



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS DE SOBRAL
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

AIRTON PONTES MORAIS

MODERNIZAÇÃO DE UM PROCESSO DE ENSACAMENTO DE CIMENTO,
ATRAVÉS DE *RETROFIT*

SOBRAL - CE

2018

**MODERNIZAÇÃO DE UM PROCESSO DE ENSACAMENTO DE CIMENTO,
ATRAVÉS DE *RETROFIT***

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido à Coordenação do Curso de
Engenharia Elétrica, da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial
para obtenção do grau de Graduado em
Engenharia Elétrica. Áreas de
Concentração: Automação

Orientador: Prof. Dr. Eber de Castro
Diniz.

SOBRAL - CE

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M825m Morais, Airton Pontes.

MODERNIZAÇÃO DE UM PROCESSO DE ENSACAMENTO DE CIMENTO, ATRAVÉS DE
RETROFIT / Airton Pontes Morais. – 2018.

46 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Sobral,
Curso de Engenharia Elétrica, Sobral, 2018.

Orientação: Prof. Dr. Eber de Castro Diniz. .

1. Retrofit. 2. CLP. 3. Ensacadeira. 4. Supervisório. I. Título.

CDD 621.3

AIRTON PONTES MORAIS

**MODERNIZAÇÃO DE UM PROCESSO DE ENSACAMENTO DE CIMENTO,
ATRAVÉS DE *RETROFIT***

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido à Coordenação do Curso de
Engenharia Elétrica, da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial
para obtenção do grau de Graduado em
Engenharia Elétrica. Áreas de
Concentração: Automação

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Eber de Castro Diniz (Orientador)
Universidade Federal do Ceará

Prof. Me. David Nascimento Coelho
Universidade Federal do Ceará

Washington Luis Araújo Siqueira
Engenheiro Eletricista

Dedicatória:

À Deus,

À minha mãe (*in memoriam*).

À minha esposa.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiro a Deus, por ter me dado saúde para seguir até o fim nessa jornada.

À minha mãe (*in memoriam*), Maria de Jesus Pontes Morais, sempre me apoiou e insistiu para que eu não desistisse.

Minha esposa Aline Karla de Sousa Figueredo Morais, por sempre estar ao meu lado me incentivando a correr atrás do meu sonho.

Ao Prof. Dr. Eber de Castro Diniz pela paciência e confiança.

Ao meu amigo José Luciano Marques Torres Filho, que me auxiliou nos momentos de maiores dificuldade.

Meus colegas de trabalho e faculdade por entenderem minhas dificuldades em relação ao tempo.

RESUMO

Este trabalho é o resultado obtido através do estudo de um processo de *retrofit*, que é o termo utilizado quando ocorre a modernização de equipamentos que já se encontram obsoletos, com o objetivo de ampliar a vida útil dessas máquinas, o que representa uma economia de custos para a indústria e aumento de produtividade da máquina ultrapassada. Foi objeto empírico deste estudo a modernização feita no controlador lógico programável e o supervisor das três linhas de ensacagem de sacos de cimento de 50 kg e processo de extração do silo três presentes na Fábrica de Cimentos Votorantim Unidade Sobral, que estão em funcionamento há mais de 15 anos, fazendo que o *retrofit* se torne uma alternativa positiva para manter as máquinas industriais em funcionamento por mais tempo além de vida útil estabelecido pelo fornecedor, podendo, inclusive, atuar depois que o fornecedor cesse a fabricação e o suporte técnico das máquinas.

Palavras-chave: CLP, ensacadeira, supervisor.

ABSTRACT

This work is the result obtained through the study of a retrofit process, which is the term used when modernization of equipment that is already obsolete, with the purpose of extending the useful life of these machines, which represents a saving of costs for the industry and increased productivity of the outdated machine. It was the empirical object of this study to modernize the programmable logic controller and supervise the three bagging lines of 50 kg cement bags and the silo three extraction process present at the Votorantim Sobral Unit Cement Plant, which have been in operation for more than 15 years, making the retrofit a positive alternative to keep the industrial machines in operation longer than the supplier's established service life, and may even act after the supplier stops manufacturing and technical support of the machines.

Keywords: PLC, bagger(packer), system control.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Sensor indutivo.....	16
Figura 02 – Transmissor de posição de válvula rotativa da Westlock.....	16
Figura 03 – Conector BNC.....	18
Figura 04 – Desenho do cabo Belden 9463.....	19
Figura 05 – Elevador de caçamba.....	21
Figura 06 – Desenho do filtro de manga.....	23
Figura 07 – Siemens 115u.....	24
Figura 08 – Módulo Sinec.....	25
Figura 09 – Placa Siemens.....	25
Figura 10 – Barramento ISA.....	26
Figura 11 – Tela principal do supervisão.....	27
Figura 12 – Esquemático das redes presentes.....	30
Figura 13 – Chassi um com CPU e cartões de comunicação.....	31
Figura 14 – Chassi dois com Entradas e saídas, Digitais e Analógicas.....	31
Figura 15 – Chassi três com entradas e saídas digitais.....	32
Figura 16 – Chassi quatro com entradas e saídas digitais.....	32
Figura 17 – Programação em Ladder.....	33
Figura 18 – Página de operação extração.....	34
Figura 19 – Válvulas dosadoras.....	35
Figura 20 – Mostra a divisão do sistema.....	36
Figura 21– Apresenta a tela de diagnóstico.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Orçamento da empresa B&L.....	28
Tabela 02 - Cronograma da instalação.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CIP	<i>Common Industrial Protocol</i>
CLP	Controlador Lógico Programável
COM	<i>Component Object Model</i>
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
DDE	<i>Dynamic Data Exchange</i>
DH+	<i>Data Highway Plus</i>
DLL	<i>Data Definition Language</i>
FBD	<i>Function Block Diagram</i>
IHM	Interface Homem-Máquina
ISA	<i>Industry Standard Architecture</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
NR12	Norma Regulamentadora de Máquinas e Equipamentos
OLE	<i>Object Linking and Embedding</i>
ONS	Operador Nacional do Sistema
OPC	<i>OLE for Process Control</i>
PID	Proporcional Integral e Derivativo
TC	Transformadores de Corrente
USB	<i>Universal Serial Bus</i>

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	8
LISTA DE TABELAS	9
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	10
SUMÁRIO	11
1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA	13
1.2 OBJETIVO	14
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2 AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL	15
2.1 SENSORES	15
2.1.1 Sensores Digitais	15
2.1.1.1 Sensores Digitais Indutivos	15
2.1.2 Sensores Analógicos	16
2.2 REDES INDUSTRIAIS	17
2.2.1 Rede ControlNet	17
2.2.2 Rede Ethernet	18
2.2.3 Rede DH+	18
2.3 DYNAMIC DATA EXCHANGE (DDE)	19
2.4 OLE FOR PROCESS CONTROL (OPC)	19
2.5 PROCESSO DE ENSACAGEM	20
3 ESTUDO DE CASO	23
3.1 CUSTOS	27
3.2 EXTRAÇÃO	33
3.3 LINHAS DE ENSACAGEM	35
4 CONCLUSÃO	39
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
ANEXO A.1 - TABELA DE CUSTO HARDWARE	43
ANEXO A.2 - CONTINUAÇÃO TABELA DE CUSTO HARDWARE	44
ANEXO B - TABELA DE CUSTO SOFTWARE	45

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia, as máquinas industriais tendem a ficar obsoletas. Para atualizar ou adequar essas máquinas às novas normas é necessário um *retrofit*, que é o “processo de modernização de um equipamento ou máquina já considerado ultrapassado ou não conforme com a legislação vigente” (ONS, 2015).

O termo *retrofit* foi inicialmente utilizado na atualização de aeronaves, após o surgimento de novos equipamentos no mercado. Com o decorrer do tempo, outras indústrias e áreas incorporaram o processo, como é o caso de Construção Civil, durante os anos 90 para que a rica arquitetura não fosse substituída na Europa e Estados Unidos, conservando assim o patrimônio arquitetônico e histórico das cidades (TAMBASCO e QUELHAS, 2012).

Até mesmo o fabricante de máquinas industriais, recomenda que o *retrofit* seja realizado devido às tecnologias obsoletas saírem de seus catálogos, em alguns casos ficando impossível prestar suporte técnico. No entanto, se o empresário fizer a modernização por terceiros, ocorrerá a perda da assistência técnica. Por este motivo e dos elevados custos envolvidos, o *retrofit* ainda sofre resistência por alguns empresários.

Mas o cenário vem mudando. Nos últimos 15 anos, o Governo Federal vem investindo em cursos na área, ministrados em instituições de ensino como faculdades e escolas profissionalizantes. Em consequência, temos um crescimento de mão de obra qualificada no mercado, com o surgimento de pequenas empresas especializadas em modernizações, o que faz com que o consumidor encontre opções com preços mais baratos, tornando a modernização de tecnologia mais acessível.

A automação na indústria de cimento teve início na década de oitenta, motivada pela busca de ampliar a produtividade, qualidade e disseminação de normas da organização internacional para padronização (ISO). A primeira fábrica brasileira a receber esta certificação ISO 9000 foi à unidade Rio Branco, do grupo Votorantim, localizada em Rio Branco. Com a automação e controle de processo, a fábrica atingiu redução do consumo de energia elétrica, combustíveis, além de impactar menos o meio ambiente. Na fábrica Votorantim unidade Sobral a automação teve início no ano de 1994 no segmento de fornos e moagem.

Como exemplo de tecnologia onde o *retrofit* pode ser aplicado, temos o Controlador Lógico Programável (CLP) é um equipamento digital que faz o uso de memória programável para gravar instruções que usam funções como: temporização, sequenciamento,

contagem, lógica e operações aritméticas, por meios de cartões de entrada e saída, controlando várias máquinas no processo. Seu funcionamento é baseado em rotinas cíclicas e manipulações, operando variáveis discretas (digital) e variáveis analógicas.

Já o supervisório é um aplicativo que desempenha três atividades: supervisão, controle e operação. Este tem a vantagem de substituir a mesa de controle, facilitando os procedimentos de partida e parada de equipamentos em sequência de forma remoto ou manual. Além de mostrar e armazenar variáveis de processo como corrente de um equipamento, vazão e pressão. A comunicação de um CLP com o supervisório é realizada através de um aplicativo de comunicação, o qual varia de acordo com o fabricante do equipamento.

1.1 JUSTIFICATIVA

No Brasil as máquinas industriais funcionam em média de 17 anos, diferente de outros países, como Alemanha que tem média de cinco anos. Quanto mais velha uma máquina, pior será o seu desempenho frente às novas tecnologias. Em consequência, a fábrica perde em competitividade de mercado, dentro do quadro de economia globalizada que vivemos atualmente.

Quando o CLP e o supervisório de uma máquina tornam-se obsoletos e o aplicativo de comunicação só funciona com versões de sistema operacionais já fora de circulação comercial, como é o caso do Windows NT, é necessário usar computadores antigos, sem peças de reposição e sem qualquer suporte do fabricante.

Uma desvantagem de um CLP obsoleto é que ele pode não atender a exigência da NR12 quando há acionamento de emergência da máquina, devido memória limitada para uma nova programação e a falta de entradas disponíveis. Pois, segundo a NR12 “Ao ser iniciado um comando de parada de emergência pelo sistema de segurança, a condição de parada deve ser mantida até que ocorra o rearme (*reset*) do sistema de segurança.”(BRASIL, 2013c). Outra desvantagem é quanto à confiabilidade já que há limitação de cartões analógicos para novos instrumentos de medição como transformador de corrente e pressostato.

Portanto, quando a indústria utiliza uma máquina antiga útil ao seu próprio processo de produção, o *retrofit* é a melhor opção. “Os gestores sabem desde o seu primeiro dia de funcionamento que será necessário não só recuperar os investimentos realizados, mas

também abrir mão de partes das receitas líquidas para um fundo de reposição de ativo” (TAMBASCO e QUELHAS, 2012, pg. 449).

1.2 OBJETIVO

Este trabalho tem como premissa mostrar os benefícios de atualização de um CLP e supervisor aplicado à Ensacadeira da Votorantim Cimentos – Unidade Sobral,

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Estudar componentes de automação industrial presentes
- ❖ Identificar problemas e soluções para o processo de ensacamento de cimento
- ❖ Atualizar automação de processo de ensacamentos

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

No capítulo 2 são descritos os componentes básicos necessários para o funcionamento de uma indústria automatizada.

O capítulo 3 trata do estudo do caso, apresentando problemas e dificuldades bem como as possíveis resoluções.

O capítulo 4 apresenta a conclusão obtida a partir das mudanças implementadas, além de perspectivas futuras de projetos ligados a temática abordada.

2 AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Como administrar novas tecnologias se torna a chave para o sucesso, a automação veio para que a indústria inove e melhores resultados operacionais mantendo sempre a segurança e qualidade dos processos.

Neste capítulo será apresentado os sensores e redes industriais presente no estudo de caso e o processo de ensacagem de cimento.

2.1 SENSORES

Sensores são dispositivos eletroeletrônicos que convertem uma grandeza física em um sinal elétrico proporcional, o qual é conectado ao controlador. Estes subdividem-se em digitais e analógicos.

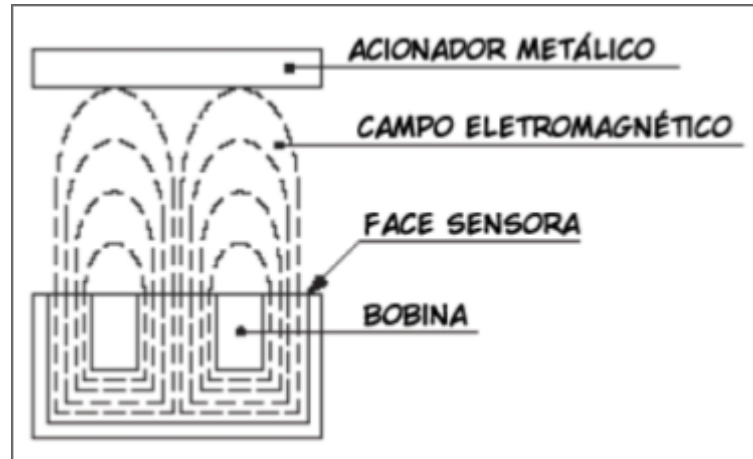
2.1.1 *Sensores Digitais*

Indicam somente dois estados: alto e baixo, ou simplesmente “0” e “1”, representados por nível de tensão, sendo “0” igual 0 V e “1” igual 24 V (a tensão usual do sensor), utilizando, assim, a lógica binária. O mais comum na indústria cimenteira é o sensor indutivos

2.1.1.1 *Sensores Digitais Indutivos*

Funcionam pelo princípio da indução magnética, de maneira similar aos enrolamentos de um transformador. Quando um material metálico entra no campo magnético fraco criado por um oscilador e uma bobina, ele induz correntes parasitas (*Foucault*) as quais geram uma queda de tensão, que o circuito percebe e comuta a saída do sensor. Assim, como o campo criado é magnético esse sensor só reage a materiais metálicos.

Figura 01 - Sensor indutivo..



Fonte: CARDOSO, SALDANHA (2014)

2.1.2 Sensores Analógicos

São sensores que medem valores variáveis, como pressão, nível, temperatura e rotação. Estes sensores têm sua saída variando o sinal de corrente (4 a 20 mA) ou tensão (0 a 10 Vcc) proporcional a grandeza física medida. Um exemplo deste é o transmissor de posição de válvula rotativa *Westlock* mostrado na figura 02, o qual converte a posição angular da válvula rotativa em sinal de corrente (4 a 20 mA), facilitando o controle de fluxo de cimento.

Figura 02 - Transmissor de posição de válvula rotativa da Westlock



Fonte: Westlock (2018)

2.2 REDES INDUSTRIAIS

Dentre as redes industriais, serão apresentados três: rede ControlNet, rede DH+ e rede Ethernet. Estas são utilizadas no novo controlador para comunicação entre cartões, entre controlador e com o novo supervisor respectivamente

2.2.1 Rede ControlNet

A rede ControlNet, desenvolvida pela *Rockwell Automation* em 1995, tornou-se um protocolo aberto no ano posterior. Esta permaneceu sob controle da *ControlNet International* até 2008. Após esse ano o apoio e gestão da *ControlNet* foi transferido para a organização ODVA, que gerencia todos os protocolos da família de protocolo industrial comum (CIP - *Common Industrial Protocol*) (LAMPERT, 2015).

A principal vantagem dessa rede é sua redundância total de cabos, e o fato da comunicação ser determinista (habilidade de prever com segurança quando os dados serão liberados na rede), repetibilidade (forma de assegurar tempo de transmissão constante independente da conexão de novos dispositivos na rede ou desconexão), alta taxa de transmissão e distribuição de dados em grandes distâncias, podendo chegar até 30 km (SOUZA, 2005). Graças a essas características pode-se adicionar ou remover dispositivos com a rede energizada, detecta nós duplicados e o acesso à rede pode ser por qualquer nó. Os meios físicos comuns para ligação são o conector padrão BNC (mostrado na figura 03), cabo coaxial RG6/U.

Podem apresentar três topologias: tronco, árvore e estrela. Trata-se de uma rede para o nível de controle, com transferência de dados em tempo real, provendo transportes de dados críticos de E/S e mensagens, incluindo o *upload* e *download* de programação e configuração de dispositivos (MELO, 2005).

Figura 03 - Conector BNC.



Fonte: MELO (2005)

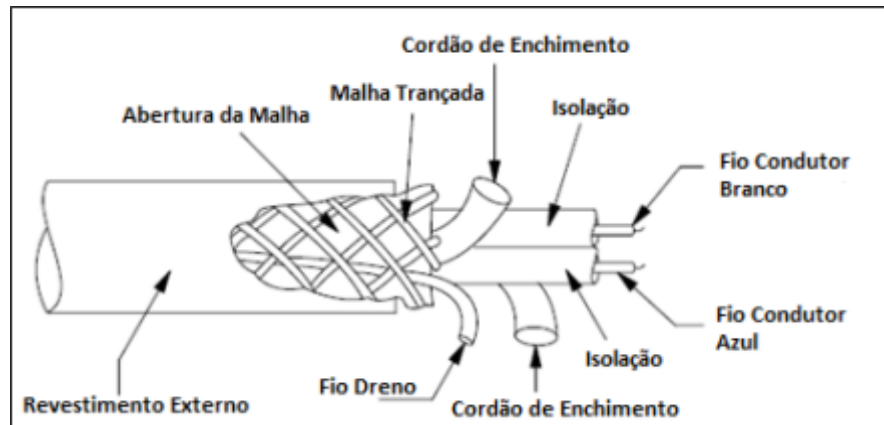
2.2.2 Rede Ethernet

Esta rede foi desenvolvida nos anos 70 no laboratório *Palo alto Research Center* da Xerox. Esta suportava, inicialmente, uma velocidade de 2.94 Mbps e usa a topologia em tronco. Muito utilizada mundialmente em redes de computadores pessoais, teve que receber várias modificações para ser viável ao ambiente industrial, como aumento da largura de banda e uso de *switches*. Porém, como o protocolo *ethernet* não foi desenvolvido para automação fabril, Este não possui algumas características desejáveis para um controle preciso de uma planta, como o determinismo e repetibilidade de outras comunicações indústrias. Entretanto o fato de ser largamente usada no cenário mundial acabou por baratear seu custo.

2.2.3 Rede DH+

A Rede de Comunicação DH+ é de propriedade da *Rockwell*, empresa do grupo *Allen-Bradley digital bidirecional*. Esta configuração de rede é utilizada para a comunicação entre os computadores com supervisórios e os CLPs, bem como entre CLPs e interface homem-máquina (IHM), e rede entre os controladores (principalmente no modelo do controlador da série SLC500). É formada por um cabo bicoaxial (Chamado de Belden 9463) onde a alma é formada por dois cabos de cobre isolados, e a blindagem fornece proteção contra interferências eletromagnéticas como figura abaixo.

Figura 04 - Desenho do cabo Belden 9463



Fonte: Adaptado de (ALLEN BRADLEY)

2.3 *DYNAMIC DATA EXCHANGE (DDE)*

É um protocolo genérico que permite compartilhar dados entre aplicativos executados em um computador com sistema operacional da Microsoft. Em 1987 no Windows 2.0, o protocolo DDE tornou possível pela primeira vez, a conexão entre uma interface gráfica e um dispositivo de controle do sistema. Este protocolo utiliza o modelo cliente/servidor, comunica-se através de mensagens padronizadas, mas nunca diretamente. O aplicativo que conecta ao CLP real ou outro equipamento de processo será executado como um aplicativo independente, funcionando como o servidor e o aplicativo do supervisor (*InTouch/Factory Talk*) atuará como cliente trocando mensagens de dados com o servidor. A comunicação é frequentemente iniciada pelo cliente. O protocolo DDE foi descontinuado após o Windows XP.

2.4 *OLE FOR PROCESS CONTROL (OPC)*

Em 1995, algumas empresas se reuniram com o objetivo de desenvolver o padrão OPC (FONSECA, 2002). Com o auxílio de técnicos da Microsoft, o protocolo OPC (*Object Linking and Embedding for Process Control*) foi criado como solução dos problemas de comunicação entre dispositivos de fabricantes distintos, eliminando a necessidade de diversos aplicativos específicos para esta função, tendo assim uma redução nos custos para a

integração desses sistemas. Este protocolo é livre, baseado em estabelecer regras para uso das COM (*Componet Object Model*), onde antes eram usadas as DLLs e chamadas de processo. O modelo embrionário da COM era denominado de OLE (*Object Linking and Embedding*), justificando assim o nome do protocolo.

Especificado pela *OPC Foundation*, fundação que contém mais de 450 membros entre os maiores fabricantes de sistemas, controle e instrumentação. Assim existem mais de 4.200 fornecedores que criam mais de 35.000 produtos com OPC em várias aplicações diferentes. O padrão OPC utiliza o modelo cliente/servidor, cujas informações recebidas e enviadas podem ser originadas por *hardwares* de E/S, banco de dados e aplicativos matemáticos. Os métodos de leitura de dados podem ser de três tipos: por exceção (quando mudar de valor), leitura cíclica (leitura periódica) e leitura assíncrona (avisa quando termina). A duas últimas funcionam sobre a lista de um grupo.

2.5 PROCESSO DE ENSACAGEM

O cimento em seu estado final é armazenado em silos que possuem em seu interior um cone invertido de maneira a garantir um nível uniforme do material. Para o transporte desse material são utilizadas calhas fluidizadas através de ar seco, providas de ventiladores movidos por motores de dois polos. Para o controle da saída de cimento há uma válvula rotativa acionada por um cilindro pneumático. Como a vazão destas válvulas é grande, o cimento é transportado a um silo metálico intermediário, o qual tem a finalidade de distribuí-lo entre as quatro linhas de ensacagem existentes na Fábrica de Cimento de Sobral.

Além disso, no interior do silo existem motores responsáveis por sua fluidização.

O processo de fluidização consiste em pressurizar um pano de regueira com ar proveniente de ventiladores e sopradores, pois estes lançam ar livre de umidade. A pressurização faz com que uma pequena parte do ar transpasse o pano, diminuindo o atrito e facilitando o transporte do material. Como as calhas são dispostas com uma inclinação considerável, o cimento é transportado para o sentido da inclinação. Transformando a energia potencial em energia cinética.

Após sair do silo intermediário, cada linha de ensacagem possui uma válvula rotativa e linhas de calhas fluidizadas para controle do volume a ser ensacado. O sistema da linha começa no controle da válvula rotativa e apresenta dois estágios, sendo aberta ou

fechada. Estes estágios se comunicam com o CLP através de sensores indutivos posicionados na lateral da válvula. O cimento então é conduzido através das calhas fluidizadas até um elevador de caçambas que consiste em uma correia com várias caçambas como é mostrado na figura 05, com a finalidade de elevar o cimento até uma outra calha fluidizada em menor escala, onde passará por uma peneira vibratória que tem a finalidade de separar qualquer material que não foi processado corretamente. A peneira vibra através de acionamento de um motor elétrico ligado a um eixo desbalanceado esta vibração se faz necessária para que o cimento, sem resíduos, passe pela tela interna.

Figura 05 - Elevador de caçamba.



Fonte: Bernauer (2018)

A saída da peneira é conectada a um silo metálico cônico da linha de ensacagem, necessário para armazenar cimento garantindo um fluxo constante na ensacadeira. Este silo possui um pequeno ventilador para fluidizar suas laterais e soltar o material que venha a se agregar na estrutura. A saída deste silo é regulada através de uma válvula dosadora proporcional que apresenta aberturas correspondentes ao comando realizado no supervisor.

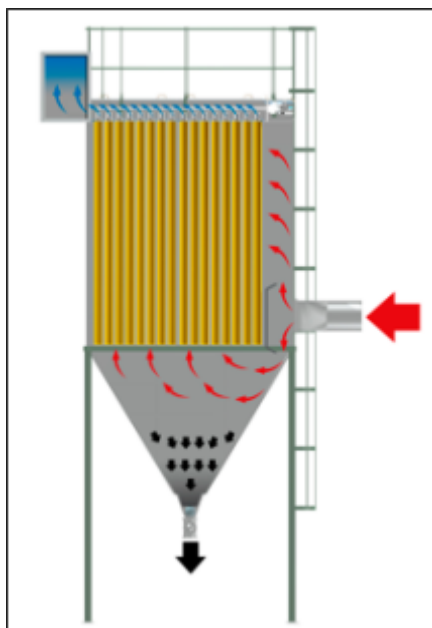
A ensacadeira rotativa Haver utilizada na unidade Sobral, possui quatro linhas de produção, sendo duas de oito bicos de enchimento e outras duas de doze bicos de enchimento. A quantidade de bicos de enchimento está diretamente relacionada à produtividade das linhas. Apesar de o processo de enchimento ser o mesmo, o que diferencia cada linha é basicamente o diâmetro da máquina para comportar mais bicos de enchimento. Cada bico de enchimento possui seu próprio CLP, IHM e célula de carga.

Após o saco vazio ser posicionado no bico de enchimento, por um aplicador automático Haver demora em torno de sete segundos para que o bico de enchimento complete o peso padrão de 50 kg. Após esta etapa, o saco é expulso por um cilindro pneumático para uma correia de transporte, passando ainda por uma balança a qual tem a função de verificar o peso padrão, com tolerância de um por cento para mais ou menos. Os sacos de cimento que não atingem a tolerância são rejeitados através de um transporte basculante, que os descarrega em um conjunto de lâminas rotacionadas por um motor de dois polos, que fatia o saco com material.

Em seguida, o saco rejeitado passa por uma peneira rotativa, diluindo o cimento por uma tela e encaminhando-o a um transporte helicoidal, direcionando o cimento até o elevador de caçamba, reprocessando assim o material. Os resíduos de saco que permanecem na peneira rotativa é destinado a um coletor para descarte. Já o saco de cimento que passou pela balança dentro da tolerância continua no transporte até o equipamento que organiza os sacos em paletes de madeira, prontos para o transporte e distribuição do cimento.

O processo de ensacagem de cimento descrito acima emite material particulado, que é uma fonte poluente. Para minimizar este impacto emprega-se um filtro de mangas, que consiste em um ventilador com um motor de grande porte, 75 CV, que realiza a sucção dos particulados, lançando-os nos filtros de mangas para filtragem. O material retido nas mangas é despreendido por uma pressão pneumática, acionada por um circuito temporizado. O cimento acumulado no filtro retorna ao transporte helicoidal, retornando assim ao processo como mostrado na figura 06.

Figura 06 – Desenho do filtro de manga.



Fonte: Bernauer (2018)

3 ESTUDO DE CASO

Este capítulo apresenta a configuração da ensacadeira antes da modernização Votorantim Cimentos, Unidade Sobral. A fábrica possui quatro linhas de ensacagem de cimentos, sendo três conectadas ao mesmo CLP. Este CLP é um Siemens da linha S5 modelo 115u 943B, mostrado na figura 07, modelo descontinuado que funciona há mais de 15 anos. Este dispositivo usa o aplicativo *Step 5*, programado em linguagem de blocos (FBD), com cartões e memória limitados, o que não torna possível realizar melhorias na segurança e processo industrial.

Figura 07- Siemens 115u



Fonte: Autor.

O CLP anteriormente descrito comunica-se com sistema supervisor através do módulo Siemens Sinec Buskoppler, mostrado na figura 08, junto a uma placa Siemens C7945-L2343-A2 vista na figura 09, seu aplicativo de comunicação é compatível somente com a versão do sistema operacional Windows NT, e essa placa possui barramento do inglês *Industry Standard Architecture* (ISA) de 16 bits. Assim, esta placa é a responsável pela necessidade de um computador fora de linha, sendo um ponto de instabilidade para o processo. O aplicativo de comunicação era instalado por disquete, pois o computador não possui entrada USB.

Figura 08 - Módulo Sinec



Fonte: Autor.

Figura 09 - Placa Siemens



Fonte: Autor.

Este barramento ISA, mostrado na figura 10, foi desenvolvido pela IBM e começou a ser utilizado em 1984, com velocidade máxima de 8,33 MHz. Este foi bastante popular até a terceira geração da família Pentium. O ISA é dividido em duas partes, a parte com maior área é destinada para ser usada em placas de 8 bits, enquanto a área menor contém a extensão para 16 bits.

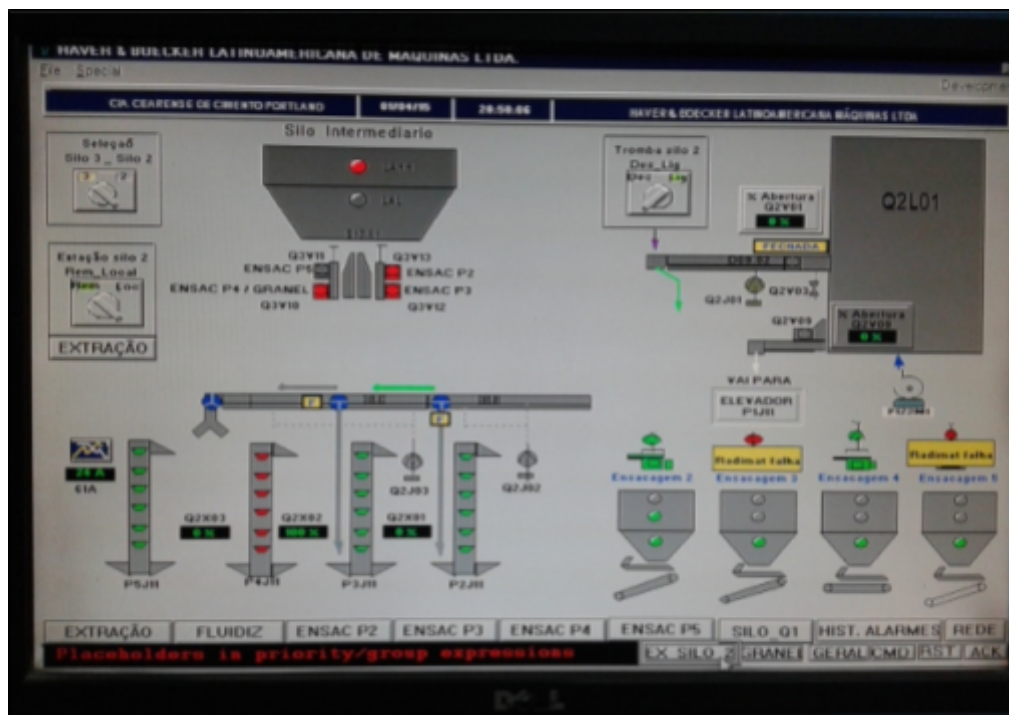
Figura 10 - Barramento ISA



Fonte: Autor

O supervisor *InTouch* 6.0 encontra-se em uma versão desatualizada e conseqüentemente, não atende mais às exigências de processos alguns exemplos dessa desatualização são as opções gráficas de baixa resolução, biblioteca gráfica limitada, difícil programação no supervisor, não possuir banco de dados, não ter suporte ao protocolo OPC. Usar o protocolo DDE, devido a arquitetura de troca de mensagens, o torna lento (comparado ao OPC). Possuía oito telas para controle das três linhas e de extração de cimento. Na figura 11, é mostrado a resolução da *InTouch* 6.0 na tela de extração de silo três.

Figura 11 - Tela principal do supervisório.



Fonte: Autor

Outro inconveniente deste CLP é sobre a segurança. Como explicado anteriormente, devido a sua limitação de memória e cartões de entrada, este não se adequa a NR12 quanto ao rearme ('reset'). Assim, os equipamentos não estavam contemplados nesse requisito da norma, pois a emergência era realizada somente pelo seccionamento de força e comando. Seriam necessários mais cartões de entrada e memória para adequar a exigência. Outro procedimento interno da Votorantim incluiu a necessidade de alarme para erro de ligar e desligar, a fim de garantir que o CLP informe qualquer anomalia no acionamento ou paragem do equipamento.

3.1 CUSTOS

O projeto de instalação foi dividido entre duas empresas. A B&L ficou responsável pela parte de ligação do *hardware*, enquanto a Automaton ficou responsável pela instalação do aplicativo e auxílio na programação.

O custo da Automaton foi de R\$ 41.500,00 (quarenta e um mil e quinhentos reais) com impostos inclusos, onde dois programadores se revezaram por 24 horas para concluir o projeto.

A tabela 01 demonstra os custos da empresa B&L. Esta contou com uma equipe de cinco integrantes. Já os dispositivos e aplicativo foram adquiridos da empresa JAV, representante autorizada ROCKELL. A tabela com descrição dos itens e seus custo estão em anexos, no valor de R\$ 127.696,81 (cento e vinte sete mil, seiscentos e noventa e seis reais e oitenta e um centavos) com impostos. O custo total mensurável do projeto ficou em R\$ 236.266,61 (duzentos e trinta e seis mil, duzentos e sessenta e seis reais e sessenta e um centavos).

TABELA 01 - Orçamento da empresa B&L

DESCRIÇÃO DETALHADA	UNIDADE DE MEDIDA	CUSTO UNITÁRIO	QUANTIDADE	PREÇO
ENCARREGADO MONTAGEM/LÍDER	HRS	64,76	126	R\$ 8.159,76
TÉCNICO DE INSTRUMENTAÇÃO	HRS	64,76	252	R\$ 16.319,52
AUXILIAR ADMINISTRATIVO	HRS	46,22	126	R\$ 5.823,72
ELETRICISTA DE FORÇA E CONTROLE	HRS	39,17	504	R\$ 19.741,68
MEIO OFICIAL ELETRICISTA	HRS	33,78	504	R\$ 17.025,12
PREÇO TOTAL				R\$ 67.069,80

Fonte: B&L

O cronograma inicialmente definido com a equipe de projetos da Votorantim Cimentos e com as empresas envolvidas é apresentado conforme a tabela 02.

TABELA 02 - Cronograma da instalação

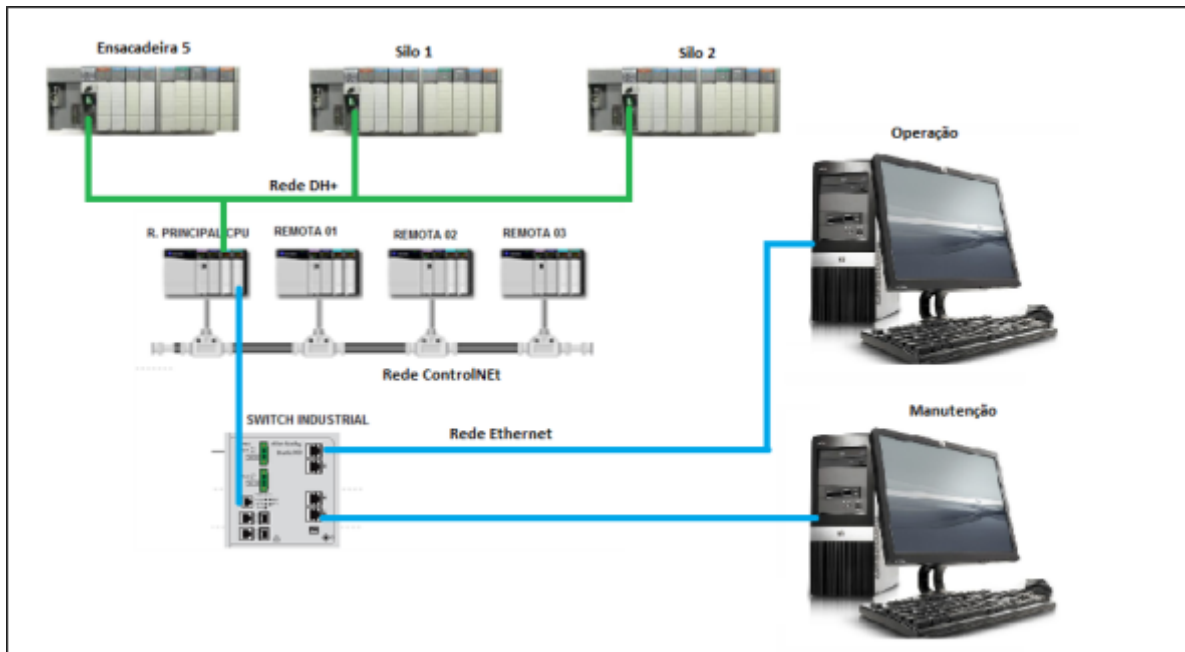
Dia	Descrição
1	Montagem da plataforma em bancada e configuração de todos os módulos.
2	Treinamento operacional na nova plataforma em ambiente de simulação.
3	Revisão dos aplicativos conforme observações feitas pelos operadores.
4	Desmontagem da plataforma e preparação para a parada.
5	PARADA - Desmontagem e montagem do novo CLP.
6	PARADA - Desmontagem e montagem do novo CLP e início de teste.
7	PARADA - Conclusão dos testes.
8	Retomada da Produção.

Fonte: Autor.

A equipe de desmontagem realizou sua atividade em 24 horas, tempo reduzido ao planejado de 48 horas. Entretanto, a programação do CLP estava diferente da proposta no processo, sua correção era inviável pelo tempo. Então, foi realizada uma programação do início em local, o acarretou um atraso na partida das linhas. A estratégia para contornar o inconveniente da programação foi concentrar os dois turnos e liberar uma linha de cada vez, de forma que a cada 24 horas uma linha foi liberada para o processo.

O novo CLP *controlLogix 5000* da *Allen Bradley* apresenta uma topologia de uma unidade central de Processamento (CPU) controlando três chassis de entrada e saídas, usando uma comunicação *controlNet* entre chassis e *ethernet* entre CPU e o aplicativo supervisorio *Factory Talk View Studio*. O controlador possui o cartão 1756 DH+/RIO para comunicação com outros controladores da família SLC 500 da *Allen Bradley*, responsáveis por outras linhas, que são a ensacadeira cinco, silo dois e silo um, desativando por completo o aplicativo *InTouch* atual. A figura 12, mostra a configuração descrita acima.

Figura 12 - Esquemático das redes presentes



Fonte: Autor

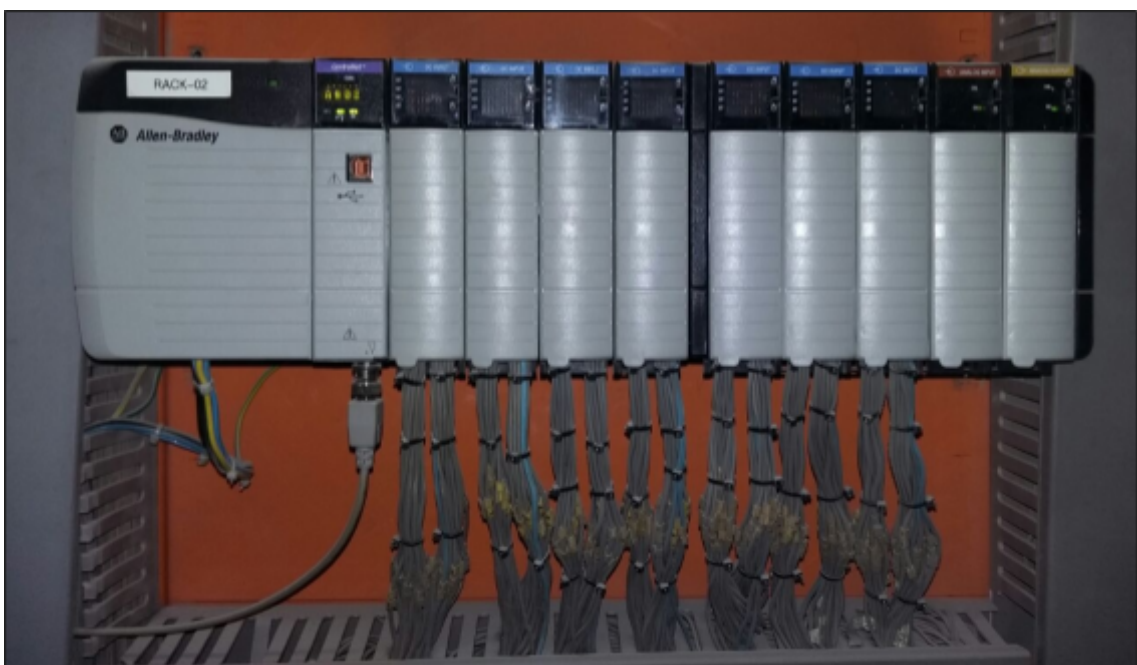
Na sequência, a figura 13 mostra o chassi em que temos a CPU, os cartões de comunicação *ethernet*, *ControlNet* e DH+. Nas figuras 15 e 16 são mostrados os chassis formados somente por cartões de entrada e saída digitais além de um cartão da rede *ControlNet* para comunicação entre chassis. Já a figura 14 apresenta os cartões analógicos e digitais.

Figura 13 - Chassi um com CPU e cartões de comunicação.



Fonte: Autor

Figura 14 - Chassi dois com Entradas e saídas, Digitais e Analógicas.



Fonte: Autor

Figura 15 - Chassi três com entradas e saídas digitais.



Fonte: Autor

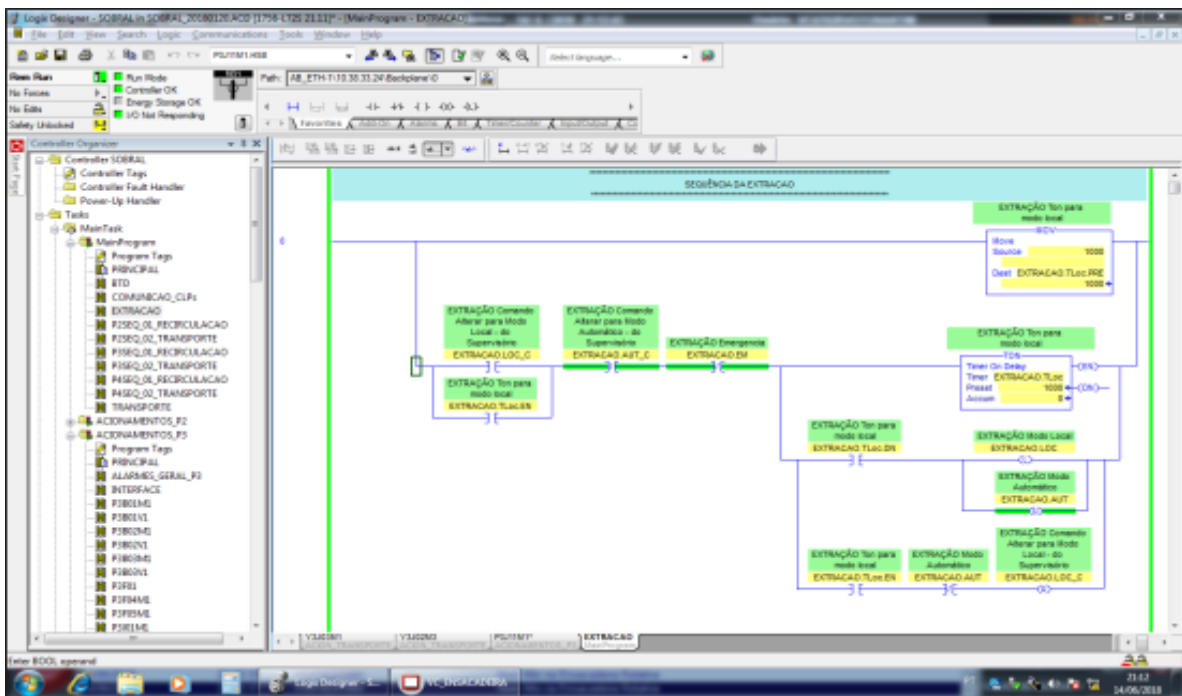
Figura 16 - Chassi quatro com entradas e saídas digitais.



Fonte: Autor

A linguagem de programação utilizada no *ControlLogix 5000* é o Ladder, onde para cada equipamento se cria um *tag* (etiqueta) e agrupa os pertencentes à mesma sequência, para organizar e facilitar a identificação dos problemas. Na figura 17 é mostrado a programação em Ladder do sistema de extração, onde podemos observar os *tags* dos equipamentos no lado esquerdo da figura, bem como sua organização em sistemas de acionamento.

Figura 17 - Programação em Ladder.



Fonte: Autor

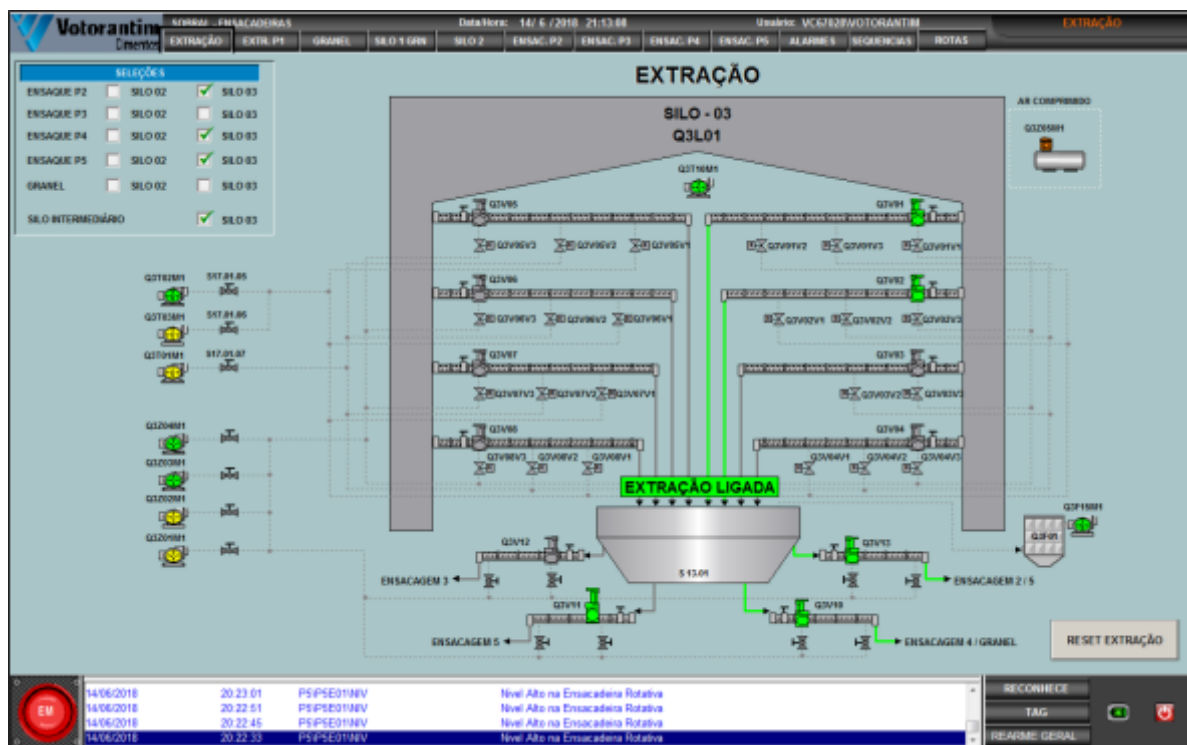
3.2 EXTRAÇÃO

O processo de extração de cimento que ocorre no silo três é composto por dois ventiladores para exaustão para resfriar o ambiente, e três ventiladores e quatro sopradores para o processo de fluidização. Oito válvulas são acionadas em pares para extração uniforme, e um sensor de nível é utilizado. Nesse conjunto temos 18 entradas para que o programa possa confirmar o funcionamento e realizar animações no supervisor. Existem ainda 17 saídas

habilitadas para controle de acionamento, com um conjunto de cinco temporizações para partida em sequência.

Com a modernização, foi incluída uma seleção em cada item de partida sequência. Assim, quando um item entrar em falha e houver outro equipamento que realize a mesma função, basta retirar a seleção do equipamento, que o mesmo sairá da sequência, não parando o processo. Além disso, um histórico de falhas é apresentado no supervisório mostrado na figura 18.

Figura 18 - Página de operação extração.

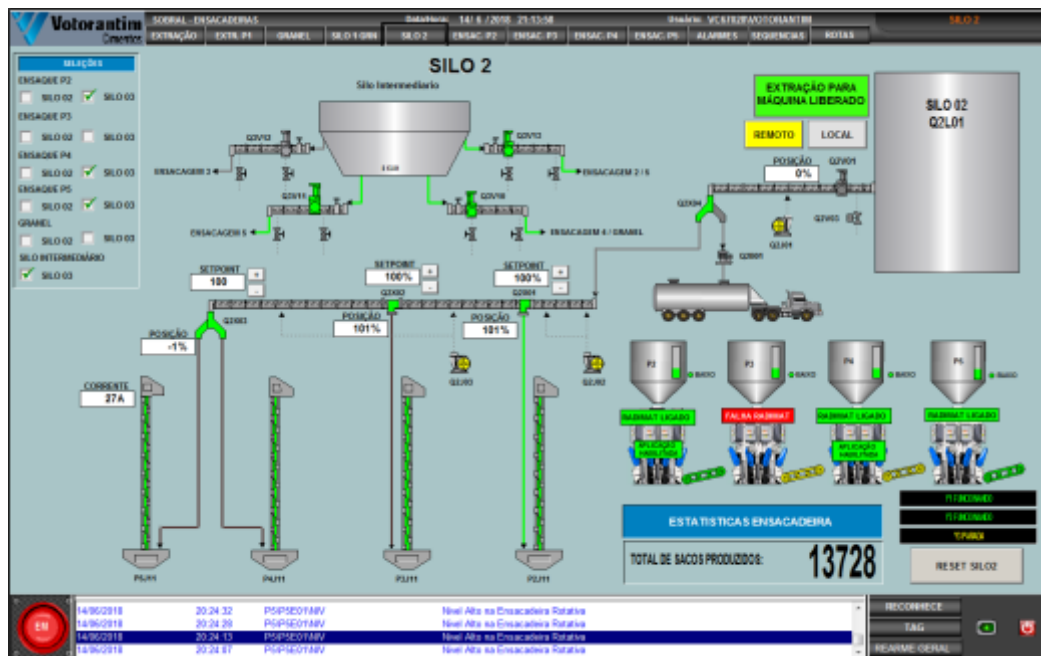


Fonte: Autor

Há um problema de processo que corresponde a vazão de cimento acima da capacidade dos elevadores de caçambas das linhas. Visto que o silo dois não possui silo intermediário. Para tentar contornar essa complicação, com a última modernização incluímos, nas calhas fluidizadas, válvulas dosadoras com transmissor de posição *westlock*, a fim de reduzir a vazão e evitar sobrecarga ao processo. Essa alteração está demonstrada na figura 19,

onde o operador pode selecionar, através do supervisor, o percentual de abertura das válvulas.

Figura 19 - Válvulas dosadoras.



Fonte: Autor

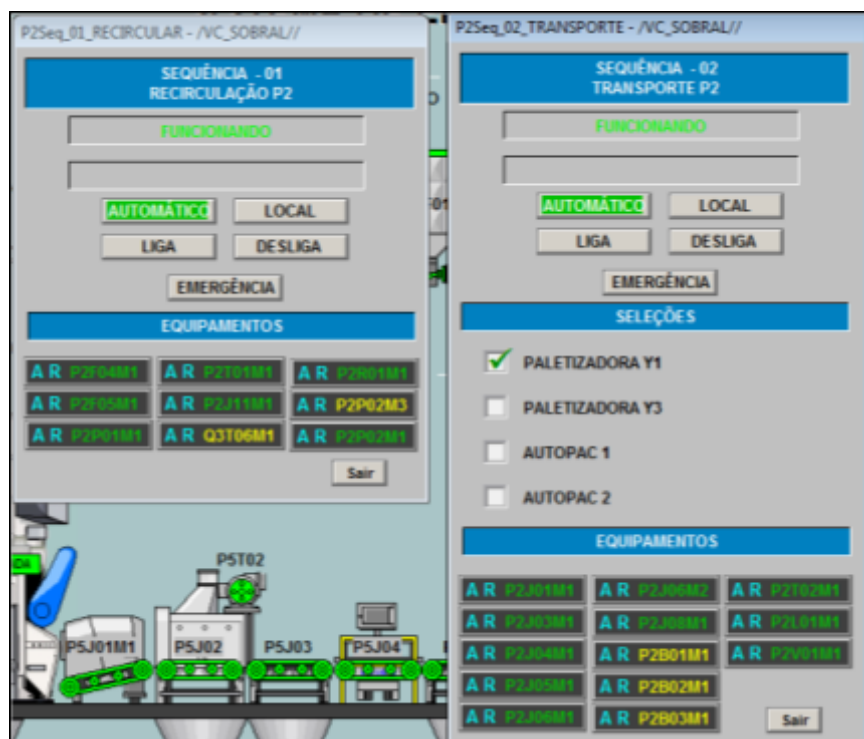
3.3 LINHAS DE ENSACAGEM

A linha de ensacagem um da Votorantim Unidade Sobral, está desativada a mais de 10 anos por possuir o equipamento mais antigo dentre as linhas existentes e apresentar baixa produção em comparativo com a das linhas dois, três, quatro e cinco.

As linhas de ensacagem possuem o mesmo número de equipamentos, e a principal diferença de produção está no número de bicos de enchimento presentes na máquina rotativa Haver. As linhas de ensacagem número dois e três possuem a mesma capacidade produtiva de oito bicos cada, o que, em termos práticos, se traduz em 2.000 sacos de cimento por hora. Tendo, o mesmo conjunto de equipamentos. A linha de ensacagem quatro possui capacidade produtiva superior às duas anteriores, possuindo 12 bicos que produzem 3.000 sacos de cimento por hora e é a linha que apresenta equipamentos com maior potência.

A ensacadeira apresenta quatro linhas de ensacagem para três equipamentos responsáveis organizar o cimento de 50 kg em paletes de madeira (paletizadora) e uma outra linha de carregamento direto no caminhão (Autopac). Quando não há caminhão para ser carregado com os sacos, a Autopac fica inoperante, ou seja, a linha fica ociosa. Para minimizar este problema e outros de manutenção as linhas podem mudar de rotas e serem utilizadas em outros serviços. Esta necessidade de mudar as rotas ocorre porque a linha é muito dinâmica e apresenta muitas variáveis de processo que pode parar constantemente. Então, para prevenir a paralisação total da linha, cada linha foi dividida em recirculação e transporte, como mostrado na figura 20.

Figura 20 - Divisão do sistema.



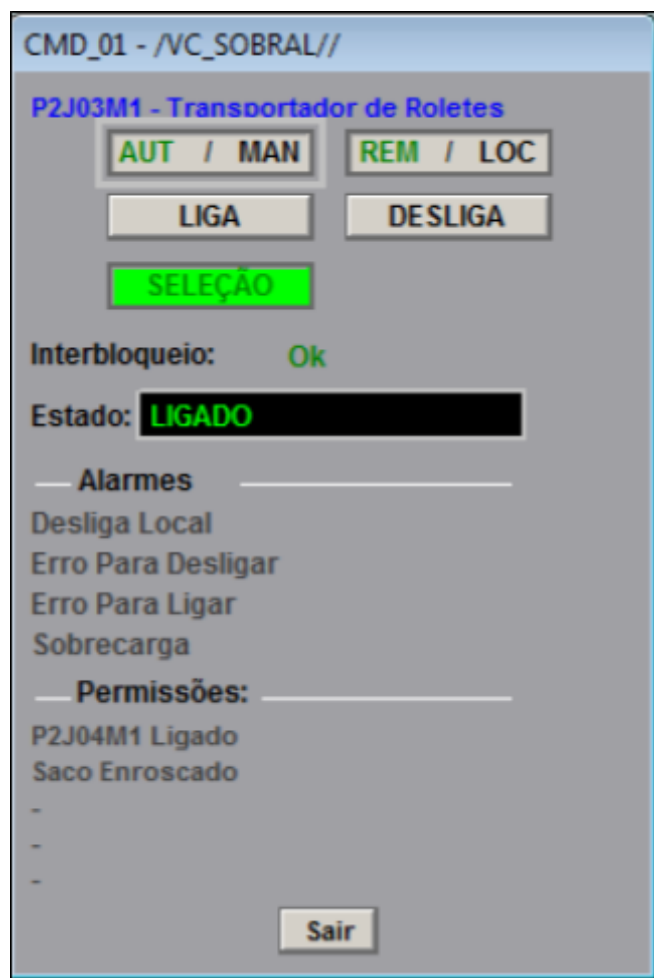
Fonte: Autor

O processo de recirculação comporta os equipamentos com maior potência, neste processo existem oito motores, incluindo um de potência 75 cv, por serem motores de indução, estes apresentam pico elevado de corrente na partida, uma vez que não possuem compensação. Então, não é recomendado pela equipe técnica que sejam realizadas várias

partidas simultâneas, visto que estes são equipamentos responsáveis pelo controle da extração, recirculação e filtro de mangas. Já o transporte é composto por correias transportadoras que possuem motores trifásicos de baixa potência (onze motores de potência máxima de cinco cv).

Cada equipamento possui uma tela de diagnóstico para facilitar identificação de falhas, como mostrada na figura 21, graças a esta mudança a operação consegue tomar decisões pontuais e seguras, apresentando considerável ganho de produção. Nesta mesma tela é mostrado as condições impeditivas para o acionamento do equipamento. As falhas ficam gravadas no histórico de alarme, o que facilita a identificação dos principais impactos na produção de cada linha.

Figura 21 - Apresenta a tela de diagnóstico.



Fonte: Autor

No momento da preparação deste trabalho já existe o projeto de inclusão de um instrumento de medição de pressão para ser instalado na linha pneumática; já que a máquina que aplica o saco no bico de enchimento é pneumática. Sendo assim, quaisquer variações de pressão na linha acarreta erro na aplicação de sacos. Gerando retrabalho e demora na identificação da causa.

Outro instrumento que ainda não foi instalado em todas as linhas são os transformadores de corrente nos elevadores de caçambas. Através da amplitude da corrente podemos ter um controle de volume de cimento circulando no equipamento. Se, na linha que estiver esse instrumento, também houver uma válvula dosadora proporcional com *westlock*, então poderá ser aplicado um controlador proporcional, integral e derivativo (PID) para obter um fluxo constante de cimento.

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho abordou a importância, processo de implantação e os resultados de um *retrofit* realizado na ensacadeira da Votorantim Cimentos Unidade Sobral, através dos serviços prestados por empresas especializadas. Através do estudo foi possível observar que os resultados obtidos são bastante satisfatórios, comprovando a eficácia deste método em recuperar máquinas obsoletas.

O trabalho abordou em primeiro plano um estudo teórico de componentes de automação, incluindo redes, protocolos e sensores, para, na sequência apresentar as características do controlador lógico programável (CLP) que passa pela modernização, mesmo com suas limitações de comunicação e suporte. Nota-se pelo estudo que o supervisório *Intouch* é de baixa qualidade gráfica por ser de uma versão desatualizada.

O trabalho também apresentou o novo controlador e o supervisório com as modificações para o processo, e ainda, a adequação às normas de segurança, agilidade em identificação de falhas e perspectivas de instrumentos para controle. Além de produtividade nominal de cada linha de ensacagem.

Assim, após análise separada de componentes de *hardware* e *software*, estudo de sua estrutura das máquinas, sua modernização e funcionamento prático, é certo que o processo de *retrofit* é um benefício para toda indústria que necessite aumentar seu desempenho sem gastar milhões de reais com equipamentos novos e de última geração. A Fábrica de Cimentos Votorantim Unidade Sobral, através da modernização de suas linhas de ensacagem conseguiu manter seus aparelhamento antigo e ainda manter uma produção satisfatória para o mercado.

O *retrofit* é recomendado para os casos em que estando as máquinas em bom estado de conservação, sejam as mesmas utilizadas no processo de industrialização por mais um longo período de tempo.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN-BRADLEY. **Data Highway/Data Highway Plus/ Data Highway II/Data Highway485 Cable**. Installation Manual.

AIELO, Luiz Antônio ; OKAWA, Hiroaki. **Tutorial: Configuração da IHM PanelView**. Laboratório de Automação de Sistemas Elétricos. Escola Politécnica da USP. 2012.

ARAÚJO, Michael Vital de. **Retrofit em Proteção de Geradores: Aspectos Qualitativos da Função de Sobrefluxo e Subfrequência**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia. 2017.

ASSMANN, Rodrigo Felipe. **Estratégia de Retrofit do Refrigerante HCFC-22 em Máquinas de Refrigeração de uma Indústria Petroquímica Visando a Eficiência Energética**. Universidade Federal de Santa Maria. 2017.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-12 - Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos**. Manuais de Legislação Atlas. 71ª.Edição. São Paulo:Atlas 2013b

CARDOZO, Renato Chiepe; SALDANHA, Wanderson Eleutério. **Controle de Produção de Máquina de Soldar Pinos**. Artigo.

FENG – ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO. **Protocolos Industriais DeviceNet**. 2015.

FILHO, Constantino Seixas. **Arquiteturas de sistemas de automação: Uma introdução**. Universidade Federal de Minas Gerais - Departamento de Engenharia Eletrônica.

FILHO, Constantino Seixas. **Industrial Ethernet**. Universidade Federal de Minas Gerais - Departamento de Engenharia Eletrônica.

FONSECA, M. O. **Comunicação opc - uma abordagem prática**, Universidade Federal de Minas Gerais. 2002

GRAMS, Cassiano André; CETNAROWSKI, Enrique. **Retrofit em Máquinas Industriais: Estudo de Caso**. 2014. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

HAYER & BOECKER. **Equipamentos de Carregamento a Granel**. Manual.

KAGAN, Nelson. **Introdução aos sistemas de distribuição de energia elétrica**. 2 ed. Edgard Blucher Ltda, 2013.

LARA, Bruna R. Frade; CRUZ E SILVA, Lanusse Dias; NOLASCO, Olavo Aguiar Quintão; GALLO, Rafael Costa; LIMA, Ricardo Souza Mendonça De. **Modernização Do Sistema De Controle Da Ustulação Na Votorantim Metais**. *Tecnol. Metal. Mater. Miner.*, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 103-107, out.-dez. 2009.

LEITÃO, Gustavo Bezerra Paz. **Arquitetura e Implementação de um Cliente OPC para Aquisição de Dados na Indústria do Petróleo**. Monografia. Graduação. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2006.

LIMA, Hudson Legnar. **Sensores Indutivos**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

MARQUES, Anderson. **Automação Industrial: Introdução a Redes Industriais**. 2016. Centro De Ensino Superior de Conselheiro. Minas Gerais.

MORAES, Virgínia Tambasco Freire; QUELHASA, Osvaldo Luiz Gonçalves. **O Desenvolvimento da Metodologia e os Processos de um “Retrofit” Arquitetônico**. *Sistemas & Gestão* 7 (2012), pp 448-461.

MOREIRA, José Francisco Campos. **Método para Retrofit em Sistemas de Iluminação de Hospitais Públicos: Estudo de Caso no Hospital Público Regional de Betim**. Dissertação. Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. 2010

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA - ONS, Relatório 5: Análise de Interações entre Sistemas Especiais de Proteção Perante Contingências Múltiplas no Sistema Interligado Brasileiro (S/SE/CO).

SHIN-IKE, Vitor Kazuo. **Estudo da Instalação de Instrumentos Wireless no Monitoramento de uma Torre de Ciclones de Indústria Cimenteira.** 2013. Monografia (Especialização). Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SOUZA, Rodrigo Barbosa de. **Uma Arquitetura para Sistemas Supervisórios Industriais e sua Aplicação em Processos de Elevação Artificial de Petróleo.** 2005. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

TAMBASCO, Virgínia F. M; QUELHAS, Osvaldo L. G. **O Desenvolvimento da metodologia e os processos de um "retrofit" arquitetônico.** Disponível em: < <http://www.uff.br/sg/index.php/sg/article/viewFile/V7N3A13/V7N3A13> >. Acesso em: 06 Mar. 2018.

ANEXO A.1 - TABELA DE CUSTO *HARDWARE*

Prezados Senhores,
Atendendo à solicitação de V.Sas., temos o prazer de submeter para análise nossa proposta técnica e comercial.

ITEM	QTD	CÓDIGO DE CATÁLOGO	UN	DESCRICAO DO PRODUTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	ICMS	IPI	VALOR IPI	ENTREGA
01	2,00	1756L72S REF: LOCAL:	FC	CPU GUARDLOGIX 5572S 4MB MEM+2MB SA FETY MARCA: ROCKWELL NCM: 8537.10.20	9.713,5200	19.427,04	4%	15%	2.914,06	
02	1,00	1756IF8 REF: LOCAL:	FC	MODULO ENTRADA ANALOG 8 CANAIS MARCA: ROCKWELL NCM: 8538.90.10	1.310,4400	1.310,44	4%	15%	196,56	
03	1,00	1756OF8 REF: LOCAL: B-6-5	FC	MODULO SAIDA ANALOG 8 CANAIS MARCA: ROCKWELL NCM: 8538.90.10	2.454,5500	2.454,55	4%	15%	368,18	
04	1,00	1756TBNH REF: LOCAL: B-7-6	FC	BLOCO TERMINAL REMOVIVEL 20 PINOS P ARAFUSO MARCA: ROCKWELL NCM: 8536.90.90	82,7600	82,76	4%	15%	12,42	
05	1,00	1786RG6F REF: LOCAL:	RL	CABO COAXIAL FLEXIVEL RG6F MARCA: ROCKWELL NCM: 8544.20.00	791,1600	791,16	4%	5%	39,56	
06	2,00	1756A7 REF: LOCAL: B-6-5	FC	CHASSI COM 7 SLOTS 1756 MARCA: ROCKWELL NCM: 8538.90.10	616,6800	1.233,36	4%	15%	185,00	
07	2,00	1756A10 REF: LOCAL: B-6-5	FC	CHASSI COM 10 SLOTS 1756 MARCA: ROCKWELL NCM: 8538.90.10	754,6200	1.509,24	4%	15%	226,39	
08	2,00	1786XT REF: LOCAL: C-3-6	FC	PLUG DO TERMINADOR DE 75 OHM REDE C ONTROLNET MARCA: ROCKWELL NCM: 8536.90.90	10,6200	21,24	4%	15%	3,18	
09	5,00	1756PA75 REF: LOCAL: B-7-5	FC	FONTE ALIM 110/220VCA 1756 13A MARCA: ROCKWELL NCM: 8504.40.90	1.379,4100	6.897,05	12%	15%	1.034,56	
10	5,00	1756CN2 REF: LOCAL: B-6-6	FC	MODULO CONTROLNET ENHANCED MARCA: ROCKWELL NCM: 8538.90.10	2.665,5200	13.327,60	4%	15%	1.999,14	
11	4,00	1786TFS REF: LOCAL: C-3-5	FC	TAP CONTROLNET ANGULO 180G MARCA: ROCKWELL NCM: 8544.20.00	129,2500	517,00	4%	5%	25,85	
12	9,00	1756OB32 REF: LOCAL: B-7-4	FC	MODULO SAIDA 32 PTO5 24VCC MARCA: ROCKWELL NCM: 8538.90.10	823,5900	7.412,31	4%	15%	1.111,85	
13	15,00	1756IB32 REF: LOCAL: B-7-2	FC	MODULO ENTRADA 32 PTO5 24VCC MARCA: ROCKWELL NCM: 8538.90.10	584,2200	8.763,30	4%	15%	1.314,49	
14	23,00	1756TBCH REF: LOCAL: B-7-6	FC	BLOCO TERMINAL REMOVIVEL 36 PINOS P ARAFUSO MARCA: ROCKWELL NCM: 8536.90.90	102,6400	2.360,72	4%	15%	354,11	
15	1,00	1756EN2TR REF: LOCAL: B-7-1	FC	MODULO ETHERNET/IP 10/100MBPS DUAL PORT MARCA: ROCKWELL NCM: 8538.90.10	3.610,8200	3.610,82	4%	15%	541,62	
16	2,00	1756L7SP REF: LOCAL: B-7-3	FC	CPU PARTNER GUARDLOGIX L7XS MARCA: ROCKWELL NCM: 8537.10.20	1.268,4700	2.536,94	4%	15%	380,54	

ANEXO A.2 - CONTINUAÇÃO TABELA DE CUSTO *HARDWARE*

... Continuacao										
ITEM	QTD	CÓDIGO DE CATÁLOGO	UN	DESCRICAO DO PRODUTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	ICMS	IPI	VALOR IPI	ENTREGA
17	2,00	1734AENTR REF: LOCAL: B-4-5	PC	ADAPTADOR POINT I/O REDE ETHERNET/I P DUAL MARCA: ROCKWELL NCM: 8538.90.10	1.512,8600	3.025,72	4%	15%	453,86	
18	2,00	1734EP24DC REF: LOCAL: B-4-6	PC	MODULO ALIMENTACAO BARRAMENTO 24VCC POINT I/O MARCA: ROCKWELL NCM: 8504.40.90	469,2900	938,58	4%	15%	140,79	
19	6,00	1734IB8S REF: LOCAL:	PC	MODULO POINT I/O 8 ED 24VCC SAFETY MARCA: ROCKWELL NCM: 8538.90.10	1.180,9500	7.085,70	4%	15%	1.062,85	
20	3,00	1734OB8S REF: LOCAL:	PC	MODULO POINT I/O 8 SD 24VCC SAFETY MARCA: ROCKWELL NCM: 8538.90.10	1.381,6400	4.144,92	4%	15%	621,74	
21	18,00	1734TOP REF: LOCAL: B-5-1	PC	BASE POINT I/O TERMINAL PARAFUSO 8 TERMINAIS MARCA: ROCKWELL NCM: 8536.90.90	40,6800	732,24	4%	15%	109,84	
22	2,00	1794PS13 REF: LOCAL: C-4-5	PC	FONTE ALIMENTACAO FLEX I/O 1.3A MARCA: ROCKWELL NCM: 8504.40.90	272,2900	544,58	4%	15%	81,68	
23	1,00	1783MS06T REF: LOCAL: C-3-3	PC	SWITCH INDUST GERENC 6PORTAS MARCA: ROCKWELL NCM: 8517.62.54	3.301,0700	3.301,07	4%	15%	495,17	
IMPOSTOS: ICMS, PIS e COFINS inclusos nos preços apresentados.						SUB-TOTAL (R\$)		92.028,34		13.673,44
Condições de Pagamento: A VISTA OU 21 DIAS COM 2,8% CF Tipo Frete: FOB Transportadora: (Indicar no pedido de compra sua transportadora). Preços: FATURAMENTO MINIMO R\$ 150,00 Validade: 5 dias Fazem parte desta proposta os Termos e Condições de Fornecimento Jav.						TOTAL GERAL (R\$)		105.701,78		

ANEXO B - TABELA DE CUSTO *SOFTWARE*

Prezados Senhores,
Atendendo à solicitação de V.Sas., temos o prazer de submeter para análise nossa proposta técnica e comercial.

ITEM	QTD	CÓDIGO DE CATÁLOGO	UN	DESCRICAO DO PRODUTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	ICMS	IPI	VALOR IPI	ENTREGA
01	1,00	9701VWSTENE REF: LOCAL:	PC	SOFTWARE FTVIEW STUDIO SE EDITION MARCA: ROCKWELL NCM: 8500.00.00	3.423,2200	3.423,22	4%	0%	0,00	
02	1,00	9701VWSCWAENE REF: LOCAL:	PC	SOFTWARE FTVIEW SE CLIENT MARCA: ROCKWELL NCM: 8500.00.00	3.386,6500	3.386,65	4%	0%	0,00	
03	1,00	9701VWSS100LENE REF: LOCAL:	PC	SOFTWARE FTVIEW SE SERVER 100 TELAS MARCA: ROCKWELL NCM: 8500.00.00	8.850,6300	8.850,63	4%	0%	0,00	
04	1,00	9324RLD300ENE REF: LOCAL:	PC	SOFTWARE RSLOGIX 5000 STANDARD EDIT ION MARCA: ROCKWELL NCM: 8500.00.00	6.334,5300	6.334,53	4%	0%	0,00	
IMPOSTOS: ICMS, PIS e COFINS inclusos nos preços apresentados. Condições de Pagamento: A VISTA OU 21 DIAS COM 2,8% CF Tipo Frete: FOB Transportadora: (Indicar no pedido de compra sua transportadora). Preços: FATURAMENTO MINIMO R\$ 150,00 Validade: 5 dias Fazem parte desta proposta os Termos e Condições de Fornecimento Jav. SOFTWARE NÃO É UM BEM TANGÍVEL, CONSEQUENTEMENTE NÃO HÁ UM ESTOQUE FÍSICO PARA O MESMO. INFORMAMOS QUE TODOS OS FATURAMENTOS DE SOFTWARES NÃO SERÃO MAIS ACOMPANHADOS COM A MÍDIA SOMENTE COM UM LINK PARA DOWNLOAD.					SUB-TOTAL (R\$) 21.995,03				0,00	
					TOTAL GERAL (R\$)				21.995,03	