PLCs and DCS to the control level of the coke ovens area, integrated to operation stations based on supervisory software. This system also has optimization, database and WEB servers, which supply the Technical Unit and Operations with information and exchange data with the SAP system. This system propitiates a common platform to new functionality development, has resources to aid maintenance, allows a better control on batteries 3 and 4 and will make possible to transfer the reversion system operator to the Gas Exhausters Operation Room.

Keywords: Coke ovens, integration, automation, supervision.

¹ *Contribuição técnica ao XI Seminário de Automação de Processos, 3 a 5 de outubro, Porto Alegre-RS*

² *Membro da ABM, Engenheiro Eletricista, Gerência de Automação da Usiminas; Ipatinga, MG.*

1 INTRODUÇÃO

Através de uma metodologia de desenvolvimento utilizando técnicas padrão disponíveis pelos fabricantes de software, e alicerçada por um conjunto de software padrão estabelecido pela gerência de automação, as equipes de desenvolvimento criaram o sistema de supervisão da área de tratamento primário de gás, o sistema de otimização, o sistema de banco de dados e o servidor WEB.

A implantação inicial do sistema levou a uma considerável melhora nos tempos de atendimento a disfunções, bem como à diminuição deste tipo de chamados. Um dos pontos fortes do projeto é a sua facilidade de manutenção, que permite que sejam incluídas novas funções às já existentes com impacto mínimo ou inexistente sobre a operação.

Este trabalho apresenta os resultados alcançados com o desenvolvimento de um novo sistema de supervisão e a inclusão de um sistema de otimização para a área de coquerias. A área de coquerias compreende o recebimento de carvões, os pátios de armazenagem, as correias de transporte de carvão e coque, os moinhos de carvão para a injeção de finos dos altos fornos, as coquerias, o tratamento primário do gás e a área de carboquímicos.

2 CONCEITOS

- Comunicação via .NET Remoting: de acordo com o Microsoft .NET Glossary⁽¹⁾ trata-se de uma tecnologia .NET que permite que objetos residentes em diferentes domínios de aplicação comuniquem entre si. Objetos que utilizam da arquitetura .NET Remoting podem estar no mesmo computador ou em computadores separados conectados por uma rede. Esta estrutura foi escolhida para a implementação da comunicação entre o servidor de otimização e o sistema de supervisão pela sua flexibilidade, performance e baixa exigência de código.
- Comunicação OPC (OLE for Process Control): De acordo com a *OPC Foundation*⁽²⁾ OPC é conectividade aberta através de padrões abertos. No desenvolvimento deste trabalho, o padrão *OPC Data Access* (OPC DA) foi utilizado para realizar a comunicação entre o software de supervisão, o DCS e o PLC.

3 HISTÓRICO

Anteriormente, os sistemas dedicados não comunicavam-se entre si, nem com os sistemas corporativos e necessitavam de suporte local e especializado.

Os sistemas antigos encontram-se listados nos tópicos a seguir, juntamente com uma pequena abordagem dos problemas apresentados que justificaram a sua substituição.

3.1 Sistema de Tratamento Primário de Gás (STPG)

Este sistema, implantado em 1996, é responsável pela operação dos exaustores de gás das coquerias, das baterias de coque e dos equipamentos responsáveis pelo tratamento primário do gás. Ele contava com um conjunto de 10 PLCs, ligados entre si através de uma rede proprietária. Estes PLCs também

comunicavam-se com o sistema de supervisão através de portas *ethernet*, conforme a Figura 1.

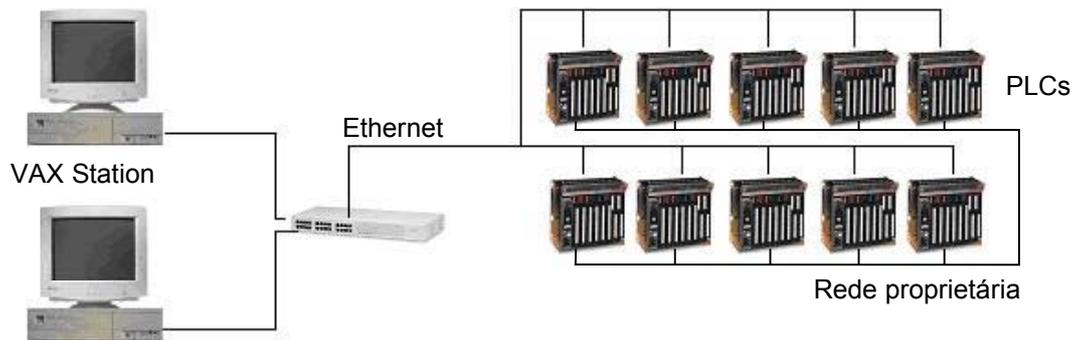


Figura 1 – Sistema de Tratamento Primário de Gás

As duas estações de operação do STPG eram VAX Station, com sistema operacional OpenVMS. A supervisão era feita através de aplicativo desenvolvido externamente à Usiminas.

Os equipamentos passaram a apresentar falhas cujos reparos eram cada vez mais complexos e a defasagem tecnológica apresentada pelas estações tornava cada vez mais difícil a obtenção dos sobressalentes necessários.

3.2 Sistema de Controle da Reversão da Coqueria 2

O sistema de controle da reversão da Coqueria 2 localiza-se na sala de reversão entre as Baterias 3 e 4 e é responsável pela reversão propriamente dita, medição e controle do sistema de aquecimento das baterias, monitoração do gás CO no subsolo e controle da mistura de gases para combustão.

Toda a monitoração do estado de funcionamento da reversão era feita pelos operadores da área através de equipamentos isolados.

3.3 Sistema do Controle Térmico das Baterias de Coque

A equipe do controle térmico é responsável por manter o bom funcionamento térmico das baterias através da análise dos parâmetros de controle, como temperaturas e pressões e atuação nas válvulas de ar e gás das baterias.

Este controle era feito através da leitura manual das temperaturas das câmaras de combustão e subsequente digitação destes dados no SIAR (Sistema Integrado da Área de Redução), através de um emulador de terminais com interface de texto.

Para a interpretação dos dados era necessário fazer a transferência de todas as informações digitadas para uma planilha Excel, que em seguida gerava os relatórios e gráficos para a Operação definir a atuação necessária para corrigir o funcionamento da bateria.

3.4 Sistema do Acompanhamento da Remoção, Dosagem e Coqueificação

A exemplo do Controle Térmico das Baterias, o sistema de acompanhamento da remoção de carvão dos pátios, dosagem de carvão nos *blendings* e coqueificação foi desenvolvido inicialmente no SIAR.

4 DESENVOLVIMENTO DO NOVO SISTEMA

4.1 Visão da Integração entre os Sistemas

A estratégia para o desenvolvimento do novo sistema de automação partiu da década de 1980, quando foi traçada a estrutura de aplicações para a área de altos fornos, sinterização e coquerias, com a criação do sistema de automação dos altos fornos. Na década de 1990, foi desenvolvido o sistema de automação da sinterização. A premissa básica era integrar todas as áreas em uma única rede de automação, conforme mostra a Figura 2. Com isso, a equipe de manutenção da automação poderia acessar remotamente qualquer dispositivo desta rede, fornecendo um suporte mais rápido às necessidades dos clientes.

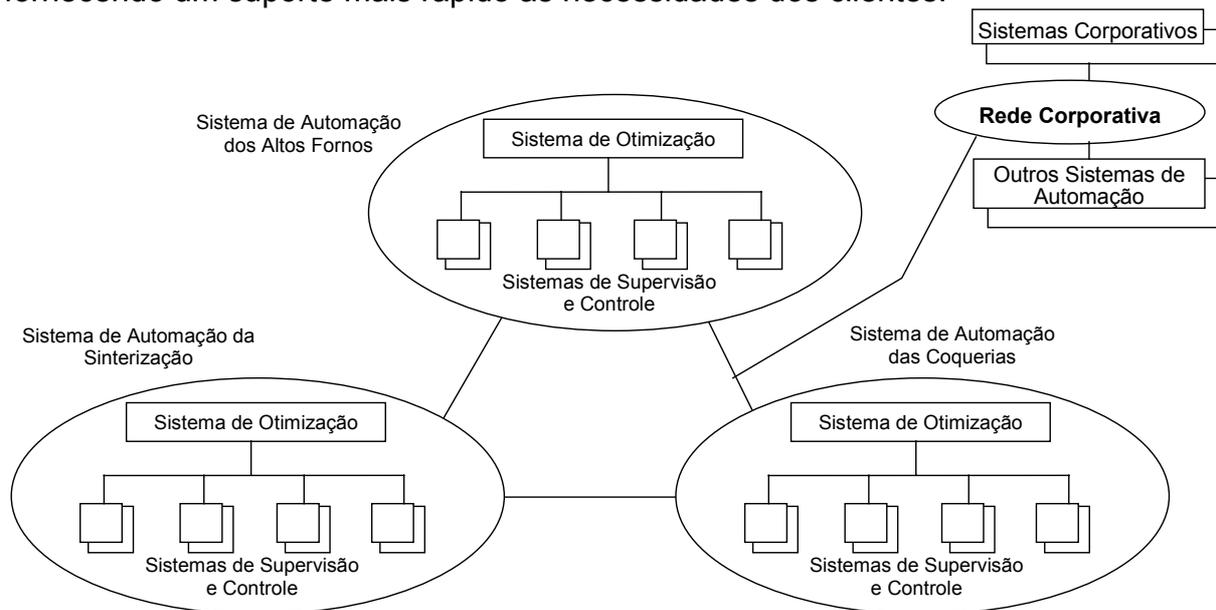


Figura 2 – Integração entre os sistemas de automação

4.1.1 Arquitetura física

O sistema foi projetado de acordo com a arquitetura mostrada na Figura 3.

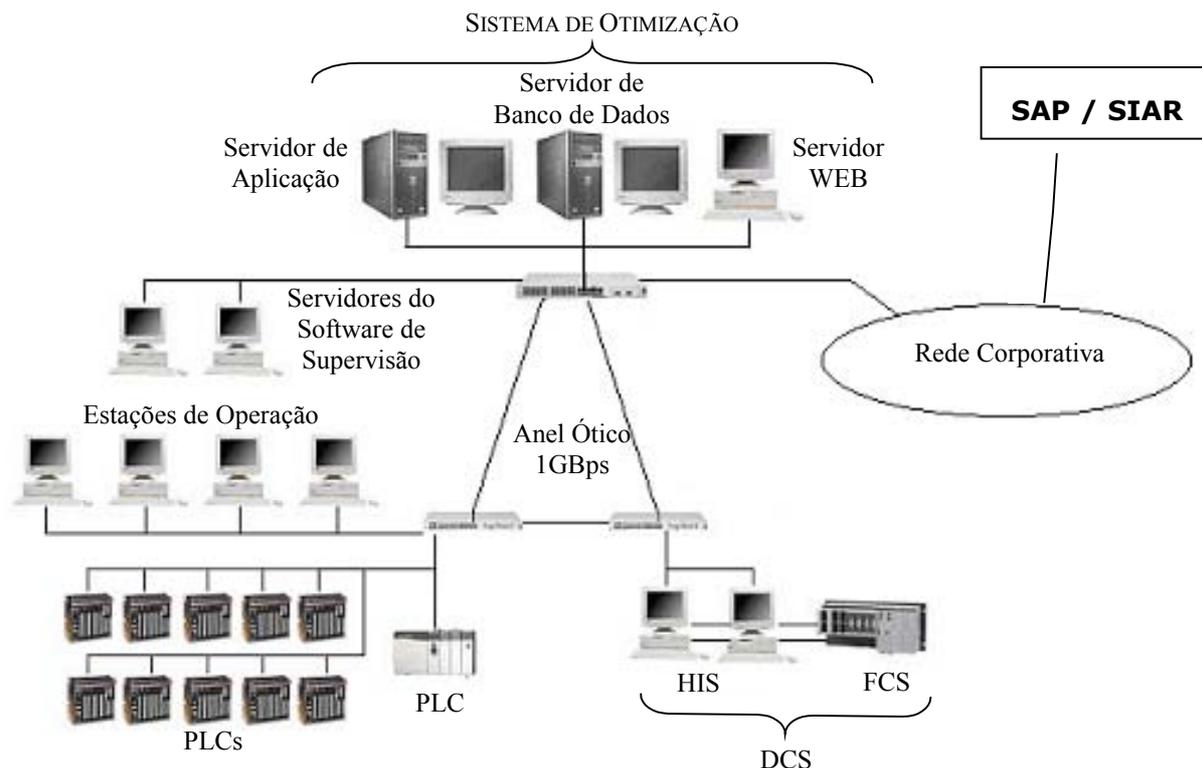


Figura 3 – Arquitetura física do sistema

O sistema de controle original permaneceu com a programação dos PLCs inalterada e é responsável pelo controle dos exaustores de gás das coqueiras e de todos os equipamentos do tratamento primário de gases.

Foi acrescentado mais um PLC, para o controle da função de envio de licor amoniacal em alta pressão para a Coqueira 2.

As quatro estações de operação são microcomputadores, com sistema operacional *Windows* e software de supervisão, localizada na sala de operação dos exaustores de gás. As duas estações servidoras do software de supervisão estão estruturadas de forma redundante, e são responsáveis pela comunicação com os PLCs e pelo armazenamento de dados de tendência. Com esta característica, pode-se facilmente ampliar o número de estações de operação simplesmente adquirindo novas licenças cliente.

O DCS é constituído de duas estações de operação localizadas na sala de reversão da Coqueira 2, e desempenha as funções de mistura de gases e de combustão, bem como disponibiliza os dados de temperatura dos tubos de ascensão para o servidor de aplicação determinar o ponto final de coqueificação.

O sistema de otimização é constituído por três servidores, descritos a seguir.

- Servidor de aplicação: responsável pela execução e controle dos modelos matemáticos e aquisição de dados no processo.
- Servidor de banco de dados: recebe os dados processados pelos servidores de aplicação e WEB, serve de interface entre o Sistema de Otimização e o SAP e possui conectividade com a rede corporativa, possibilitando a transferência de informação entre os sistemas afins.
- Servidor WEB: tem como função principal ser a interface homem máquina do Sistema de Otimização, permitindo a entrada manual de dados de processo ainda não automatizados e responsável pela geração de relatórios e gráficos em interface amigável.

Para os servidores de banco de dados e aplicação, devido à sua criticidade, foi adotada a configuração de um sistema *RAID* (Redundant Array of Independent Disks) de discos rígidos, de modo a se ter maior confiabilidade e proteção contra falhas. Já o hardware do servidor WEB não possui redundância e é igual ao das estações de operação, mas em caso de falha ele pode ser repostado em um tempo relativamente pequeno utilizando-se dos sobressalentes existentes.

O sistema é interligado por uma rede *ethernet* operando em 1 Gbps, que se conecta à rede corporativa.

4.1.2 Arquitetura lógica

A arquitetura lógica do sistema foi inteiramente baseada em soluções de mercado, e é mostrada na Figura 4.

O ponto central de toda a estrutura lógica do sistema foi o desenvolvimento das estações servidoras do software de supervisão. Estes servidores foram estruturados em um padrão elaborado pela equipe de automação que permite o acréscimo de novas funcionalidades facilmente, através do preenchimento de tabelas pré-estabelecidas. Estes servidores foram adquiridos já pensando em futuras expansões, de modo que atualmente somente cerca de 15% de sua capacidade está sendo utilizada.

O servidor de aplicação se conecta ao DCS através dos servidores do software de supervisão.

A comunicação entre as estações clientes do software de supervisão e as estações servidoras é feita utilizando o protocolo OPC.

A comunicação das estações servidoras do software de supervisão com o servidor de aplicação é feita através de uma tarefa desenvolvida em seu núcleo. Esta tarefa atualiza um objeto remoto no servidor de aplicação com os valores das *tags* do servidor do software de supervisão solicitadas.

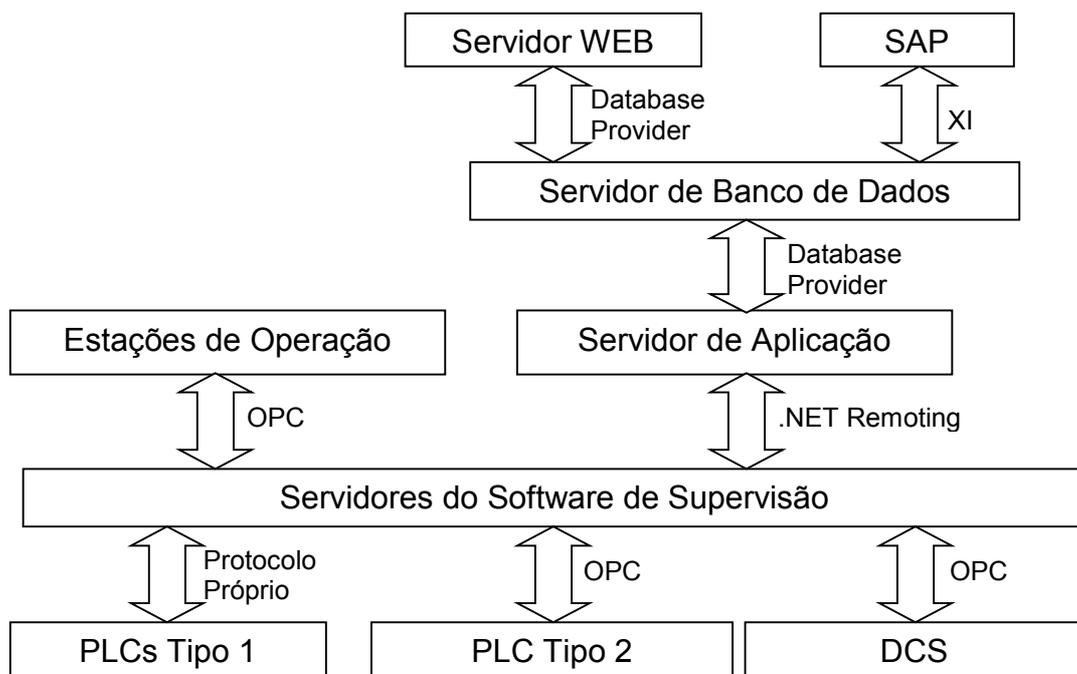


Figura 4 – Arquitetura lógica do sistema

A comunicação entre os servidores de aplicação, WEB e banco de dados é feita através dos *drivers* de comunicação fornecidos pelo software de programação denominados *database providers*.

A comunicação com o sistema corporativo, SAP (Systems Applications and Products), é feita através da configuração de tabelas de comunicação no servidor de banco de dados, cujos dados são trocados com o SAP através de seu módulo de comunicação XI (Exchange Infrastructure).

4.2 Aplicação de Supervisão do Tratamento Primário de Gases

A estrutura da aplicação levou em consideração as melhores práticas de programação, o que resultou em uma aplicação enxuta, com bom desempenho e com um reaproveitamento de código e telas muito grande.

A aplicação servidora utilizou-se de objetos para criar registros padrão nas tabelas do software de supervisão.

O modelo *Hot Standby* adotado para os servidores mantém somente um deles comunicando com o sistema de controle e atualizando o segundo servidor.

A aplicação cliente é composta por:

- Tela de *Template*: é uma tela utilizada como máscara para todas as telas do sistema. Toda a programação e objetos inseridos nela serão exibidos e utilizados em todas as telas do sistema.
- Telas de operação: são telas que se utilizam do *template*, adicionando-lhe mais objetos que são utilizados para a operação do sistema. Um exemplo de tela está exibido na Figura 5. Estas telas ocupam toda a área de trabalho da estação.

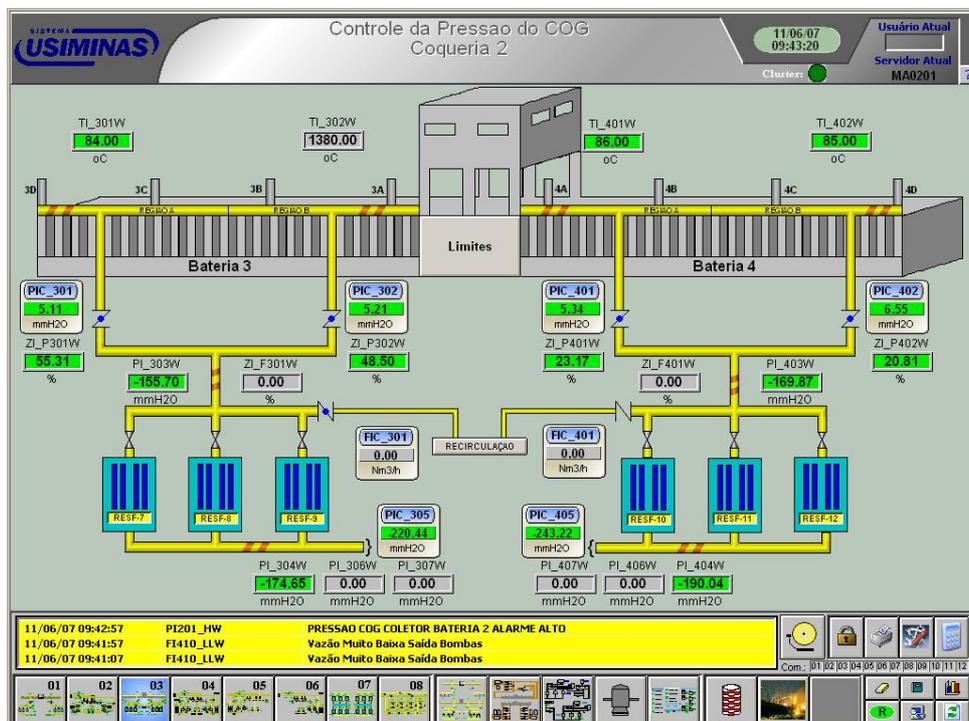


Figura 5 – Tela de operação

- Janelas de controle: são janelas do tipo *popup* utilizadas para mudar parâmetros nos equipamentos controlados. Cada tipo de equipamento possui uma janela de controle especialmente criada para ele. Até 10

destas janelas podem ser abertas sobre a tela de operação, sendo que ao se mudar a tela de operação, as janelas são fechadas automaticamente e ao retornar à tela, elas são automaticamente reabertas. Um exemplo de janela de controle está mostrado na Figura 6.

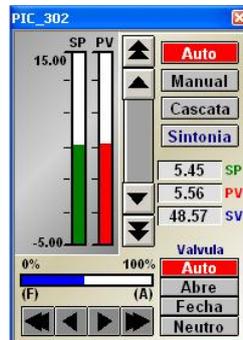


Figura 6 – Janela de controle

A aplicação cliente foi desenvolvida de modo a não permitir o acesso a qualquer outra função do sistema operacional, a menos que o usuário seja um administrador do sistema.

4.3 Aplicação WEB

A aplicação WEB é composta por páginas em ASP.NET, com código fonte em C#. A segurança do sistema permite que somente usuários cadastrados acessem ao sistema. Este sistema pode ser acessado através de qualquer estação da rede corporativa utilizando o browser do *Windows*.

Ela utiliza os dados recebidos do planejamento e controle da produção, módulo PP-PI (Production Planning for Process Industries) do SAP, como a formação e estoque das pilhas de carvão no pátio e as misturas de carvão para as coquearias, e gerencia a remoção das pilhas de carvão para os silos das blendagens e a dosagem e o envio das misturas para as coquearias.

Nas coquearias, esta aplicação opera na programação do enforamento, no cadastro dos enforamentos e desenforamentos e ainda exibe os dados na forma de relatórios. Os dados de processo necessários para o fechamento do relatório diário são enviados para o SAP sempre que disponíveis.

A aplicação auxilia o controle térmico das coquearias, gravando os dados de temperatura e pressão, lidos manualmente, e fornecendo relatórios que subsidiam a tomada de decisões pela equipe de operação.

As vantagens da aplicação são que ela mantém um histórico dos dados facilmente acessível, disponibiliza relatórios e gráficos em interface amigável referentes às funções listadas e também provenientes dos modelos matemáticos.

4.4 Serviços de Otimização

4.5

Atualmente o servidor de aplicação conta com três serviços, desenvolvidos em C#.

- O serviço SIC_Bridge é como uma ponte que liga as diversas partes do sistema. Ele é alimentado com os valores das *tags* pela tarefa criada nos servidores do software de supervisão e processa as requisições de leitura

dos clientes. Cada *tag* solicitada pelos serviços clientes é mantida em memória, sendo atualizada a cada segundo.

- O Serviço SIC_Tendencias efetua a leitura das temperaturas dos termopares dos tubos de ascensão da Coqueria 2 e grava uma média dos valores a cada 5 minutos.
- O serviço SIC_Coqueificação lê os dados das médias dos termopares e, a partir de um modelo matemático, infere as data-hora de coqueificação e desenformamento. Este serviço é particularmente importante, pois auxilia os operadores do topo a inferir o ponto de coqueificação dos fornos, evitando a utilização de métodos visuais. Os dados gerados por esta função complementam os dados de enformamento / desenformamento gerados na aplicação WEB e ainda fornecem os dados para a geração de um gráfico que exhibe o comportamento térmico do gás produzido pelo forno.

5 VISÃO DE FUTURO

O sistema atualmente implantado pode ser considerado um embrião daquele que será o sistema completo de automação das coquearias. Com a implantação das funções previstas no escopo inicial, a necessidade de novas funções se fez necessária, o que abrirá o caminho para que sejam realizadas. Estão previstas ampliações nos seguintes campos:

- Comunicação com o SAP: com o advento da atualização tecnológica dos equipamentos de nível 1 da área de coquearias será possível ampliar esta comunicação através da leitura automática dos dados destes novos equipamentos.
- Integração à planta de carboquímicos. Esta planta possui sistema de controle não integrado à rede de automação da Usiminas. Uma nova abordagem seria a integração desta área ao sistema existente, criando uma estrutura para a transmissão dos dados de produção para o SAP.
- Os sistemas atuais serão ampliados, com a inclusão de novos equipamentos e a modificação de equipamentos existentes em fase de obsolescência. A estrutura atual foi projetada para permitir esta expansão, que incluirá por exemplo a redundância de PLC, sistema de leitura do posicionamento das máquinas móveis, sistema de leitura da temperatura no êmbolo das desenformadoras, etc.

6 RESULTADOS ALCANÇADOS

Até o momento, com a implantação do sistema proposto, pode-se observar uma diminuição considerável dos tempos médios de atendimento a disfunções, que passaram de um total de 91,8 min por ocorrência no último ano de funcionamento do sistema antigo (Tabela 1) para 50 min por ocorrência no primeiro ano de funcionamento do novo sistema (Tabela 2). Esta análise também pode ser levada para o número de ocorrências, que passaram de 25 para 16.

A solução empregada se mostrou robusta e flexível, pois mesmo com o número de ocorrência de falhas de hardware apresentado, não houve evento de parada de operação devido à existência de redundância entre as estações.

A função de determinação do ponto final de coqueificação já foi concluída e validada pela Operação. A sua implantação será concluída com a instalação dos termopares nos demais fornos.

Tabela 1 – Último ano do sistema antigo

Ano	Mês	Ocorrências	Tempo médio de atendimento [min]	Tempo total de atendimento [min]
2005	Jun	2	12	24
	Jul	3	71	213
	Ago	1	12	12
	Set	1	02	2
	Out	1	45	45
	Nov	3	213	639
	Dez	0	0	0
2006	Jan	4	59	236
	Fev	2	120	240
	Mar	1	15	15
	Abr	2	332	664
	Mai	5	41	205
Total		25		2295

Tabela 2 – Primeiro ano do novo sistema

Ano	Mês	Ocorrências	Tempo médio de atendimento [min]	Tempo total de atendimento [min]
2006	Jun	0	0	0
	Jul	0	0	0
	Ago	0	0	0
	Set	3	168	504
	Out	4	37	148
	Nov	4	14	56
	Dez	0	0	0
2007	Jan	1	5	5
	Fev	1	20	20
	Mar	1	35	35
	Abr	2	23	46
	Mai	0	0	0
Total		16		814

Os aplicativos WEB da Remoção, Dosagem, Coqueificação e do Controle Térmico encontram-se em validação na data atual (Junho / 2007).

7 CONCLUSÃO

O projeto foi bem sucedido dentro de suas proposições, pois proporcionou:

- A melhora nos índices de funcionamento, comprovado pelos indicadores de número de ocorrências (melhora de 36%) e de tempo médio de atendimento a ocorrências (melhora de 54,5%)
- Uma segurança maior na operação da área de tratamento primário de gases da coqueria, através da disponibilização de uma redundância maior de estações de operação. Comprova-se esta afirmação pelo fato de não ter havido ocorrência onde o sistema ficou completamente inoperante;

- Uma melhora significativa na manutenibilidade do sistema, pois permite que a manutenção seja feita remotamente com facilidade, sendo necessária a intervenção na área somente em casos de falhas que impeçam esta comunicação, como falhas de hardware. Esta melhora é percebida pela diminuição do tempo médio de atendimento a ocorrências.
- Um maior conforto operacional, ao disponibilizar em um único ambiente WEB todas as informações que antes ficavam espalhadas em diversos sistemas.

BIBLIOGRAFIA

- 1 JUPITERMEDIA CORPORATION. *Microsoft .NET Glossary. Verbetes Remoting*. Disponível em <http://www.developer.com/net/asp/article.php/1756291> acesso em: 10 jun. 2007.
- 2 OPC FOUNDATION. *About OPC - What is OPC?* Disponível em http://www.opcfoundation.org/Default.aspx/01_about/01_what_is.asp?MID=AboutOPC acesso em: 07 maio 2006.