



**Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos
Departamento de Engenharia Elétrica**

Trabalho de Conclusão de Curso

Análise e Observação da Implementação de um Centro de Operações Integradas em uma Usina Sucroalcooleira

Autor:

Richard Arthur Rodegher

Número USP:
5993821

Orientador:

Prof. Dennis Brandão

São Carlos

2011

RICHARD ARTHUR RODEGHER

**Análise e Observação da Implementação
de um Centro de Operações Integradas em
uma Usina Sucroalcooleira**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola de Engenharia de São Carlos, da
Universidade de São Paulo.

Curso de Engenharia Elétrica com ênfase em
Sistemas de Energia e Automação

Orientador: Prof. Dennis Brandão

São Carlos

2011

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL
DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU
ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE
CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

R687a

Rodegher, Richard Arthur.

Análise e observação da implantação de um centro de operações integradas em uma usina sucroalcoleira. / Richard Arthur Rodegher; orientador Dennis Brandão -- São Carlos, 2011.

Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica com ênfase em Sistemas de Energia e Automação) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2011.

1. Automação industrial integrada. 2. Centro de operações integradas. 3. Arquitetura de automação totalmente integrada. I. Título.

Dedicatória

Aos meus pais Antonio Rodegher e Maria
Elisa Artur Rodegher, com amor.

Agradecimentos

A minha família, pelo apoio incondicional durante toda a minha jornada acadêmica.

A todos os amigos de turma pelo companheirismo em todas as situações durante o curso e também por todos os bons momentos vividos juntos.

Ao professor Dennis Brandão, pela atenção, orientação, apoio e incentivo na elaboração deste trabalho.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Engenharia Elétrica, que colaboraram durante toda a minha graduação.

Ao Departamento de Engenharia Elétrica da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) – Universidade de São Paulo.

A Deus, pela minha vida, família e amigos.

Resumo

Rodegher, Richard A. Implementação de um Centro de Operações Integradas em uma Usina Sucroalcooleira. 2011. 77f. Trabalho de Conclusão de Curso – Departamento de Engenharia Elétrica da Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos: Universidade de São Paulo, 2011.

O setor sucroalcooleiro brasileiro está passando por um grande processo de expansão comercial, com isso, Centros de Operações Integradas estão sendo implantado nas usinas para atender a crescente necessidade de novas tecnologias, e manter essas usinas existentes com um alto nível de eficiência de produção e competitividade nesse mercado composto por grandes empresas concorrentes. Nesse trabalho, será realizado um estudo sobre os atuais métodos utilizados em sistemas de automação industrial integrada, e os dispositivos de campo instalados nos setores de fabricação de açúcar e álcool. Atualmente os sistemas de automação nas usinas apresentam descentralização de gerenciamento, de supervisão e de controle dos dados de processos, pois cada setor da unidade está alocado com sua sala de controle, essas salas não estão interligadas e nem se comunicam entre si. A partir das características descritas, constata-se a necessidade de uma solução para resolver essas falhas presente no sistema de automação das usinas. Assim mostraremos que a implementação de um Centro de Operações Integrada utilizando um sistema de automação totalmente integrado seria uma solução concreta e eficaz, para isso mostraremos o estudo das mudanças necessárias a serem feitas na arquitetura e no sistema de automação industrial para a sua implantação, e os benefícios gerados nos processos de produção. Além dos resultados que são obtidos após a instalação dessa central de operações.

Palavras Chave: Centro de Operações Integradas, Sistema de Automação Integrada, Arquitetura de Automação Totalmente Integrada, Sistema de Controle

Abstract

Rodegher, Richard A. Implementation of an Integrated Operations Centre in a Sugarcane company. 2011. 77p. Conclusion Course Work - Electrical Engineering department of Engineering School of São Carlos, São Carlos: University of São Paulo, 2011.

The Sugarcane sector is in commercial expansion in Brazil. So that, Integrated Operations Centres are been installed in sugarcane mills in order to attend the growing technology demand, and keep the high production efficiency and competitiveness of these existent mills in such competitive market. In this work, will be studied the actual methods used in integrated industrial automation systems, and the field devices installed in sectors of sugar and ethanol production. Nowadays, each sector of the unity has its own control room, and there is no interconnection and communication between these control rooms. Consequently, the automation systems in mills have management, supervision and data process control decentralized. From these described characteristics, infers the necessity of a solution to solve these problems in mills automation systems. Therefore will be showed that, the implementation of an integrated operations centre, with a totally integrated automation system, would be a concrete and efficient solution. Will be presented, the necessary changes for implementation, in terms of architecture and industrial automation system, and the expected benefits in production process, moreover the results obtained after this operations centre installation.

Key-words: Integrated Operation Systems, Integrated Automation System, Totally Integrated Automation Architecture, Control System.

SUMÁRIO

Conteúdo

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivos.....	2
1.2. Organização do Trabalho	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. Breve histórico da automação industrial nas ultimas décadas	5
2.2. Evolução dos sistemas supervisórios.....	7
3. LEVANTAMENTO DE FATORES PARA IMPLATAÇÃO DO PROJETO	9
3.1. A empresa	9
3.2. Introdução aos Sistemas	10
3.3. Modelagem para implantação do centro de operações integradas	12
4. PREMISSAS DE IMPLANTAÇÃO	17
4.1. Anel fibra óptica com redundância.....	17
4.1. Automação de dispositivos	19
4.2. Sistema de CFTV confiável e de boa qualidade	21
4.3. Sistema com redundância	21
5. SOFTWARE E TELAS DO SISTEMA DE AUTOMAÇÃO INTEGRADA	23
5.1. Software Utilizado.....	23
5.2. Telas do Sistema de Supervisão	29
6. ARQUITETURA TOTALMENTE INTEGRADA.....	35
6.1. Topologia Existente.....	35
6.2. Topologia a ser implantada	40
6.3. Layout do Centro de Operações Integradas.....	44
7. ANALISE DE RESULTADOS	47
7.1. Condições da Aplicação do Questionário	47
7.2. Resultados da Pesquisa de Viabilidade do Projeto	48
8. CONCLUSÃO.....	53
RERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
APÊNDICE A - Questionário: Avaliação da Implantação de um Centro de Operações Integradas - COI.....	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama do Sistema de Processos Agroindustriais.....	11
Figura 2: Diagrama do Fluxo de Processo de uma Usina Sucroalcooleira	14
Figura 3: Diagrama da Interligação do Anel de Fibra Óptica.....	18
Figura 4: Comparação de duas Eletrocalhas, a da Esquerda com Cabeamento de Rede Convencional e da Direita com Rede Digital.....	19
Figura 5: Diagrama do Anel de Fibra Óptica Duplo e Redundância de Switches e Servidores	22
Figura 6: Esquema da Configuração de uma Área de Processo Baseado em Redes Abertas	24
Figura 7: Mapeamento do Modelo Físico na Estrutura.....	26
Figura 8: Configuração de Ícones do Sistema de Controle de Redes de Comunicação	27
Figura 9: Configuração de Ícones dos Dispositivos de Campo	28
Figura 10: Tela do Desaerador com Indicações e controle das grandezas do Desaerador.....	31
Figura 11: Tela da Caldeira com as Malhas de Controle do Processo.....	32
Figura 12: Tela da Caldeira Nova com os Indicadores do Processo.....	33
Figura 13: Tela da ETA com os Indicadores e as Malhas de Controle do Processo.	34
Figura 14: Topologia Atual de Apenas uma Área do Processo	37
Figura 15: Topologia Existente do Sistema de Automação da Usina.....	39
Figura 16: Switch do Sistema de Supervisório Existente	40
Figura 17: Topologia de um Sistema de Automação Totalmente Integrado.....	41
Figura 18: Topologia Expandida da Arquitetura do COI	43
Figura 19: Layout do COI, Vista Superior	45
Figura 20: Layout do COI, Vista do Interior da Sala de Operação	46

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: O COI aumenta a eficiência e a rapidez na tomada de decisões	48
Gráfico 2: O COI diminui os tempos de paradas e manutenções de processo	48
Gráfico 3: COI otimizou o processo de fabricação da usina.....	49
Gráfico 4: O COI aumentou a produtividade de todos os seus operadores	49
Gráfico 5: O COI aumentou o grau de flexibilidade das instalações de processo	49
Gráfico 6: O COI aumentou a disponibilidade do sistema de automação	50
Gráfico 7: O COI reduz o tempo de configuração de Engenharia	50
Gráfico 8: Com o COI a sincronização de dados ocorre automaticamente	50
Gráfico 9: Com o COI os erros e as falhas no comissionamento são reconhecidos e eliminados mais rapidamente.....	51
Gráfico 10: Com o COI houve uma integração entre os operadores de diferentes setores do processo da usina.....	51

1. INTRODUÇÃO

Desde a Revolução Industrial, máquinas e equipamentos utilizados na indústria passavam por melhorias e modificações com o objetivo de tornar a produção mais rápida e confiável. No século XX, Henry Ford para controlar os processos de fabricação desenvolveu elaborados circuitos lógicos controlados por dispositivos eletromagnéticos (relés). Mais tarde com o advento da eletrônica surgiram os primeiros Controladores Lógicos Programáveis (CLP), com esses equipamentos a automação industrial apresentou novos conceitos.

A automação industrial já faz parte na elaboração dos projetos de uma empresa, seus sistemas e equipamentos são fundamentais no processo de fabricação e responsáveis pela eficiência, qualidade, confiabilidade, segurança na composição do produto final e para atingir melhores resultados

Atualmente com a vinda da tecnologia de computadores, associado ao progresso da Engenharia de Programas, às técnicas e metodologias de modelagens, à otimização, ao controle, aos avanços no Processamento Digital de Sinais, à Comunicação Digital e à Inteligência Artificial, o setor industrial vem passando por modificações e melhorias. Desde 1950, a tecnologia de informações vem trazendo nova perspectiva, a de uma Automação Integrada e Inteligente [1].

A automação integrada é composta pelo sistema de informações e controle integrado, esse controle tem o aspecto de representar todas as decisões associadas à operação de uma indústria, indo do controle de processo ou de uma máquina, à gestão e administração. E o sistema de informações está associado a inteligência artificial, a qual independentemente de seu impacto semântico, pode auxiliar a automação industrial de várias formas, uma vez que suas técnicas podem ser associadas a funções referentes aos níveis hierárquicos [1].

Com os novos conceitos a integração entre as áreas do processo industrial, da operação, da manutenção, da gestão e da administração, é um caminho irreversível dentro de unidades de produção. O Centro de Operações Integradas (COI) é uma realidade em Usinas, Destilarias, Refinarias, em plantas de Termoelétricas em todo o Brasil, entre outras.

O objetivo de um Centro de Operações Integradas é possibilitar a integração cada vez maior das áreas do processo industrial, obtendo de forma rápida e eficientes as tomadas de decisões, diminuindo o tempo de manutenção e parada da planta. Assim alcançando um melhor resultado do processo, e buscando melhorias constantes, pois tem

uma comunicação mais próxima entre os operadores e a equipe de manutenção e os supervisores.

1.1. Objetivos:

O objetivo principal deste trabalho de conclusão de curso é a análise e o estudo de um centro de operações integradas, que será implantado numa usina sucroalcooleira. Essa usina apresenta processos de fabricação de açúcar e etanol, e na mesma planta dessa empresa encontra-se um processo de geração de energia elétrica utilizando como matéria prima uma Biomassa (bagaço de cana-de-açúcar). Essa energia gerada é consumida internamente para alimentar os processos e os equipamentos elétricos da própria Unidade produtora, e o excedente é comercializado no mercado nacional de Energia Elétrica brasileiro.

Todas as etapas e os sistemas utilizados para a implantação desse centro de operações estão detalhados ao longo desse texto, com as informações, os conceitos, as figuras e os comentários das estruturas computacionais e das arquiteturas de sistemas utilizadas no desenvolvimento desse projeto.

1.2. Organização do Trabalho

Este trabalho de conclusão de curso está organizado da maneira como mostra os itens da seqüência a seguir:

- **Capítulo 1:** é o capítulo de introdução, que mostra a contextualização deste trabalho dentro de sua área de enfoque. Mostra também o objetivo a ser atingido com este trabalho e, além disso, mostra a forma como este trabalho está organizado;
- **Capítulo 2:** este capítulo mostra uma revisão bibliográfica que foi feita para realizar este trabalho. Este estudo envolve trabalhos desenvolvidos na área de automação industrial e também sobre centros de operações integradas;
- **Capítulo 3:** essa seção mostrara um levantamento de fatores para a implantação desse projeto em uma usina sucroalcooleira, evidenciando a necessidade de melhoria no seu sistema de automação;

- **Capítulo 4:** traz as premissas para a implantação do centro de operações integradas, e os sistemas que devem ser instalados, como: anel de fibra óptica com redundância, automação de dispositivos e o circuito fechado de televisão;
- **Capítulo 5:** este capítulo apresenta as funcionalidades e opções de configuração do software que será implantado para gerenciamento do sistema de automação e exemplo de telas de supervisório;
- **Capítulo 6:** apresenta as topologias existentes na usina e a arquitetura totalmente integrada que será implantada na unidade, além de *layouts* da estrutura física do centro de operações integradas;
- **Capítulo 7:** é este capítulo que demonstra os resultados que serão atingidos com a implantação desse projeto;
- **Capítulo 8:** traz a conclusão, com as consolidações finais dos conceitos do projeto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Com o aquecimento da economia brasileira na última década, o mercado industrial cresceu rapidamente tornando-se mais competitivo e com um número maior de concorrentes. As empresas do setor sucroalcooleiro para sobreviver a essa concorrência e poder manter seus produtos no mercado tiveram que fazer melhorias e modernizar seu processo de fabricação, assim conseguiram abaixar os custos de produção e mantendo a qualidade do produto final. Essa modernização apresentava varias técnicas, uma que tem grande expressão é a melhoria através da automação industrial integrada, que atualmente está presente em varias empresas do setor industrial e também em outros setores, com exemplo o centro de operações integradas, de monitoramento e vigilância das ruas de São José dos Campos.

Essa automação industrial utiliza de técnicas, *hardware*, *softwares* e equipamentos específicos para uma máquina ou determinado processo industrial, com o objetivo de aumentar a eficiência, reduzir os esforços e maximizar a produção com um menor consumo de energia e matéria prima, visando à produtividade, a qualidade e a segurança em um processo. As indústrias químicas, automobilísticas, de mineração, de papel e celulose, de embalagens e as usinas sucroalcooleiras são uma lista de processos que podem ser automatizados.

2.1. Breve histórico da automação industrial nas ultimas décadas

No inicio dos anos 90, foi tomada uma serie de medidas políticas e econômicas que apontavam uma estratégia diferenciada de crescimento econômico e de desenvolvimento industrial, aliada à abertura comercial e à globalização. A estratégia foi o processo de abertura da nossa economia, com isso, as empresas nacionais de automação industrial passaram a enfrentar a concorrência internacional, tendo uma intensidade acentuada com o fim da reserva de mercado em 1992. Esse novo ambiente provocou uma série de mudanças no segmento industrial em foco, tanto em sua estrutura como nas práticas de capacitação das empresas. Assim a composição das importações do segmento de automação industrial no Brasil cresceu rapidamente [2].

A competição cada vez mais acirrada enfrentada pelo setor produtivo no mercado globalizado transformou a automação industrial em um dos principais requisitos para o desenvolvimento econômico do país e para uma participação mais eficiente da indústria

brasileira no mercado internacional [2]. Com essa expansão o setor sucroalcooleiro esboçou mais interesse e reconhecimento aos benefícios proporcionados pelos sistemas de automatização completo.

Com esse reconhecimento no setor houve um maior interesse por automação de sistemas, o que está demandando crescentes investimentos por parte das usinas. Alguns fornecedores acreditam que isso só está acontecendo porque se solidificou no segmento canavieiro que a automatização otimiza financeiramente as unidades.

Atualmente, muitas plantas industriais do setor sucroalcooleiro encontram-se em um processo de planejamento estratégico para implantação de um sistema integrado de controle de processo, com a enorme facilidade para aquisição de softwares e hardwares de alta performance e de alta confiabilidade é cada vez mais crescente a opção de controles baseados em sistema cliente/servidor, em que os CLP's distribuídos pelas áreas comunicam-se através de uma rede gerenciável, com 2 servidores redundantes. Esta arquitetura é hoje uma das tecnologias mais utilizadas em ambientes corporativos.

Com o aumento do poder de processamento dos microcomputadores, os fabricantes de programas começaram a desenvolver bancos de dados cada vez mais poderosos, sistemas operacionais mais rápidos e flexíveis e redes locais. Com a integração de todos os setores em uma única sala de operação, o COI (Centro de Operações Integradas) faz com que os gestores de cada área interajam cada vez mais com todo o processo.

Esse banco de dados é gerado com informações das tecnologias de redes de chão de fábrica, que estão descritas abaixo:

- Instrumentação de Campo;
- Rack's Remotos;
- Válvulas *on-off* e Sensores Digitais;
- E outras.

As redes de comunicação são usadas para integrar os equipamentos de uma determinada área de processo, essas áreas adotam o tipo de rede mais adequado para a empresa levando em conta o tipo de equipamento que utiliza e os requisitos da atividade que executa. Onde os setores devem estar interligados para que seja feita a coordenação das atividades e a supervisão do processo produtivo como um todo. Não existe um único tipo de rede que seja capaz de atender a todos os requisitos de todo ambiente industrial.

As tecnologias do sistema de automação oferecem recursos auxiliam e facilitam a utilização pela equipe de operadores, porém alguns pontos devem ser citados como pré-

requisitos para a equipe de instrumentação e TI (Tecnologia de Informação). Essas equipes são mais direcionadas para o conhecimento do processo e se alinhando esse conhecimento ao de manipulação de ferramentas de *software*; o papel do instrumentista passou a ser de gestor de sistemas.

2.2. Evolução dos sistemas supervisórios

Toda automação industrial está ligada a sistemas de supervisão, que tiveram inicio na década de 80, contavam com pouco poder computacional e as plataformas de *hardware* vinham de projetos desenvolvidos para outros sistemas. Com a evolução dos computares e redução de custos surgiu o primeiro *software* conhecido como SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) ou simplesmente supervisórios. Dentro desse crescimento apareceram diferentes sistemas operacionais com propósitos e características distintas, com isso apresentavam variados tipos plataforma de operação, o que trazia dificuldade para uma convergência em um único padrão de módulos. O Brasil sofreu forte influência nesse mercado, mas com a limitação das importações de *hardware* e *software* pela Secretaria Especial de Informática, às empresas brasileiras passaram por um considerável atraso tecnológico, só mais tarde surgiram os primeiros sistemas de supervisão e controle de processo desenvolvido em uma plataforma nacional [4].

A convergência de plataformas só se deu depois da Microsoft se tornar uma força dominante em sistemas operacionais para computares. O que fez a maioria das empresas desenvolvedoras de *softwares* supervisórios migrarem para a plataforma dessa empresa dominante. Em paralelo, os clientes buscavam funções similares nos produtos, resultando em uma convergência nos padrões e módulos, trazendo ao mercado uma consolidação inevitável da indústria de *softwares* supervisórios.

Posteriormente houve novamente uma profusão de caminhos, alguns fornecedores utilizaram a Internet como alavanca de crescimento; outros o desenvolvimento de uma camada de gerenciamento de informações industriais; outro grupo migrou para sistemas supervisórios com plataformas portáteis; e também um grupo partiu para ferramentas de otimização de processos e controles avançados, aplicando à infra-estrutura dos supervisórios. Assim surgiram diferentes categorias para *software* de supervisão [4].

Nos últimos anos com a idéia de tornar os supervisórios não somente em uma plataforma de diferenciação, mas também em uma solução que agrega mais valor ao empreendimento, os fabricantes de *hardware* acabaram criando empresas que fornecia todos os componentes de um sistema de automação, afastando ameaças de concorrentes.

Tais empresas investiram na formação de grupos de desenvolvedores de *softwares* que pudessem competir com as empresas independentes.

Atualmente os sistemas de supervisão são modernos, de fácil entendimento, aprendizagem e manuseio. Esses sistemas são fundamentais para complementar o sistema de automação industrial, pois são responsáveis pelo gerenciamento dos dados e das informações gerados nos dispositivos de campo.

3. LEVANTAMENTO DE FATORES PARA IMPLATAÇÃO DO PROJETO

A aplicabilidade das metodologias da automação industrial integrada já foi testada em diversas situações de vários setores da econômica brasileira, sempre com os conceitos de maior eficiência, rapidez na tomada de decisões, diminuição nos tempos de parada e manutenção; e otimização dos processos da empresa envolvida. Neste capítulo será estudada a implantação de um Centro de Operações Integradas desenvolvido numa usina sucroalcooleira. Serão descritos, as características da empresa, da área de atuação e dos produtos desenvolvidos.

3.1. A empresa

A empresa em questão faz parte de um dos maiores grupos privados do Brasil, com negócios nas áreas de energia, alimentos, logística, infra-estrutura e gestão de propriedades agrícolas.

Em seus primeiros 50 anos, concentrou seus ativos agrícolas e industriais na produção de açúcar e etanol. A partir de 1986, começou a crescer e diversificar seus negócios por meio de aquisições, que ofereçam oportunidades de ganho de sinergias, mantendo a disciplina financeira. E também se consolidou como o maior *player* do setor sucroenergético no país, figurando entre os maiores do mundo e conquistando vantagens competitivas únicas.

Em 2008, adquiriu os ativos de uma distribuidora de combustíveis no Brasil - incluindo uma rede de 1.700 postos de combustível em todo o país e uma fábrica de lubrificantes. Passando a atuar em todos os elos da cadeia produtiva do etanol, desde plantio da cana-de-açúcar até a distribuição e comercialização de combustíveis no varejo.

Em 2010, a empresa anunciou a formação de uma *Joint Venture* com outra grande empresa de combustíveis para produzir etanol, açúcar e energia elétrica a partir da cana, além de distribuir e comercializar combustíveis. Essa nova empresa iniciou suas operações em 2011 e já nasceu com 40 mil funcionários, e entre as cinco maiores empresas do Brasil em faturamento.

Seguindo a tendência nacional de crescimento no setor energético, a área vive momento de expansão e atualmente enfrenta dificuldades em integrar todos os processos existentes na planta da fabrica. Dessa forma, a empresa tem procurado se organizar,

buscando novas estruturas de trabalho, a fim de melhorar e aumentar a capacidade produtiva.

3.2. Introdução aos Sistemas

A utilização de sistemas automatizados para a produção de açúcar e álcool é imprescindível para manter-se competitivo no setor. A necessidade de implantação desses sistemas decorre das pressões do mercado por incrementos na produtividade e qualidade do produto. Mas os equipamentos são caros e, quando mal empregados, podem acarretar prejuízos.

A automação do setor canavieiro deve ocorrer de forma gradual e contínua nos parques industriais já instalados. Mas as novas usinas já estão sendo implantadas com recursos de planejamentos e controle automatizados modernos, que permitem o controle de todo o processo. Contudo, para a total automação das etapas de produção de açúcar e álcool é necessário, ainda, precisar transformar em produtos muitos dos conjuntos de conhecimento do campo e da tecnologia, que aguardam novas soluções para viabilizar sua incorporação nas indústrias.

A maior parte dos processos de produção em uma usina de álcool e açúcar ocorre através de dutos fechados. Por isso, sempre houve a necessidade de meios técnicos para observar, medir e controlar o que ocorre dentro das colunas e tubulações. Os equipamentos de controle nem sempre são de fácil acesso para as leituras, o que requer medições à distância.

Através do crescimento tecnológico, os sensores e atuadores dos equipamentos foram sendo reduzidos e agrupando-se, até se transformarem em painéis de controle central. Isso diminuiu a necessidade de empregados andarem pela usina e melhorou o tempo de reação em caso de problemas. Mas esses instrumentos perdem rendimento, já que ainda usam de mão-de-obra para realizar ações corretivas como abrir e fechar válvulas ou ligar e desligar a bomba no momento certo [5].

A partir de equipamentos eletrônicos (computadores) é possível controlar essas operações, que gerenciam todas as etapas e equipamentos da usina. O dispositivo utilizado para essa integração, o Controlador Lógico Programável (CLP), centraliza os controles de processos em seus operadores, o que facilita a comunicação e possibilita o ajuste e a correção de qualquer operação com rapidez. E utiliza de programas que permite ter um relatório das atividades dos equipamentos durante a safra e o acompanhamento da produção em tempo real.

As tecnologias de instrumentação e controle de usinas de álcool e açúcar estão evoluindo rapidamente. A instrumentação e automação das plantas já apresentam equipamentos consagrados no mercado desse setor. Portanto, trazendo modernidade ao sistema, e aumentando a produção. Como prova disso, basta comparar as perdas existentes no sistema convencional e no automatizado quanto a: eficiência dos equipamentos, segurança da fabricação, uso da água, vapor, energia elétrica e mão-de-obra [5].

O retorno econômico é quantificado por ferramentas de simulação e podem determinar quais unidades de uma usina de álcool podem ser automatizadas com êxito, além de identificar áreas problemáticas. A Figura 1 ilustra o processo de automatização do sistema agrícola e agroindustrial, destacando os seus determinantes.

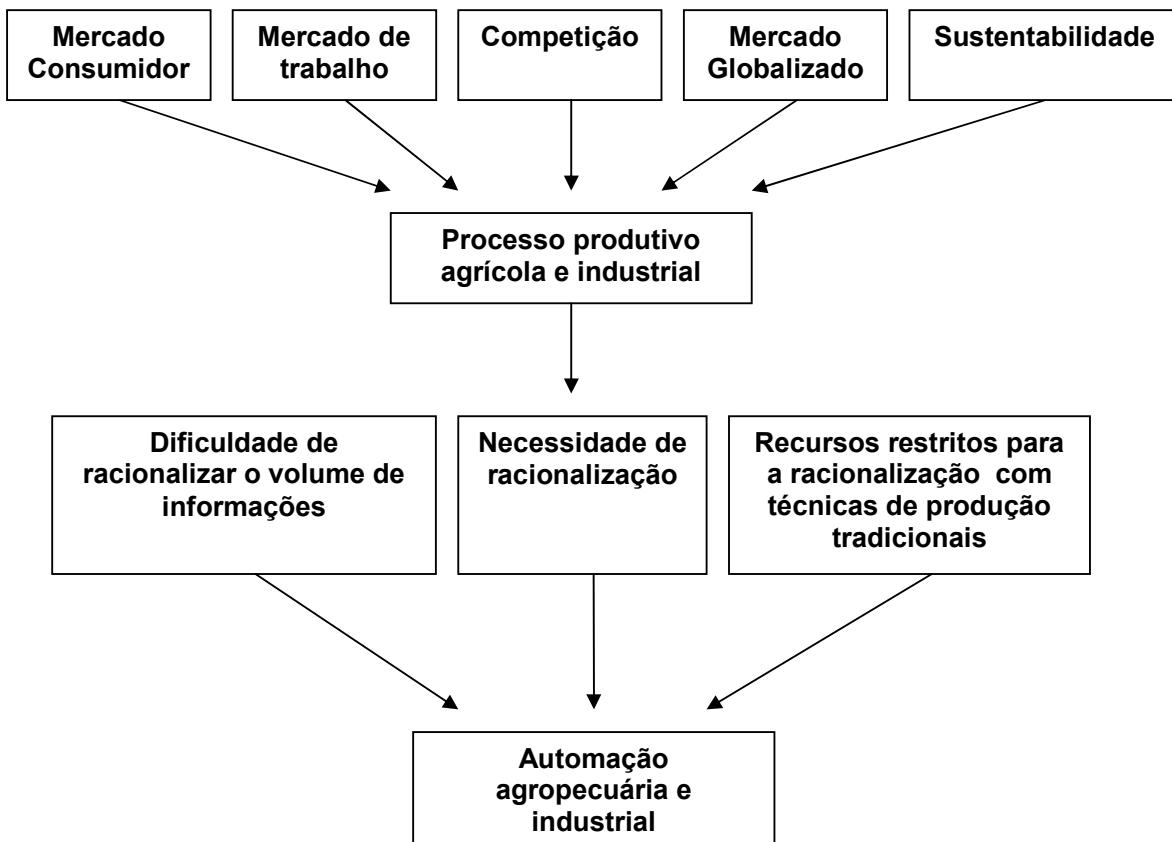


Figura 1: Diagrama do Sistema de Processos Agroindustriais

3.3. Modelagem para implantação do centro de operações integradas

A usina em destaque nessa dissertação, por se encaixar no setor sucroalcooleiro que há anos vem explorando as melhorias oferecidas pelos sistemas de automação, já apresenta em sua planta vários segmentos automatizados. Os quais fazem a supervisão e o controle de áreas isoladas dentro do processo de fabricação, e ainda não apresentam uma integração dos dados, das informações e dos comandos de todas essas áreas em um único ambiente.

No setor da moenda encontramos uma sala de controle que tem a função de receber dados e informações de muitos pontos de monitoramento de dentro do setor. E com essa base de informações se executa um controle preciso dos elementos da moenda, por exemplo, o controle dos motores de esteira, o posicionamento das válvulas de abertura de vapor nas turbinas, as quais são responsáveis pela rotação e torque nos rolos de moagem de cana-de-açúcar. A grande dificuldade encontra-se que a sala de controle da moenda não se comunica com as outras salas de controle dos outros setores de processo. Assim essa central não tem conhecimentos dos problemas que vem a acontecer atrás e adiante da sua área de monitoramento.

A empresa por estar a décadas em operação no mercado passou por várias transformações que agregaram modernidade e melhorias ao empreendimento. Isso se obteve pela automatização de vários setores, ramais e equipamentos do processo, e a criação de pequenas centrais de controle dentro da usina, como a da caldeira, da ETA (Estação de Tratamento de Água), do tratamento do caldo, dos turbo geradores, da fermentação, da destilaria, da casa de força, da fabrica de açúcar e da moenda. Esses são setores que já estão equipados com um sistema de automação industrial, mas não se comunicam entre eles, são áreas isoladas no seu domínio.

Também foi modelado um sistema de CFTV (Círculo Fechado de Televisão) que tem o objetivo mostrar ao operador trabalhando no centro de operações integradas uma imagem de boa qualidade e em tempo real das situações acontecidas no ambiente em que as câmeras estão instaladas. O sistema de CFTV estará presente em todas as áreas da indústria, fazendo assim uma integração de todas as imagens geradas dentro da empresa em uma única sala.

Para fazer a modelagem completa do centro de operações integradas precisamos compreender os vários subsistemas do processo, e apurar a automação, a instrumentação e a supervisão já existentes neles, que fornecem as condições operacionais como a temperatura, pressão e fluxo de utilidades. O levantamento desses dados de sistemas

fornecerá informações suficientes para fechar os balanços energéticos e de materiais da unidade, o qual poderá ter acesso *online* nos computares de monitoramento dentro do COI.

Esses subsistemas constituem cada unidade fabril do processo. E cada sistema é configurado separadamente e em seguida será integrado no sistema global [3]. Abaixo a Figura 2 ilustra o processo de uma usina de açúcar e álcool que é referência para a base de automação.

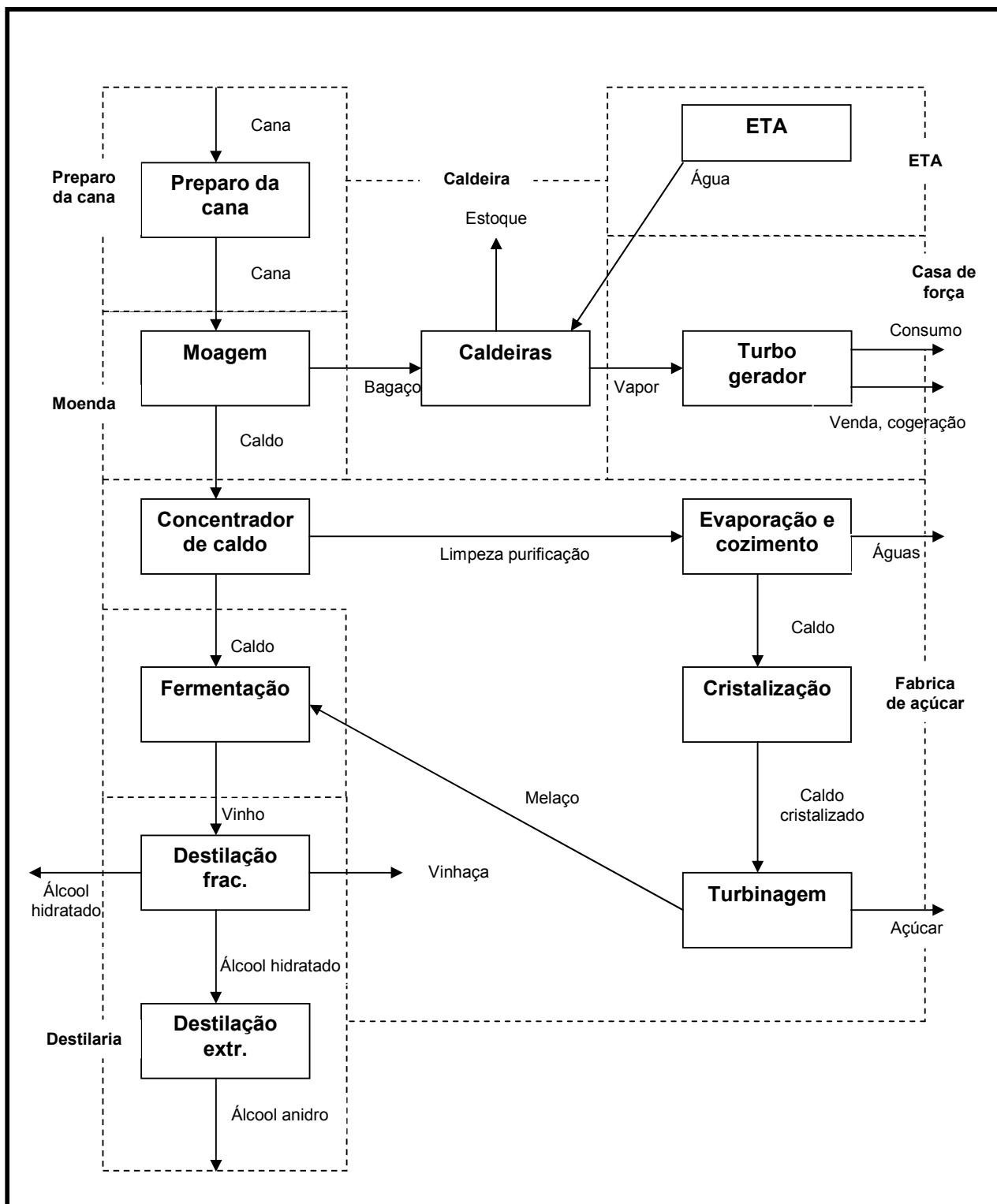


Figura 2: Diagrama do Fluxo de Processo de uma Usina Sucroalcooleira

Na modelagem a escolha do projeto e da tecnologia são pontos a serem analisados com cuidado para não haver erros. O primeiro passo é identificar os pontos que não operam adequadamente e que prejudicam toda a linha de produção. Em seguida, é necessário idealizar como gostaria que o processo ou sistema funcionasse, ou seja, futura performance industrial. A terceira etapa avalia através da técnica de campo, todos os pontos de controle que devem ser automatizados. Esta fase influencia diretamente na escolha da tecnologia que deve ser aplicada, e, por fim, especifica-se o *hardware* e *software* de automação que melhor opere o sistema.

Há diversas tecnologias no mercado e o engenheiro responsável pelo projeto deve pensar na integração total do processo para que a tecnologia escolhida não limite o sistema às futuras expansões. O Brasil já possui diversos equipamentos e instrumentos fabricados em território nacional e a tendência a curto prazo é que cada vez exista mais.

Ao contrário do que acontece em outros segmentos de indústrias de processo, em que a automação é um valor agregado a projetos *turn key*, o setor sucroalcooleiro está esboçando cada vez mais reconhecimento aos benefícios proporcionados pela automatização completa das usinas.

4. PREMISSAS DE IMPLANTAÇÃO

Para instalação desse projeto, foram feitos levantamentos apurando os trabalhos que são necessários para a implantação do COI. Foi observada como premissas de serviço a instalação de um anel de fibra óptica, definir as variáveis e os caminhos para a automação e instrumentação dos dispositivos, integração do sistema de circuito fechado de televisão,. Essas estruturas servirão de base para criação do projeto, e ajudará a consolidar e trazer confiança dos sistemas de comunicação.

4.1. Anel fibra óptica com redundância

O anel de interligação dos equipamentos de comunicação para o COI será feito de fibra óptica, que é constituída de fio de quartzo muito fino que por sua vez é revestido de duas camadas, uma de vidro e outra de plástico (polímeros), e por meio da reflexão ocorre o transporte da luz em seu interior. Para telecomunicações a fibra óptica é utilizada para transmitir sinais por meio de pulsos eletromagnéticos, através de luz, radiação infravermelha ou qualquer outro tipo de radiação eletromagnética. Outros aspectos são que a fibra é mais eficiente e econômica que os cabos de cobre, além de seus amplificadores e repetidores de sinais serem instalados numa distância maior que dos cabos, mas como desvantagem as fibras são menos resistentes em relação ao fio de cobre.

.Os setores da usinas vão estar interligados e se comunicando por meio dessa fibra óptica e as interligações dos painéis e *switches* obedecem a um esquema que interliga os setores formando um anel. E os setores serão interligados da seguinte maneira: o COI com a subestação, a subestação com a moenda 1, a moenda 1 com a moenda 2, a moenda 2 com o setor de cana picada, a cana picada com a caldeira nova, cadeira nova com a caldeira antiga, a caldeira antiga com o tratamento de caldo, o tratamento de caldo com a destilaria, a destilaria com a fabrica de açúcar e a fabrica de açúcar com o COI. A figura 3 mostra o diagrama do anel.

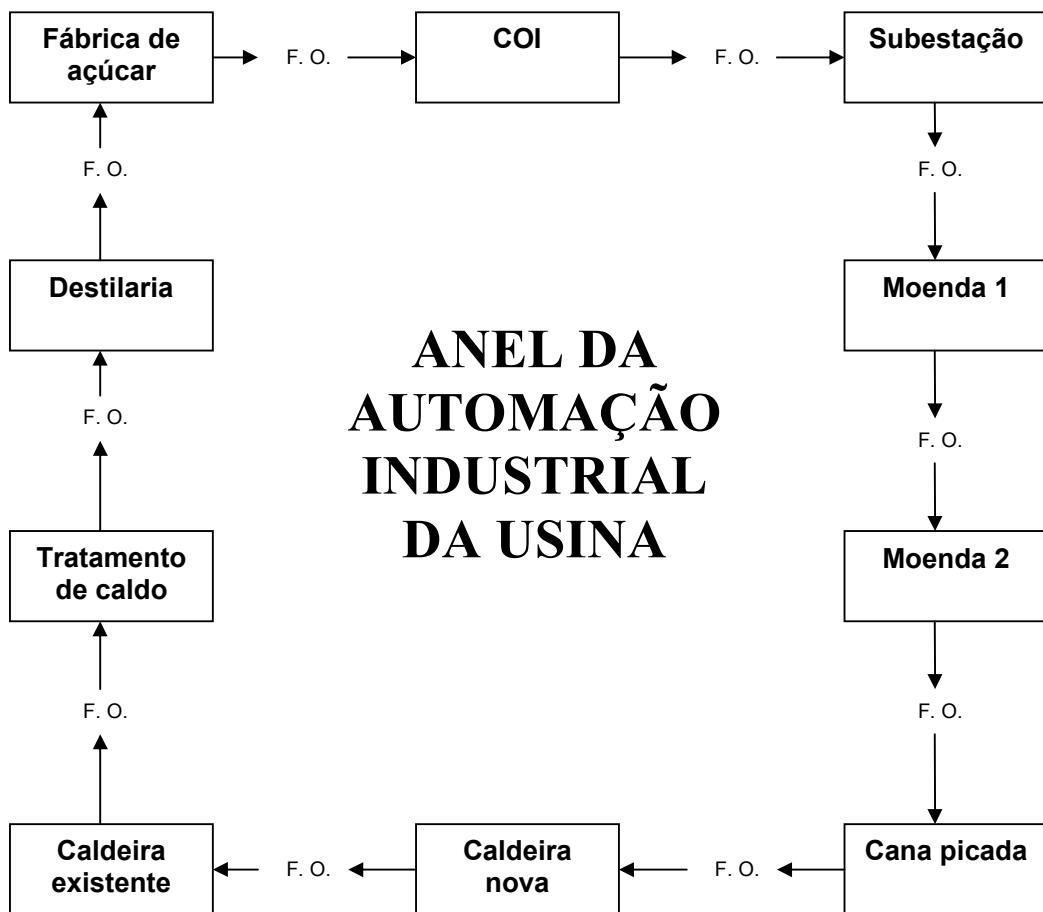


Figura 3: Diagrama da Interligação do Anel de Fibra Óptica

Para comunicação do sistema de automação será usado dois anéis de fibra óptica, essa duplidade traz mais segurança e confiabilidade para o projeto. O sistema de circuito fechado de televisão também contará com um anel de fibra óptica independente

O tipo de comunicação utilizado no anel de fibra óptica é a *Ethernet*, mas esse projeto também utiliza as redes de *Profibus* (*Process Field Bus*) DP(*Decentralised Periphery*)/PA(*Process Automation*) e ASI (*Actuator Sensor Interface*). Com esses tipos de redes digitais para comunicação se obtém vários benefícios, e por ser uma rede digital ocorre uma economia de cabeamento assim ocupa um menor volume físico, além de uma notável redução do tempo de montagem e instalação da rede de interligação. Observa-se esse fenômeno fazendo a comparação de duas eletrocalhas uma contendo a instalação de uma rede convencional e outra com uma rede digital, como mostrado na figura 4:

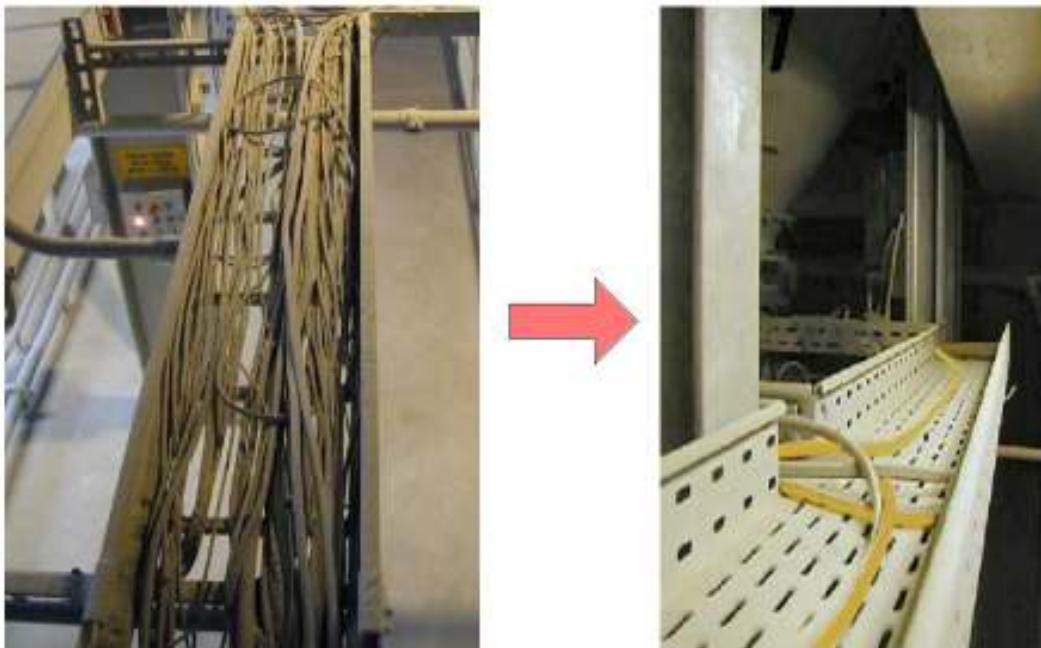


Figura 4: Comparação de duas Eletrocalhas, a da Esquerda com Cabeamento de Rede Convencional e da Direita com Rede Digital (FONTE: Benefícios da Automação Integrada, Siemens, 2007)

A rede convencional utiliza comunicação analógica, então cada dispositivo de campo necessita de vários cabos de cobre, já a outra é uma rede digital faz a transmissão dos dados de vários dispositivos em apenas um cordão de fibra óptica, pois utiliza comunicação digital, a qual faz o processamento dos dados em série no mesmo cabeamento.

4.1. Automação de dispositivos

Nesse item da dissertação veremos os dispositivos que compõem o sistema de automação. Como esse projeto tem a meta de implantar um sistema de automação integrada em uma usina que está em operação há vários anos, então essa estrutura será composta por dispositivos de automação já existente na planta da indústria e por novos equipamentos.

Entre os dispositivos de controle já existente estão os CLPs, que são os principais controladores dos equipamentos de campo, a sua distribuição nos setores segue conforme a lista abaixo:

- Moendas: dois CLPs fabricante Smar modelo LC 700;

- Fabrica de açúcar: dois CLPs fabricante Smar modelo LC 700;
- Tratamento de caldo: um CLP fabricante Smar modelo DF 95;
- Caldeiras antigas: um CLP fabricante Smar modelo LC 700 e seis CLPs fabricante Smar modelo CD 600;
- Destilaria e Fermentação: um CLP fabricante Smar modelo LC 700;
- Sistema de Palha: um CLP fabricante Smar modelo DF 95;
- Esteiras: um CLP fabricante Siemens modelo S7 400;
- Torres de refrigeramento da Destilaria: um CLP fabricante Smar modelo DF 95.

E para a implantação do sistema, foi verificada a instalação de novos equipamentos como CLPs, Servidores e Switches, dentre eles, destacam-se:

- Na caldeira nova: um CLP fabricante Siemens modelo S7 400;
- Na nova fabrica de açúcar: um CLP fabricante Siemens modelo S7 400;
- Turbina de Vapor da Cogeração: um CLP fabricante Siemens modelo S7 300;
- Na ETA: um CLP fabricante Siemens modelo S7 300;
- Na Cogeração: um CLP fabricante Siemens modelo S7 300;
- Para comunicação em rede: dois *switches* fabricante Hirschmann modelo MACH102-24TP-F, dois *switches* fabricante Hirschmann modelo RS 40, dezoito *switches* fabricante Hirschmann modelo RS 30;
- Servidor para supervisão: dois servidores fabricante Dell modelo Power Edge R410;
- Servidor para Histórico: um servidor fabricante Dell modelo Power Edge R410.

Nos setores do processo de fabricação também será necessária uma avaliação dos pontos e malhas a serem automatizados na unidade. E os setores deverão se nivelar ao padrão mínimo de automação, que será estabelecido pela a Engenharia Conceitual do Projeto.

Esses dispositivos e esses pontos serão fundamentais na composição do sistema de automação integrada para o COI. A partir de agora conseguimos montar a estrutura desde os elementos de campo, passando pelos CLPs, que estarão interligados pelo anel de fibra óptico, o qual faz a ligação com a central de controle e seus servidores.

4.2. Sistema de CFTV confiável e de boa qualidade

O circuito Fechado de Televisão aponta-se atualmente com uma das formas mais eficientes para prevenção e segurança patrimonial e pessoal, tem sido aplicado em áreas como controle de processos assim como nas linhas de produção de fabricas, laboratórios, escolas, entre outras.

O CFTV é equipado por componentes específicos, instalados em pontos estratégicos com o foco que garantem o monitoramento tanto em tempo real como por gravação de todo e qualquer ambiente. O conjunto é composto por:

- Câmeras fixas;
- Câmeras móveis;
- Câmeras Dia e Noite;
- Gravador Digital.

Esse sistema já é existente e está em operação na unidade. Com a implementação do COI esse sistema será interligado ao anel de fibra óptica e ramificado para o centro de operações interligadas, onde terá uma sala somente para seu servidor e a sala principal contará com 12 televisões de LCD para reproduzir as imagens do CFTV.

A estrutura do CFTV proporciona o uso de rede de comunicação digital eliminando a necessidade de cabos coaxiais, além de tornar o sistema mais flexível e com uma capacidade de expansão para inclusão de número ilimitado de câmeras de alta definição. Incluem também funções avançadas de análise das imagens, fácil controle e gerenciamento, abordagens simplificadas de operações, liberdade e flexibilidade para configurar as definições de gravação.

4.3. Sistema com redundância

O projeto foi desenvolvido com uma malha redundante, então o empreendimento apresenta dois anéis de comunicação, como dois servidores e dois switches. Os quais estão

interligando o sistema de comunicação com os dispositivos de controle instalados no processo da planta, assim tornam a instalação redundante visando garantir a segurança, confiabilidade e robustez na comunicação de equipamentos de controle, protegendo os processos críticos da planta.

A topologia de duplo anel redundante trata-se de uma rede em anel duplicado, onde os dispositivos mestre e escravos possuem duas interfaces redundantes, sendo um desses dispositivos utilizados na condição ativa e o outro na reserva. Cada interface é ligada a um dos anéis através de switches. Essa rede garante um alto nível de segurança e confiabilidade de comunicação, pois implementa redundância de rede e de interface de rede de campo.

O sistema de redundância consiste em dois servidores conectados entre si e cada servidor está ligado a uma interface. O dispositivo chamado de mestre é responsável pela leitura e escrita dos dados de campo, e outro fica em estado de espera e tem a função de monitoramento, quando o mestre apresenta algum problema, o que estava em espera assume o comando da rede, sem que haja nenhuma interrupção na execução do processo.

Na figura 5 observamos uma malha simplificada de anel duplo com redundância, e notamos que os servidores estão interligados e são programados para manter a conexão sempre ativa. Isso ocorre, pois na ocorrência de qualquer defeito de *hardware* o servidor que está em estado de espera assume o lugar do servidor que estava ativo.

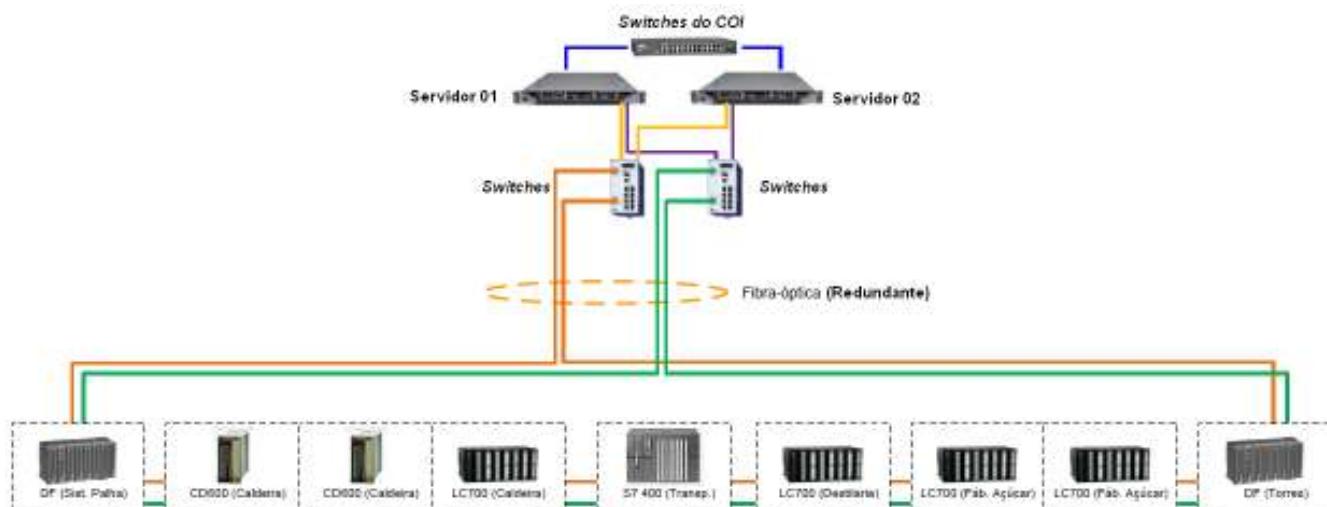


Figura 5: Diagrama do Anel de Fibra Óptica Duplo e Redundância de Switches e Servidores

5. SOFTWARE E TELAS DO SISTEMA DE AUTOMAÇÃO INTEGRADA

5.1. Software Utilizado

Para gerenciar e administrar esses sistemas de automação totalmente integrados e o de CFTV foi escolhido um software do fabricante Siemens e da série SIMATIC e modelo WinCC.

Esse software em um sistema integrado resolve uma faixa ampla e diversa de tarefas de automação da forma mais eficiente, econômica e flexível. Ele desenvolve a função de base para a integração de toda linha de componentes de automação, permitindo o desenvolvimento de uma engenharia, facilitando a operação e a manutenção dos sistemas.

O software faz a conexão das programações dos CLPs, das remotas de sinais de entrada/saída, dos painéis de automação, dos componentes de rede com a programação dos supervisórios do COI, pois o centro de operações integradas também se utilizou desse software para a elaboração dos sistemas de supervisão e controle. O SIMATIC WinCC também é um sistema de visualizações com funções de monitoramento de processos automatizados, oferecendo funcionalidade completa para todos os segmentos industriais, desde pequenas estações de trabalho até sistemas complexos distribuídos com servidores redundantes e operação remota via internet. Esse software permite a interface com outros softwares existentes na unidade, mesmo que sejam de fabricantes diferentes, assim aumentando o domínio de soluções e facilitando a comunicação entre os componentes do sistema.

Como apresenta interfaces abertas tem inúmeras opções de comunicação, além de ter embarcado um sistema para gravação de dados históricos, que permitem a integração com demais sistemas de Tecnologia da Informática e de Negócios da empresa, contido em outros departamentos da usina.

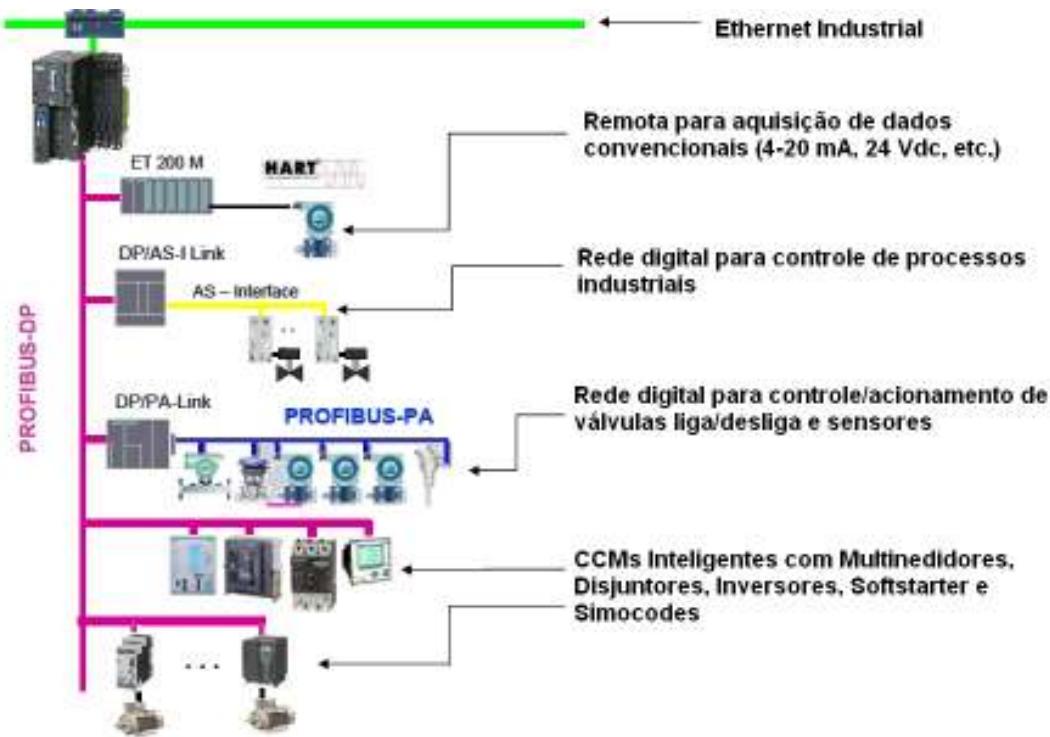


Figura 6: Esquema da Configuração de uma Área de Processo Baseado em Redes Aberta
(FONTE: Benéficos da Automação Integrada, Siemens, 2007)

Observando a Figura 6, notamos que na comunicação do CLP com os dispositivos de campo, na qual é feita o controle dos equipamentos utiliza-se redes digitais que apresentam uma velocidade de transmissão mais baixa comparada com a Ethernet, porém sua comunicação é mais segura e confiável. E para transmissão das informações do CLP com os equipamentos do COI, utiliza-se uma rede digital com velocidade mais rápida, pois o nível de segurança na transmissão dos dados é menor..

Como o software apresenta interface aberta, ele pode se comunicar com vários tipos de redes, como pode se observar na estrutura da figura 6, nesse esquema vários tipos de comunicação são usadas nos processos industriais, desde comunicação analógica (4-20 mA, 0-10 V, etc.) até comunicação digital. Com essa vantagem o *software* torna mais fácil e ágil a configuração das áreas de processos do empreendimento.

Permite obter uma base de dados única entre sistema de controle e sistema de visualização, atendendo ao principal preceito de um sistema híbrido, facilitando a integração total com o sistema de controladores.

O *software* apresenta uma ferramenta de segurança, que gerencia o acesso às operações de controle do sistema. Ela permite que sejam configurados grupos de autorizações, no qual um usuário pode ser alocado a um determinado grupo. Também

possibilita autorizações individuais para que sejam modificados os níveis de acessibilidade ao sistema, como parte da estratégia de operação da planta. Os níveis de acessos são atribuídos para os seguintes itens:

- Navegação através do sistema;
- Apenas Monitorar o processo;
- Disparar relatórios;
- Modificar limites de alarmes, sintonia da malha de automação, etc;
- Controlar arquivamentos e armazenamentos de dados;
- Controlar o processo enviando comandos, reconhecendo alarmes e alterando *set-points*, etc;
- Visualizar alarmes e chamar telas de uma área particular da planta;
- Administração do sistema.

Outra função do *software* é a capacidade de dois sistemas em paralelo, monitorando um ao outro, garantindo assim uma alta disponibilidade do sistema e uma operabilidade sem perda de dados, por estarem em redundância. Na ocorrência de falha em um servidor, o segundo assume o controle do sistema inteiro. Depois de restabelecida a falha, os conteúdos de todos os alarmes (status, reconhecimentos, listas e comentários) e de todos os valores de armazenamento (histórico de dados) e tags internos são sincronizados novamente, sem afetar a operação do sistema.

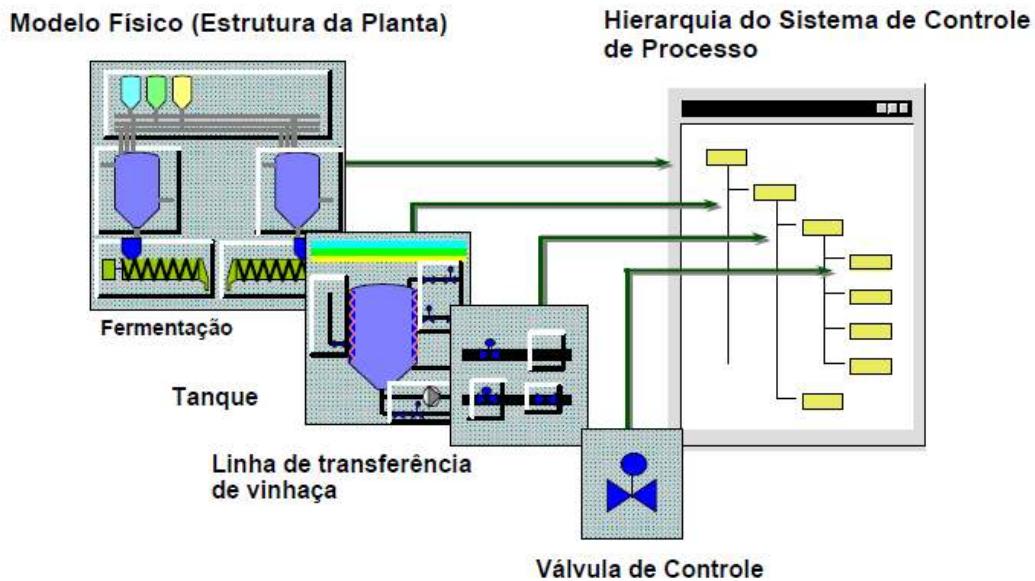


Figura 7: Mapeamento do Modelo Físico na Estrutura (FONTE: Benéficos da Automação Integrada, Siemens, 2007)

A figura 7 apresenta um esquema de como o modelo físico é transformado em uma estrutura computacional, através da criação de ícones e da programada com os dados dos dispositivos de campos, todos esses equipamentos são compreendidos e se comunicam com o software. Para se ter uma programação mais organizada e simples para a compreensão do usuário do programa, se utiliza na configuração do software uma hierarquia para dividir o sistema de controle do processo. No nível mais baixo da hierarquia se encontram os dispositivos de campo, acima fica a malha de controle deles, num nível um pouco mais alto da hierarquia se encontra o equipamento do processo que estão instalados, e o principal na hierarquia vem o setor da usina que esta sendo configurado, como mostrado na figura 7.

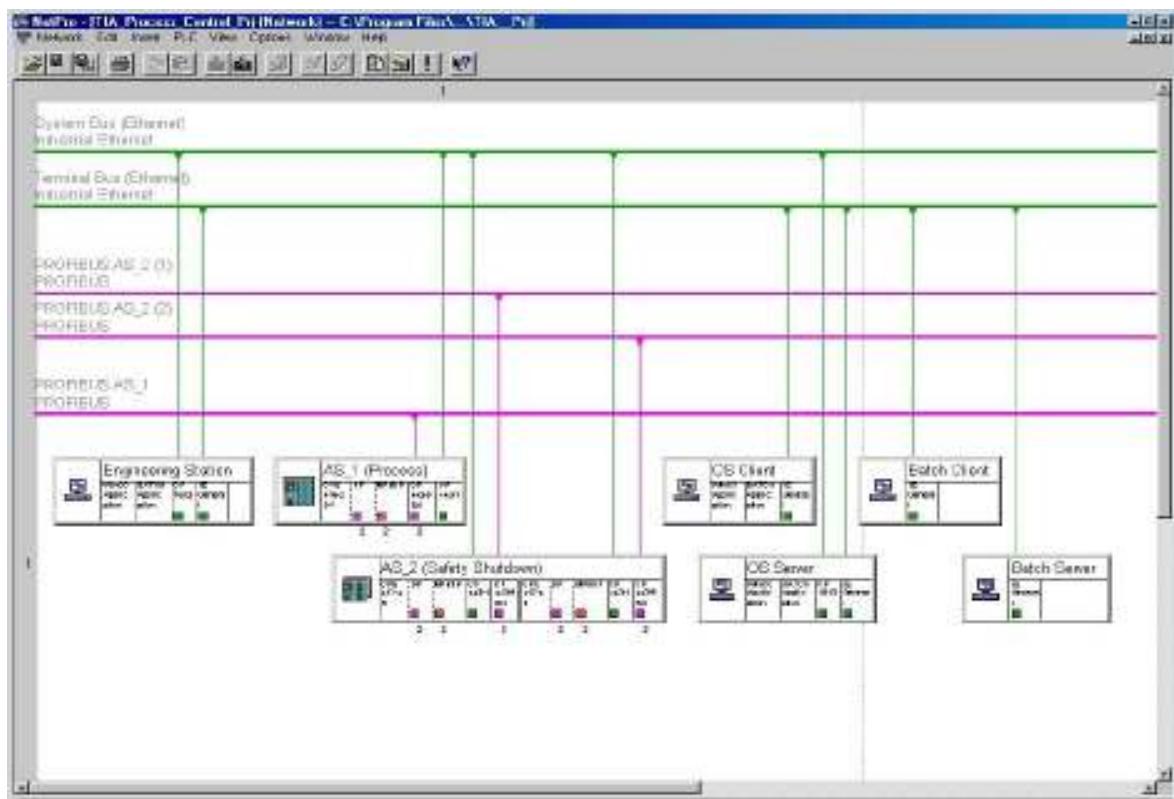


Figura 8: Configuração de Ícones do Sistema de Controle de Redes de Comunicação (FONTE: Benéficos da Automação Integrada, Siemens, 2007)

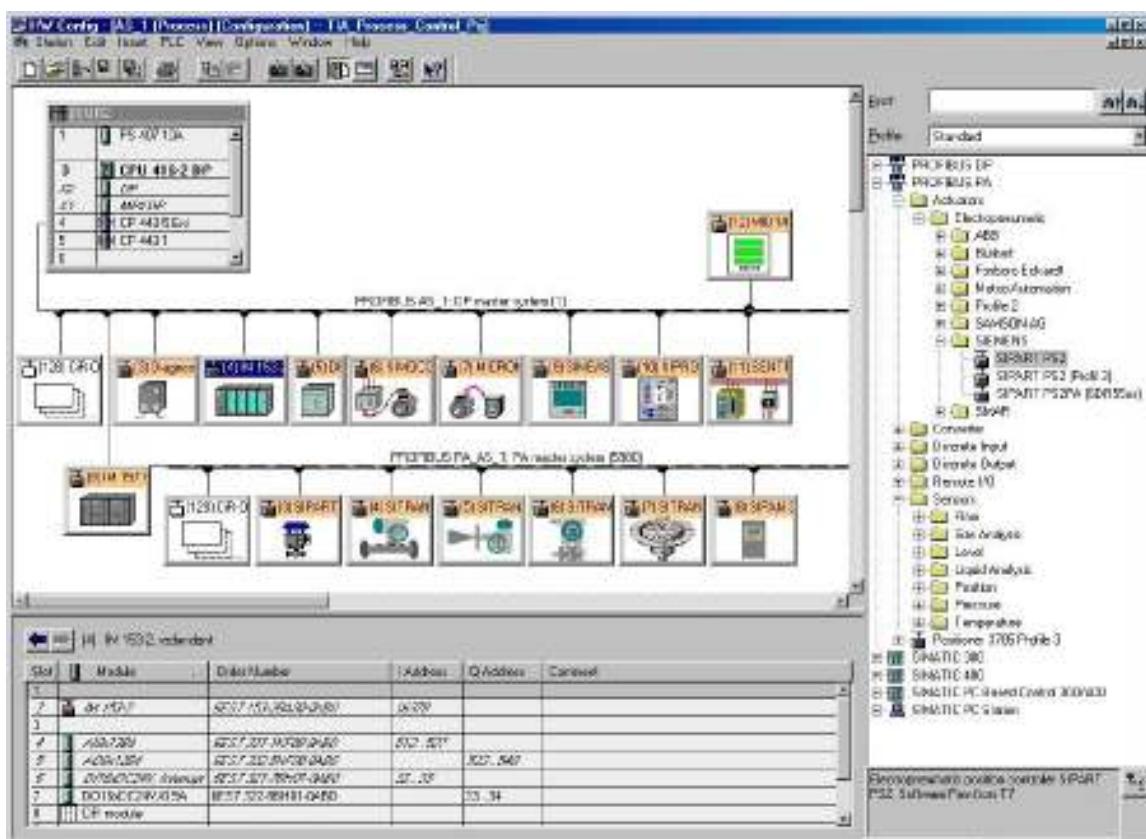


Figura 9: Configuração de Ícones dos Dispositivos de Campo (FONTE: Benéficos da Automação Integrada, Siemens, 2007)

A figura 8 mostra uma tela como o esquema de configuração para o *software*, referente a programação das redes de comunicações, indicando em quais redes cada equipamento vai estar conectado, exemplo o controlador AS_1 que esta conectado na rede industrial *Profibus*, a qual se comunica com os dispositivos de campo, e com a rede *Ethernet*, essa ultima faz conexão com o equipamentos das estações de supervisório do COI.

Na figura 9 mostra uma tela com a estrutura de configuração para o *software*, referente a conexão dos dispositivos instalados no processo industrial e em qual malha de comunicação de campo ele está conectado. Essa arquitetura posteriormente programada e instalada junto ao *software* poderá ser acessada através dos computadores do Centro de Operações Integradas e em quaisquer outros computadores conectados ao sistema de automação totalmente integrado.

Para completar esse item sobre o *software* utilizado no sistema de automação totalmente integrado, a seguir contém uma lista de suas principais características:

- Um ambiente único de configuração e programação para todos os controladores do sistema (intertravamento rápido, controle regulatório e seqüencial);
- Toda a comunicação entre os controladores e estações de operação do sistema é feita através do barramento de sistema em comunicação *Ethernet* Industrial (100 Megabytes/segundos) e com um único protocolo;
- A integração através desse *software* oferece gerenciamento de ativos dentro de um único ambiente de engenharia (programação);
- A troca de dados entre os controladores é configurada a partir de funções padronizadas, de forma homogênea, sem a necessidade de alteração nos formatos dos dados e endereçamento, utilizando os mesmos métodos e técnicas de configuração em todos os elementos do sistema, reduzimos significativamente a necessidade de muitas horas de engenharia;
- Integração total dos alarmes, eventos e diagnósticos (tanto de *hardware* quanto de processo) dos controladores do sistema, além de haver uma única base de tempo (sincronismo de relógio) comum ao sistema inteiro;
- A visualização global dos dados de processo existentes nos controladores em uma única estação de engenharia, isso é possível devido a existência de apenas uma única base de dados e um único ambiente de engenharia;
- Apenas um conjunto de treinamentos padrão é necessário para se compreender a operação e manutenção de todo o sistema;
- A integração das diversas ferramentas de gerenciamento dos dispositivos de campo e a estação de engenharia é total;
- Além disso, o acesso destas ferramentas aos controladores no campo é feito via rede *Ethernet*, sem a criação de bases de dados de configuração adicionais e completamente separadas, facilitando o gerenciamento das mudanças de configuração e a calibração destes dispositivos.

5.2. Telas do Sistema de Supervisão

Para o sistema de automação totalmente integrada desenvolverão novas telas de supervisório e adequarão as telas já existentes para o padrão com fundo preto e com os tagueamentos de acordo com a divisão de área Corporativa e conforme as normas. Essas telas do sistema de supervisão têm a finalidade de ajudar e facilitar o entendimento do

processo, além de conter nelas todas as informações e os comandos para o controle do processo da usina. Cada área da unidade tem seu conjunto de telas, para alarme, gráficos, *pop-ups* para válvulas, motores, posicionadores e outros equipamentos. Estudando as telas existentes e conversando com os operadores de área foi definido uma quantidades de telas para cada setor, conforme lista:

- Moenda 1 e 2 – 20 telas;
- Tratamento de Caldo – 20 telas;
- Fábrica de Açúcar – 26 telas;
- Fermentação/Destilaria – 24 telas;
- Caldeiras Existentes – 42 telas;
- Caldeiras Novas – 20 telas;
- Estação de Tratamento de Água – 10 telas;
- Cogeração (turbo gerador, casa de força e válvulas reguladoras de pressão) – 25 telas;
- Subestação (Sistema elétrico) – 15 telas.

Todas as telas de Supervisório estarão conforme o padrão e terão resolução igual a 1280x1024 *megapixels*. Essas telas serão instaladas juntamente com o software nas estações de operações dentro do COI.

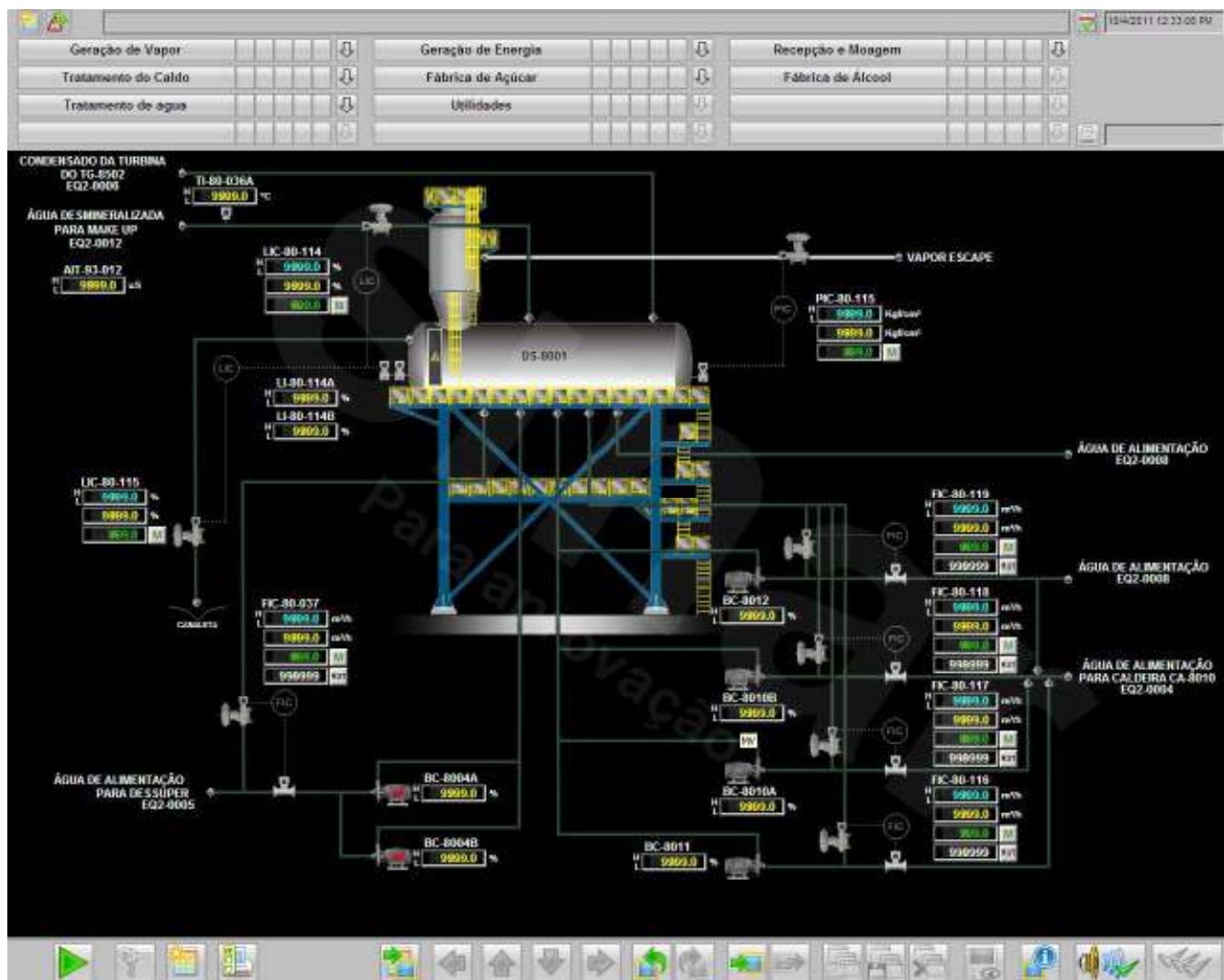


Figura 10: Tela do Desaerador com Indicações e controle das grandezas do Desaerador
(FONTE: Usina Univalem, 2011)

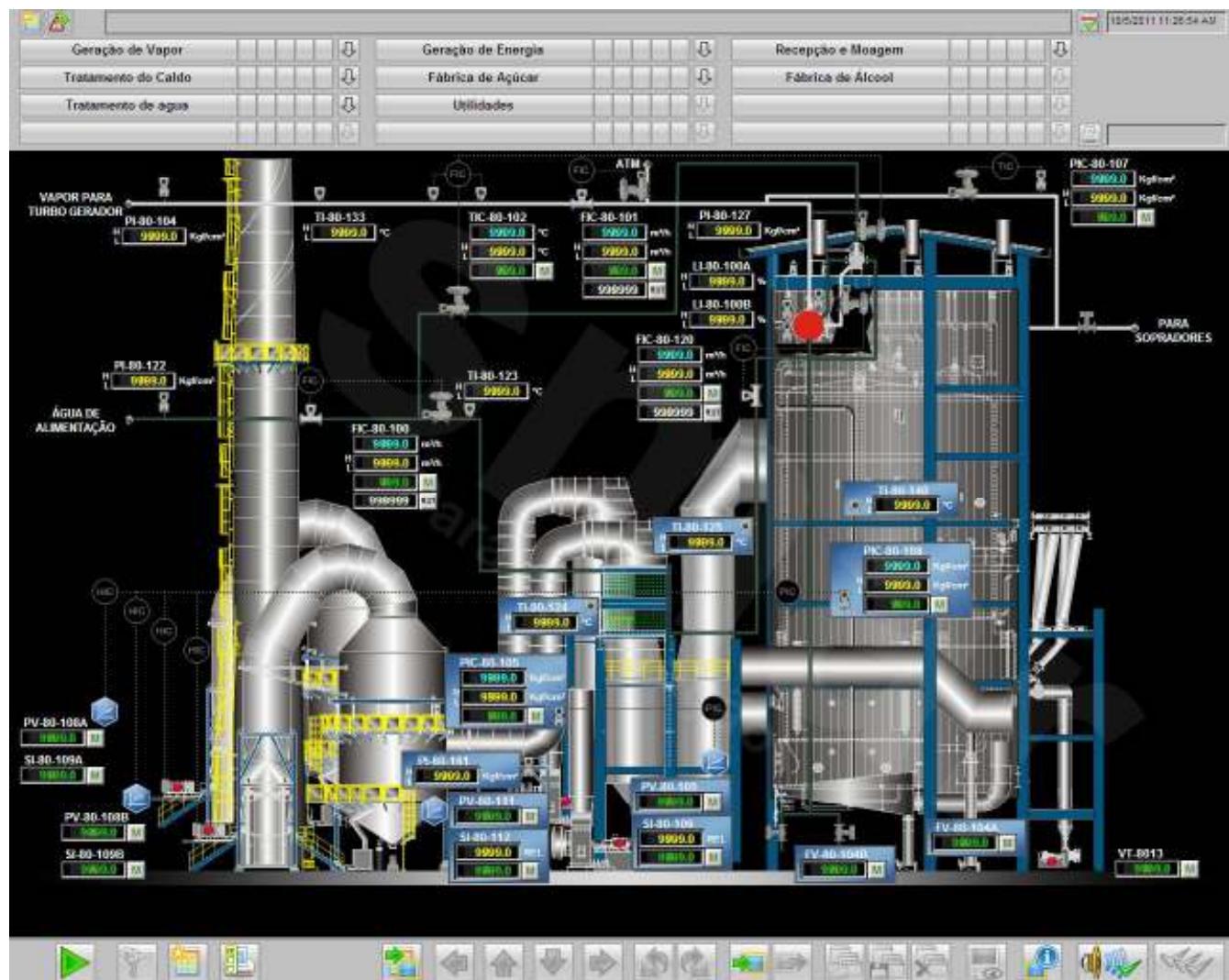


Figura 11: Tela da Caldeira com as Malhas de Controle do Processo (FONTE: Usina Univalem, 2011)

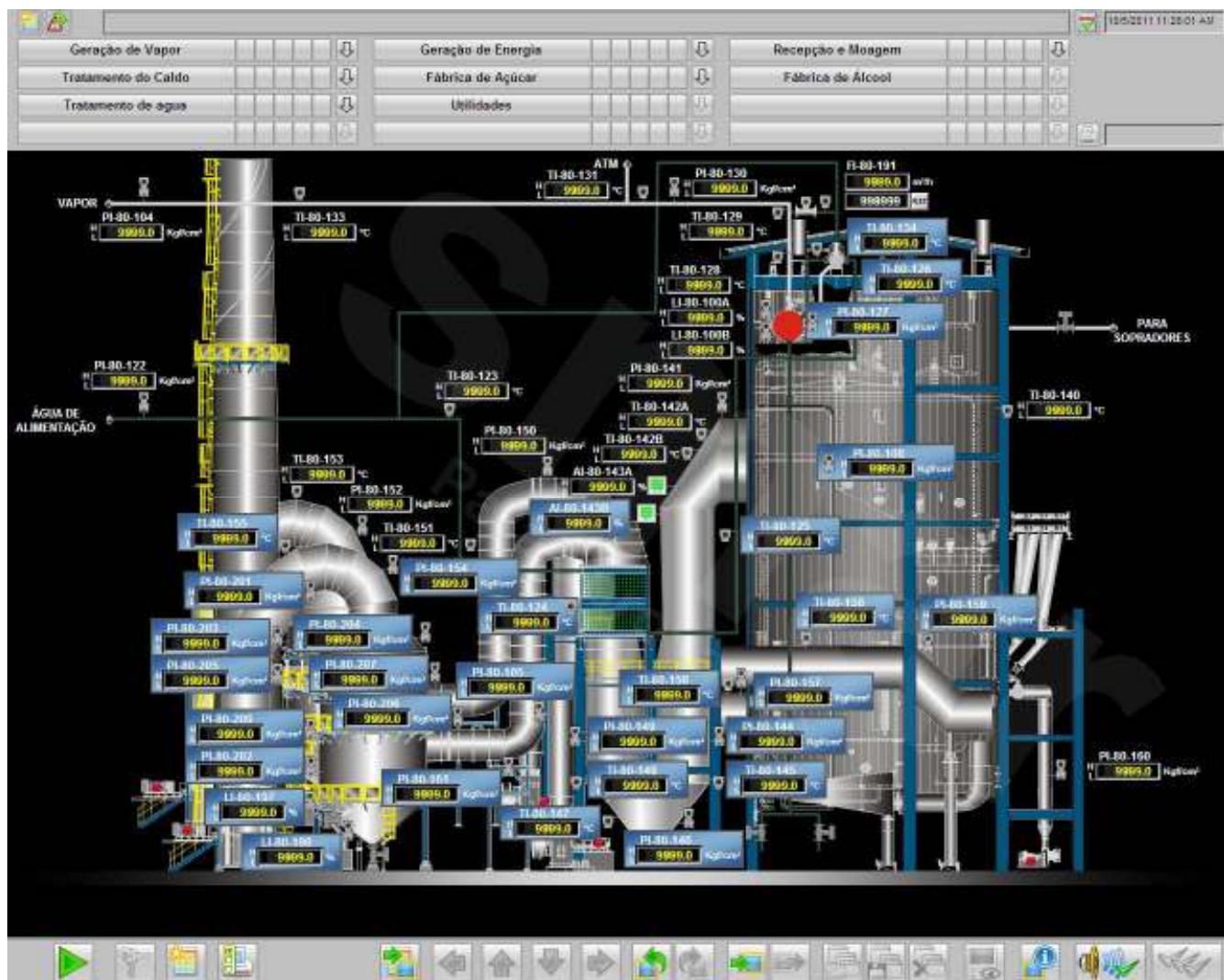


Figura 12: Tela da Caldeira Nova com os Indicadores do Processo (FONTE: Usina Univalem, 2011)

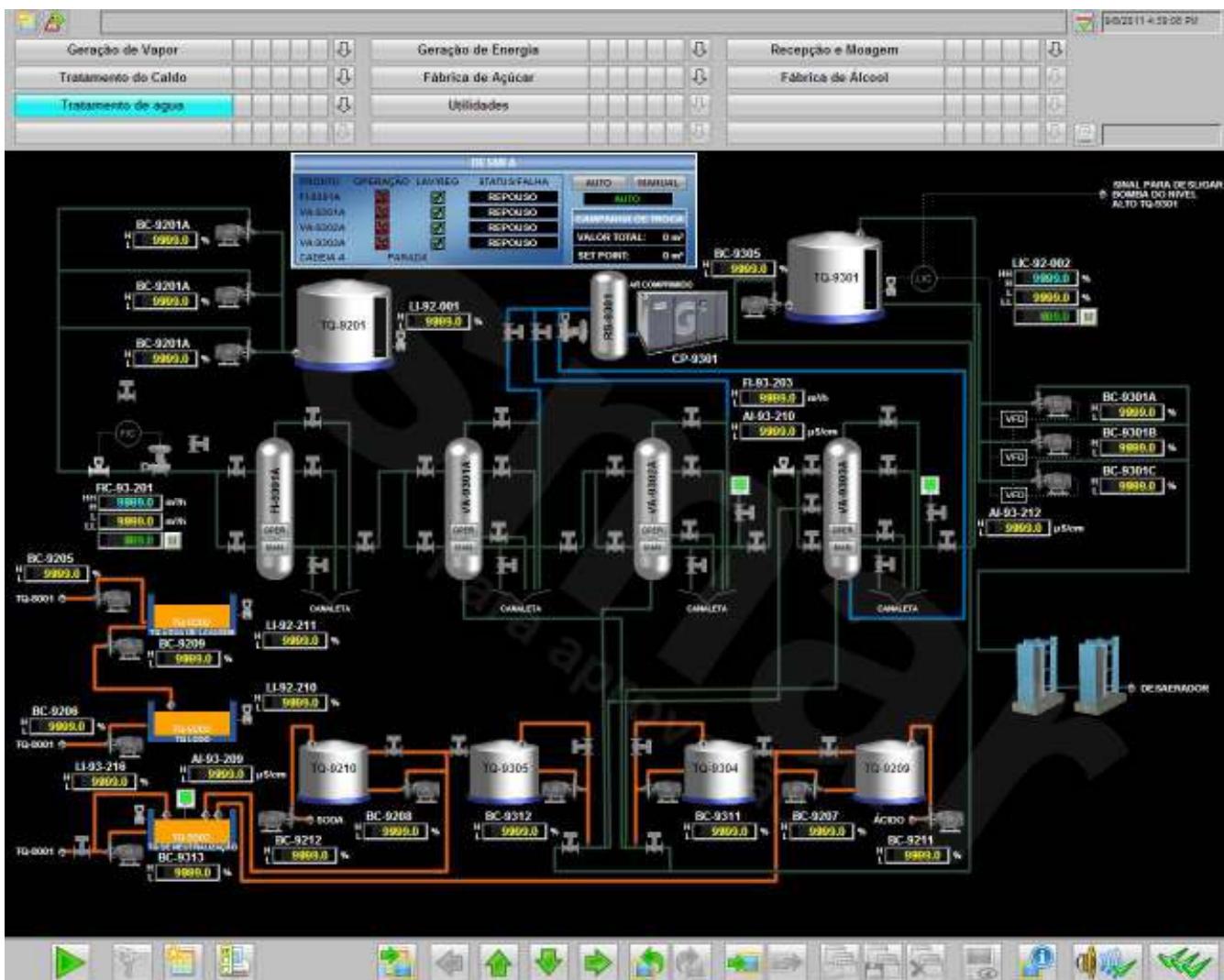


Figura 13: Tela da ETA com os Indicadores e as Malhas de Controle do Processo (FONTE: Usina Univalem, 2011)

As figuras de 10 a 13 são exemplos de telas a serem instaladas nas estações de supervisório. Observando a tela notemos que na parte superior encontram-se as abas dos setores da usina e na parte inferior os ícones de navegação entre as telas, como também algumas configurações de brilho das imagens, e volume de áudio. Os eventuais avisos apareceram como ícones na cor amarela e os alarmes na cor vermelha. E passando o mouse sobre os gráficos dos dispositivos de campo aparece a identificação do equipamento e sua localização dentro do processo. Com dois *clicks* em cima das malhas de controle e dependendo do seu nível de acessibilidade aparece um *pop-up* no qual pode se fazer mudança no controle do processo.

6. ARQUITETURA TOTALMENTE INTEGRADA

6.1. Topologia Existente

Para se desenvolver uma arquitetura totalmente integrada foram observadas as necessidades típicas de uma usina. E as necessidades que receberam maior enfoque pelos comentários dos operários, dos encarregados, dos supervisores e do gerente da unidade foram:

- Tratamento, aquisição e visualização dos indicadores chaves de performance produtiva da usina, os KPIs (*Key performance Indicators*);
- Gerenciamento de ativos e de diagnósticos automáticos de todos componentes do sistema (Controle, Visualização, Redes, CCMs (Centro de controle de Motores) e Instrumentação de Campo);
- Uma maior capacidade de configuração e de diagnóstico *on-line* (contínuo e sob demanda) dos dispositivos de campo;
- Rapidez no reparo dos danos nos cabeamentos, com identificação do local de falha;
- Redução do custo e segurança operacional;
- Alta disponibilidade do sistema de controle de processo e energia, reparo e ampliação à quente (24horas/7dias por semana durante toda a safra);
- Arquitetura simplificada, aberta e padrão de redes de comunicação;
- Gerenciamento e operação centralizada da produção Industrial – COI permitindo agilidade e qualidade na tomada de decisões ;
- Integração total dos sistemas de automação de processo e automação de energia;
- Engenharia centralizada e uniforme para todos os componentes do sistema de controle e dispositivos de campo (acionamentos de velocidade variável, relés inteligentes de proteção, instrumentação de campo, válvulas, etc.);
- Na visão do cliente, eles estavam buscando a “Usina Ideal”.

Com o objetivo de atender todas essas necessidades foi criada uma nova arquitetura de gerenciamento, controle e supervisão do sistema, através da integração total dos setores da usina desenvolveu uma solução, a qual se caracteriza pelos seguintes fatores:

- Em sua estrutura utiliza uma configuração comum e uniforme de todos os componentes do sistema de automação (controladores, remotas de sinais digitais de entrada e saída, acionamentos, instrumentação e dispositivos de distribuição de energia);
- Consiste de uma comunicação comum e integrada do sistema de automação e seus componentes, baseada nas redes *Profibus* e *Ethernet*, com configuração uniforme, também tem o acesso a todas as funções de engenharia em ambas as redes e sistema automático de diagnóstico integrado de falhas sem necessidade de programação com funcionamento idêntico em ambas as redes;
- Para atender a necessidade de ampliação do sistema sem que ocorra uma interrupção da operação, foi elaborada uma configuração a quente das alterações e implementação do sistema de supervisão, de controle de processo e seus dispositivos de campo sem necessidade de parada dos controladores, o CiR (*Configuration in Run*);
- Para proporcionar um maior controle das informações foi criado um gerenciamento comum dos dados de configuração do sistema de automação e seus componentes em uma única estrutura de dados, com uma base comum a todos;
- Outros fatores são os amplos recursos de configuração e diagnósticos on-line (sempre contínuos e atualizando os valores de demanda do processo) de todos os dispositivos de campo (transmissores, posicionadores de válvulas, inversores, relés de proteção de motores, remotas de sinais digitais de entrada/saída, etc.) conectados em rede;
- Sistema totalmente digital de transmissão das variáveis analógicas e digitais do processo entre os dispositivos de campo e controlador, com alta resolução, imunidade à ruídos eletromagnéticos e correção de erros incorporados;
- Essa solução apresenta uma facilidade na implementação de redundância da rede de campo;
- Para finalizar as características dos fatores dessa solução, observamos também uma redução drástica na infra-estrutura de cabeamento e tempo de reparo e manutenção, como citados anteriormente em outro capítulo.

Para entender melhor o funcionamento dessa nova arquitetura totalmente integrada, vamos observar a estrutura da arquitetura que era existente na unidade e compará-la com a nova estrutura que será implementada.

Na figura 14, observamos o esquema representativo da topologia existente de apenas uma área do processo. Notemos que existe apenas um *switch* na camada de supervisão recebendo todos os pontos e sem uma redundância, o anel de fibra óptica não é duplo e está sendo compartilhado com outros departamentos de tecnologia da unidade, e apresenta célula individual de operação (sala de controle).

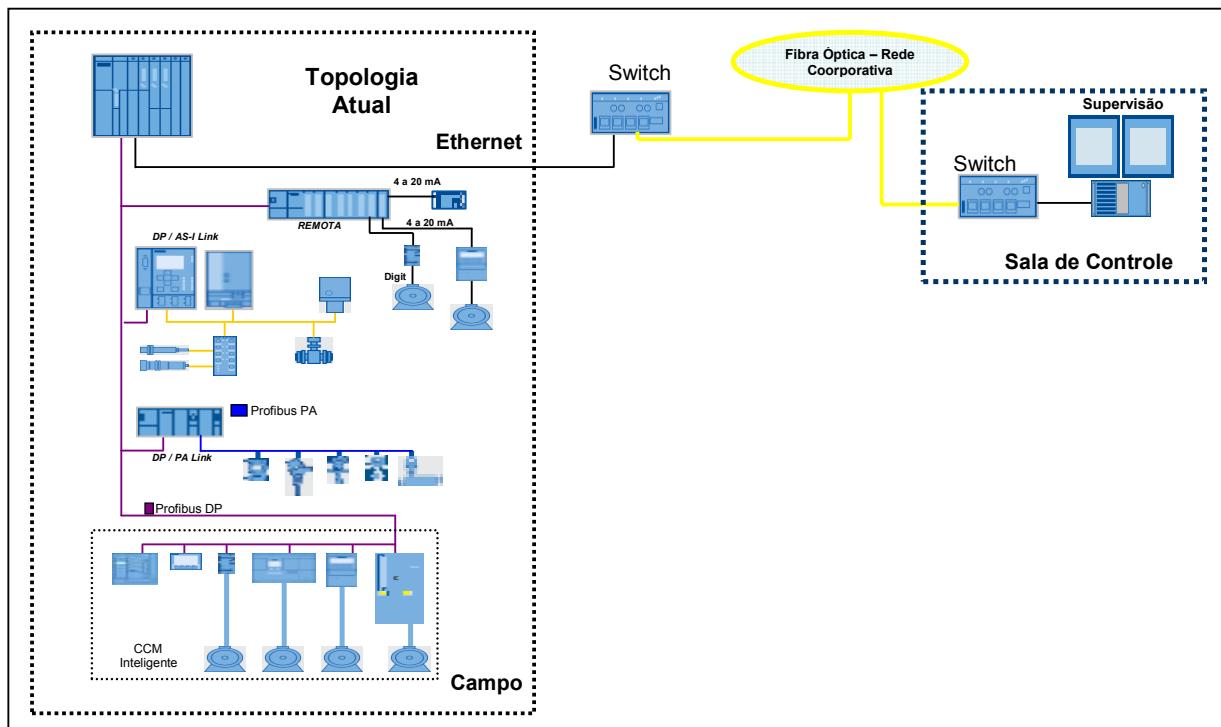


Figura 14: Topologia Atual de Apenas uma Área do Processo

A figura 15 esquematiza uma topologia completa da arquitetura existente, contendo varias áreas dos segmentos de fabricação de açúcar e álcool que já apresentam algum tipo de sistema de automação e de supervisão. Estudando esse esquema vemos alguns pontos que tornam a rede menos confiável e segura, e fica sujeita a ocorrência de interrupções no sistema de controle.

Para solucionar e melhorar essa rede alguns pontos receberam maior importância no desenvolvimento do novo projeto como: o *switch* da camada de supervisão que não apresenta redundância, assim fica sobrecarregado e qualquer erro ou defeito nesse equipamento toda estrutura acima perde a comunicação e a sua função operacional; os supervisórios não são interligados e cada um está fisicamente localizado em um setor da usina, assim dificultando a comunicação dos operadores de diferentes áreas do processo. E a malha do anel de fibra óptico também se encaixa como outro ponto crítico, pois não apresenta duplicidade de anéis, e independência de operação, pois a comunicação no anel de fibra óptica existente também é compartilhada com outros departamentos da unidade, como o departamento de TI (tecnologia da informática).

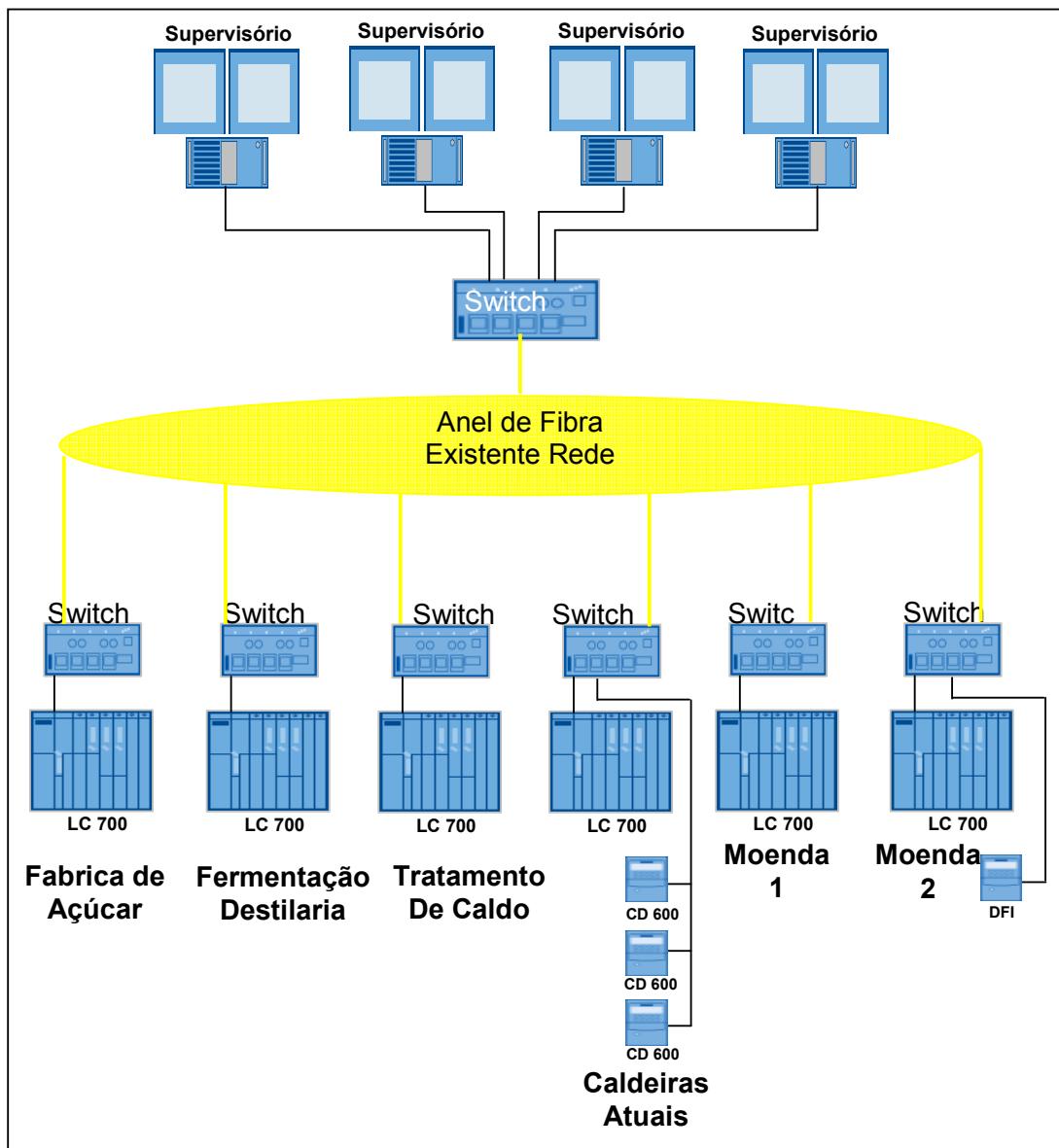


Figura 15: Topologia Existente do Sistema de Automação da Usina

Na figura 16, traz a imagem do painel com o *switch* responsável de receber todos os dados e informações de campo, e transmitir para todas as salas de controle, criando assim um sistema de supervisórios. Observamos um grande volume de cabeamentos, pois esse *switch* não apresenta redundância de equipamento.



Figura 16: Switch do Sistema de Supervisório Existente (FONTE: Usina Univalem, 2011)

6.2. Topologia a ser implantada

Na nova arquitetura está contida a idéia de resolver todos os pontos críticos, criar uma topologia totalmente integrada, tornando esse sistema presente na arquitetura mais confiável, seguro, assim a usina apresenta um maior dinamismo, melhorando as tomadas de decisões e rapidez na resolução de problemas.

A figura 17 tem uma arquitetura simplificada da topologia de um sistema totalmente integrado. E em anexo a essa dissertação tem um desenho da topologia completa desse sistema, com detalhes e com os caminhos dos dados de processo.

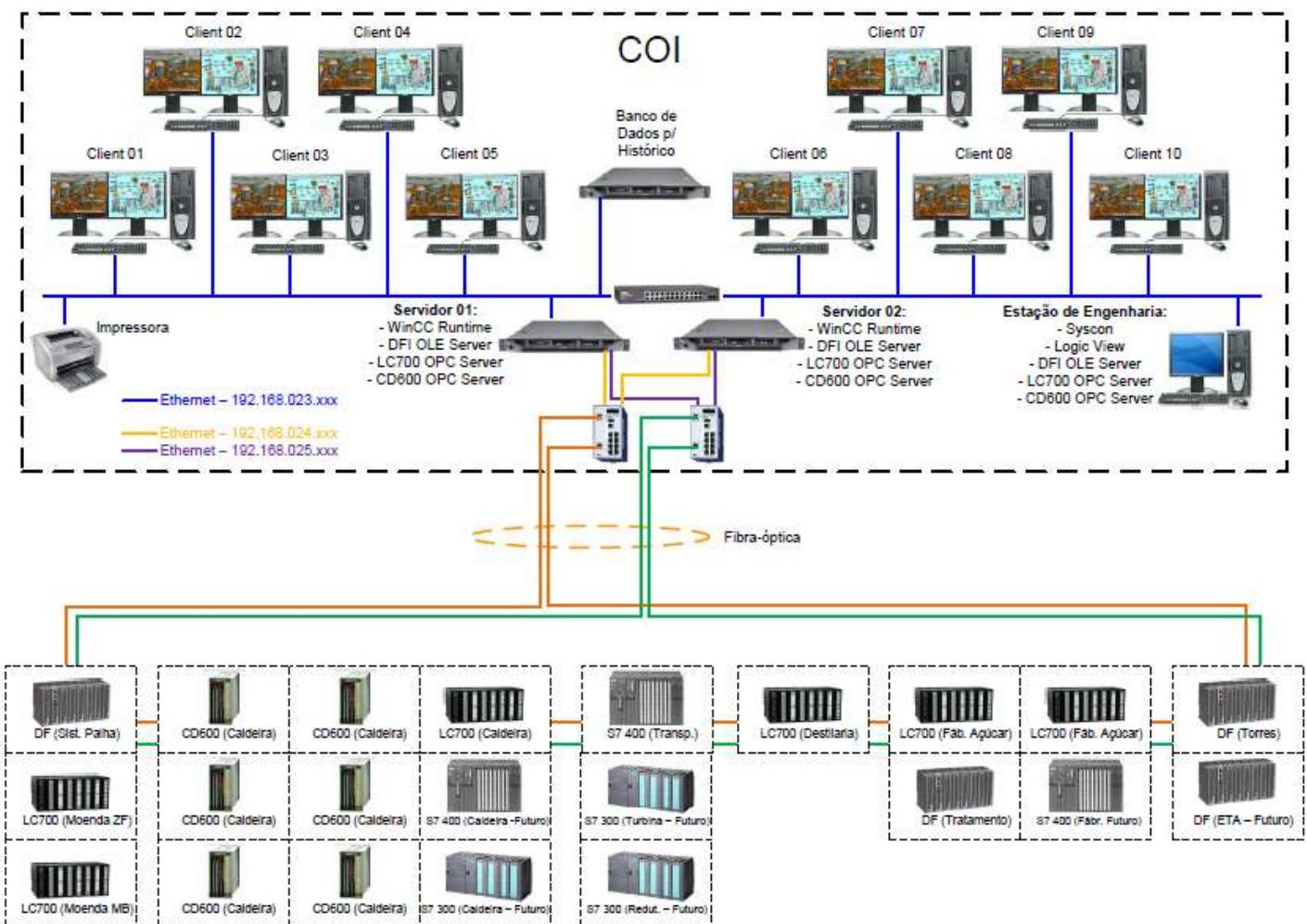


Figura 17: Topologia de um Sistema de Automação Totalmente Integrado

No Centro de Operações Integradas tem-se o acesso a todas as informações do processo e controle de todos os dispositivos de campo. As informações são coletadas pelos dispositivos de campo e transmitidas por esses dispositivos até os controladores (CLPs) através da comunicação industrial *Profibus*. Dos CLPs as informações vão para o *switch* do seu setor na usina, e desse *switch* os dados são transmitidos através dos duplos anéis de fibra óptica até os *switches* com redundância do COI, toda essa etapa utiliza o tipo de comunicação *Ethernet*. Dos *switches* do COI os dados vão para os dois servidores em redundância e para o servidor de históricos, desses servidores as informações são distribuídas para os *Clients*, que são os computadores do supervisório de cada área do processo, a comunicação dentro do COI é toda do tipo *Ethernet*.

No COI vão existir 10 estações de supervisório (*clients*), cada estação é composta por um computador equipado com 2 monitores cada, as estações de supervisório

representam os setores de processo da usina, os 10 *clients* representaram as seguintes áreas:

- Moenda 1 e 2;
- Tratamento de caldo;
- Fábrica de Açúcar ;
- Fermentação/Destilaria;
- Estação de Tratamento de Água ;
- Caldeiras Existentes;
- Caldeiras Novas;
- Subestação;
- Cogeração (Casa de Força);
- Estação Auxiliar.

A estação auxiliar fica de reserva para caso de algum problema nas outras estações e para quando algum encarregado, supervisor ou gerente necessitar de informações do processo, ele usará seu *login* e sua senha para ter acesso a máquina. O acesso as estações de supervisório e ao conteúdo dos programas existente nos computadores e ao poder de controle de processo será limitado através do *login* pessoal de cada funcionário.

Além dos *clients* o COI contará com uma estação de engenharia, que servirá para atualização de programas, para melhorias de rede e correção de eventuais erros de programação.

No desenvolvimento dessa arquitetura se criou uma estrutura flexível, a qual permite de futuramente novos setores possam ser criados e seu sistema de automação ser conectada ao centro de operações integradas e instalado uma nova estação de supervisório. Assim esse sistema de automação industrial totalmente integrado é flexível para ampliação de mais áreas possibilitando o crescimento da indústria, pois sua estrutura não cria obstáculos a isso.

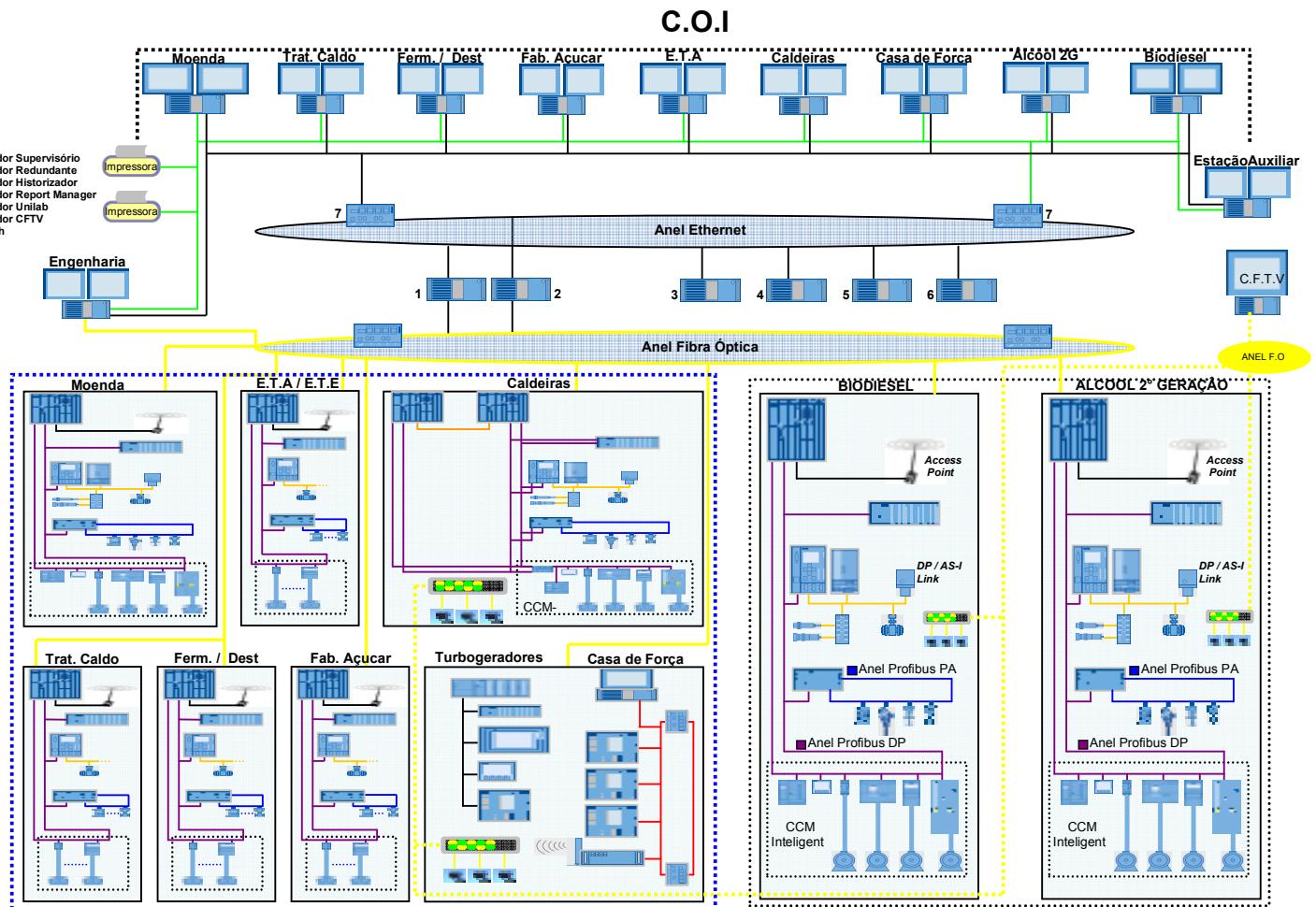


Figura 18: Topologia Expandida da Arquitetura do COI

Na figura 18 para exemplificar a flexibilidade do sistema, foram criados 2 novos setores na usina: Álcool 2G(segunda geração) e biodiesel. Cada setor tem seus equipamentos de campo, suas malhas de automação e seu sistema de CFTV, observamos na estrutura da figura 18 que essas novas áreas foram conectadas aos sistemas de automação totalmente Integrados e de CFTV, sem nenhuma mudança drástica na arquitetura. As mudanças no COI foram a seguintes:

- A criação de duas novas estações de supervisório, com seus computadores e seus monitores;
- O desenvolvimento dos programas a serem instalados nos computadores das novas estações de supervisório e na central do sistema de CFTV;

- E a conexão desses novos dados e informações ao anel de comunicação de Ethernet do COI.

6.3. Layout do Centro de Operações Integradas

Para o centro de operações integradas também foi desenvolvido um espaço amplo e confortável, visando melhor a qualidade de trabalho dos operadores do COI. Na figura 19 vemos a planta da edificação de COI, essa estrutura apresenta duas entradas, uma para os operadores do centro e outra para funcionários de uma hierarquia mais alta dentro da usina.

A estrutura física apresenta uma copa, uma antecâmara, uma área de circulação, três banheiros, sendo um masculino, um feminino e um para portadores de alguma deficiência. Tem também a sala de operação, duas sala técnica, uma sala de reunião e uma sala para os líderes.

Na sala de operação estarão instaladas todas as estações de supervisório e mais duas mesas para os técnicos que auxiliaram os operadores de cada setor. Na sala técnica 1, estará instalado o servidor de Históricos e na sala técnica 2, estará instalado o sistema de CFTV. Tem também a sala dos líderes que estará equipada com as mesas e os computadores dos encarregados dos setores: de elétrica, de mecânica, de processo e de planejamento.

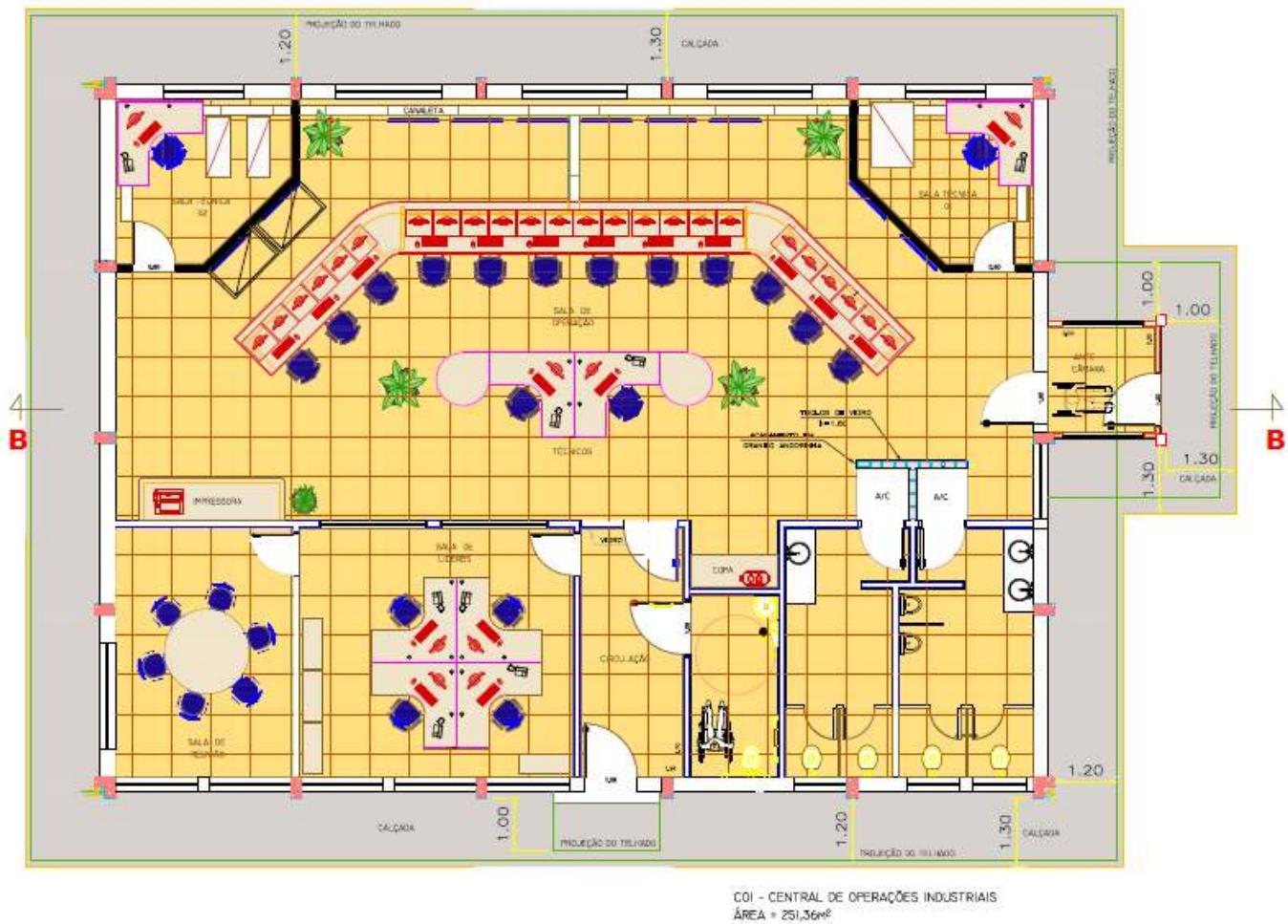


Figura 19: Layout do COI, Vista Superior (FONTE: Usina Univalem, 2011)

Na figura 20, observamos uma vista simplificada do interior da sala de operação, que além das estações de trabalho com seus computadores, a sala contará com varias televisões de LCD, instadas na parede, e essas televisões mostrara as imagens de alta definição do sistema de monitoramento, o CFTV.

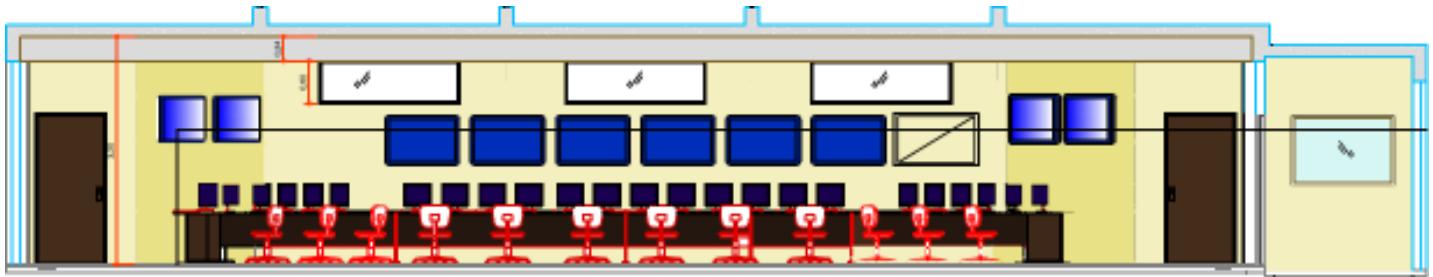


Figura 20: *Layout do COI, Vista do Interior da Sala de Operação (FONTE: Usina Univalem, 2011)*

7. ANALISE DE RESULTADOS

Com a empresa apresenta um projeto já implantado semelhante a esse proposto, assim podem-se avaliar os benefícios desse projeto. Para isso, foi realizada uma pesquisa para saber a viabilidade e as vantagens da implantação de um centro de Operações Integradas, buscando a opinião de profissionais com experiência no processo. Foi desenvolvido um questionário a ser respondido pelos profissionais após a apresentação da proposta da implantação desse empreendimento. E a partir das respostas foi possível avaliar os resultados que a implementação desse centro traz para uma usina sucroalcooleira. Nesse capítulo serão expostas as condições de aplicação do questionário, e analisados os resultados obtidos.

7.1. Condições da Aplicação do Questionário

Com a finalidade de verificar os benefícios e os resultados obtidos pela implantação do COI, foi feita uma pesquisa de campo com 10 profissionais de diferentes áreas do processo da usina, esse estudo foi direcionado a profissionais que já trabalharam em usinas com e sem a estrutura de um Centro de Operações Integradas. Esses funcionários são: dois gerentes de projetos corporativos um elétrico e um mecânico, um gerente industrial, um supervisor de produção industrial, um supervisor de elétrica corporativa, três supervisores de manutenção sendo 2 do departamento de elétrica e 1 do departamento de mecânica, dois engenheiros de projetos um elétrico e um mecânico.

A realização da pesquisa deu-se através da apresentação da proposta da implementação desse projeto e da aplicação de um questionário, disponível no Apêndice A. Apresentou-se a proposta através da explanação do projeto, com as novas infra-estruturas, as mudanças nas configurações dos sistemas, dos novos procedimentos e de cada uma das ferramentas.

O questionário conta com dez afirmações sobre os benefícios proporcionados pela instalação desse centro. Os respondentes assinalavam em cada afirmação seu grau de concordância, discordância ou a falta de opinião referente a afirmação, através das opções “Discordo Totalmente”, “Discordo”, “Não tenho Opinião”, “Concordo” e “Concordo Totalmente”. E abaixo de cada afirmação há um campo destinado a comentários.

7.2. Resultados da Pesquisa de Viabilidade do Projeto

Definida as condições de aplicação da pesquisa, os resultados serão apresentados em gráficos. Para cada afirmação foi gerado um gráfico que indica o percentual de cada alternativa da resposta, representando as opiniões dos profissionais que estão trabalhando em usinas que utilizam centros de operações integradas para supervisionar o processo de produção. Baseados nas informações desses gráficos consolidaram os benefícios e a viabilidade da implantação desse projeto descrito na dissertação.

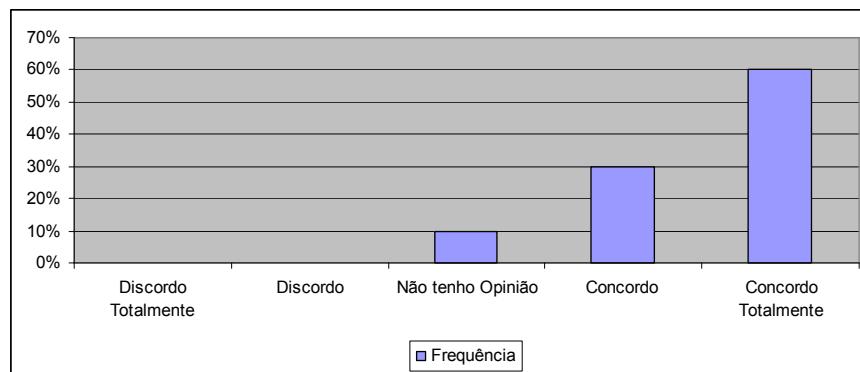


Gráfico 1: O COI aumenta a eficiência e a rapidez na tomada de decisões

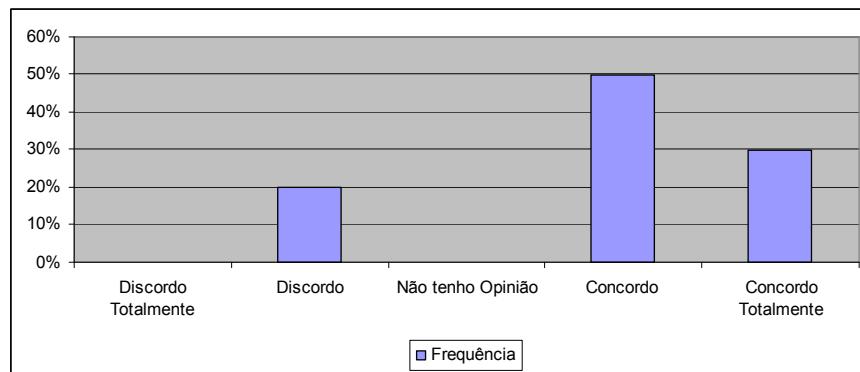


Gráfico 2: O COI diminui os tempos de paradas e manutenções de processo

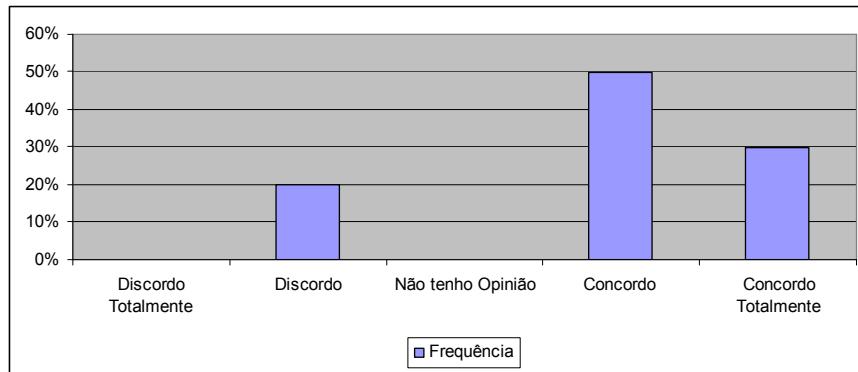


Gráfico 3: COI otimizou o processo de fabricação da usina

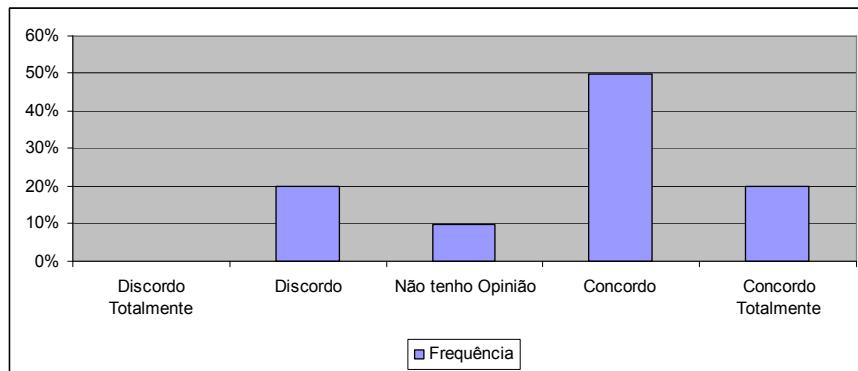


Gráfico 4: O COI aumentou a produtividade de todos os seus operadores

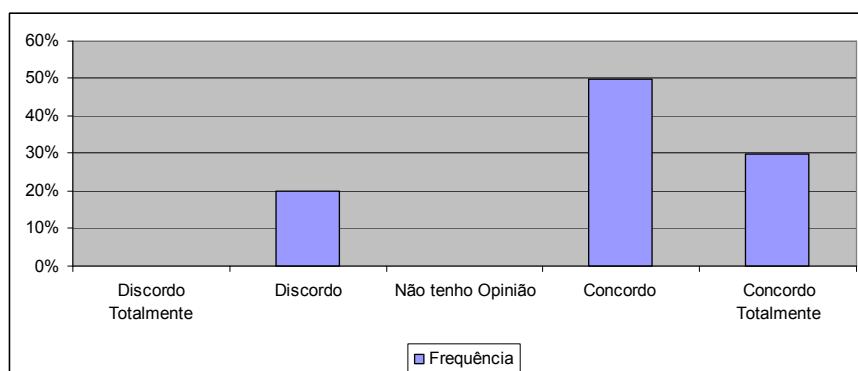


Gráfico 5: O COI aumentou o grau de flexibilidade das instalações de processo

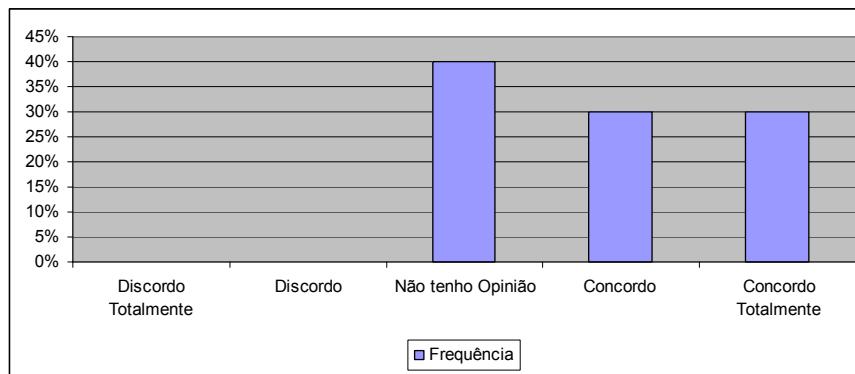


Gráfico 6: O COI aumentou a disponibilidade do sistema de automação

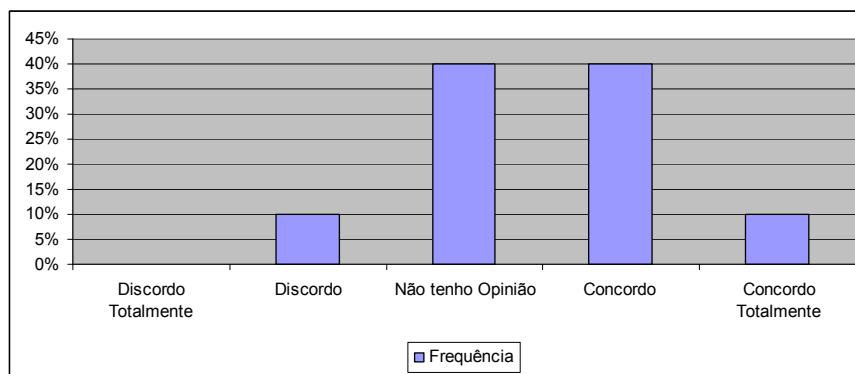


Gráfico 7: O COI reduz o tempo de configuração de Engenharia

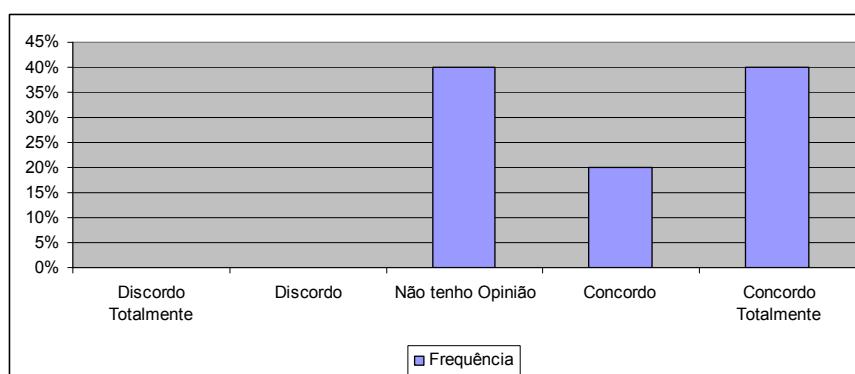


Gráfico 8: Com o COI a sincronização de dados ocorre automaticamente

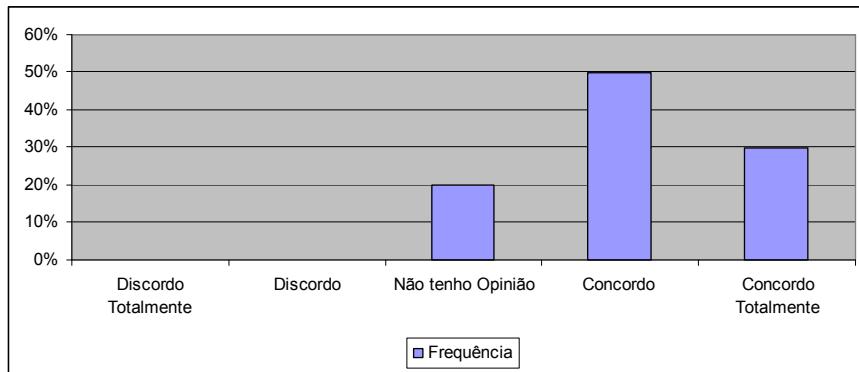


Gráfico 9: Com o COI os erros e as falhas no comissionamento são reconhecidos e eliminados mais rapidamente

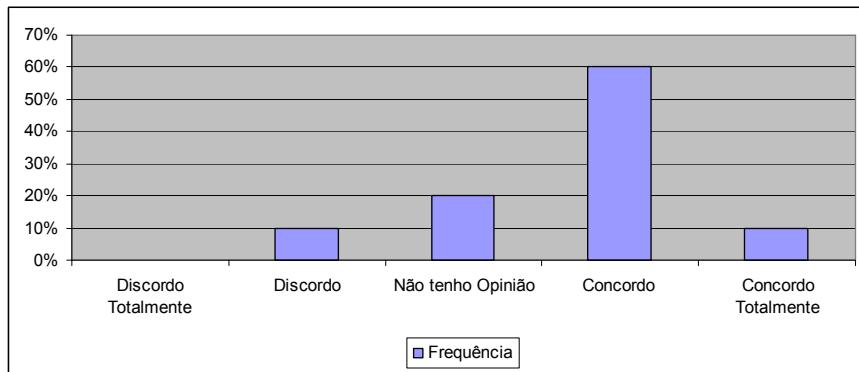


Gráfico 10: Com o COI houve uma integração entre os operadores de diferentes setores do processo da usina

Observando os resultados da pesquisa nos gráficos, é nítido que a maioria das respostas concordou com a afirmação. Um pequeno percentual discordou de algumas afirmações, o qual pode dizer que se encaixa com desvio, comum em qualquer pesquisa. E tem também um percentual de respostas na alternativa “Não Tenho Opinião”, que analisando os questionários isso ocorreu nas afirmações mais específicas da elétrica respondidas pelos profissionais da área de mecânica e de processo. Num geral, esses resultados comprovam que todos os respondentes interpretaram e avaliaram de maneira semelhante a proposta de implantação do projeto, além de evidenciar que concordam com a implementação de um Centro de Operações Integradas e conhecem as suas vantagens.

Devido a corrida vida de trabalho dos profissionais que responderam esse questionário tivemos poucos comentários, mas alguns comentários estão abaixo:

- “Aumento a eficiência nas tomadas de decisões pois operadores de setores distintos estão mais próximos, em uma única sala de comandos ”, Evânio dos Santos, referente a afirmação 1.
- “Diminui quando a equipe está treinada e dominando as ferramentas oferecidas pelo sistema instalado”, Fábio P. M. Dias, referente a afirmação 2.
- “Reduz quando todos os processos da fabricação já estão mapeados e a equipa de configuração da engenharia está bem treinada”, Fernando Mussi, referente a afirmação 7.
- “Melhorou produtividade pois aumentou o nível de informação e melhorou a comunicação entre os operadores”, Antonio Aparecido Ijano, referente a afirmação 4.

8. CONCLUSÃO

Este trabalho buscou apresentar conceitos, técnicas e ferramentas para a implementação de um Centro de Operações integradas em uma usina sucroalcooleira. Estudou as tecnologias em sistema de automação totalmente integrada, as modelagens atuais em sistema de supervisão, o *software* responsável pelo gerenciamento de todo esse novo sistema a ser implantado. E desenvolveu também as estruturas de engenharia, modelando a arquitetura existente, detectando os pontos críticos do sistema e propondo uma nova arquitetura para estruturar a topologia de automação da usina.

Foi proposta uma nova topologia para o sistema visando eliminar os pontos críticos e integrando em apenas uma sala todos os setores do processo da unidade. Com isso, houve interação dos operadores de diferentes setores, uma comunicação e um dinamismo maior entre eles. Gerando uma otimização do processo de fabricação da usina, aumentando a produtividade e eficiência da unidade, melhorando e tornando mais rápido as tomadas de decisões, reconhecendo e eliminando os erros e falhas de comissionamento com uma velocidade maior. Além de diminuir os tempos de paradas e manutenção do processo.

A utilização do software descrito nesse texto traz melhorias e vantagens ao processo, como o aumento do grau de flexibilidade do processo, uma maior disponibilidade do sistema de automação. E com a implantação do COI e o uso desse software a sincronização dos dados ocorre automaticamente, além de reduzir o tempo de configuração de Engenharia.

Por se tratar de um grande grupo empresarial composto por varias usinas sucroalcooleiras e empresas em outros setores do mercado. Algumas de suas unidades canavieiras são composta por projetos semelhantes a esse descrito nessa monografia. Desta forma, foi realizada uma pesquisa de opinião no campo, com profissionais experientes, para avaliar a viabilidade e os benefícios propostos por esse projeto e utilizando gráficos demonstrativos para assegurar que a opinião era comum entre os entrevistados.

Para todos os pontos avaliados houve uma tendência em concordar com a afirmação, e as afirmações onde houve discordância, essa alternativa não chegou a 20% e não teve nenhum entrevistado que assinalou “Discordo Totalmente”. E os percentuais atingidos pela alternativa “Não Tem Opinião”, em uma analise conclui-se que foi por causa de perguntas específicas de uma área à qual não faz parte do setor de trabalho do profissional entrevistado, por exemplo, uma pergunta específica de engenharia elétrica respondida por um profissional de mecânica ou produção.

A partir da tendência em concordar dos entrevistados, ficou claro que houve boa aceitação e que os respondentes vêm de forma positiva a viabilidade da implantação do COI e os benefícios esperados a partir da aplicação do projeto.

Enfim para melhorar o processo atual de gerenciamento do sistema de supervisão, do sistema de automação e do CFTV, a empresa deve também aprimorar os processos de comunicação e interação entre os membros da equipe de diferentes setores do processo, e buscar a introdução de ferramentas que permitam a visualização global da usina, promovendo melhorias na produtividade da unidade.

A realização de novos estudos de projetos de centros de Operações Integradas é viável e traria novas conclusões e soluções para os processos de fabricação de uma usina sucroalcooleira. Nesse caso além da implementação de novas tecnologias é fundamental desenvolver uma interação entre os operários. Para que a aplicação dessas ferramentas e técnicas possa trazer benefícios para a empresa.

RERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] COHN, Paulo G.; GOMIDE, Fernando A.C. "SBA Controle & Automação". Automação, Controle e Inteligência Artificial, Vol. 1, Nº 4, pp. 277-290, 1989.
- [2] BASTOS, Raul L. Assunção "O segmento de automação industrial no Brasil: constituição, desenvolvimento e mudança no processo de abertura". Ensaios FEE, Porto Alegre, Vol. 19, Nº 1, pp. 302-331, 1998.
- [3] BRUCIAPAGLIA, A. H.; FARINES, J. M.; e CURY, J. E. R. "A automação no processo produtivo: desafios e perspectivas". Departamento de Automação e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.
- [4] ZAMPRONHA, Rogério "A Evolução dos Sistemas Supervisórios". Artigo do SoftBrasil, 2008.
- [5] KATO, E. R.; INAMASU, R Y.; TANAKA, J. T.; MIRANDA JUNIOR, J. L.; PORTO, A. J. V. "A Simulação no Apoio da Implantação de Instrumentação e Automação no Setor de Álcool e Açúcar" In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA – 97, Gramado, RS. Anais, Porto Alegre, RS: UFRGS, 1997.
- [6] LOVE, Jonathan; "*Process Automation Handbook*" – A Systematic Approach; Springer-Verlag London Limitid; 2007.
- [7] DIAS, André L.; BRANDÃO, Dennis "Integração de Acionamentos de Motores Elétricos ao Sistema de Automação". Laboratório de Automação Industrial, Departamento de Engenharia Elétrica, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2009.
- [8] TAGLIARI, C.; Severino, P.; RODRIGUES, A.; GOMEZ, A "Implementação de Redundância em Rede de Campo com Estudo do Encapsulamento PROFIBUS em Ethernet" Universidade do Sul de Santa Catarina, 2004

[9] CARVALHO, F. H. T. “Aplicação e avaliação de desempenho de método para representação da visão no gerenciamento ágil de projetos em uma empresa de bens de consumo”. São Carlos, 2011.

[10] MARCATTO, Cristian “Benefícios da Automação Integrada”. Usina de Inovações, Siemens Brasil, 2007.

APÊNDICE A - Questionário: Avaliação da Implantação de um Centro de Operações Integradas - COI

Este questionário faz parte de um trabalho de pesquisa realizado para o Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Elétrica da Escola de Engenharia de São Carlos. Os resultados serão utilizados com objetivos exclusivamente acadêmicos. E sua publicação só será feita mediante a aprovação prévia da empresa. Os resultados serão apresentados de forma agregada, sem identificação individual do respondente.

Caso concorde em responder a pesquisa, você receberá o resultado da análise conjunta dos dados e do exemplar do trabalho escrito em PDF. O questionário tem como objetivo avaliar as características da implantação do Centro de Operações Integradas (COI) em uma usina. Ao responder o questionário, você deverá avaliar o quanto a afirmação descreve a melhoria obtida pela implementação desse projeto.

Caso haja alguma dúvida quanto à afirmação, ou deseje complementá-la com qualquer observação, utilize os espaços de comentários, que são opcionais. Pedimos a gentileza de responder este questionário até o dia 27 de outubro de 2011(quinta-feira). O tempo estimado é de 10 a 15 minutos. Obrigada pela sua colaboração.

Nome do Respondente:

Cargo na Usina:

Já trabalhou em usina com o Centro de Operações Integradas?

() Sim () Não

E já tinha trabalhado em uma usina sem o Centro de Operações Integradas?

() Sim () Não

1. O COI aumenta a eficiência e a rapidez na tomada de decisões.

() Discordo Totalmente () Discordo () Não Tenho Opinião () Concordo () Concorde Totalmente

Comentários:

2. O COI diminui os tempos de paradas e manutenções de processo.

() Discordo Totalmente () Discordo () Não Tenho Opinião () Concordo () Concorde Totalmente

Comentários:

3. O COI otimizou o processo de fabricação da usina.

() Discordo Totalmente () Discordo () Não Tenho Opinião () Concordo () Concorde Totalmente

Comentários:

4. O COI aumentou a produtividade de todos os seus operadores.

() Discordo Totalmente () Discordo () Não Tenho Opinião () Concordo () Concorde Totalmente

Comentários:

5. O COI aumentou o grau de flexibilidade das instalações de processo.

() Discordo Totalmente () Discordo () Não Tenho Opinião () Concordo () Concorde Totalmente

Comentários:

6. O COI aumentou a disponibilidade do sistema de automação.

() Discordo Totalmente () Discordo () Não Tenho Opinião () Concordo () Concorde Totalmente

Comentários:

7. O COI reduz o tempo de configuração de Engenharia.

() Discordo Totalmente () Discordo () Não Tenho Opinião () Concordo () Concorde Totalmente

Comentários:

8. Com o COI a sincronização de dados ocorre automaticamente.

() Discordo Totalmente () Discordo () Não Tenho Opinião () Concordo () Concorde Totalmente

Comentários:

9. Com o COI os erros e as falhas no comissionamento são reconhecidos e eliminados mais rapidamente.

() Discordo Totalmente () Discordo () Não Tenho Opinião () Concordo () Concorde Totalmente

Comentários:

10. Com o COI houve uma integração entre os operadores de diferentes setores do processo da usina.

() Discordo Totalmente () Discordo () Não Tenho Opinião () Concordo () Concorde Totalmente

Comentários: