

**Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia
Faculdade de Tecnologia SENAI Cimatec**

**ESPECIALIZAÇÃO EM AUTOMAÇÃO, CONTROLE E
ROBÓTICA**

VICTOR HUGO FALCÃO HAENDEL

**O PROJETO DE UM PIMS EM UMA INDÚSTRIA
PETROQUÍMICA, PADRONIZANDO E MODIFICANDO OS
PROCESSOS DE TRABALHO**

**Salvador
2007**

**Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia
Faculdade de Tecnologia SENAI Cimatec**

VICTOR HUGO FALCÃO HAENDEL

**O PROJETO DE UM PIMS EM UMA INDÚSTRIA
PETROQUÍMICA, PADRONIZANDO E MODIFICANDO OS
PROCESSOS DE TRABALHO**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Especialização em Automação, Controle e Robótica, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Especialista em Automação.

**Salvador
2007**

**Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia
Faculdade de Tecnologia SENAI Cimatec**

VICTOR HUGO FALCÃO HAENDEL

Monografia apresentada em Dezembro de 2007

Prof. Pedro Ivo de Oliveira Rodrigues
Orientador

Prof. Dr. Edmárcio Antônio Belati
Componente da Banca Examinadora

Prof. Msc. Milton Bastos de Souza
Componente da Banca Examinadora

Prof. Dra. Karla Vittori
Componente da Banca Examinadora

**Salvador
2007**

AGRADECIMENTOS

Agradeço àqueles que se mostraram especiais a mim no decorrer de minha vida; a começar pela família, aos amigos mais próximos, aos colegas e professores que deixaram em mim algum tipo de aprendizado.

Agradeço ainda a Deus, que me dá forças e disposição para seguir sempre adiante.

Agradeço especialmente a minha mãe, pessoa essa que mais amo na vida e que mais preza por mim.

RESUMO

Esse trabalho visa apresentar as etapas necessárias à implementação de um projeto de um PIMS (*Process Information Management System*) em uma indústria do ramo petroquímico; além de mostrar como padronizar os processos de trabalho para melhor utilizar a ferramenta.

Nesse intuito, inicialmente, serão descritos os componentes de *hardware* e *software* envolvidos, tendo cada um importância peculiar no projeto multidisciplinar; que envolve as áreas de automação, TI (Tecnologia da Informação) e processo.

Será ainda abordada a importância de se definir e reformular padrões de trabalho; tanto ao nível de ferramentas quanto a nível comportamental na empresa; de forma que o novo projeto possa cumprir seu papel de modificador de paradigmas.

Palavras-Chave: PIMS, padronização, projeto, ferramentas.

ABSTRACT

This paper wants to present the necessary steps to implement a PIMS (Process Information Management System) project in a petrochemical industry. It wants to show, as well, how standardize the work processes to better use this tool.

Initially, it will be described the necessary hardware and software components evolved, and the individual importance of each one for the multidiscipline project, which uses many kinds of different knowledge (automation, process, IT).

Then, it will be enforced the importance of the work patterns; to create new ones and to revise part of them; to make possible that the new project can really be useful and change paradigms in the enterprise.

Key Words: PIMS, standardize, project, tool.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação Geral de PIMS na Indústria.....	2
Figura 2: Sistema Computacional do Servidor PIMS	8
Figura 3: Sistema Computacional dos Servidores OPC.....	10
Figura 4: Switch Ethernet de Automação	12
Figura 5: Topologia de Redes de Automação Distintas	13
Figura 6: Topologia de Redes de Automação e Corporativa	14
Figura 7: Arquitetura Geral do Software Servidor	16
Figura 8: Interface CIM-IO do Software Aplicativo	17
Figura 9: Repositórios de Dados do Software Aplicativo	18
Figura 10: Estrutura do Banco de Dados do Software Servidor	19
Figura 11: Exemplo de Registro do Software Servidor	19
Figura 12: Sistema de Compressão do Software Servidor	20
Figura 13: Captura de tag no Historiador de Processos	22
Figura 14: Análise de Desvio Padrão no Historiador de Processos.....	23
Figura 15: Tela Criada no Editor de Gráficos	24
Figura 16: Aquisição de Dados utilizando Add-In do Excel.....	25
Figura 17: Utilização de query no Editor de SQL	26
Figura 18: Interface do Editor de Cálculos	27
Figura 19: Tela de Acompanhamento de Processo	29
Figura 20: Tela de Overview de Processo.....	30
Figura 21: Cálculos Exibidos em Tela Gráfica.....	31
Figura 22: Macro de Extração de Dados	32
Figura 23: Disposição Atual do Switch Ethernet	36
Figura 24: Disposição Proposta do Switch Ethernet	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 : Especificações Técnicas do Servidor PIMS	9
Tabela 2 : Especificações Técnicas dos Servidores OPC	11
Tabela 3 : Especificações Técnicas do Switch Utilizado.....	12
Tabela 4 : Endereços das Redes de Automação	15
Tabela 5 : Lista dos Componentes da Rede de Automação – Vlan 34	15
Tabela 6 : Lista dos Componentes da Rede de Automação – Vlan 33	15

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	APRESENTAÇÃO PIMS	2
2.1	CARACTERÍSTICAS	3
3	INFRA-ESTRUTURA DO PROJETO	6
3.1	PREMISSAS DO PROJETO	6
3.1.1	Referentes ao Sistema de Controle	6
3.1.2	Referentes a Segurança e Controle de Acesso	7
3.2	HARDWARE	8
3.2.1	Servidor PIMS	8
3.2.2	Servidores OPC	10
3.2.3	Switch	12
3.3	REDE	13
3.3.1	Topologia de Rede	13
3.4	SOFTWARE APLICATIVO	16
3.4.1	Software Servidor	16
3.4.1.1	Arquitetura Geral	16
3.4.1.2	Base de Dados	18
3.4.1.3	Compressão de Dados	20
3.4.2	Software Cliente	22
3.4.2.1	Historiador de Processos	22
3.4.2.2	Editor de Gráficos	24
3.4.2.3	Add-In do Excel	25
3.4.2.4	Editor de SQL	26
3.4.2.5	Editor de Cálculos	27
4	PADRONIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE TRABALHO	28
4.1	TELAS GRÁFICAS	29
4.2	CÁLCULOS GERENCIAIS	31
4.3	RELATÓRIOS DE DADOS	32
5	LIÇÕES APRENDIDAS	33
5.1	REDE ETHERNET DE AUTOMAÇÃO	33
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
7	GLOSSÁRIO	38
8	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

Essa monografia foi motivada pelo projeto de PIMS (*Process Information Management System*) da unidade industrial PVC da Braskem, situada no Pólo Petroquímico de Camaçari, realizado no decorrer do ano de 2007. Esse projeto baseou-se no PDA (Plano Diretor de Automação) da empresa, elaborado pela equipe de automação em alinhamento com o plano estratégico da corporação, sendo esse projeto considerado como uma adequação da unidade industrial PVC ao estado da arte no tocante a integração de sistemas, otimização do processo e redução de custos operacionais.

Porém, esse trabalho não se restringe apenas ao objetivo de transcrever como foi a realização desse projeto em específico. Visa ainda servir como referência para futuros projetos de PIMS de outras equipes, dada a escassa bibliografia existente no idioma português para o tema.

O documento está organizado como segue: na seção 2, tem-se uma apresentação do que é a ferramenta e suas mais comuns aplicações na indústria. Na seção 3, abordam-se algumas das premissas que devem ser adotadas ao iniciar um projeto de PIMS, assim como a infra-estrutura de *hardware* e *software* necessária ao projeto. Na seção 4, são propostos alguns padrões de trabalho a serem incorporados ao cotidiano da empresa, de forma a maximizar a utilização da ferramenta e permitir os ganhos esperados com o investimento. A seção 5 traz lições aprendidas ao decorrer do projeto; para que erros cometidos não venham a ser reincidentes em outros projetos.

Caso haja dúvidas em relação ao significado de termos específicos e anglicanismos que se fizeram necessários, há um glossário na parte final do documento que deve ser consultado.

2 APRESENTAÇÃO PIMS

Segundo Constantino Seixas Filho [1], “PIMS são sistemas que adquirem dados de processo de diversas fontes, os armazenam em um banco de dados históricos e os disponibilizam através de diversas formas de representação”. Além de sua aplicação principal, ele é capaz de facilitar a implantação de outros módulos de *software*; como gerenciador de alarmes, gerenciador de ativos, servidor *web* e demais sistemas especialistas. Possibilita ainda a integração de sistemas ERP (*Enterprise Resources Planning*) com o chão de fábrica, sendo capaz de melhorar toda a cadeia de suprimentos da empresa.

As primeiras aplicações de PIMS nas indústrias químicas e petroquímicas deram-se de forma específicas e pontuais. Com a crescente divulgação e sucesso da tecnologia, outras indústrias passaram a adotar a ferramenta; como papel e celulose, siderurgia, cimento, mineração, e demais processos contínuos. Atualmente, existem também novas ferramentas para aplicação do PIMS em processos de batelada e manufatura.

Tem-se na figura 1 representado a interação do PIMS com outros sistemas, os quais podem vir a trabalhar em conjunto:

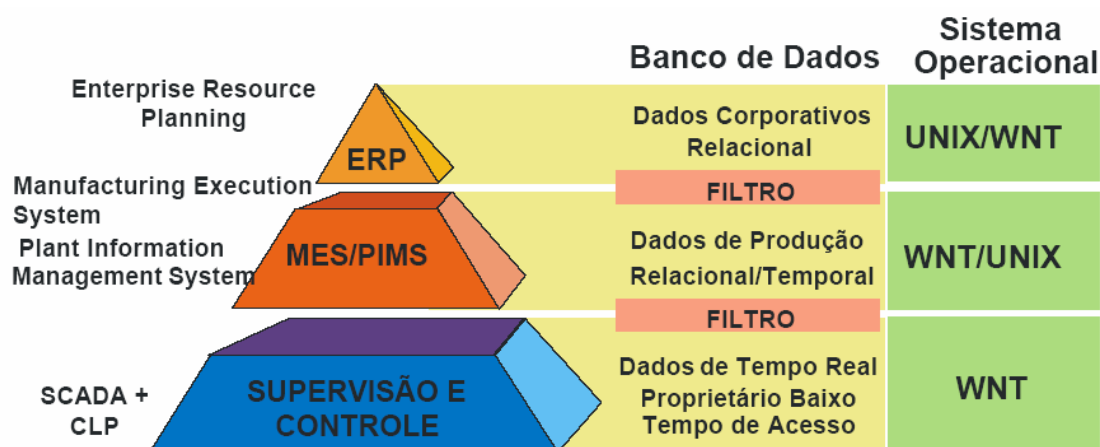


Figura 1: Representação Geral de PIMS na Indústria [1]

O PIMS não visa substituir os sistemas de supervisão e controle; e sim racionalizar e organizar a infinidade de informações por eles captados. Embora os PIMS sejam especializados no armazenamento de variáveis analógicas, eles hoje trabalham com diversos tipos de dados; incluindo variáveis discretas, textos, fotos, sons e outros tipos de dados.

Sua principal função é concentrar a massa de dados e permitir transformá-los em informação, que posteriormente é transformado em conhecimento da planta e do processo. Isso possibilita ainda a melhoria contínua, já que a informação das melhores condições já encontradas está sempre disponível para comparação com as condições atuais.

2.1 CARACTERÍSTICAS

Uma das características mais importantes de sistemas PIMS é a sua grande capacidade de compressão de dados históricos, o que torna possível armazenar muitos anos da operação de uma planta em um disco rígido de grande capacidade. A relação típica de compressão é da ordem de 1 para 10, mas razões de 1 para 20 são possíveis [1].

Ao invés de comprimir dados usando um algoritmo de codificação de repetição, típica de compressores de texto, ou de resumir os dados de um segmento de dados pelos valores dos extremos do período e por figuras auxiliares como valor médio, mínimo e máximo no intervalo; que causam grande perda das informações intermediárias; foram desenvolvidos para o sistema PIMS algoritmos de compressão mais engenhosos. Nesses algoritmos, são amostradas as curvas nos pontos certos, quando ocorrem mudanças significativas. Com isso, consegue-se uma alta taxa de compressão sem perda de qualidade da amostragem.

O seu algoritmo de compressão possui as seguintes características:

- Alta velocidade de compressão: o algoritmo é simples, rápido e implica em baixo *overhead* para a máquina que realiza a compressão, sendo essa atividade realizada por um processo de *background*;
- Alta velocidade de descompressão: o usuário deseja examinar um gráfico de tendência de um dado armazenado há muito tempo e o faz da mesma forma que ao examinar um dado em tempo real;
- Alta taxa de compressão: grande semelhança na relação entre o tamanho do arquivo de dados antes e depois da compressão;
- Boa reconstrução dos dados: os dados descompactados são o mais próximo possível dos dados reais;
- Segurança dos dados: os dados já armazenados não podem ser perdidos, em caso de uma pane ou queda de energia; deve-se, portanto, comprimir os dados em memória, para depois salvá-los em disco;

Além do banco de dados e algoritmos de compressão, o PIMS também possui outros componentes, que permitem a interface com outros sistemas e a sua utilização [1]. Pode-se citar:

- Historiador de Processos: responsável por colher os dados de diversas fontes e armazená-los no banco de dados do PIMS. A aquisição pode ocorrer utilizando-se de diferentes protocolos de meio físico: RS-232, RS-485 ou OPC. Em geral, a interface mais usada atualmente é a OPC (*OLE for Process Control*). Os dados podem ser lidos ciclicamente pelo PIMS, ou enviados por iniciativa do dispositivo de campo.

Na aquisição, fatores como menor atraso temporal, estabilidade do sistema fornecedor, compatibilidade de dados, conversão prévia; são importantes no projeto, de forma que a composição da rede de informação deve prever essas circunstâncias.

- Interface com o Usuário: dá-se através de gráficos de tendência, *queries* SQL (*Structured Queued Language*), sinópticos com animações gráficas em tempo real, planilhas, aplicações *web*, banco de dados relacional e geradores de relatório externos.

Pode-se ter ainda como aplicações:

- Interface com ERP: os principais PIMS possuem interfaces homologadas para as principais transações dos principais ERP's. Muitos dos sistemas PIMS hoje instalados justificaram sua implantação pela necessidade de se ter um *software* intermediário entre os sistemas chão de fábrica e o ERP;
- Gestão de rastreamento e bateladas: como a maior parte dos processos incluem etapas de batelada, foram incluídos módulos para gerenciamento do processo e de ordem de fabricação de bateladas, além do gerenciamento de receitas. Em geral, os pacotes dedicados têm-se mostrados mais poderosos e completos no gerenciamento do processo. Já na função de rastreamento, os módulos de bateladas dos PIMS tem-se possibilitado correlacionar cada batelada com os seus dados de processo ideais;
- Reconciliação de dados: responsável por tratar os dados de produção, de forma a distribuir os erros de medição e fechar balanços de massa ou energia, assegurando que os dados finais sejam coerentes entre si;
- Controle estatístico de processos: permite acompanhar o comportamento estatístico de um determinado processo através de cartas de controle e de relatórios.

3 INFRA-ESTRUTURA DO PROJETO

3.1 PREMISSAS DO PROJETO

Na implementação de um projeto de PIMS, é preciso adotar algumas premissas como fundamentais; de forma a garantir a boa funcionalidade do sistema de controle previamente existente na unidade, assim como as condições de segurança e padronização ditada pelas boas práticas das empresas. As premissas a seguir foram consideradas para o projeto de PIMS da unidade de PVC da Braskem.

3.1.1 Referentes ao Sistema de Controle

- A nova aplicação não deve possibilitar nenhuma espécie de risco ao sistema de controle ao qual interage, assim como ao processo ao qual se refere [5];
- Nesse intuito, na utilização dos servidores OPC no projeto, somente deve ser permitida a aquisição de dados vinda do sistema de controle, nunca a escrita neste;
- O *switch ethernet* utilizado para interligar as estações de operação e engenharia do sistema de controle (rede de automação), assim como os componentes do sistema PIMS (rede corporativa), deve ter em si configurado duas *Vlans (Virtual Local Area Networks)*, de forma a garantir a independência e segurança entre as redes;
- O servidor PIMS, sistema computacional que possui duas placas de rede ethernet e se encontra nas redes de automação e corporativa, é responsável pelo roteamento de pacotes de informação entre as redes, garantindo a seletividade e controle de tráfego entre as redes;

3.1.2 Referentes a Segurança e Controle de Acesso

- O servidor precisa ter instalado um sistema antivírus, idêntico ao já utilizado nas máquinas dos usuários da rede corporativa, já que esse se encontra na rede corporativa e está sujeito a possíveis vírus oriundos desta [10];
- O antivírus do servidor PIMS, assim como é feito com os demais antivírus das máquinas corporativas, devem estar sempre atualizados com os *updates* mais recentes do fabricante [9];
- É necessária a configuração de um *firewall* no *switch ethernet*, responsável pelo bloqueio de pacotes para a rede de automação oriundos da rede corporativa;
- As senhas criadas para o *login* nos sistemas operacionais relativos aos componentes do sistema PIMS devem ser senhas “fortes”, e devem ser trocadas periodicamente;
- Não devem existir rotas criadas para que qualquer dos componentes do sistema PIMS possa acessar a *Internet*, já que essas não se fazem necessárias e poderiam vir a se constituir como vulnerabilidade do sistema;
- Não devem estar habilitadas, em nenhum dos componentes do sistema PIMS, portas as quais esses não estejam ou não precisem estar utilizando.

3.2 HARDWARE

Na implementação do projeto, faz-se necessário a utilização de itens de *hardware* dos mais modernos que existem no mercado; que possuam características que garantam maior confiabilidade e disponibilidades possíveis à aplicação [5]. Dentre o *hardware* apontado como necessário ao projeto, estão um servidor PIMS, dois servidores OPC (um para cada uma das plantas da unidade PVC), um *Switch ethernet*, além da correta disposição dos componentes em rede.

3.2.1 Servidor PIMS

Como servidor PIMS, foi utilizado um sistema computacional com características de redundância de fontes de alimentação, grande capacidade de processamento e memórias. A máquina possui quatro discos de armazenamento, configurados em RAID 5, que possibilita divisão de armazenamento de dados entre os discos, além de redundância no armazenamento [8]. A máquina possui, ainda, duas placas de rede ethernet. Tem-se na figura 2 uma foto do sistema computacional em questão:



Figura 2: Sistema Computacional do Servidor PIMS [2]

As especificações técnicas do sistema computacional em questão foram resumidas a seguir:

Tabela 1: Especificações Técnicas do Servidor PIMS [2]

Memória		Processador	
Arquitetura	Módulos de memória DIMM SDRAM DDR2 PC2 3200 ECC registrada de 144 bits, funcionamento a 400 MHz	Tipo de Processador	Dois processadores Intel® Xeon™ com uma frequência de clock de 3,2 Ghz
Capacidades de módulo de memória	2 GB em uso (máximo de 24 GB)	Velocidade do Barramento frontal	800 MHz
Conectores		Cache L2	1 MB de memória cachê interna
De acesso externo		Video	
Parte posterior		Tipo de vídeo	Placa Controladora de vídeo ATI Radeon 7000-M; conectores VGA
Rede Ethernet	2 RJ-45 (para portas gigabit)	Memória de vídeo	16 MB
Teclado estilo PS/2	Conector DIN de 6 pinos	Alimentação	
Mouse compatível PS/2	Conector DIN de 6 pinos	Descrição de Fonte AC (por Fonte de Alimentação)	
Serial	DB-9, compatível com o Standard 16550	Potencia	700 W
USB	2 entradas, compatíveis com USB 2.0	Tensão	84-264 VAC, ajuste automático, 47-63 Hz, 10,1 A
Video	VGA de 15 pinos	Dissipação de calor	2388 BTU/h como máximo
Parte frontal		Tempo de Chaveamento entre Fontes (cond. de Falta)	20ms
Vídeo	VGA de 15 pinos	Máxima corrente na falta	A corrente ao ligar pode alcançar o valor de pico
USB	2 entradas, compatíveis com USB 2.0	Baterias	
Unidades		Bateria do sistema	Célula Eletrolítica de lítio de 3,0 V CR 2032
Unidades de disco rígido	Cinco unidades Ultra320 SCSI internas e conectáveis, com		
Unidade de CD / DVD	Um gravador de CD / DVD		

3.2.2 Servidores OPC

Foram utilizados no projeto dois servidores OPC, de forma a segregar a captação de dados das duas diferentes plantas contidas na unidade de produção. Optou-se, nesse caso, por sistemas computacionais com redundância de fontes de alimentação, com alta capacidade de processamento e memórias. Há dois discos de armazenamento e RAID 1 configurado (espelhamento simples de disco) [8]. Tem-se na figura 3 uma foto do sistema computacional em questão:



Figura 3: Sistema Computacional dos Servidores OPC [3]

As especificações técnicas do sistema computacional em questão encontram-se na tabela 2:

Tabela 2: Especificações Técnicas dos Servidores OPC [3]

Memória		Processador	
Arquitetura	Módulos de memória DIMM SDRAM DDR2 PC2 3200 ECC registrada de 144 bits, funcionamento a 400 MHz	Tipo de Processador	Dois processadores Intel® Xeon™ com uma frequência de clock de 3,2 Ghz
Capacidades de módulo de memória	2 GB em uso (máximo de 12 GB)	Velocidade do Barramento frontal	800 MHz
Unidades		Cache L2	1 MB de memória cachê interna
Unidades de disco	Duas unidades SATA	Video	
Unidade de CD / DVD	Um gravador de CD e leitor de DVD	Tipo de vídeo	Placa Controladora de vídeo ATI Radeon 7000-M; conectores VGA
Conectores		Memória de video	16 MB
De acesso externo		Alimentação	
Parte posterior		Descrição de	
Rede Ethernet	1 RJ-45 (para portas gigabit)	Potencia	675 W
Teclado estilo PS/2	Conector DIN de 6 pinos	Tensão	100-240 VAC, 50-60 Hz
Mouse compatível	Conector DIN de 6 pinos	Dissipação de	2217 BTU/h como máximo
Paralela	DB-25	Tempo de Chaveamento	20ms
Serial	DB-9, compatível com o	Máxima corrente	A corrente ao ligar pode
USB	2 entradas, compatíveis com USB 2.0	Baterias	
Video	VGA de 15 pinos	Bateria do sistema	Célula Eletrolítica de lítio de 3,0 V CR 2032
Parte frontal			
USB	2 entradas, compatíveis com USB 2.0		

3.2.3 Switch

Para a formação dos barramentos de rede de automação e corporativa, assim como possibilitar a integração da rede através do Servidor PIMS, fez-se necessário a utilização de um *Switch*. O *Switch* possibilita, ainda, o controle de tráfego e eliminação de colisão de pacotes nas redes [7]. A figura 4 contém uma foto do *Switch* utilizado:



Figura 4: Switch Ethernet de Automação [4]

Na tabela 3, segue uma lista das características do componente:

Tabela 3: Especificações Técnicas do Switch Utilizado [4]

Portas	48 x 10/100 + 2 x 1000Base-SX
Característica de Comunicação /Porta	<i>Full Duplex</i>
Processador	ASICS POWERPC 403C
<i>Backplane</i>	13.6 GBPS
<i>Forwarding Bandwith</i>	13.6 GBPS
Performance	10.1 MPPS
<i>Buffer / Porta</i>	8 MB
VLANS (máx.)	250
Memória	32 MB DRAM
Memória Flash	8 MB
Endereços MAC	8000
Alimentação	100 ~ 240 VAC
MTBF	274,916 HORAS

3.3 REDE

Para o projeto de PIMS, é necessária uma adequação da rede ethernet já existente, de forma a contemplar os novos componentes e atender as especificações de segurança e funcionalidade do novo sistema [5]. As considerações a seguir foram adotadas para o projeto da unidade PVC.

3.3.1 Topologia de Rede

Antes do projeto, havia uma topologia de rede com redes *ethernet* distintas para as diferentes plantas da unidade. Tem-se, na figura 5, a topologia de rede citada:

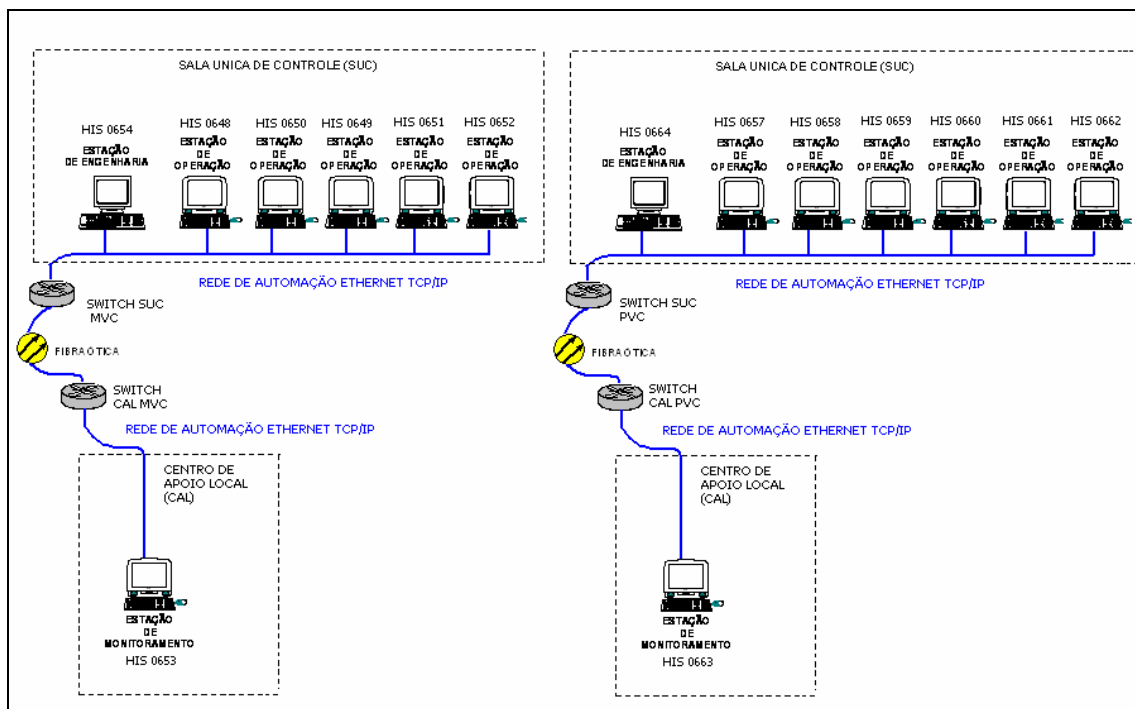


Figura 5: Topologia de Redes de Automação Distintas

Porém, devido ao fato de o servidor PIMS ser comum às duas plantas, a integração entre as redes ethernet de automação fez-se necessária. Foram trocados os dois *Switch's* existentes por um único, com duas *Vlans* configuradas; uma para a rede de automação integrada entre as plantas, e a outra para uma rede que faz a interface com a rede corporativa.

Na figura 6, visualiza-se as estações de operação e engenharia das plantas, que se encontram na SUC (Sala Única de Controle):

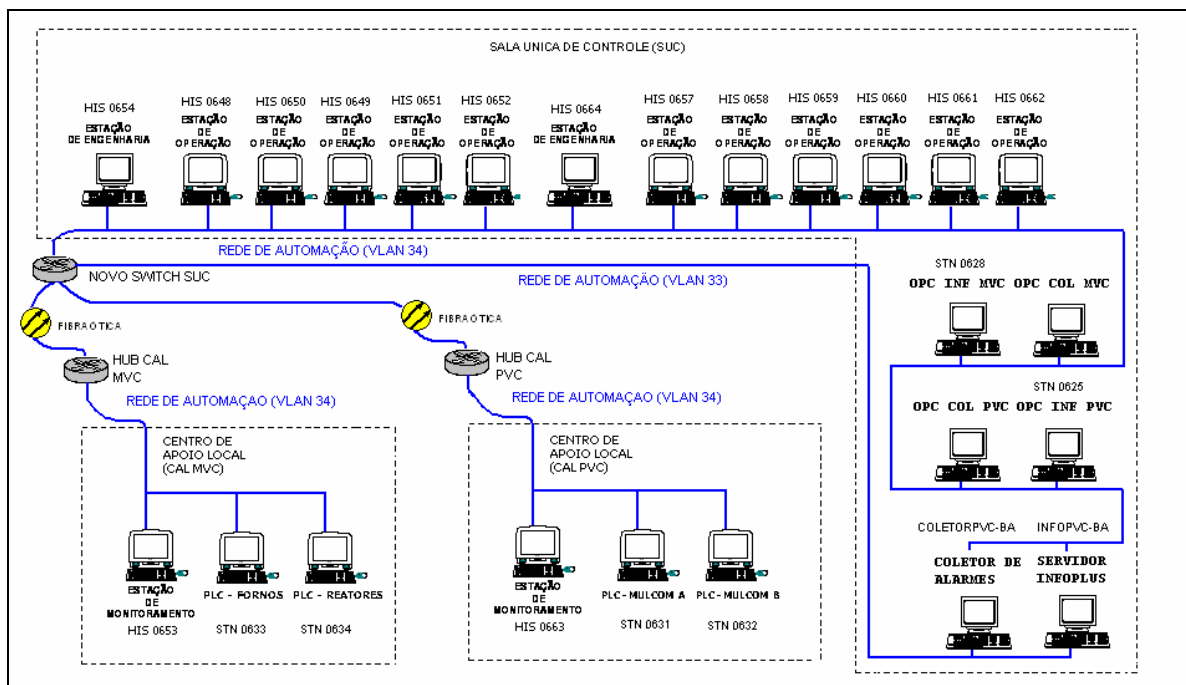


Figura 6: Topologia de Redes de Automação e Corporativa

Encontra-se ainda na SUC os servidores OPC e o servidor PIMS. Além dos itens citados, vê-se na figura mais dois servidores OPC e um coletor de alarmes. Trata-se de outra aplicação e não será abordada nesse trabalho.

Há estações de operação nos CAL's das plantas (Centros de Apoio Locais), local onde ficava as antigas salas de controle e onde operadores de campo podem monitorar os sinais de campo. Estão ainda nas CAL's os PLC's de segurança das plantas, que também estão na rede ethernet de automação. Os sinais ethernet das CAL's são concentrados em Hub's locais, que são enviados via fibra ótica para a SUC, sendo que fez-se necessário a utilização de 2 conversores de mídia (Fibra Ótica / Ethernet), estando o sinal ethernet de cada uma delas em uma porta do Switch.

Seguindo os padrões das boas práticas em segurança e controle de tráfego em redes [7], foram criados os seguintes endereços de rede no *Switch (Vlans)*:

Tabela 4: Endereços das Redes de Automação

Endereço Rede PIMS	172.33.0.0
Endereço Rede Automação	172.34.0.0

Tem-se, nas tabelas 5 e 6, uma lista dos componentes da *Vlan 34*, *Vlan 33* e informações referentes:

Tabela 5: Lista dos Componentes da Rede de Automação – *Vlan 34*

Planta	Descrição	Host Name	Endereços IP
MVC	OPC Infoplus MVC	STN 0628	172.34.6.28
MVC	Mulcom – Fornos	STN 0633	172.34.6.33
MVC	Mulcom – Reatores	STN 0634	172.34.6.34
MVC	Estação Operação	HIS 0648	172.34.6.48
MVC	Estação Operação	HIS 0649	172.34.6.49
MVC	Estação Operação	HIS 0650	172.34.6.50
MVC	Estação Operação	HIS 0651	172.34.6.51
MVC	Estação Operação	HIS 0652	172.34.6.52
MVC	Estação CAL	HIS 0653	172.34.6.53
MVC	Estação Engenharia	HIS 0654	172.34.6.54
PVC	OPC Infoplus PVC	STN 0625	172.34.6.25
PVC	Mulcom A	STN 0631	172.34.6.31
PVC	Mulcom B	STN 0632	172.34.6.32
PVC	Estação Operação	HIS 0657	172.34.6.57
PVC	Estação Operação	HIS 0658	172.34.6.58
PVC	Estação Operação	HIS 0659	172.34.6.59
PVC	Estação Operação	HIS 0660	172.34.6.60
PVC	Estação Operação	HIS 0661	172.34.6.61
PVC	Estação Operação	HIS 0662	172.34.6.62
PVC	Estação CAL	HIS 0663	172.34.6.63
PVC	Estação Engenharia	HIS 0664	172.34.6.64
MVC / PVC	Servidor Infoplus	INFOPVC-BA	172.34.6.45
MVC / PVC	Coletor de Alarmes	COLETORPVC-BA	172.34.6.46

Tabela 6: Lista dos Componentes da Rede de Automação – *Vlan 33*

Componentes	Endereços IP
Switch Cisco 48P	172.33.1.1
Servidor Infoplus	172.33.1.2
Coletor de Alarmes	172.33.1.3

3.4 SOFTWARE APLICATIVO

Nessa seção, será tratada a infra-estrutura de *software* necessária ao projeto. O *software* aplicativo, ou *software* do PIMS, possui uma arquitetura cliente-servidor, onde um sistema computacional que possui o *software* numa versão servidora disponibiliza dados a outros diversos sistemas computacionais que possuam a versão cliente, desde que estejam na mesma rede e possuam os usuários cadastrados na servidora [7].

Para o projeto, é necessário que a versão do *software* servidor seja instalado no servidor PIMS, enquanto que as versões clientes sejam instalados nas maquinas dos usuários na rede corporativa.

3.4.1 Software Servidor

3.4.1.1 Arquitetura Geral

Tem-se ilustrado, na figura 7, a arquitetura geral do *software* servidor, onde se vê com clareza a sua posição junto a interface com outros sistemas:

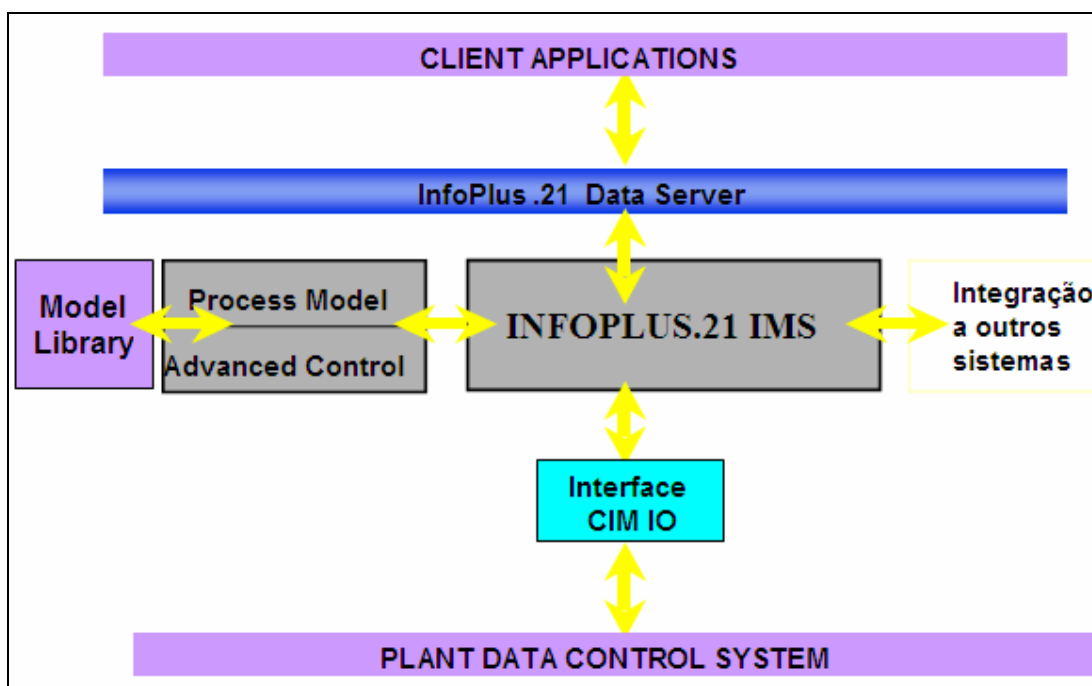


Figura 7: Arquitetura Geral do *Software* Servidor [5]

Na parte inferior da figura, vê-se a Interface CIM IO, que é responsável pelo relacionamento direto do *software* servidor com o sistema de controle da planta. Funciona como uma espécie de camada da rede, convertendo e desconvertendo dados de OPC para a estrutura do *software* servidor. Já a parte superior contém o servidor de dados do *software* aplicativo, responsável pelo envio de dados para as ferramentas do *software* versão cliente [6]. Essas interfaces estão contidas nas versões do software instalados no servidor e nos clientes, conforme a figura 8:

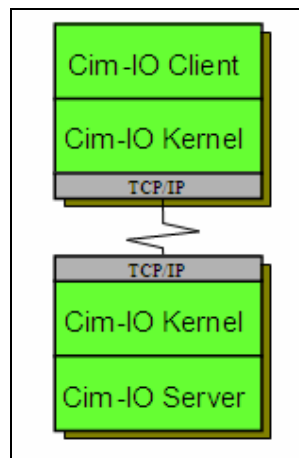


Figura 8: Interface CIM-IO do *Software* Aplicativo [5]

- CIm IO Cliente: protocolo responsável pela conversão de dados vindos do servidor para a estação cliente;
- CIm IO Kernel: protocolo de correção de erros, responsável pela confiabilidade na transmissão de dados entre estação servidora e estação cliente;
- CIm IO Servidor: protocolo responsável pela conversão de dados OPC para a estrutura do *software* aplicativo.

3.4.1.2 Base de Dados

O *software* servidor utilizado usa como estrutura de armazenamento de dados uma base de dados temporal própria, denominada repositório de dados. Cada repositório apresenta uma estrutura disposta em arquivos, denominados *files sets*. Num *file set* deve-se especificar o período de armazenamento e a capacidade em disco máxima de ocupação de dados, tendo em mente o tempo máximo de histórico desejado para armazenamento em disco [6]. Tem-se ilustrado na figura 9 a distribuição dos repositórios de dados:

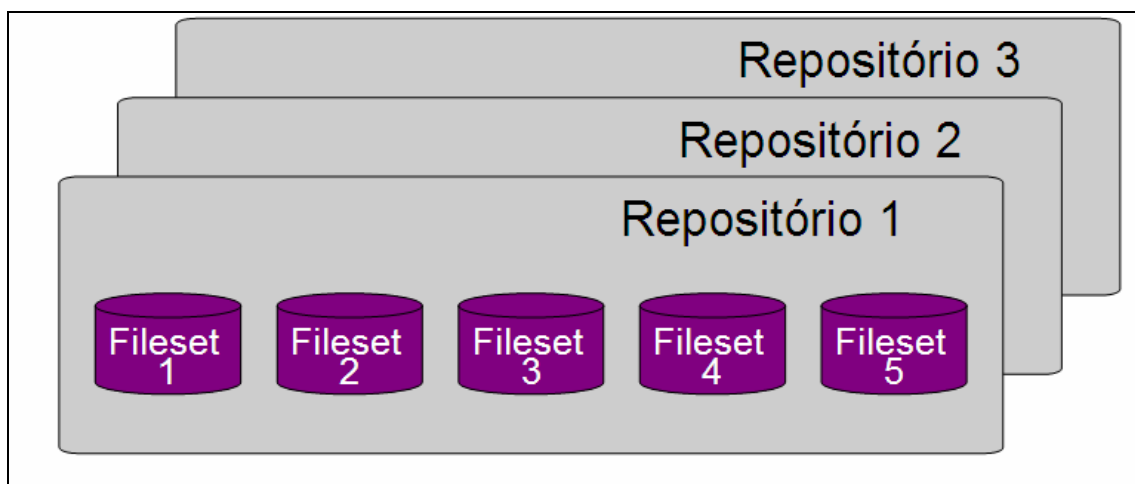


Figura 9: Repositórios de Dados do *Software* Aplicativo [5]

A base de dados armazena em memória volátil os valores correntes, que são oriundos do CIM IO. Esses dados são transferidos e armazenados, decorrido um curto período de tempo, em uma estrutura de disco à parte. Porém, a estrutura de armazenamento não é perceptível ao usuário, que consulta os dados como se eles estivessem disponíveis em memória volátil.

Tem-se na figura 10 uma ilustração da estrutura do banco de dados:

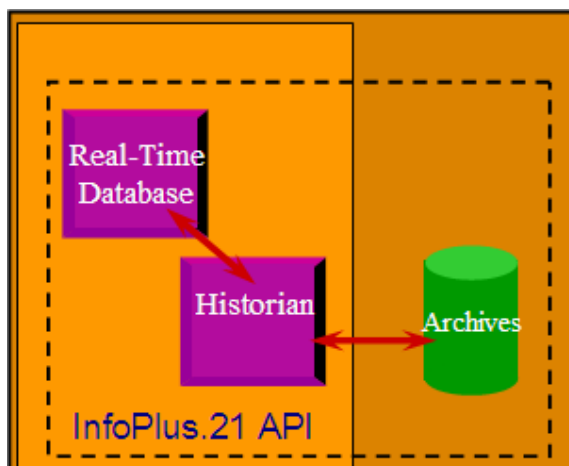


Figura 10: Estrutura do Banco de Dados do Software Servidor [5]

Dentro da estrutura do *software* servidor, os *tags* são configurados na forma de registros, correlacionando itens com funções em comum. Cada item é armazenado em um compartimento do registro, e cada um dos registros são agrupados em classes ou famílias. As principais famílias de registros utilizados pelo *software* servidor são: a que armazena valores analógicos (valores reais, pontos flutuantes) e a que armazena variáveis discretas, valores inteiros [5]. Na figura 11, tem-se um exemplo de um registro e seus itens, dentro de sua família:

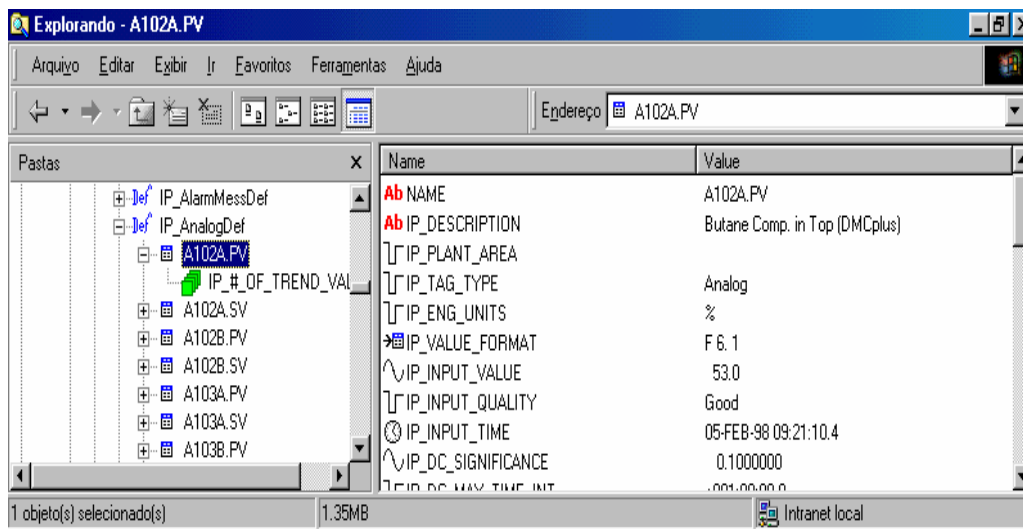


Figura 11: Exemplo de Registro do Software Servidor [5]

3.4.1.3 Compressão de Dados

O mecanismo de compressão do *software* é responsável por diminuir o número de eventos armazenados nos arquivos de histórico, excluindo os pontos não imprescindíveis para a composição de um gráfico e não os armazenando. Vê-se na figura 12 uma ilustração de como a compressão é feita pelo *software* servidor:

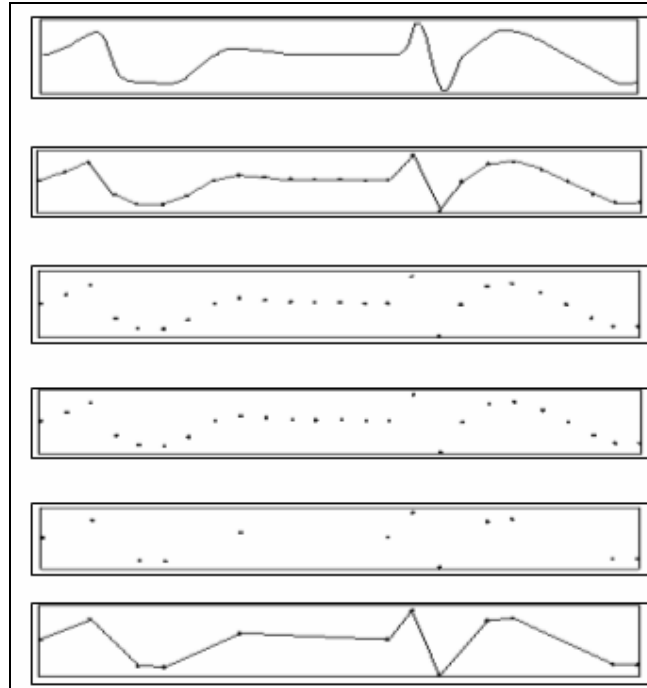


Figura 12: Sistema de Compressão do *Software* Servidor [5]

O *software* servidor possui três diferentes algoritmos de compactação de dados [6]:

- *Boxcar-backslope* modificado: para variáveis com comportamento interpolado; a amostra é armazenada quando o intervalo de tempo entre o novo dado e o último dado em histórico é maior que um limite especificado, ou quando o novo valor desvia do último valor armazenado de mais do que um limite de desvio especificado.
- Compressão em degraus: para variáveis com comportamento em degrau; sempre que um novo valor é coletado, ele é comparado com o limite de desvio definido para o registro. Se não há variação de amplitude, não há armazenamento de novos pontos, independentemente do tempo.
- Compressão de texto: para o registro do tipo texto, o sistema não vai gravar um dado novo se ele for o mesmo que o último gravado. Porém, se o novo valor for o mesmo que o último armazenado, mas o intervalo de tempo entre eles for maior que o limite definido, ele será armazenado.

3.4.2 Software Cliente

O *software* cliente é composto pelo conjunto de ferramentas do *software* aplicativo utilizadas para se acessar os dados disponibilizados pelo *software* servidor. Essas ferramentas deverão estar instaladas em cada um dos sistemas computacionais clientes, estando esses na mesma rede do sistema computacional servidor [5]. Em seguida, serão descritas cada uma das ferramentas e suas funções.

3.4.2.1 Historiador de Processos

A ferramenta Historiador de Processos possibilita a criação de gráficos de tendência personalizadas por usuário. Possibilita ainda a análise estatística das variáveis medidas. Na figura 13, tem-se um exemplo de um *tag* capturado:

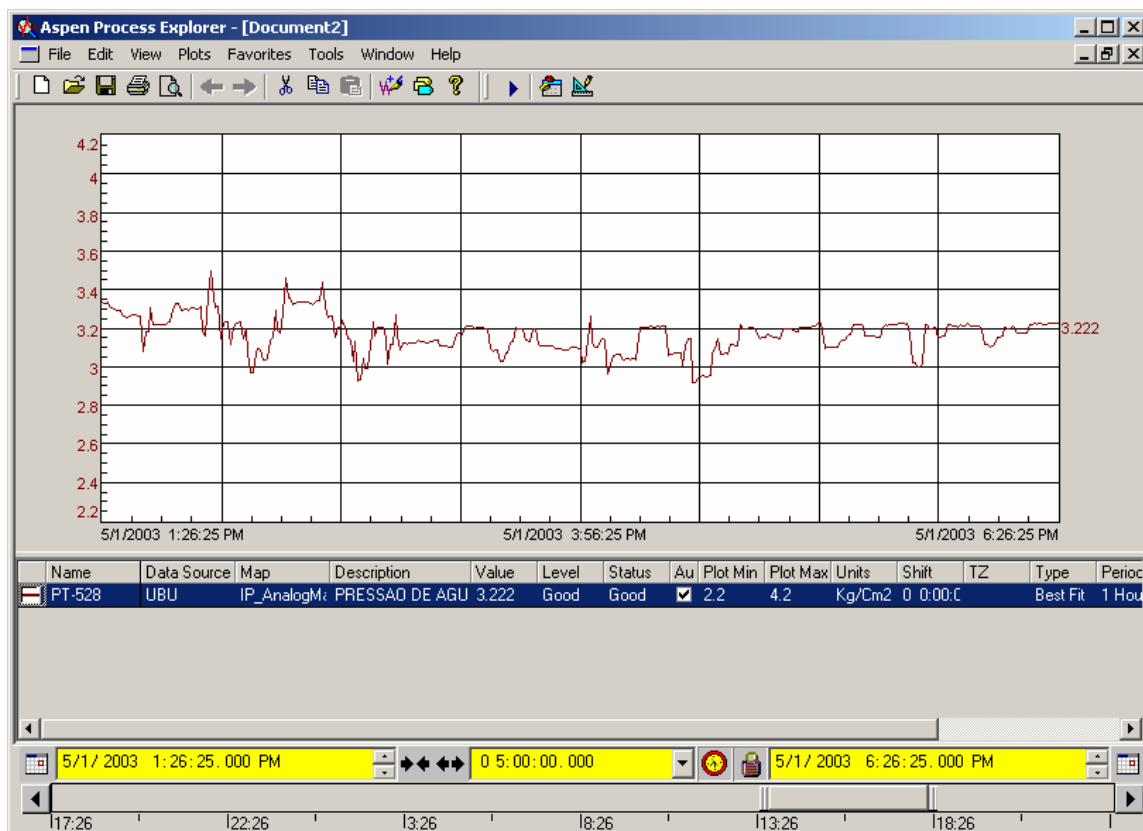


Figura 13: Captura de *tag* no Historiador de Processos [5]

Tem-se na figura 13 a área gráfica, onde se pode acompanhar a evolução de um *tag* nos eixos da escala e do tempo. Têm-se duas barras de ferramentas na parte inferior; a primeira para incluir os *tags* a serem monitorados e a segunda para se seleccionar o período a ser mostrado. A ferramenta permite tanto o acompanhamento em tempo real das variáveis, quanto a pesquisa por eventos passados [5]. O tempo de histórico é configurável e varia com o espaço em disco disponível, porém é comum um histórico de pelo menos cinco anos.

O Historiador de Processos permite, ainda, a criação de gráficos estatísticos para análise das variáveis e seus processos. Dentre eles; gráficos de análise de variabilidade, histograma, desvio padrão e gráfico de desvios acumulados. Segue um exemplo de um dos gráficos citados acima, na figura 14:

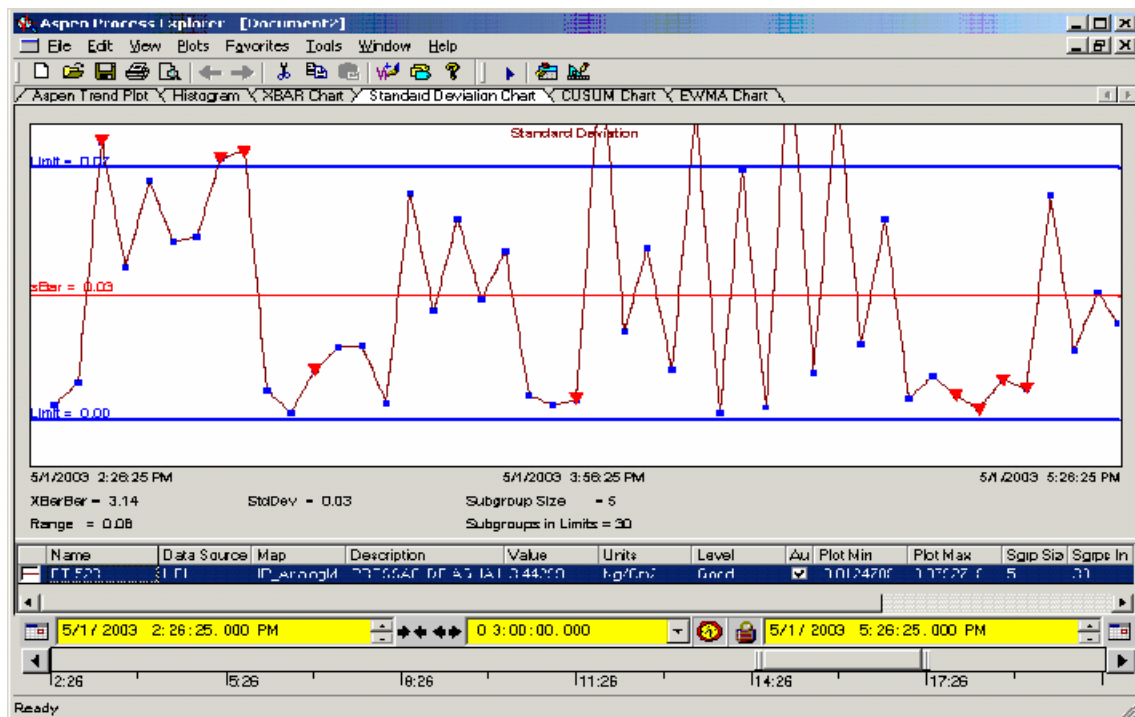


Figura 14: Análise de Desvio Padrão no Historiador de Processos [5]

3.4.2.2 Editor de Gráficos

O Editor de Gráficos possibilita a criação de telas gráficas personalizadas pelo usuário, exibindo informações em tempo real. Nele, é possível se desenvolver ainda fluxogramas e sinóticos com conexão de objetos, ou funções que animam objetos [5]. Possui total integração com o Historiador de Processos, podendo ser usado em conjunto com gráficos de tendência.

Um exemplo de tela gráfica criada pode ser visualizado na figura 15:

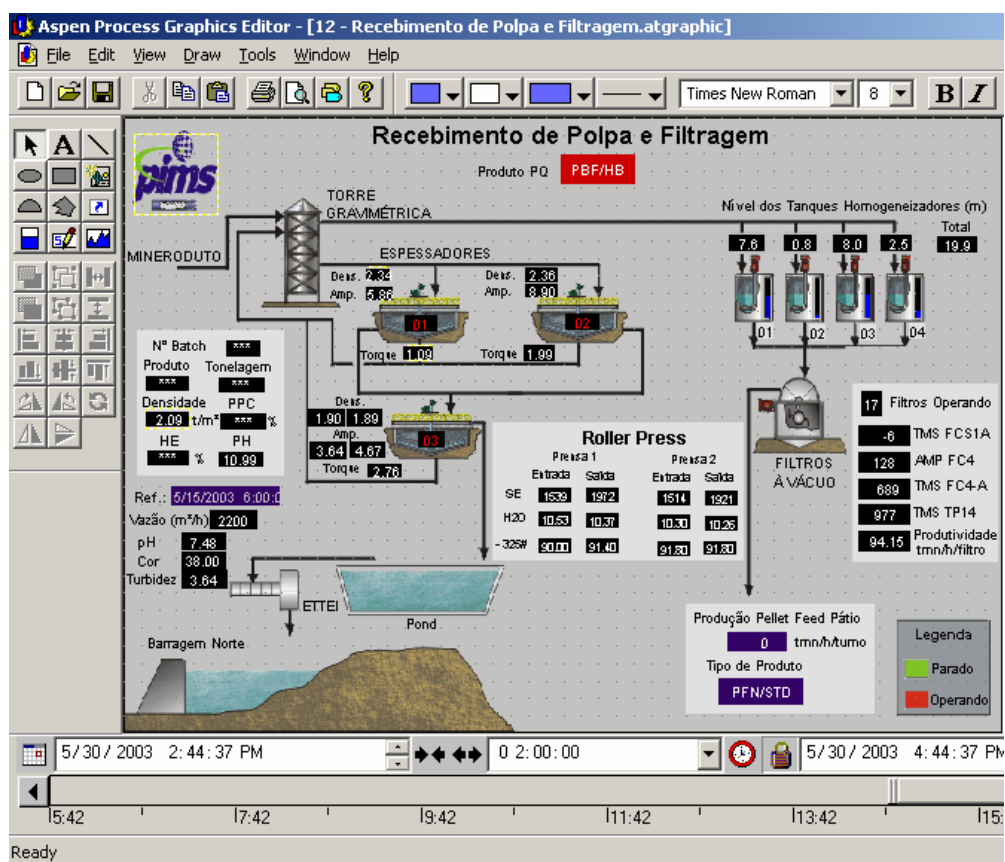


Figura 15: Tela Criada no Editor de Gráficos [5]

3.4.2.3 Add-In do Excel

Os dados disponibilizados podem ser exportados para planilha *Excel*, para que o usuário possa manipulá-lo, conforme desejado. Estão disponíveis desde leituras em tempo real de *tags* a pesquisa de evolução temporal de variável, minuto a minuto. Basta antes ativar o *Add-In* do *software* cliente, nas configurações do *Excel*, e manipular as opções desejadas no menu do *Add-In*:

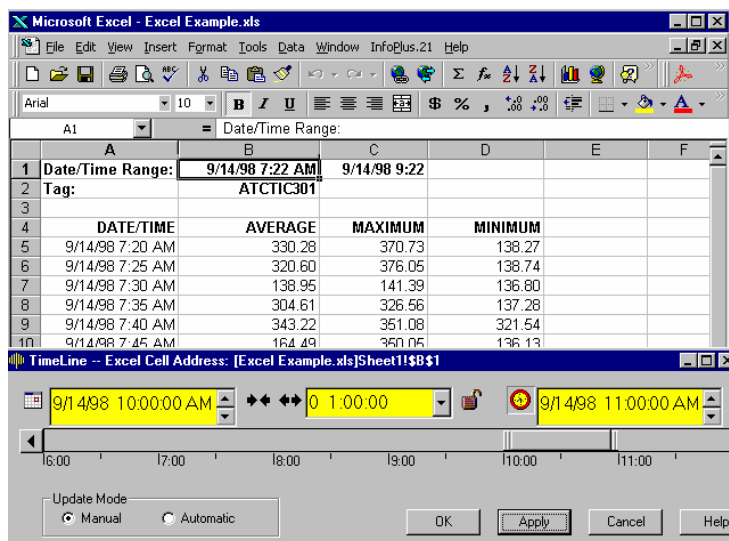


Figura 16: Aquisição de Dados utilizando *Add-In* do *Excel* [5]

3.4.2.4 Editor de SQL

Ferramenta do *software* cliente que possibilita leitura e escrita de dados no *software* servidor, através de *queries*. Essas *queries* podem acessar e registrar dados na base de dados do *software* aplicativo, em arquivos texto ou em tabelas de bancos relacionais.

A ferramenta possui como padrão a linguagem SQL, o que facilita sua utilização. O Editor de SQL consulta os dados na forma de registros, a partir de filtros requisitados; os dados extraídos podem ser somente visualizados, ou serem exportados para outras interfaces [6].

O Editor de SQL também é requisitado durante o funcionamento de outras ferramentas do *software* Client (Ex.: Historiador de Processos, *Add-In do Excel*), sendo esse funcionamento interno não visível ao usuário.

Encontra-se na figura 17 um exemplo de *query* executada no Editor de SQL:

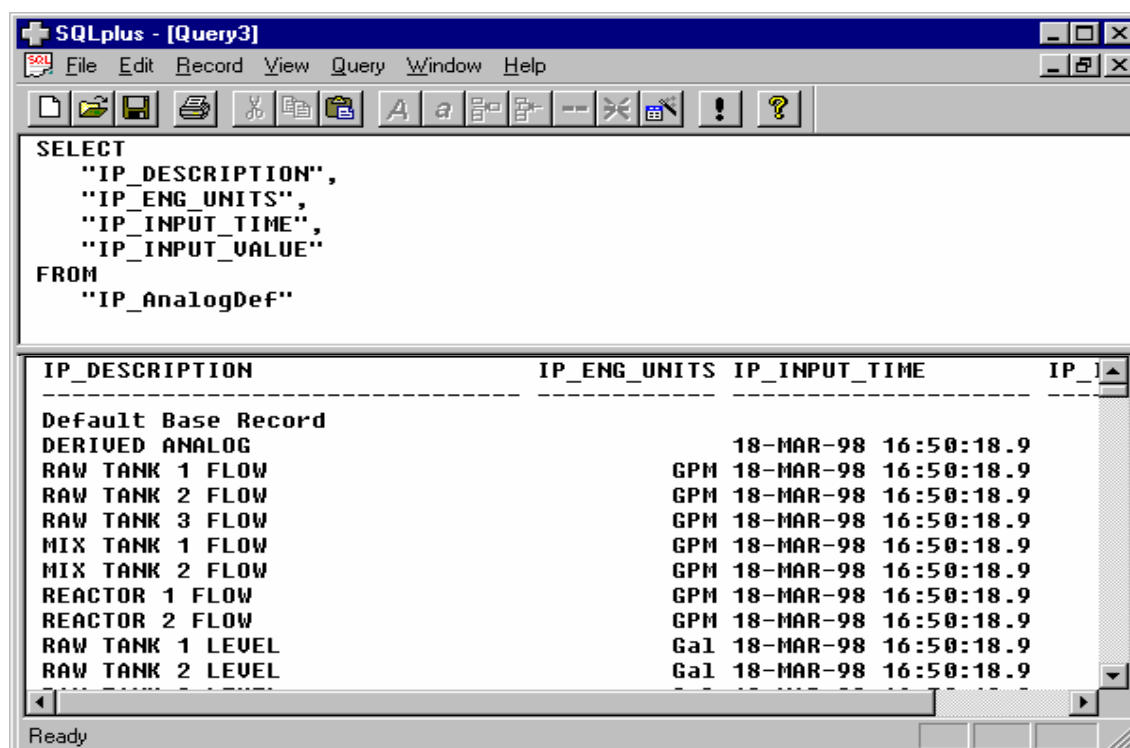


Figura 17: Utilização de *query* no Editor de SQL [5]

3.4.2.5 Editor de Cálculos

Ferramenta do *software* cliente em que são criados pelo usuário cálculos a serem periodicamente ou pontualmente realizados. A ferramenta dispõe, ainda, de ambiente para teste e simulação de cálculos; e permite o desenvolvimento de bibliotecas e formulas padronizadas, o que facilita sua utilização. Podem ser utilizados constantes, operadores ou *tags* na confecção dos cálculos [5].

Tem-se na figura 18 a interface da ferramenta em que estão os cálculos criados:

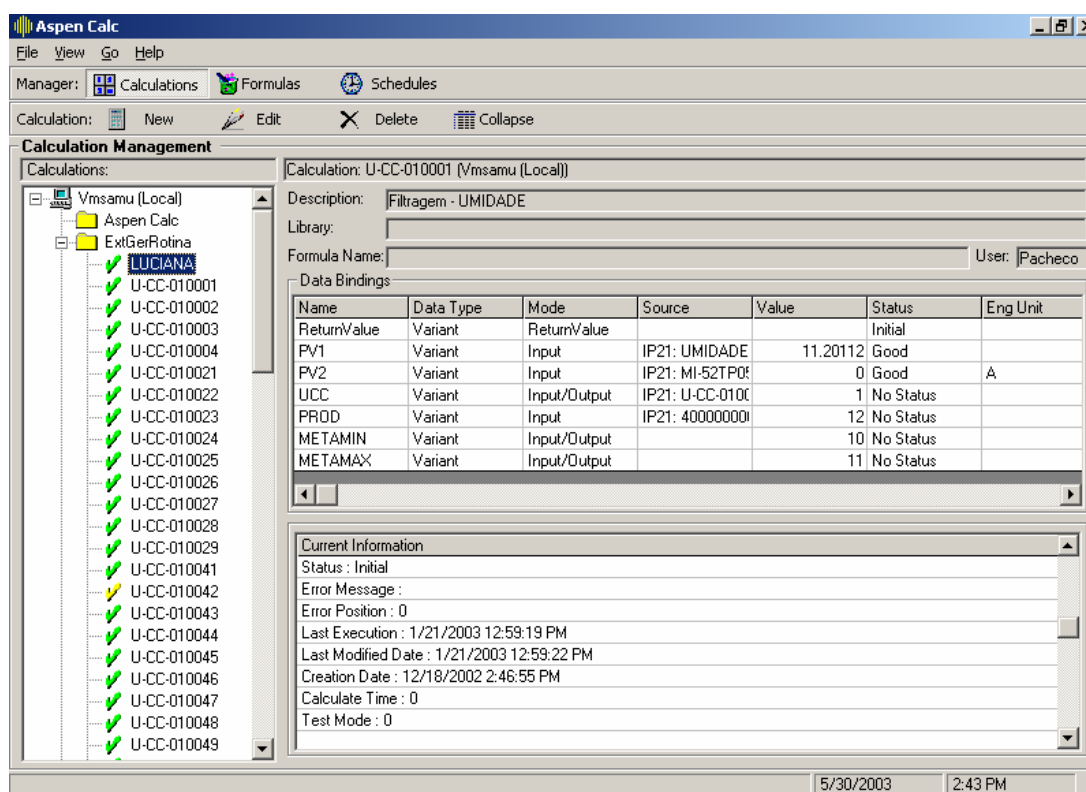


Figura 18: Interface do Editor de Cálculos [5]

Na parte esquerda da figura, vêem-se os cálculos criados pelo usuário, sinalizados em verde e em amarelo. À direita, na parte central da figura, estão as variáveis envolvidas nos cálculos, suas fontes e seus valores correntes. Na parte inferior, encontra-se o status do último cálculo realizado.

4 PADRONIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE TRABALHO

Apesar de fundamental, a correta implementação das etapas de projeto não garante, por si só, os ganhos esperados com a aplicação. Para a correta utilização de um PIMS, otimizando o seu potencial, são necessários padrões de trabalho a serem criados e reformulados; padrões esses que vão desde a criação de documentos ou arquivos que norteiem a correta utilização das ferramentas do PIMS, até a formação de uma nova cultura organizacional, que acredita na nova ferramenta implementada e quer incorporá-la, de fato, no seu cotidiano.

Os padrões, inicialmente, poderão ser baseados nos *benchmarks* de outras unidades fabris, que já possuem o PIMS implementado há algum tempo. Com o tempo, os próprios usuários, em conjunto com a engenharia de automação da unidade, irão definir novos padrões, de forma a atender suas necessidades específicas [5]. A seguir, têm-se alguns exemplos de padrões de arquivos de trabalho a serem implementados.

4.1 TELAS GRÁFICAS

O PIMS deve possuir suas telas gráficas próprias, independentes das telas gráficas utilizadas pela operação no sistema de controle. Essas telas devem conter as áreas e equipamentos mais críticos, ou *overview* de processos e balanços, possuindo foco predominantemente gerencial. Indicações referentes a rotinas operacionais não devem ser contempladas nessas telas [5].

Na figura 19, tem-se um exemplo de tela gráfica construída para o PIMS. Nessa tela, tem-se uma torre cujo acompanhamento é fundamental para o atendimento às especificações do produto final:

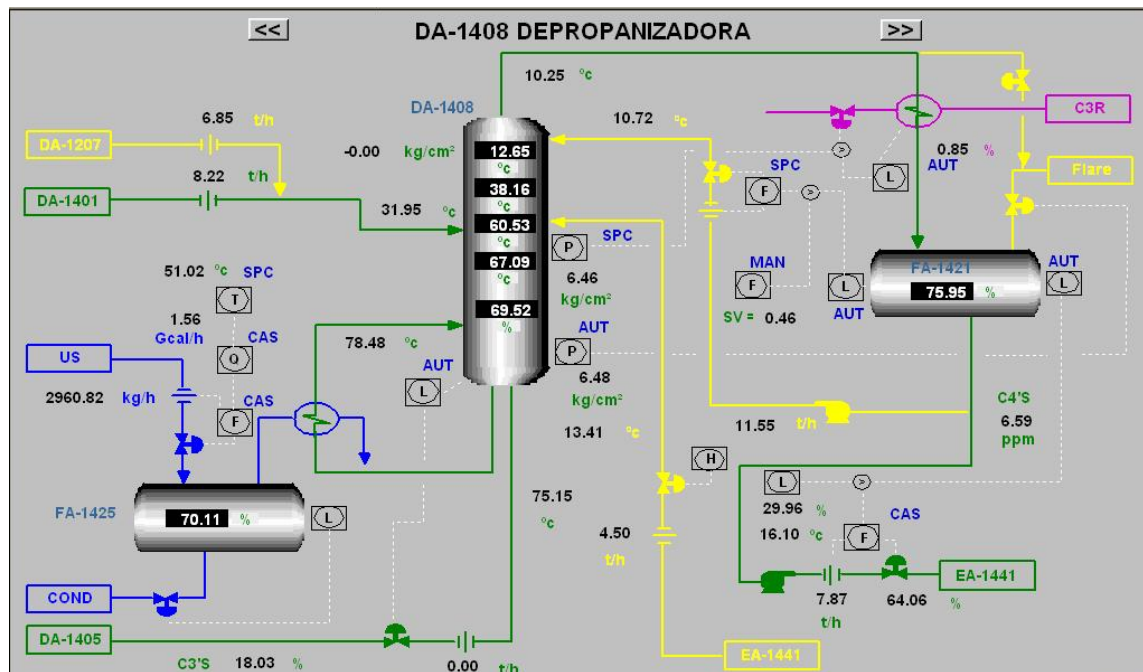


Figura 19: Tela de Acompanhamento de Processo [5]

Em seguida, vê-se um exemplo de tela gráfica de *overview* de processo, onde se é possível se acompanhar uma determinada seqüência de eventos e se ter uma visão macro da situação de determinada área:

RESTRIÇÕES DE CARGA - UO1												
	F01	F02	F03	F04	F05	F06	F07	F08	F09	F11	F12	F13
Carga atual	21.89	24.24	26.50	0.00	26.17	0.39	26.00	12.30	0.15	25.32	26.00	23.13
Carga - Predição	21.85	24.15	26.50	21.40	26.50	21.00	26.02	12.30	8.86	25.41	26.00	23.24
Carga - Upper Limit	25.20	26.50	26.50	23.50	26.50	26.50	26.50	14.00	11.00	26.50	26.00	26.50
Delta Carga	3.31	2.26	0.00	23.50	0.00	26.11	0.50			1.18	0.00	3.37
DMC	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■
CARGAMAX	■	■	■	■		■	■			■	■	■
Concentração O2										■		■
Posição Damper										■		■
Vazão Gás Comb.	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■
Posição FCV carga P1	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■
Posição FCV carga P2	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■
Posição FCV carga P3	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■
Posição FCV carga P4	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■
Posição FCV carga P5	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■
Posição FCV carga P6	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■
Posição FCV DS P1	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■
Posição FCV DS P2	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■
Posição FCV DS P3	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■
Posição FCV DS P4	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■
Posição FCV DS P5	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■
Posição FCV DS P6	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■
Temperatura TLE P2/3	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■
Temperatura TLE P1/4	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■
Temperatura TLE P6/5	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■
Abertura média HICs	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■
CARGAMAX	Ext. Target	Carga Liq. Atual		Upper Limit dos Fornos				Delta Carga		Delta Carga Nominal		
	205.0	199.22		233.7				34.48		39.28		
COMPOSITE	Carga Máxima no ET				dP DA1301 no Limite				OC DA1301 no Limite			
	■				■				■			

Figura 20: Tela de *Overview* de Processo [5]

4.3 RELATÓRIOS DE DADOS

Já que o PIMS possui total integração com o *Excel*, é possível se criar macros em VBA (*Visual Basic for Applications*) para facilitar a aquisição de dados de histórico dos *tags* ao usuário. Essas macros consultam diretamente, via SQL, o banco de dados do *software* aplicativo [5].

Na figura 22, têm-se exemplos de macros para se extrair o histórico ou a média de determinado grupo de *tags* em um determinado período de tempo, definidos pelo usuário:

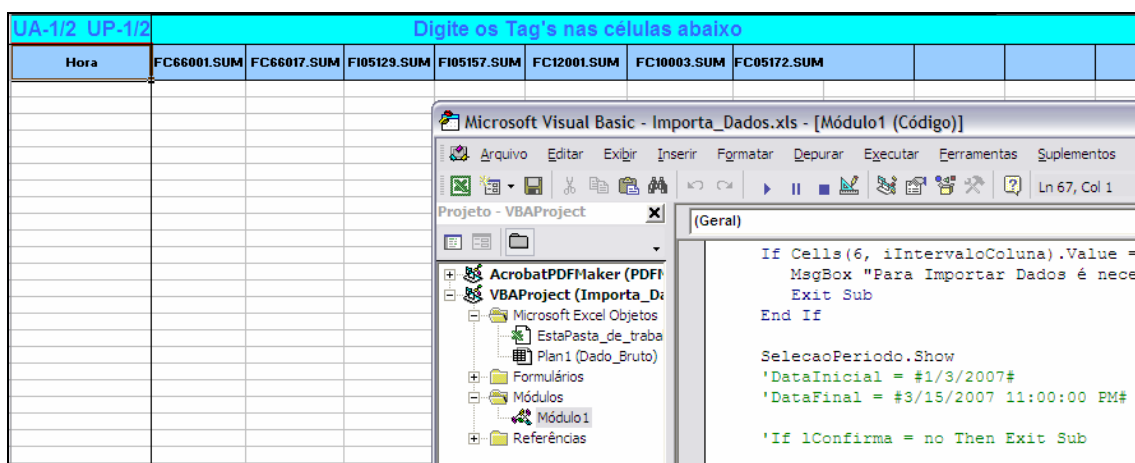


Figura 22: Macro de Extração de Dados [5]

5 LIÇÕES APRENDIDAS

Esse tópico visa relatar experiências e conclusões após a implementação do projeto da unidade PVC, onde foram identificados pontos de melhoria a serem considerados nas próximas oportunidades.

5.1 REDE ETHERNET DE AUTOMAÇÃO

A rede *ethernet* de automação é a mesma para as duas plantas existentes na unidade (MVC e PVC), ou seja, estão em uma *Vlan* única. Considerou-se, para esse fato, que a rede de controle é distinta da rede *ethernet* e que a integração não traria qualquer espécie de limitação ao sistema. Porém, esse fato não é totalmente verdade.

A rede *ethernet*, além da função de poder disponibilizar via OPC dados a outros sistemas, possuem outras duas funções no sistema de controle da unidade; são elas:

- É responsável pelo fluxo de atualizações de configuração entre a estação de engenharia e as estações de operação no programa do sistema de controle. Esse fluxo de pacotes dá-se via *broadcast*, chegando a todos os componentes da rede [7];
- É responsável pelo fluxo de atualizações e consulta entre a estação de configuração do PLC de segurança da unidade e os dois PLC's de segurança (um para cada uma das plantas).

Assim, após a implementação do projeto, constataram-se os seguintes inconvenientes:

- Ao se conectar o *notebook* (estação de configuração e consulta do programa do PLC de segurança) na rede *ethernet* de automação, tentou-se fazer conexão com o PLC de segurança da planta de PVC, porém a conexão não foi possível. O fato foi inesperado, já que não haviam componentes na rede com o mesmo endereço IP. Na investigação da ocorrência, descobriu-se que os dois PLC's de segurança da unidade possuíam o mesmo *hostname* na rede, e que não era possível se trocar os *hostnames* dos componentes. Como ação para correção do problema, trocou-se o endereço de rede de um dos PLC's (o de MVC), de forma a não haver mais dois componentes com o mesmo *hostname* na mesma rede. O fato não compromete a segurança do processo, já que a comunicação do PLC de segurança com o sistema de controle dá-se pela rede de controle, mas gera o inconveniente de toda vez que se precisa acessar o programa do PLC de segurança da planta de MVC, precisa-se trocar o endereço de rede nas configurações da rede no *notebook*,
- Ao se fazer *download* entre a estação de engenharia de uma das plantas e suas estações de operação, devido ao fato de o fluxo de pacotes ser via *broadcast*, é possível se haver tráfego indesejado na rede *ethernet* de automação da outra planta, ao qual o *download* não é destinado. Porém, indícios de mau funcionamento na rede *ethernet* das estações de operação ainda não foram evidenciados.

Como os inconvenientes listados não se caracterizam como riscos ao bom funcionamento e a segurança da unidade, não estão previstas ações para segregar as redes *ethernet* de automação das plantas. Caso ocorram evidências que nos façam rever a afirmação anterior, pode-se tomar a seguinte ação definitiva:

- Segregação das redes *ethernet* de automação das plantas de MVC e PVC, a partir da criação de uma *Vlan* específica para cada uma. A topologia de rede *ethernet* de automação atual não permite esse fato, já que cada um dos servidores OPC possuem apenas uma placa de rede *ethernet*, enquanto que o servidor PIMS possui duas, que já estão sendo utilizadas para a interligação com a rede *ethernet* corporativa e de automação única. Precisa-se, portanto, do investimento em aquisição de duas placas *ethernet* novas, a serem instaladas nos servidores OPC, além da criação de duas novas *Vlans* no *Switch ethernet* de automação; uma para a rede ethernet de automação da planta de MVC e outra para a planta de PVC; sendo mantida a *Vlan* da rede *ethernet* de automação existente, onde os servidores OPC disponibilizariam os dados coletados das plantas ao servidor PIMS.

Nas figuras 23 e 24, têm-se duas gravuras ilustrativas, da disposição atual e proposta dos componentes nas *Vlans* do *Switch ethernet* de automação:

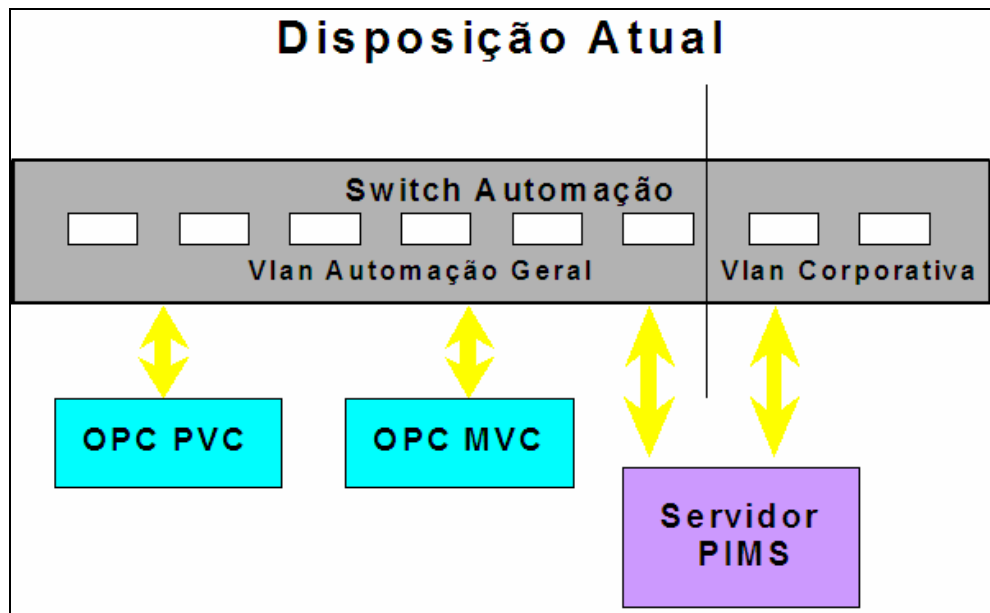


Figura 23: Disposição Atual do Switch Ethernet

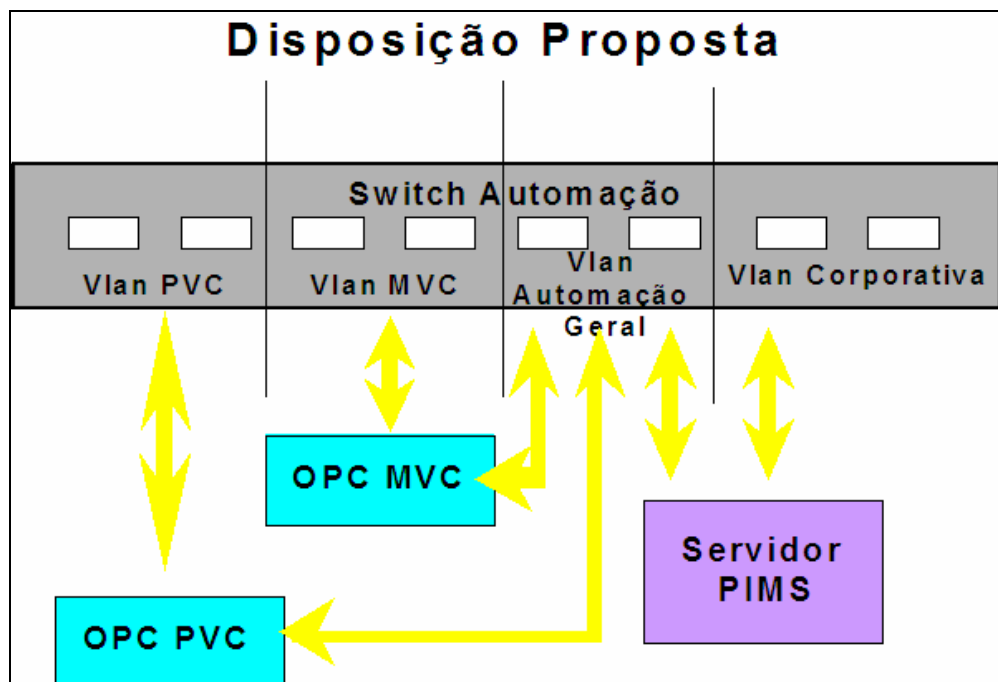


Figura 24: Disposição Proposta do Switch Ethernet

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um investimento feito em uma nova ferramenta é acompanhado de grande expectativa por parte das lideranças, a respeito do seu retorno em produtividade e redução de custos.

Quis-se, nessa monografia, não somente apresentar a ferramenta PIMS e ressaltar a importância de não se deixar de lado nenhum detalhe no projeto e execução de um sistema PIMS; mas também atentar para a questão da adequação prévia dos processos e padrões de trabalho; de forma a tornar menos traumática e mais receptiva possível a nova realidade para os usuários. Não seguir essa cartilha pode custar caro, tanto à empresa quanto aos profissionais envolvidos.

Não foi objetivo desse trabalho abordar os ganhos de produtividade e redução de custos operacionais que a ferramenta PIMS pode vir a possibilitar, sendo a adequação dos processos de trabalho condição indispensável nesse intuito. Esse pode vir a ser o tema de uma próxima monografia.

7 GLOSSÁRIO

Essa seção visa esclarecer algumas das terminologias utilizada nessa monografia, que podem ser desconhecidas a alguns dos leitores desse trabalho. Os termos encontram-se a seguir, em ordem alfabética.

- *Broadcast*: método de propagação de pacotes em rede na qual os pacotes são transmitidos a todos os componentes da rede, que devem decidir se adquirem ou descartam os pacotes correspondentes;
- ERP: *Enterprise Resources Planning* – sistemas responsáveis pela gestão dos recursos de uma empresa, que concentra diversos módulos com as mais variadas funções em um sistema integrado. O mais famoso *player* de sistemas ERP presente no mercado é a empresa alemã SAP;
- *Hostname*: nome de um componente na rede; forma alternativa ao endereço IP de designar um componente na rede.
- Hub *ethernet*: equipamento que possibilita a formação de um barramento de rede. Não possui as demais funcionalidades de um *Switch*;
- OPC: *OLE for Process Control* – protocolo de comunicação aberto, que utiliza o meio físico *ethernet* para propagação e possibilita a transmissão e recepção de dados de variáveis históricas, ou alarmes e eventos;
- PIMS: *Process Information Management System* - “sistemas que adquirem dados de processo de diversas fontes, os armazenam em um banco de dados históricos e os disponibilizam através de diversas formas de representação”;
- *Query*: estrutura de escrita ou leitura em banco de dados relacional, caracterizada por uma sentença única e objetiva;

- RAID: algoritmo configurável de agrupamento de discos rígidos no qual é possível se configurar espelhamento no armazenamento de dados de um sistema computacional. Essa propriedade permite, a custo de uso de múltiplos discos rígidos, maior confiabilidade no armazenamento de dados;
- Rede Corporativa: nesse trabalho, deve ser compreendido como rede *ethernet* criada no *Switch* para que os dados do sistema de controle possam ser disponibilizados ao servidor PIMS da unidade;
- Rede de Automação: nesse trabalho, deve ser compreendido como rede *ethernet* composta exclusivamente pelos componentes do sistema de controle da planta;
- SDCD: Sistema Digital de Controle Distribuído – sistema computacional responsável pela operação ou monitoração de variáveis de controle pertencentes a uma planta de processo;
- Servidor: sistema computacional que possui a função de disponibilizar dados ou informações numa determinada aplicação. Para cada servidor, deve existir um ou mais clientes na aplicação;
- *SQL: Structured Queued Language* – linguagem padronizada, baseada em lógica computacional, que facilita a execução de *queries*;
- *Switch ethernet*: equipamento configurável de formação de barramentos de rede que possibilita o controle de tráfego de rede, conversão de taxas de transmissão e redução de colisão de pacotes;
- *Tag*: variável cadastrada em *software* de sistema computacional que representa uma variável de processo ou instrumento existente na planta de processo;

- *VBA: Visual Basic for Applications* – linguagem de programação derivada do *Visual Basic*, de propriedade da *Microsoft*, que permite programação aplicada a ferramentas do *Microsoft Office*;
- *Vlan: Virtual Local Area Network* – rede virtual a ser criada em um *Switch*, de forma que em um único *Switch* possa existir quantas redes distintas quantas existam distintas *Vlans*, e que essas redes funcionem com total independência;

8 REFERÊNCIAS

- [1] SEIXAS FILHO, Constantino, **PIMS – Process Information Management System – Uma introdução**, disponível em <http://www.cpdee.ufmg.br/~seixas/Paginall/Download/DownloadFiles/Pims.PDF> acesso em 04 novembro 2007.
- [2] *Datasheet* do Servidor Dell PowerEdge 2850, disponível em <http://www.support.dell.com>, acesso em 04 novembro 2007.
- [3] *Datasheet* do Servidor Dell PowerEdge 1800, disponível em <http://support.dell.com>, acesso em 04 novembro 2007.
- [4] Catálogo dos *Switch's* Cisco, disponível em <http://www.mude.com.br> em 04 novembro 2007.
- [5] Apresentação do Treinamento Infoplus. 21 Foundation, realizado em Salvador, Bahia, Outubro 2007.
- [6] Infoplus.21 Database User Manual, disponível em <http://support.aspentech.com>, acesso em 04 novembro 2007.
- [7] TANENBAUM, Andrew. **Redes de Computadores**, 4ª Edição, São Paulo, Editora Campus, 2004.
- [8] STALLINGS, William. **Arquitetura e Organização de Computadores**, 5ª Edição, São Paulo, Prentice Hall, 2003.
- [9] THOMPSON, Marco Aurélio. **Proteção e Segurança na Internet**, 1ª Edição, São Paulo, Editora Érica, 2002.
- [10] CARVALHO, F.B.; TORRES, B.S.; FONSECA, M.; SEIXAS FILHO, C. **Sistemas PIMS: conceituação, uso e benefícios**, disponível em http://www.atan.com.br/PIMS/artigos_links.aspx, acesso em 29 novembro 2007.
- [11] SOBROZA, A.P.; CARVALHO, F.R. **PIMS, LIMS, MES e Portais**, disponível em http://www.atan.com.br/PIMS/artigos_links.aspx, acesso em 29 novembro 2007.