

**ecai**

Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro Tecnológico  
Curso de Engenharia de Controle e  
Automação Industrial

**ufsc**

*Automação de Estufas de  
Cozimento/Defumação e de Pasteurização*

*Monografia submetida à Universidade Federal de Santa Catarina  
como requisito para a aprovação da disciplina:*

*DAS 5511: Projeto de Fim de Curso*

*Flávio Luís Cesar Costa*

*Florianópolis, Outubro de 1998*

# **Automação de Estufas de Cozimento/Defumação e de Pasteurização**

*Flávio Luís Cesar Costa*

Esta monografia foi julgada no contexto da disciplina  
**DAS 5511: Projeto de Fim de Curso**  
e aprovada na sua forma final pelo  
**Curso de Engenharia de Controle e Automação Industrial**

Banca Examinadora:

José Gilberto Formanski  
Orientador Empresa

José Eduardo Ribeiro Cury  
Orientador do Curso

Prof. Augusto Humberto Bruciapaglia  
Responsável pela disciplina e Coordenador do Curso

Prof. Marcelo Ricardo Stemmer, Avaliador

Adrián Fritz, Debatedor

Clóvis Fernandes Júnior, Debatedor

## **Agradecimentos**

Ao final desta caminhada, me sinto feliz por poder olhar para trás e lembrar das diversas pessoas que me ajudaram, cada qual a sua maneira, a seguir em frente, em busca de minha formação como profissional e como ser humano.

Aos meus pais e a toda minha família, que desde minha infância me incentivaram e procuraram mostrar os caminhos corretos a serem seguidos, pela força, amparo e amor que me fizeram como sou, meus maiores agradecimentos, que não cabem nestas palavras, obrigado.

A NF Engenharia de Automação e toda a sua equipe, que me proporcionou a oportunidade de trabalhar na área de automação industrial, realizando projetos tais como este, que deu origem a esta monografia. Pelos ensinamentos relativos ao trabalho e pelas amizades surgidas.

Um agradecimento especial também a todos os professores e funcionários que trabalham neste curso, que tornaram possível a comemoração desta formatura.

Não menos importante, aos meus amigos e amigas, de todos os lugares, pelas festas, estudos, churrascadas, partidas de xadrez, filmes, namoros e tantas outras coisas sem as quais teria sido mais difícil passar estes ótimos cinco anos e meio.

## **Resumo**

Este trabalho tem como tema a Automação de Estufas de Cozimento/Defumação e de Pasteurização, realizada na empresa Perdigão Agroindustrial S.A. Neste sentido é apresentado o processo na sua forma inicial (não automatizada), são analisados os problemas e é proposta uma solução. Esta solução consiste basicamente em uma arquitetura de controladores lógicos programáveis aliados a um sistema de supervisão, que monitora e controla o processo, com a intenção de obter uma melhoria da qualidade do produto e aumentar a produtividade da empresa. O sistema automático é então explicado com maiores detalhes, com ênfase para o sistema de supervisão. Por fim descreve-se uma metodologia de realização de sistemas de supervisão, que entre outras seções deste trabalho, o torna interessante como fonte de consulta para diversos projetos baseados no mesmo tipo de arquitetura aqui implementada.

## **Abstract**

This work has as theme the Automation of Stoves of Decoction/Smoking and of Pasteurization, accomplished in the company Perdigão Agroindustrial S.A. In this sense the process is presented in its initial form (not automated), the problems are analyzed and a solution is proposed. This solution consists basically of an architecture of programmable logical controllers allies to a supervisory system, that monitors and controls the process, with the intention of obtaining an improvement of the quality of the product and to increase the productivity of the company. The automatic system is explained then with larger details, with emphasis for the supervisory system. A methodology of accomplishment of supervision systems is finally described, that among other sections of this work, turns it interesting as consultation source for several projects based on the same architecture type implemented here.



# Sumário

|  |           |
|--|-----------|
| <b>AGRADECIMENTOS.....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>RESUMO .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>SUMÁRIO.....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO.....</b>  | <b>8</b>  |
| <b>CAPÍTULO II - A EMPRESA.....</b>  | <b>10</b> |
| II.1 - HISTÓRICO DA EMPRESA .....  | 10        |
| II.2 - ESPECIALIDADE DA EMPRESA .....  | 11        |
| II.3 - ESPECIALIDADE DA SEÇÃO ONDE FOI REALIZADO O ESTÁGIO .....             | 11        |
| <b>CAPÍTULO III - FORMULAÇÃO DO PROBLEMA .....</b>                           | <b>12</b> |
| III.1 - INTRODUÇÃO AO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE EMBUTIDOS.....               | 12        |
| III.2 - DESCRIÇÃO DO PROCESSO MANUAL DE COZIMENTO/DEFUMAÇÃO EM ESTUFAS ..... | 13        |
| III.3 - DESCRIÇÃO DO PROCESSO MANUAL DE PASTEURIZAÇÃO EM ESTUFAS .....       | 14        |
| III.4 - PROBLEMAS DO SISTEMA MANUAL E PROPOSTA DE SOLUÇÃO.....               | 14        |
| <b>CAPÍTULO IV - APRESENTAÇÃO DO TIPO DE SOLUÇÃO UTILIZADA.....</b>          | <b>16</b> |
| IV.1 - HISTÓRICO.....  | 16        |
| IV.2 - SOFTWARES E SISTEMAS DE SUPERVISÃO .....                              | 16        |
| IV.3 - APLICAÇÕES TÍPICAS DE SISTEMAS DE SUPERVISÃO.....                     | 17        |
| IV.4 - REQUISITOS DE HARDWARE .....  | 19        |
| <b>CAPÍTULO V - A ARQUITETURA DE HARDWARE DO SISTEMA PROPOSTO.....</b>       | <b>20</b> |
| V.1 - ELEMENTOS DE ARQUITETURA.....  | 20        |
| V.2 - DESCRIÇÃO DOS SUBSISTEMAS COMPONENTES DO SISTEMA AUTOMÁTICO .....      | 21        |
| V.2.1 - Os Controladores Lógicos Programáveis (CLPs).....                    | 21        |
| V.2.1.1 - O CLP QK801 .....  | 21        |
| V.2.1.2 - Os Módulos de Entrada e Saída .....                                | 22        |
| V.2.2 - As Interfaces Homem-Máquina .....                                    | 22        |
| V.2.2.1 - A Interface FOTON 3 .....  | 22        |
| V.2.3 - Conversor Bidirecional RS232/RS485 (AL-1413) .....                   | 23        |
| V.2.4 - Derivador e Casador de Impedância (AL-2600) .....                    | 23        |
| V.2.5 - Microcomputador de Supervisão .....                                  | 23        |
| V.2.6 - As Redes de Controle .....   | 24        |
| V.2.6.1 - A Rede ALNET I.....  | 24        |
| <b>CAPÍTULO VI - O SISTEMA AUTOMÁTICO DE COZIMENTO/DEFUMAÇÃO.....</b>        | <b>25</b> |
| VI.1 - O PROCESSO AUTOMÁTICO DE COZIMENTO.....                               | 25        |
| VI.2 - VARIÁVEIS DO PROCESSO .....   | 25        |
| VI.3 - FUNCIONAMENTO DO SISTEMA.....   | 28        |
| VI.3.1 - Introdução .....  | 28        |
| VI.3.2 - Estado das Estufas .....  | 28        |
| VI.3.3 - Operação das Estufas .....  | 29        |
| VI.3.4 - A Receita de Cozimento/Defumação.....                               | 30        |
| VI.3.5 - Tipos de Processos.....   | 33        |
| VI.3.5.1 - O Processo Convencional .....                                     | 33        |
| VI.3.5.2 - O processo Delta.....   | 33        |

|  |           |
|--|-----------|
| VI.3.6 - Algoritmo do Controle .....                               | 34        |
| <b>VI.4 - O SISTEMA DE SUPERVISÃO IMPLEMENTADO .....</b>           | <b>35</b> |
| VI.4.1 - Funções Básicas .....                                     | 36        |
| VI.4.2 - Operação do Sistema de Supervisão.....                    | 36        |
| VI.4.2.1 - Objetos do Menu.....                                    | 36        |
| VI.4.2.2 - Menu de Seleção de Telas.....                           | 37        |
| VI.4.3 - Descrição das Telas e Caixas de Diálogo .....             | 39        |
| VI.4.3.1 - Menu Principal <Esc>.....                               | 39        |
| VI.4.3.2 - Caixa de Diálogo de Programação de Receitas.....        | 40        |
| VI.4.3.3 - Caixa de Diálogo de Associação de Receitas .....        | 42        |
| VI.4.3.4 - Caixa de Diálogo de Alarmes.....                        | 43        |
| VI.4.3.5 - Caixa de Diálogo de Recados .....                       | 45        |
| VI.4.3.6 - Caixa de Diálogo Históricos.....                        | 46        |
| VI.4.3.6.1 - Análises .....  | 47        |
| VI.4.3.6.2 - Configuração .....                                    | 47        |
| VI.4.3.6.3 - Consulta aos dados .....                              | 47        |
| VI.4.3.6.4 - Atualização dos dados.....                            | 48        |
| VI.4.3.6.5 - Zoom.....   | 48        |
| VI.4.3.6.6 - Impressão.....  | 48        |
| VI.4.3.7 - Caixa de Diálogo PID's.....                             | 49        |
| VI.4.3.8 - Caixa de Diálogo PWM dos PIDs .....                     | 51        |
| VI.4.3.9 - Caixa de Diálogo Altus.....                             | 52        |
| VI.4.3.10 - Caixa de Diálogo de Sidas Digitais.....                | 53        |
| VI.4.3.11 - Caixa de Diálogo de Login.....                         | 53        |
| VI.4.3.12 - Botão de Logout.....                                   | 54        |
| VI.4.3.13 - Caixa de Diálogo de Gerenciador da Segurança.....      | 54        |
| VI.4.3.14 - Caixa de Diálogo de Ajuste do Relógio do CP .....      | 55        |
| VI.4.3.15 - Caixa de Diálogo de Copyright.....                     | 56        |
| VI.4.3.16 - Caixa de Diálogo de Senha de Saída.....                | 56        |
| VI.4.3.17 - Telas de Monitoração Geral.....                        | 58        |
| VI.4.3.18 - Telas de Monitoração Parcial das Estufas.....          | 59        |
| <b>CAPÍTULO VII - CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS.....</b>               | <b>61</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIA .....</b>  | <b>62</b> |
| <b>ANEXO A - DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE SUPERVISÃO .....</b> | <b>62</b> |
| A.1 - ESPECIFICAÇÃO DO PROCESSO .....                              | 62        |
| A.2 - CRIAÇÃO DAS TELAS .....                                      | 62        |
| A.3 - CRIAÇÃO DAS VARIÁVEIS (TAGS) .....                           | 62        |
| A.4 - CONFIGURAÇÃO .....   | 62        |
| A.5 - TESTES .....   | 62        |
| A.6 - DOCUMENTAÇÃO.....  | 62        |
| <b>ANEXO B - O SOFTWARE DE PROGRAMAÇÃO MASTERTOOL.....</b>         | <b>62</b> |
| B.1 - INTRODUÇÃO.....  | 62        |
| B.2 - EXEMPLO DE FUNÇÃO: F-PID.033 - FUNÇÃO CONTROLE PID.....      | 62        |
| B.2.1 - Introdução .....   | 62        |
| B.2.2 - Programação .....  | 62        |
| B.2.2.1 - Operandos.....   | 62        |
| B.2.2.2 - Entradas e Saídas.....                                   | 62        |
| B.2.2.3 - Parâmetros Adicionais .....                              | 62        |
| B.2.3 - Características do Funcionamento.....                      | 62        |
| <b>ANEXO C - DESCRIÇÃO DOS MÓDULOS DE PROGRAMA DO CP.....</b>      | <b>62</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ANEXO D – GRÁFICO DE HISTÓRICO .....</b>                | <b>62</b> |
| <b>ANEXO E - PONTOS DE ENTRADA E SAÍDA.....</b>            | <b>62</b> |
| ENTRADAS DIGITAIS CP ESTUFAS DE COZIMENTO/DEFUMAÇÃO.....   | 62        |
| <i>QK - 1128 (PA 00)</i> .....                             | 62        |
| <i>QK - 1128 (PA 01)</i> .....                             | 62        |
| <i>QK - 1128 (PA 02)</i> .....                             | 62        |
| SAÍDAS DIGITAIS CP ESTUFAS DE COZIMENTO/DEFUMAÇÃO.....     | 62        |
| <i>QK - 1224 (PA 04)</i> .....                             | 62        |
| <i>QK - 1224 (PA 05)</i> .....                             | 62        |
| <i>QK - 1224 (PA 06)</i> .....                             | 62        |
| <i>QK - 1224 (PA 07)</i> .....                             | 62        |
| <i>QK - 1224 (PA 10)</i> .....                             | 62        |
| <i>QK - 1224 (PA 11)</i> .....                             | 62        |
| ENTRADAS ANALÓGICAS CP ESTUFAS DE COZIMENTO/DEFUMAÇÃO..... | 62        |
| <i>QK - 1119 (PA 12)</i> .....                             | 62        |
| <i>QK - 1119 (PA 13)</i> .....                             | 62        |
| <i>QK - 1119 (PA 14)</i> .....                             | 62        |
| <i>QK - 1119 (PA 15)</i> .....                             | 62        |



## Capítulo I - Introdução

Este trabalho, realizado na empresa NF Engenharia de Automação Ltda. tem como proposta descrever a realização da automação dos processos de cozimento/defumação e de pasteurização em estufas.

O projeto está inserido no contexto de automação industrial, utilizando as tecnologias de controladores lógicos programáveis (CLPs<sup>1</sup>), aliadas a um sistema de supervisão que monitora todas as variáveis do processo, podendo também interagir com o mesmo, através de um *driver* de comunicação que transmite os dados (provenientes de botões, setpoints, receitas, etc.) para o CLP, que atua sobre o painel elétrico do processo. Foi implementado na empresa Perdigão Agroindustrial S.A. em Marau – RS, em maio de 1998

Os processos de cozimento/defumação e de pasteurização em estufas exigem um controle de diversas variáveis ao longo do tempo, tais como entradas de vapor, acionamento de motores, abertura de válvulas, etc., com o objetivo de manter controlada e homogênea a temperatura da estufa, assim como o controle de umidade e dos tempos das fases do processo, entre outros.

Antes da automação, o processo funcionava em modo manual, com os operadores acionando válvulas e motores manualmente, controlando os tempos das fases de cozimento, enfim, gerenciando todo o processo sozinhos. Esta situação gerava diversos problemas, relacionados ao produto, pois devido ao controle manual não se atingiam bons níveis de repetibilidade, produtividade, pois os tempos de cozimento estavam muito longos, e condições de trabalho dos operadores, que ficavam sobrecarregados com o acúmulo de funções e com condições de trabalho precárias.

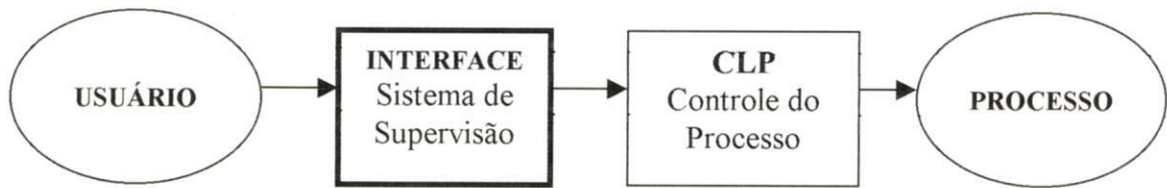
A melhoria proposta pela automação do processo vai de encontro a esta situação, com o intuito de resolver os problemas existentes por meio da instalação de um sistema automático de controle.

O sistema automático deve considerar, além das funções citadas anteriormente, o controle sobre a temperatura interna do produto, o cadastro de receitas para os diferentes produtos a serem produzidos, controle PID de temperatura e umidade, pesagem das gaiolas na entrada e saída do cozimento, armazenamento dos dados em bancos de dados para posterior análise e impressão de relatórios, entre outras características que visam a otimização do processo como um todo.

Gerenciando o sistema, será implementado um software de supervisão com interface amigável, permitindo a monitoração de todos os parâmetros do processo, leitura/envio de receitas, monitoração e ação sobre o estado dos equipamentos da estufa, análise gráfica do processo e impressão de gráficos de histórico.

---

<sup>1</sup> Define-se como CLP um equipamento eletrônico digital que tem como objetivo implementar funções específicas de controle e monitoração sobre variáveis de uma máquina ou processo por intermédio de módulos de entrada e saída. Todas as funções disponíveis devem poder ser programadas em uma memória interna e o hardware deve ser universal, podendo ser aplicado a todos os tipos de processos[STEMMER94].



O autor desta monografia teve participação em praticamente todas as etapas e áreas envolvidas no projeto, mas principalmente na realização da interface entre o usuário e o processo, ou seja, o sistema de supervisão, desenvolvendo-o desde a idealização de sua estrutura até os últimos ajustes provenientes da interação com o cliente.

Entre os ganhos obtidos, pode-se citar:

- ✓ Rastreabilidade do processo, com registro das variáveis do processo, como temperatura, umidade, tempos e pesos;
- ✓ Diminuição significativa do percentual de quebra do produto;
- ✓ Agilização do processo de cozimento, resultando em ganhos de tempo;
- ✓ Aumento da qualidade dos produtos devido a repetibilidade da operação;
- ✓ Fácil operacionalidade, trazendo maior eficiência no trabalho.



## Capítulo II - A Empresa

### II.1 - Histórico da Empresa

Desde seu surgimento, em setembro de 1991, a NF Engenharia de Automação Ltda. tem se desenvolvido com o objetivo de prestar serviços no setor mais avançado da economia moderna, a Automação Industrial. Buscando alcançar esta meta, tem oferecido meios automáticos e flexíveis para obter informações e controle de chão de fábrica necessários e suficientes à tomada de decisão, bem como meios automáticos e flexíveis para que estas decisões sejam executadas fielmente. Assim, a NF ampliou seus horizontes, e além da matriz em Criciúma, atualmente possui uma filial no principal pólo agro-industrial do país: Chapecó. Dispõe ainda de uma filial em Curitiba, e de um Núcleo de Desenvolvimento Tecnológico em Florianópolis.

Os seus serviços estão diretamente ligados à busca de excelência por parte de seus clientes, sendo de importância vital que estes estejam de acordo com normas internacionalmente aceitas (ex. Série ISO 9000).

A NF atualmente conta com uma equipe altamente qualificada, com larga experiência no setor de automação. É uma empresa consolidada no setor de automação industrial, destacando-se por sua inovação em serviços, e oferece soluções completas ao mercado brasileiro, já expandindo suas atividades para o Mercosul.

Hoje, além da prestação de serviços, a NF também é representante e distribuidor autorizado dos produtos das marcas Danfoss, Novus Produtos Eletrônicos, Altus Informática e Elipse Windows.

Abaixo uma lista dos principais projetos executados e os principais clientes da NF Engenharia de Automação Ltda.

#### PRINCIPAIS PROJETOS

- |  |  |
|--|--|
| — Estufas de cozimento/defumação           | — Fábrica de ração                                 |
| — Peletização                              | — Preparação                                       |
| — Extração                                 | — Tanques de presunto                              |
| — Neutralização                            | — Dosagem de líquidos em fábrica de ração          |
| — Winterização                             | — Tanques de cozimento de peito de frango          |
| — Polimento                                | — Coleta de temperatura em frigorífico             |
| — Branqueamento                            | — Salas de cura de salame                          |
| — Desodorização                            | — Controle de fogo e gás de plataforma petrolífera |
| — Formulação, Transferência e Hidrogenação | — Formulação de <i>thinner</i> e similares         |
| — Formulação de Margarina/Halvarina        | — Preparação de massas cerâmicas                   |
| — Inter-esterificação                      | — Controle de compressores e casa de máquinas      |

— Transferência de tanques

— Controle da produção de chassis de automóveis

### **PRINCIPAIS CLIENTES**

— Ceval Alimentos SA

— Perdigão SA

— Sadia SA

— Macedo

— Petrobrás

— Embraco

— Portobello

—

## **II.2 - Especialidade da Empresa**

A empresa tem como especialidade, prestar serviços de automação em processos já concebidos e implantados na área de processamento de alimentos.

Apesar de sua especialidade na área de alimentos, tem desenvolvido e implantado projetos de automação em diversas empresas que atuam em outros segmentos. Além da Ceval Alimentos, Sadia, Perdigão e outras do ramo, a NF desenvolve projetos para empresas como: Embraco, Ceusa, Portobello, Petrobras, Ferro Enamel, Anjo Química, Cerâmica Itagres, Dana, etc., buscando novos horizontes no mercado crescente da automação.

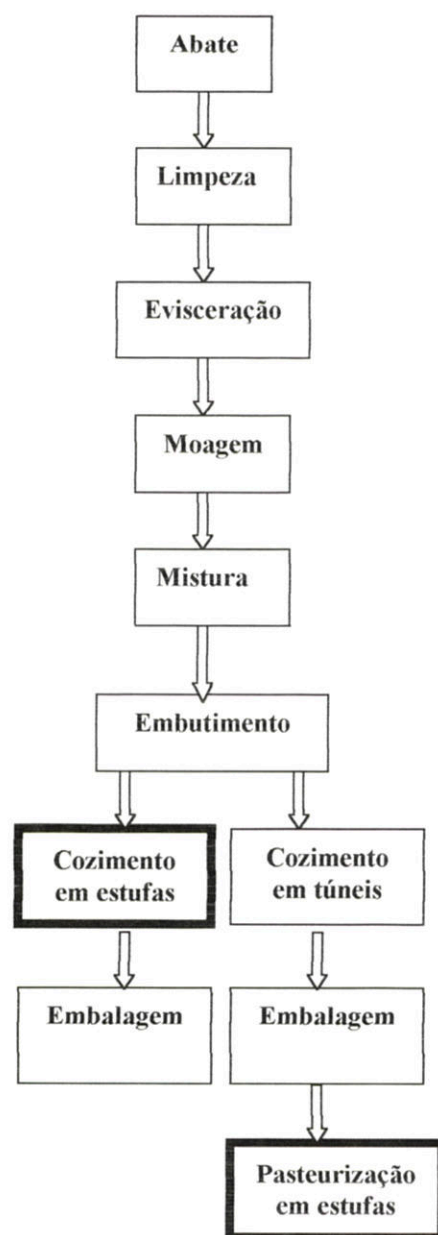
## **II.3 - Especialidade da Seção onde foi realizado o Estágio**

Como o projeto a ser elaborado era o da automação das estufas de cozimento/defumação e de pasteurização, o estágio foi realizado no setor de maior conhecimento e domínio da empresa, a automação de processos alimentícios.

## Capítulo III - Formulação do Problema

### III.1 - Introdução ao Processo de Fabricação de Embutidos

O processo de fabricação de embutidos, do qual o cozimento/defumação e a pasteurização são parte, envolve diversas tarefas, desde o abate até a embalagem do produto final.





Desde o abate, diferentes produtos começam a ser produzidos. Os produtos que são cozidos em túneis não são os mesmos que são cozidos em estufas, assim como a moagem, o embutimento, a embalagem, são feitas em lugares diferentes, de maneiras diferentes, de acordo com o tipo de produto.

Os subsistemas que serão analisados são o cozimento e a pasteurização em estufas, localizados dentro do processo conforme o fluxograma anterior.

### **III.2 - Descrição do Processo Manual de Cozimento/Defumação em Estufas**

O processo manual de cozimento/defumação em estufas ocorre da seguinte maneira:

Operadores carregam os produtos em *gaiolas*, que possuem mais ou menos 2 metros de altura, 4 de comprimento e 3 de largura. Os produtos são pendurados em *varas*, que são colocadas nas gaiolas. Tanto as gaiolas quanto as varas são pesadas previamente para que seja possível calcular o *percentual de quebra do produto*, dado por  $[(\text{pesoEntrada} - \text{pesoSaida})/\text{pesoEntrada}] \times 100 \%$ , onde *pesoEntrada* é o peso do produto antes do cozimento e *pesoSaida* é o peso do produto após o cozimento. O percentual de quebra é um dos fatores que mais interessam ao produtor, e deve ser mantido numa faixa determinada.

Após carregada, a gaiola com as varas e o produto cru é pesada e em seguida colocada na estufa. O número de gaiolas por estufa pode variar de acordo com a capacidade da estufa, sendo comum estufas de 8, 12 e 14 gaiolas.

Então o operador deve iniciar o processo, ligando a estufa e os equipamentos necessários (vapor, ventilador, fumaça, etc.) de acordo com uma *receita* preestabelecida. Para verificar a temperatura do produto no processo manual, o operador precisa abrir a estufa e introduzir um medidor de temperatura no produto. Se a temperatura estipulada na receita foi atingida o cozimento está pronto e passa-se para a etapa de *secagem*, onde o produto permanece na estufa onde é mantida uma certa temperatura ambiente e apenas o ventilador permanece ligado. As ações realizadas pelo operador na estufa são feitas através de um painel elétrico interligado aos equipamentos da mesma.

A última etapa dentro da estufa é o *resfriamento*, quando o operador abre a válvula de entrada de água gelada, que é jogada sobre o produto durante o tempo necessário para resfriá-lo. Esta etapa é muito importante, pois deve ser evitada a permanência do produto na faixa de temperatura de 20 a 35°C, onde é grande o risco de contaminação e proliferação de bactérias e outros microorganismos.

Após fechar a válvula de resfriamento, o operador novamente deve abrir a estufa e tomar a temperatura do produto para verificação e registro de controle. Então as gaiolas são retiradas e pesadas para o registro dos pesos e percentuais de quebra para cada gaiola e da estufa como um todo.

### **III.3 - Descrição do Processo Manual de Pasteurização em Estufas**

O processo manual de pasteurização em estufas é bastante similar ao de cozimento/defumação, e é realizado em estufas bastante parecidas com as de cozimento. Estas estufas de pasteurização também possuem motores de exaustor e ventilador, mas o controle de temperatura é feito apenas através de uma válvula de vapor direto

O produto (em geral salsichas) já embalado e cozido é colocado em gaiolas um pouco diferentes das do processo de cozimento, e estas gaiolas são colocadas dentro da estufa. O operador deve agir da mesma forma descrita anteriormente relativa ao processo de cozimento para executar a receita de pasteurização. Neste processo não há quebra percentual, pois o produto não perde peso, assim como não existe a etapa de secagem.

A estufa é ligada, e o vapor direto é acionado manualmente com o objetivo de fazer com que a temperatura interna do produto alcance valores em torno de 78°C. Novamente o operador deve certificar-se de que a temperatura atingiu o valor desejado, e após isso desligar a válvula de vapor e ligar a válvula de resfriamento, que deve permanecer acionada até o produto alcançar a nova temperatura desejada (em torno de 15°C). Da mesma forma que no processo de cozimento/defumação, o operador precisa verificar novamente a temperatura e somente após a mesma atingir a faixa de valores estipulada, poderá retirar as gaiolas da estufa.

### **III.4 - Problemas do Sistema Manual e Proposta de Solução**

Não é preciso analisar profundamente os processos de cozimento/defumação e de pasteurização para perceber que são processos relativamente complicados e que exigem atenção por parte do operador durante quase todo o tempo.

Sabe-se que processos controlados manualmente sempre possuem pouca repetibilidade, pois o ser humano dificilmente consegue fazer exatamente a mesma tarefa diversas vezes seguidas. Como os produtos da indústria alimentícia devem possuir sempre um alto grau de qualidade, e possuir sempre o mesmo aspecto para o consumidor, é muito interessante a implantação de um sistema automático de cozimento, que além dos benefícios no que se refere à qualidade, trará consigo aumento de produção, melhoria das condições de trabalho para o operador, informações precisas da produção, relatórios, etc.

Em suma, os problemas apresentados pelo método manual de cozimento/defumação e pasteurização são os seguintes:

- Baixa repetibilidade no que se refere aos processos manuais, gerando desvios de qualidade e aspecto no produto final;
- Tempos longos de cozimento e pasteurização, devidos à falta de informação on line sobre a temperatura interna do produto. Este fator influi diretamente na produção da fábrica;
- Operadores em condições ruins de trabalho, por exemplo tendo que abrir a estufa quente para verificar temperaturas ou mesmo tendo que controlar sozinho diversos acionamentos;



- Falta de informação sobre a produção (percentuais de quebra, tempos de cozimento/pasteurização, temperaturas de fim de processo, comportamento das variáveis ao longo do tempo, etc.)
- Inexistência de relatórios do processo, tais como tabelas de tempos, pesos, receitas, gráficos do processo, entre outros.

Pretende-se resolver os problemas acima pela implantação de um novo sistema, agora automático, de cozimento/defumação e de pasteurização em estufas. Este sistema será tratado com detalhes nos capítulos seguintes.

## Capítulo IV - Apresentação do Tipo de Solução Utilizada

### IV.1 - Histórico

A solução encontrada para o problema, isto é, a implantação de um sistema baseado em controladores lógicos programáveis (CLPs) e um sistema de supervisão, vem sendo adotada pela empresa (NF) em diversos processos relacionados a diferentes áreas de atuação industrial, tais como a indústria alimentícia, em processos de preparação de carnes e massas, na preparação, extração e refino de óleos, etc.; a indústria química, em processos de formulação de produtos, no controle de alarmes de plataformas de petróleo, etc.; a indústria cerâmica, automobilística, entre outras.

Esta é claramente a melhor maneira de se lidar com processos industriais desta natureza, os quais eram anteriormente controlados por relês, válvulas e pelo próprio operador que respondia a eventos como alarmes, tempos, lâmpadas, etc.

Atualmente existe a tecnologia de microcomputadores industriais, que dispensam os CLPs e placas de entrada/saída, atuando diretamente sobre o painel elétrico. Porém estes micros industriais são ainda muito caros e não difundidos no Brasil. Além disso existem problemas relativos à falhas no equipamento, quando a falta de modularidade faria necessária a troca de todo o equipamento, ao invés de apenas uma placa, por exemplo.

A utilização de CLPs para substituir os relês permitiu um grande avanço em todos os sentidos, diminuindo tempos de execução de rotinas, economizando espaço ao substituir os grandes painéis pelos CLPs, as facilidades de programação e alteração do programa, redução de erros de hardware, maior facilidade de manutenção, comunicação com outros dispositivos, entre diversos outros fatores.

Ao mesmo tempo e em velocidade até superior, os computadores foram se tornando cada vez menores, mais acessíveis e com uma maior capacidade de processamento e armazenamento de informação.

Desta forma, para interagir com os sistemas, foram criadas interfaces que permitiam ao operador monitorar as variáveis do processo e em alguns casos agir sobre o mesmo enviando *setpoints* para o controlador. Estas interfaces foram evoluindo juntamente com os computadores, o que tornou possível a criação de sistemas que monitorassem o processo através do computador. Assim surgiam os sistemas de supervisão.

### IV.2 - Softwares e Sistemas de Supervisão

Antes de continuar com explicações a respeito de softwares e sistemas de supervisão, é importante fazer a distinção entre os dois. Fazemos então duas definições:

- Software de supervisão - É o software configurador do sistema de supervisão.

Os softwares de supervisão para Windows são orientados a objetos e possuem bibliotecas de símbolos para o auxílio no desenvolvimento de aplicações. Possuem



linguagem própria, que permite o desenvolvimento de lógicas e planilhas matemáticas. Possuem suporte DDE (*Dynamic Data Exchange*), permitindo a troca de dados entre aplicativos Windows em uma máquina ou suporte DDE em uma rede de comunicação, usando a ferramenta NetDDE. Estes softwares possibilitam o gerenciamento de alarmes, a configuração de gráficos de tendências, sistemas de segurança, a configuração de receitas, CEP (controle estatístico de processos), protocolos de comunicação ODBC (*Open Database Connectivity*), para a integração dos sistemas com bancos de dados relacionais (Access, Oracle, etc.), suporte a redes de comunicação Ethernet, ArcNet e Token Ring, visualização de vídeo, etc.

- Sistema de supervisão - São sistemas desenvolvidos para funcionar como interfaces homem-máquina, estações de supervisão local de processos industriais ou estações concentradoras de dados em processos distribuídos.

São desenvolvidos sobre softwares de supervisão, sendo baseados em microcomputadores interligados a controladores programáveis, estações remotas ou outros equipamentos de aquisição de dados.

### IV.3 - Aplicações Típicas de Sistemas de Supervisão

Terminal local em máquinas: O sistema de supervisão funciona como interface de comando de uma máquina (prensas, estufas, máquinas têxteis, tanques, etc.). A interface é realizada através de terminais industriais com teclado de membrana ou monitores de vídeo. Este sistema proporciona uma interface muito mais amigável e poderosa para a operação da máquina e para a visualização e monitoração do comportamento da mesma.

Terminal remoto conectado a máquinas: O sistema pode estar ligado a várias máquinas, desde que se disponha de uma rede de comunicação apropriada. Aplicações típicas neste caso são controle de produção e manutenção, envio de parâmetros e receitas para as máquinas, otimização do trabalho de supervisores, registro de falhas/alarmes e arquivamento automático de valores extraídos das máquinas. Exemplo desta aplicação é mostrado na figura IV.1.

Estação de supervisão local de processos: Os sistemas possuem grande flexibilidade para conexão com vários tipos de CLPs, *single-loops* ou unidades remotas, com grande independência do hardware utilizado. Desta forma ele é utilizado como estação de supervisão *on-line* do processo, executando as funções de sinópticos de monitoração das plantas, controle de situações de alarme, gráficos de tendência e históricos, relatórios automáticos e interface para entrada/monitoração de dados do processo. A arquitetura da figura IV.1 também serve como exemplo para este tipo de aplicação.

Concentrador em processos distribuídos: Devido à possibilidade de supervisão de um grande número de pontos, estes sistemas permitem que sejam utilizados como concentradores de informação em sistemas de controle distribuído. Essa arquitetura pode servir de elo de comunicação entre a planta e sistemas administrativos. Além disso, a arquitetura distribuída permite que a base de dados seja compartilhada entre vários equipamentos distintos. Exemplo desta aplicação é mostrado na figura IV.2.

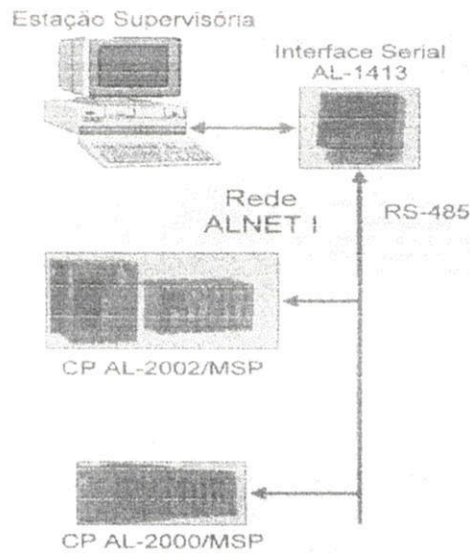


Figura IV.1 - Exemplo de Aplicação

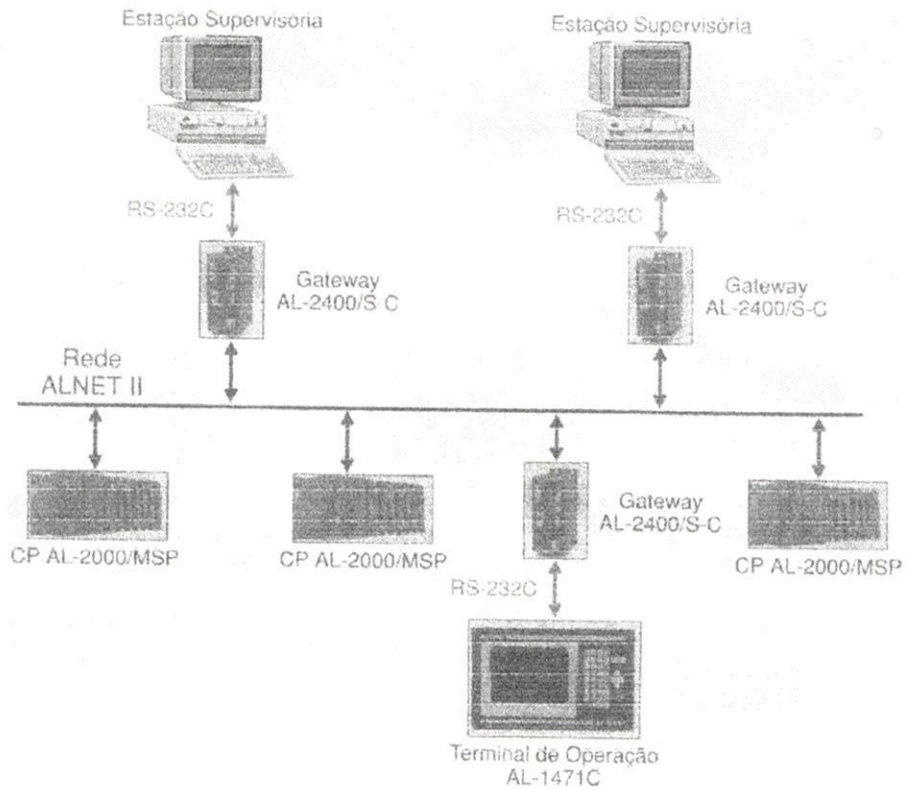


Figura IV.2 - Exemplo de Aplicação

## IV.4 - Requisitos de Hardware

Os sistemas de supervisão gerenciam grandes quantidades de informação, utilizando diversos recursos gráficos, realizando comunicações com equipamentos, com outros programas, estações de rede, etc. Em vista disso, um dos principais problemas que ocasionalmente ocorrem em um sistema de supervisão é a lentidão na execução. Para evitar ou amenizar este problema, é necessário um bom poder de processamento (velocidade, memória RAM, *Winchester*, etc.) possibilitando maior rapidez em trocas de tela, carregamento de dados de histórico e comunicação com o CLP.

Estes requisitos se alteram conforme o desenvolvimento das tecnologias de computadores, redes e sistemas operacionais ao longo do tempo. No futuro, configurações que pareciam ótimas se tornarão apenas razoáveis ou até obsoletas. No projeto da automação das estufas de cozimento/defumação e estufas de pasteurização, possuindo um sistema de supervisão conectado a dois CLPs, a configuração do microcomputador é a seguinte:

PC/AT Pentium MMX -233 Mhz

32 MB Edo RAM

Winchester 2.1 GB

Monitor SVGA Color 17" DOT PITCH 0.28

Placa de Vídeo de 1MB

Windows NT 4.0

Mouse, Mouse Pad

2 portas seriais livres

1 porta paralela

Um winchester rápido melhora o desempenho do aplicativo no carregamento de telas e salvamento dos dados históricos e alarmes com ciclo reduzido. O número de portas seriais ou paralelas depende, exclusivamente, do número de periféricos que serão instalados (impressoras, CLPs, etc.). O pacote do software ELIPSE32 for Windows inclui 3 disquetes HD para a instalação no winchester, uma proteção de hardware (*HardKey*) e licença para uso de cópia.



## Capítulo V - A Arquitetura de Hardware do Sistema Proposto

A partir dos problemas apresentados na seção anterior, idealizou-se um sistema automático para controlar e monitorar os processos de cozimento/defumação e de pasteurização. Baseado em um microcomputador de supervisão conectado a dois CLPs que acionam um painel elétrico, que é ligado aos equipamentos das estufas (válvulas, motores, lâmpadas, etc.), e duas interfaces homem-máquina que também têm função de monitoração e controle.

### V.1 - Elementos de Arquitetura

O Sistema possui a arquitetura da figura abaixo:

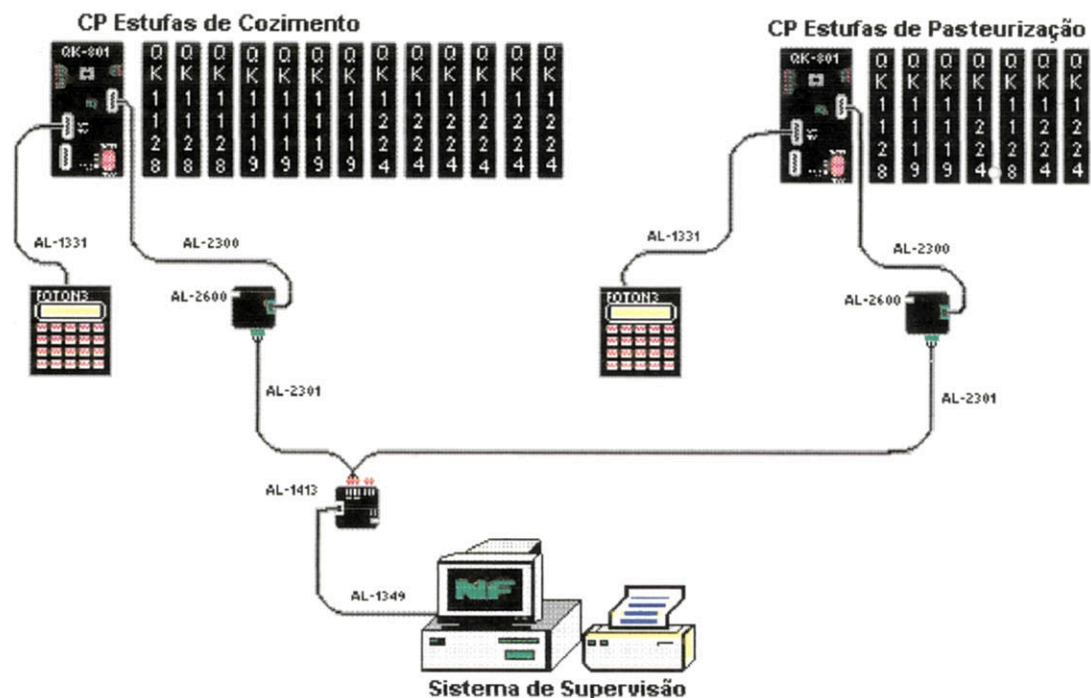


Figura V.1

Placas:

QK 801 - Controlador Programável (CP);

FOTON 3 - Interface Homem/Máquina (IHM) com teclado e display;

AL1128 - Placa de Entrada Digital;

AL1224 - Placa de Saída Digital;

AL1119 - Placa de Entrada Analógica;

AL1349, AL1331, AL2300, AL2301 e AL1316 - Cabos.

AL1413 - Conversor para comunicação serial (485/232).

AL2600 – Terminador para a comunicação serial (casador de impedância).

Através do microcomputador o sistema supervisor controla a monitoração em modo remoto.

No controlador programável (CP) está disponível uma interface de teclado e display (FOTON 3), que permitirá a programação de receitas de cozimento/defumação e a monitoração da operação das estufas em modo local. Além disso, permite que o sistema opere sem o microcomputador em caso de haver necessidade. Os módulos de entradas e saídas (I/O) são responsáveis pela interligação do controlador (QK801) com as Estufas.

## **V.2 - Descrição dos Subsistemas Componentes do Sistema Automático**

Nesta seção serão brevemente descritos individualmente os elementos presentes na arquitetura de hardware do sistema.

### **V.2.1 - Os Controladores Lógicos Programáveis (CLPs)**

O sistema automático possui dois CLPs QK801, um no painel de controle das estufas de cozimento/defumação e outro no painel de controle das estufas de pasteurização.

Os CLPs são carregados com o programa de controle em linguagem *Ladder*, escrita em um software específico para a configuração destes programas, o MASTERTOOL. Operam como escravos em uma rede ALNET I, tendo como mestre o micro de supervisão. São eles que comandam o acionamento de todas as saídas de controle, assim como recebem sinais de entrada provenientes do processo.

Para poder interagir com o processo, o CLP está ligado a um conjunto de módulos de entrada e saída, com placas de entradas digitais, saídas digitais e entradas analógicas.

#### **V.2.1.1 - O CLP QK801**

O CLP QK801 pertence à série Quark de CLPs da Altus. É um controlador programável de médio porte e apresenta a robustez característica deste tipo de equipamento.

Este modelo possibilita o controle de até 512 pontos digitais de entrada/saída, além de pontos analógicos. Destina-se ao controle de processos e máquinas.

De concepção compacta, possui integrados em um único gabinete plástico a CPU e a fonte de alimentação. Possui também relógio de tempo real incluído no processador e canal

serial secundário para facilitar a conexão de dispositivo de IHM. Incorpora também interface para a rede de comunicação ALNET I.

### **V.2.1.2 - Os Módulos de Entrada e Saída**

- AL-1119

Este módulo de entrada analógica é destinado à conversão analógico-digital de sinais sob a forma de corrente ou tensão, presentes em cada um dos 8 canais de entrada

- AL-1128

Placa de entradas digitais, possui 16 pontos de entrada, filtro de entrada simétrico e ocupa uma só posição de endereço e bastidor.

- AL-1224

Possui 16 pontos de saída digital a relê com contatos normalmente abertos.

### **V.2.2 - As Interfaces Homem-Máquina**

O sistema proposto possui duas interfaces homem-máquina da série FOTON 3, do fabricante Altus, que são colocadas em pontos estratégicos próximo às estufas, de forma a possibilitar a monitoração e o controle em modo local, e também em caso de falha no microcomputador de supervisão.

#### **V.2.2.1 - A Interface FOTON 3**

A FOTON 3 é uma Interface Homem-Máquina (IHM) que realiza a comunicação do operador da planta com o controlador programável.

Esta interface permite exibir mensagens e valores de operandos em seu visor, bem como alterar valores através de seu teclado de membrana. As mensagens exibidas podem conter caracteres ASCII e operandos tipo M (Memória), que são monitorados quando a respectiva mensagem é exibida. O FOTON 3 envia para o CLP o código da tecla pressionada. Toda a comunicação entre o FOTON 3 e o CLP (acesso aos operandos), carga de mensagens e a configuração são feitas através de seu canal serial.

Possui uma memória E2PROM para 100 mensagens de até 40 caracteres, combinando textos e valores de operandos tipo M. As mensagens são definidas através do software PROFOTON e carregadas na memória da interface.

A aplicação deve ser feita no CLP, utilizando uma função específica ou programação usual em linguagem *Ladder*.



O desenho abaixo ilustra a interface FOTON 3:

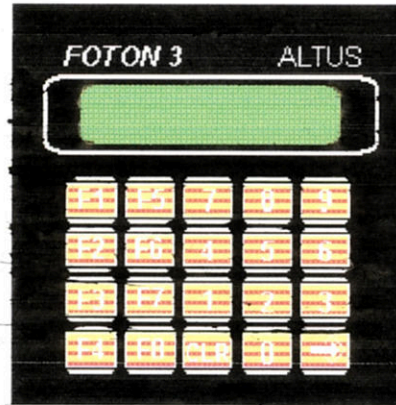


Figura V.2

### **V.2.3 - Conversor Bidirecional RS232/RS485 (AL-1413)**

A interface de comunicação serial AL-1413 permite a interligação de vários equipamentos com interface RS-232C a uma mesma via de comunicação, ou barramento. Utiliza o padrão de comunicação RS-485, permitindo a conexão de até 32 estações em um mesmo cabo a uma distância total de até 2,4 Km. Conecta-se à interface serial RS-232C de qualquer equipamento que possua protocolo adequado para comunicação em rede, ou mesmo em configuração ponto a ponto.

É ideal para utilização em ambientes industriais, onde alta velocidade e imunidade a ruído sejam desejáveis. Permite a conexão ou desconexão à rede e o desligamento do adaptador enquanto os demais equipamentos permanecem comunicando, sem interferir no funcionamento da rede.

### **V.2.4 - Derivador e Casador de Impedância (AL-2600)**

Este módulo tem a função de facilitar a interligação de diversos controladores e terminar a linha, caso esteja instalado nas extremidades da mesma. É um módulo totalmente passivo, possuindo apenas conectores para a derivação e resistores para casamento de impedância.

### **V.2.5 - Microcomputador de Supervisão**

O microcomputador de supervisão, interligado ao resto do sistema conforme a Figura IV.1, executa o sistema de supervisão, fornecendo informações através do monitor e de periféricos, como a impressora, interagindo com o sistema nas funções de monitoração e controle.

## V.2.6 - As Redes de Controle

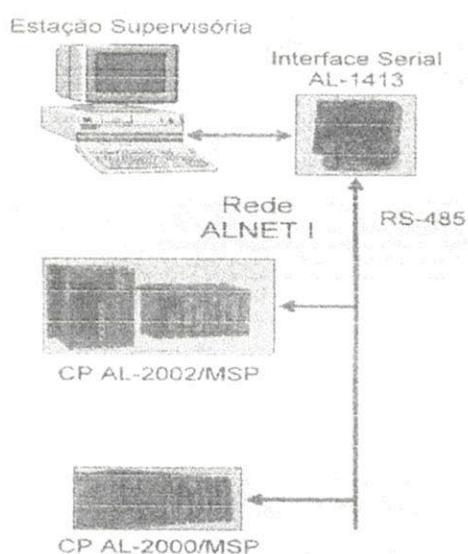
O nível de controle responde pelos equipamentos que compõem a linha de produção e pela leitura e acionamento de todos os sinais de campo. É neste nível que são feitos os cálculos de algoritmos de controle e otimização, bem como a aquisição de dados, monitoração dos processos e registros de alarmes, dados de produção e manutenção. As mensagens trafegam aos kilobytes e o determinismo é necessário para garantir tempo mínimo para as ações de controle. A frequência de transferência nestes casos é de 1/10 ms a 1/10 s.

A rede em nível de controle deve ter alta confiabilidade, não escapa de ter arquitetura mais complexa e com alta imunidade a ruído. As tecnologias aplicáveis neste nível são na sua maioria proprietárias mas tendem a atender a MAC (ISO 802.3), LLC (IEE 802.2 classe I).

### V.2.6.1 - A Rede ALNET I

A rede de controle ALNET I é uma rede de supervisão, do tipo mestre-escravo, extremamente útil na aquisição e análise de dados, utilizada em toda a linha de controladores programáveis Altus. Seu protocolo é aberto e disponível para o desenvolvimento de qualquer tipo de driver de software. Ela pode controlar até 31 CLPs a partir de uma estação mestre.

A figura abaixo ilustra um exemplo de aplicação utilizando uma rede ALNET I:





## Capítulo VI - O Sistema Automático de Cozimento/Defumação

### VI.1 - O Processo Automático de Cozimento

No processo automático de cozimento, após o carregamento das gaiolas, ocorre novamente a pesagem, mas agora o operador deve digitar o peso lido na balança na interface Foton 3, para que o peso de entrada possa ser registrado pelo supervisor a fim de realizarem-se os cálculos e armazenamento no banco de dados. No caso de balanças que possuam driver de comunicação com o software de supervisão esta operação é executada automaticamente.

O operador deve carregar as gaiolas na estufa, fechá-la, e então associar uma receita programada à estufa via sistema de supervisão ou FOTON 3. Após isso resta apenas pressionar o botão de início/fim de processo, localizado em frente à estufa. A partir daí o processo transcorre automaticamente até o fim da receita. A lâmpada referente à estufa, que permaneceu acesa durante todo o processo, começa a piscar indicando fim de processo, e o operador deve pressionar o botão de início/fim para encerrar o processo.

### VI.2 - Variáveis do Processo

A função da automação das **estufas de cozimento/defumação** de embutidos é fazer com que o produto siga uma receita previamente cadastrada. Desta forma garante-se a repetibilidade da receita, que influi diretamente nas características do produto tais como cor e sabor.

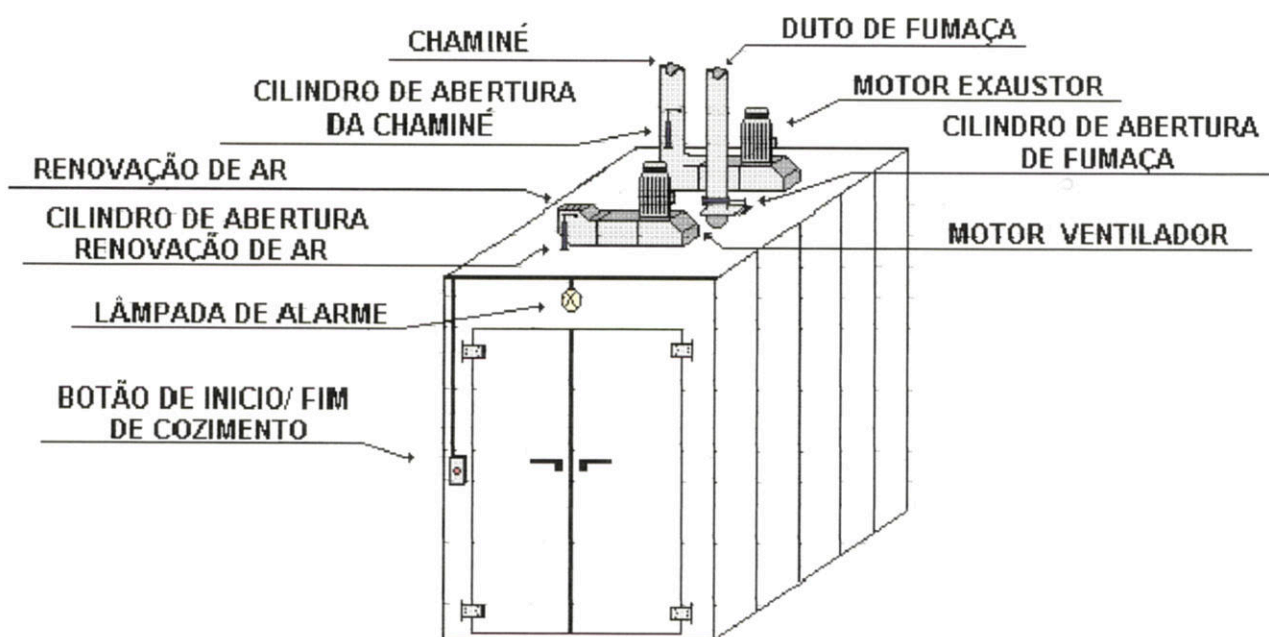
Uma vez homologadas as receitas, excetuando-se problemas referentes a preparação de massas e embutimentos, salientando-se apenas o cozimento/defumação, o produto deverá ter sempre o mesmo aspecto. Para tal são permitidas as seguintes variáveis de processo:

1. Tempo de cozimento/defumação;
2. Temperatura da estufa;
3. Temperatura interna do produto;
4. Umidade da estufa;
5. Fumaça na câmara;
6. Água gelada na câmara.

Desta maneira os seguintes controles são acionados para controlar as variáveis do processo:

1. Vapor úmido (direto);
2. Vapor seco (indireto);
3. Motor principal (Ventilador);
4. Chaminé;
5. Exaustor;
6. Renovação de ar;
7. Injeção de fumaça;
8. Resfriamento.

O diagrama a seguir esquematiza os dispositivos principais instalados na estufa:



As entradas de vapor direto e indireto, assim como a entrada de água gelada localizam-se na parte interna da estufa. O vapor é disponibilizado através de um linha de vapor, que consiste em uma tubulação conectando a estufa a uma caldeira que produz o calor. A água gelada vem de um tanque, e é trazida até a estufa por bombas hidráulicas. Este tanque deve estar com seu nível sempre o mais cheio possível, pois do contrário não consegue-se manter a temperatura da água gelada tanto quanto desejado, prejudicando ou impossibilitando a etapa de resfriamento

## VI.3 - Funcionamento do Sistema

### VI.3.1 - Introdução

Este capítulo descreve como o controlador irá operar na Perdigão Agroindustrial S/A. Serão explicados alguns conceitos e características do sistema, que facilitarão a compreensão do funcionamento do sistema automático.

### VI.3.2 - Estado das Estufas

Durante o processo, cada estufa pode estar em um dos seguintes estados :

| Código | Descrição  |
|--------|--|
| 0      | - FIM DE COZIMENTO/DEFUMAÇÃO : A estufa terminou o cozimento e está esperando que o operador aperte o botão de reconhece. Neste estado a lâmpada frontal da estufa fica piscando.  |
| 1      | - ESPERA DE INÍCIO : A estufa está esperando que o operador aperte o botão de reconhece para iniciar o cozimento/defumação. Neste estado a lâmpada frontal fica desligada.   |
| 2      | - EM COZIMENTO/DEFUMAÇÃO : A estufa está em processo normal de cozimento/defumação. Neste estado a lâmpada frontal da estufa fica ligada.  |
| 3      | - BLOQUEADA : A estufa está esperando a entrada de uma nova receita ou a confirmação da receita atualmente programada. Neste estado a lâmpada frontal fica desligada e o botão de reconhece fica inoperante. Após cada final de cozimento/defumação a estufa fica bloqueada. |

No processo normal de cozimento/defumação a estufa está inicialmente BLOQUEADA. Após associar uma receita a estufa, o operador automaticamente libera a estufa, que passa para o estado ESPERA DE INÍCIO. Apertando o botão de reconhece ( localizado na frente da estufa ), a estufa passa para INÍCIO DE COZIMENTO. Finalizado o tempo de processo a estufa vai para FIM DE COZIMENTO. O operador aperta o botão de reconhece e a estufa volta ao estado BLOQUEADA, reiniciando-se o ciclo.



### **VI.3.3 - Operação das Estufas**

Na operação das estufas devem ser seguidos os seguintes passos:

- 1 - Programar as receitas.
- 2 - Associar as receitas a serem executadas nas estufas.
- 3 - Liberar a estufa teclando Clear(CLR) no modo associação de receitas, se a receita foi associada via interface FOTON 3. Se foi associada via sistema de supervisão, a estufa é liberada automaticamente.
- 4 - Colocar os produtos na estufa.
- 5 - Apertar botão de reconhece para início do cozimento/defumação.
- 6 - Esperar fim de cozimento/defumação.
- 7 - Apertar botão de reconhece.
- 8 - Retirar produtos.
- 9 - Continuar na etapa 2 ou 3.

A programação das receitas pode ser realizada pela interface homem-máquina FOTON 3 ou pelo microcomputador utilizando o Sistema de Supervisão.

### VI.3.4 - A Receita de Cozimento/Defumação

A receita é o elemento que possibilita o cozimento/defumação ou a pasteurização em modo automático. Na receita são programados todos os *setpoints* necessários para o controle do processo de cozimento. A figura abaixo mostra um exemplo de receita, na janela de programação de receitas do supervisor.

Programação de Receitas - Cozimento

Programação das Etapas **SP**

| Fase | SP TF (min.) | SP TA (°C) | SP TI (°C) | SP Um. (% UR) | Renov. Ar | DT Máx. (°C) | Proc. Delta                         | GF                                  | Vent.                               | Exau.                               | Resf.                               |
|------|--------------|------------|------------|---------------|-----------|--------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 0    | 30           | 60,0       | 0,0        | 0             | 2         | 0,0          | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| 1    | 30           | 60,0       | 0,0        | 0             | 2         | 0,0          | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| 2    | 60           | 70,0       | 0,0        | 0             | 2         | 0,0          | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| 3    | 60           | 80,0       | 73,0       | 0             | 2         | 30,0         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| 4    | 120          | 70,0       | 0,0        | 0             | 2         | 0,0          | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| 5    | 60           | 10,0       | 0,0        | 0             | 2         | 0,0          | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 6    | 0            | 0,0        | 0,0        | 0             | 0         | 0,0          | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| 7    | 0            | 0,0        | 0,0        | 0             | 0         | 0,0          | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| 8    | 0            | 0,0        | 0,0        | 0             | 0         | 0,0          | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| 9    | 0            | 0,0        | 0,0        | 0             | 0         | 0,0          | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| 10   | 0            | 0,0        | 0,0        | 0             | 0         | 0,0          | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| 11   | 0            | 0,0        | 0,0        | 0             | 0         | 0,0          | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| 12   | 0            | 0,0        | 0,0        | 0             | 0         | 0,0          | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| 13   | 0            | 0,0        | 0,0        | 0             | 0         | 0,0          | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| 14   | 0            | 0,0        | 0,0        | 0             | 0         | 0,0          | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |

Cadastro

Receita: 1

Código: 111

Enviar CP

Ler Rec. CP

Env. Rec. HD

Ler Rec. HD

Fechar

Os campos da receita serão descritos a seguir:

- Fase

Indica o número da fase da receita. Cada receita pode possuir até 15 fases, e em cada uma delas podem ser setados os equipamentos a serem acionados, os tempos, temperaturas, etc.

- SP TF (min)

*Setpoint* de tempo de fase. Dado em minutos, pode assumir valores de 0 a 999. Após o término deste tempo, a fase se encerra.

- SP TA (°C)

*Setpoint* de temperatura ambiente. É a temperatura dentro da estufa. Dada em graus Celsius, pode variar de 0,0 a 100,0. Medida por um Pt100 colocado em posição estratégica dentro da estufa. (Bulbo seco).

- SP TI (°C)

*Setpoint* de temperatura interna. É a temperatura interna do produto, medida por um Pt100 de penetração enfiado no produto. Também dada em graus Celsius e variando de 0,0 a 100,0, será levada em conta somente em Processo Delta.

- SP Um. (% UR)

*Setpoint* de umidade relativa dentro da estufa. Dada em unidades percentuais, varia de 0 a 99. Medida por um Pt100 instalado na estufa, que se encontra em contato com um pano úmido. (Bulbo úmido). A temperatura medida é comparada com a de bulbo seco e através de uma tabela pré-calculada é obtida a umidade relativa.

- Renov. Ar

*Setpoint* de renovação de ar na estufa. Se programado como 0, renovação sempre fechada, se 1, renovação sempre aberta, e se 2, renovação de ar em automático na fase (controlada pelo CLP).

- DT Máx. (°C)

*Setpoint* de delta máximo. Dado em graus Celsius, varia de 0,0 a 50,0. É levado em conta somente em Processo Delta.

- Proc. Delta

*Setpoint* de Processo Delta. Se marcado, processo ativo, senão, processo inativo. Quando o Processo Delta estiver ativo, será controlada a temperatura interna do produto e o delta máximo será levado em conta. Mais informações sobre este item serão dadas em um capítulo a parte.

- GF

*Setpoint* de gerador de fumaça. Se marcado, entra fumaça na estufa, senão a entrada de fumaça é fechada.

- Vent.

*Setpoint* de ventilador. O ventilador tem a função de distribuir o calor dentro da estufa. Se marcado, ventilador ligado, senão ventilador desligado.

- Exau.

*Setpoint* de exaustor. O exaustor tem a função de retirar o calor e a fumaça de dentro da estufa. Se marcado, exaustor ligado, senão exaustor desligado.

- Resf.

*Setpoint* de resfriamento. Após o término do cozimento, o produto deve ser resfriado, para isso, é injetada água na estufa através de sprinklers. Se marcado, resfriamento ligado, senão resfriamento desligado.

- Receita

*Setpoint* de número da receita. Pode assumir valores de 0 a 9, representando as 10 receitas armazenadas no CLP ou no HD.



- Código

*Setpoint* de código do produto da receita. Pode variar de 0 a 999, representando os produtos preparados nas receitas.

Após a programação, a receita deve ser enviada para o CLP, que pode armazenar até 10 receitas distintas. Estas receitas poderão ser associadas a qualquer estufa, na janela de associação de receitas.

Associação de Receitas - Cozimento

| Rec. Atuais |              | Associação/Bloqueio |            |               |               |              |                                     |
|-------------|--------------|---------------------|------------|---------------|---------------|--------------|-------------------------------------|
| Rec.        | Código Prod. | Estufa              | Estado     | Receita Atual | Produto Atual | Receita Nova | Associa                             |
| 0           | 0            | 01                  | Fim Cozim. | 0             | 0             | 3            | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 1           | 0            | 02                  | Fim Cozim. | 0             | 0             | 0            | <input type="checkbox"/>            |
| 2           | 0            | 03                  | Fim Cozim. | 0             | 0             | 0            | <input type="checkbox"/>            |
| 3           | 0            | 04                  | Fim Cozim. | 0             | 0             | 1            | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4           | 0            | 05                  | Fim Cozim. | 0             | 0             | 1            | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 5           | 0            | 06                  | Fim Cozim. | 0             | 0             | 0            | <input type="checkbox"/>            |
| 6           | 0            | 07                  | Fim Cozim. | 0             | 0             | 0            | <input type="checkbox"/>            |
| 7           | 0            | 08                  | Fim Cozim. | 0             | 0             | 0            | <input type="checkbox"/>            |
| 8           | 0            | 09                  | Fim Cozim. | 0             | 0             | 0            | <input type="checkbox"/>            |
| 9           | 0            |                     |            |               |               |              |                                     |

Enviar Fechar

A operação de associação é simples. Programa-se o *setpoint* **Receita Nova** com o número da receita desejada e marca-se o *setpoint* **Associa**. Após isso, envia-se os dados para o CLP clicando no botão Enviar. O display **Estado** da estufa passará para *Esperando Início*, e basta ao operador apertar o botão de reconhecimento em frente à estufa para iniciar o processo de cozimento

### **VI.3.5 - Tipos de Processos**

Na formulação de uma receita o parâmetro principal é o tempo de fase, visto que o algoritmo de controle (programa do CP) interpretará como sendo fim de processo assim que encontrar o primeiro tempo de fase igual a zero. Bem como encerrará a fase quando o tempo de fase for atingido.

Ciente da importância do tempo no controle do processo, pode-se dividir o algoritmo (programa de controle) em duas subdivisões de cozimento a saber: O processo convencional e o processo Delta. Salienta-se que em cada fase do cozimento pode ser usado uma forma de controle diferente.

#### **VI.3.5.1 - O Processo Convencional**

No processo convencional de cozimento/defumação as variáveis principais no controle são o tempo de fase programado (SPTF), e a temperatura programada da estufa (SPTA). Neste processo, não é levada em conta a temperatura interna do produto, o controle age sobre a temperatura da estufa e a fase termina por tempo.

#### **VI.3.5.2 - O processo Delta**

Quando um churrasqueiro (um bom churrasqueiro) põe a carne para assar, ele não coloca a carne diretamente no fogo, ou muito próxima ao fogo, pois desta forma provavelmente o seu churrasco ficaria rapidamente cozido por fora mas permaneceria cru por dentro. Portanto, ele coloca a carne inicialmente longe do fogo, e vai aproximando-a lentamente com o tempo.

O processo Delta funciona de forma similar.

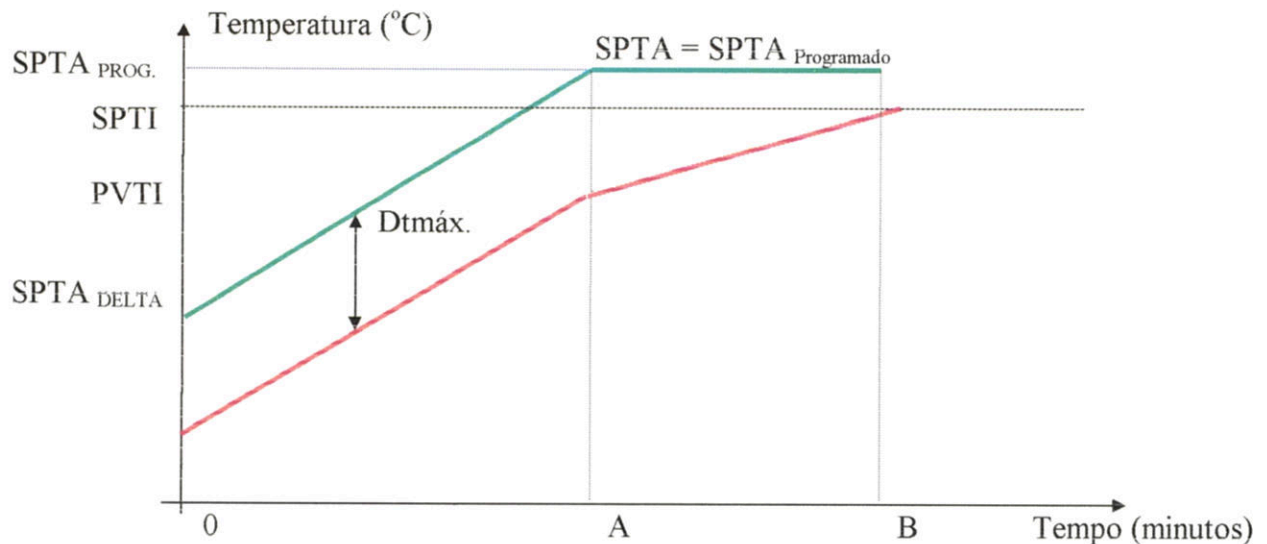
No processo Delta, as variáveis de prioridade máxima são SPTF, como descrito anteriormente, e as outras mais importantes ao processo, SPTI (temperatura interna programada do produto) e  $D_{t\text{máx}}$  (delta máximo), que é a diferença entre as temperaturas da estufa e do produto.

O SPTI determinará o valor de controle para a temperatura ambiente da estufa (SPTA), não importando o valor que o usuário tenha colocado para este campo enquanto  $PVTI + D_{t\text{máx}}$  for menor igual a SPTA (Obs.: PVTI é a temperatura interna do produto lida pelo sensor.). A partir desse momento o cozimento ocorre normalmente como no processo convencional, até que seja atingido a SPTI ou SPTF

Enquanto  $PVTI + D_{t\text{máx}}$  menor igual a SPTA, o controle usará como SPTA o valor de  $PVTI + D_{t\text{máx}}$ .



Para exemplificar melhor tem-se:



No intervalo de 0 a A a  $PVTI$  está muito baixa, desta forma  $PVTI + Dtmáx$  é menor igual a  $SPTA$  (programada pelo usuário), Logo o programa recalcula um novo  $SPTA$  igual a  $PVTI + Dtmáx$ , não importando o valor colocado na receita.

A partir do instante A,  $PVTI + Dtmáx > SPTA$  (programado) sendo assim o sistema assume o valor da receita até que seja atingido o tempo da fase ou até que  $PVTI$  maior igual a  $SPTI$  (como mostra a figura no instante B).

O processo Delta permite assegurar que o cozimento termine apenas quando o produto atingir a temperatura ideal. Para isso basta programar a fase de processo Delta com um tempo bastante longo, assim o cozimento terminará quando a temperatura do produto for igual ao *setpoint* programado.

### VI.3.6 - Algoritmo do Controle

Abaixo segue a descrição do processo de atuação do controle dos CP's sobre as estufas, com o seguinte grau de prioridade:

1- O controle de temperatura terá prioridade sobre o de umidade, sendo que se o valor da temperatura ultrapassar o valor programado na receita, o vapor indireto será desligado. O vapor direto somente será desligado após a temperatura ultrapassar  $8^{\circ}\text{C}$  do valor programado;

2- O vapor direto será ligado sempre que a umidade for menor que a programada e o item 1 for respeitado.



- 3- O vapor direto será desligado sempre que a umidade for maior que a programada.
- 4- O vapor indireto será ligado sempre que a temperatura for menor que a programada.
- 5- A chaminé será aberta sempre que a umidade estiver 3% acima da programada.
- 6- A chaminé será fechada sempre que a umidade estiver abaixo do valor da umidade programada mais 1 %.
- 7- A chaminé será aberta sempre que a temperatura estiver 3°C acima da programada, respeitando os itens 5 e 6.
- 8- A chaminé será fechada sempre que a temperatura estiver abaixo do valor da temperatura programada mais 1 °C, respeitando 5 e 6.
- 9- A renovação de ar será ligada sempre que ultrapassar uma das prioridades abaixo:

|         | Temperatura (°C) (SPTA) |            |            |            | Umidade (%) (SPU) |            |            |            |
|---------|-------------------------|------------|------------|------------|-------------------|------------|------------|------------|
|         | Menor SPTA              | Maior SPTA | Maior SPTA | Maior SPTA | Menor SPUm        | Maior SPUm | Maior SPUm | Maior SPUm |
|         | +1,0°C                  | +2,0°C     | +5,0°C     | +7,0°C     | +1%               | +3%        | +5%        | +7%        |
| Fechada | X                       | X          |            |            | X                 | X          |            |            |
| Aberta  |                         |            | X          | X          |                   |            | X          | X          |

- 10- O exaustor será ligado sempre que a umidade estiver 5% acima da programada.
- 11- O exaustor será desligado sempre que a umidade estiver abaixo do valor da umidade programada mais 3 %.
- 12- O exaustor será ligado sempre que a temperatura estiver 4 °C acima da programada, respeitando os itens 10 e 11.
- 13- O exaustor será fechado sempre que a temperatura estiver abaixo do valor da temperatura programada mais 2°C, respeitando os itens 10 e 11.
- 14- O motor principal será ligado conforme seleção da receita.
- 15- Se a umidade for programada para um valor zero ,todos os controles acima citados relativos a umidade serão desabilitados.

#### VI.4 - O Sistema de Supervisão Implementado

Neste item será feita uma especificação dos procedimentos de funcionamento do sistema de supervisão da Automação das Estufas de Cozimento/Defumação e Pasteurização, implementado na Perdigão Agroindustrial S/A - Unidade Marau - RS.

O sistema engloba dois processos, o de cozimento/defumação e o de pasteurização, porém como são processos similares em muitas características, não é necessário mostrar sempre as variações de telas, janelas e outras características. Esta distinção será feita quando necessário.

#### **VI.4.1 - Funções Básicas**

O sistema de supervisão possui a função de monitorar e controlar os processos de cozimento/defumação e pasteurização, onde o operador poderá interferir diretamente no processo através da programação de receitas que posteriormente poderão ser enviadas ao CP.

Quando for mencionado o estado do dispositivo, serão possíveis as seguintes situações e codificações de cores:

- Desligado ( preto);
- Ligado (verde);
- Alarme (vermelho).

Nas variáveis das telas de sinóptico:

- Verde para *setpoint* (SP);
- Amarelo para percentual de abertura (OUT);
- Amarelo para percentual de abertura manual (SM);
- Vermelho para valor real lido no momento (PV).

#### **VI.4.2 - Operação do Sistema de Supervisão**

##### **VI.4.2.1 - Objetos do Menu**

Agora será mostrado como é realizada a navegação entre telas e como abrir as caixas de diálogos (janelas) existentes em qualquer tela do aplicativo e reparametrizar e/ou visualizar com maiores detalhes.

Descrevendo com maior minúcia os objetos do menu, tem-se os seguintes ícones com as respectivas telas e caixas de diálogos:

1. **Título da Tela:** Campo que contém o nome da tela corrente do sistema, onde pode-se ter:

- Menu Principal;
- Geral Coz/Def.;
- Estufas Coz/Def. 1 e 2;
- Estufas Coz/Def. 3 e 4;

- Estufas Coz/Def. 5 e 6;
- Estufas Coz/Def. 7 e 8;
- Estufa Coz/Def. 9;
- Geral Past.;
- Estufas Past. 1 e 2;
- Estufas Past 3 e 4;
- Estufa Past 5.

2. **Prog.** : Programação de receitas;
3. **Assoc.** : Associação de receitas;
4. **Rec.** : Recados;
5. **Alm.** : Acessa a visualização dos alarmes do sistema, bem como a configuração, reconhecimento e impressão dos mesmos;
6. **Trend** : Plotagem de gráficos das variáveis, onde o usuário irá requisitar os parâmetros a serem analisados graficamente;
7. **PID** : Programação dos parâmetros de controle PID;
8. **ALTUS** : Acesso à configuração do hardware Altus na automação em questão;
9. **Saídas** : Acesso ao comando de desligamento e ligamento dos diversos equipamentos;
10. **Login** : Acesso ao sistema de segurança;
11. **Logout** : Acesso à desvinculação do sistema de segurança;
12. **User** : Acesso à gerência do sistema de segurança;
13. **Clock** : Acesso ao relógio dos CP's;
14. **About** : Apresenta informações sobre o software;

#### **VI.4.2.2 - Menu de Seleção de Telas**

O menu de seleção de telas permite o acesso a onze telas distintas, através de teclas ou clicando com o mouse sobre o botão respectivo. São elas:

- **Menu Principal <Esc>:**

Tela de inicialização do sistema, que contém o logotipo da Perdigão Agroindustrial. A partir desta tela é possível chamar todas as outras telas do sistema.

O acesso à tela do menu principal é permitido em qualquer outra tela do sistema pela tecla <Esc> (não subentende-se aqui, as caixas de diálogo, onde é necessário a confirmação de algum comando, seja **OK**, **Fechar**, etc.).



- **Geral Coz/Def. <F2>:**  
Esta tela apresentará um quadro contendo todas as variáveis do processo das estufas de cozimento/ defumação. Estas variáveis serão mostradas em valores numéricos em tempo real.
- **Estufas Coz/Def. 1 e 2 <F3>:**  
Esta tela apresentará um desenho das duas estufas de cozimento/defumação, mostrando o estado dos equipamentos de cada uma: motor principal, gerador de fumaça, exaustor, vapor direto, vapor indireto, resfriamento, receita associada, código do produto da receita. Apresentará também um quadro contendo todas as variáveis das estufas 1 e 2, mostradas em valores numéricos em tempo real.
- **Estufas Coz/Def. 3 e 4 <F4>:**  
Idem para estufas 3 e 4.
- **Estufas Coz/Def. 5 e 6 <F5>:**  
Idem para estufas 5 e 6.
- **Estufas Coz/Def. 7 e 8 <F6>:**  
Idem para estufas 7 e 8.
- **Estufa Coz/Def. 9 <F7>:**  
Idem para estufa 9.
- **Geral Pasteurização <F8>:**  
Esta tela apresentará um quadro contendo todas as variáveis do processo das estufas de pasteurização. Estas variáveis serão mostradas em valores numéricos em tempo real.
- **Estufas Past. 1 e 2 <F9>:**  
Esta tela apresentará um desenho das duas estufas de pasteurização, mostrando o estado dos equipamentos de cada uma: motor principal, exaustor, vapor direto, resfriamento. Apresentará também um quadro contendo todas as variáveis das estufas 1 e 2, mostradas em valores numéricos em tempo real.
- **Estufas Past. 3 e 4 <F10>:**  
Idem para as estufas 3 e 4.
- **Estufa Past. 5 <F11>:**  
Idem para a estufa 5.

### VI.4.3 - Descrição das Telas e Caixas de Diálogo

Nas páginas seguintes serão descritas as telas de sinópticos que serão utilizadas no processo, e também as caixas de diálogo, proporcionando uma visão geral do sistema.

#### VI.4.3.1 - Menu Principal <Esc>

Ao entrar no sistema de supervisão a tela apresentada terá o título **Menu Principal**. Esta apresentará a logomarca da empresa.



Tela de Menu Principal

Em todas as telas do sistema, a disposição dos botões é a mesma, sendo que os botões posicionados à direita da tela têm a função de navegar entre as telas, e os botões posicionados na barra superior abrem as caixas de diálogo, onde o operador pode executar ações sobre o sistema.

#### VI.4.3.2 - Caixa de Diálogo de Programação de Receitas



Em qualquer tela referente a um dos processos, pode-se abrir uma janela onde é possível a programação das receitas.

Nos botões tem-se:

**Fechar:** Cancela a operação e fecha a caixa de diálogo;

**Ler Rec. HD:** Lê a receita gravada no disco rígido (HD) do microcomputador;

**Enviar Rec. HD:** Envia a receita para ser gravada no HD do microcomputador;

**Ler Rec. CP:** Lê a receita programada gravada no CP;

**Envia CP:** Envia a receita programada para o CP;

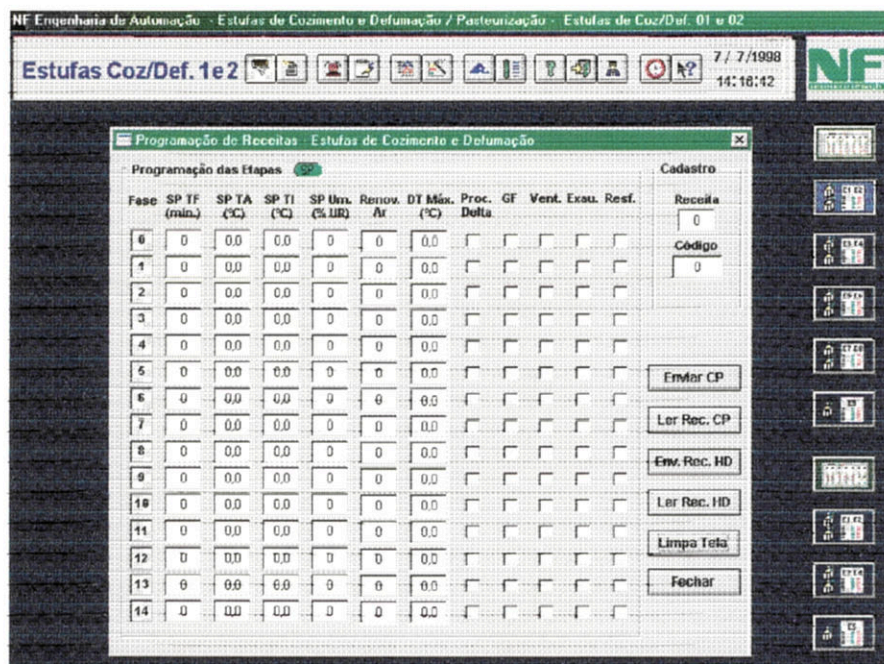
**Limpa tela:** Zera os dados da tela de receitas;

Para melhor compreensão desta tarefa, serão descritos os diversos campos da janela de programação e a que eles se destinam, lembrando-se que para a concretização das alterações efetuadas pelo operador na tela do microcomputador é necessário o envio desta receita para o CLP.

Os tags que serão enviados e/ou monitorados pelo CLP (no processo de cozimento/defumação) são os seguintes:

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>SP TF</b>    | : <i>Setpoint</i> do tempo de fase;                  |
| <b>SP TA</b>    | : <i>Setpoint</i> de temperatura da estufa;          |
| <b>SP Um</b>    | : <i>Setpoint</i> de umidade da estufa;              |
| <b>SP TI</b>    | : <i>Setpoint</i> de temperatura interna do produto; |
| <b>Vent.</b>    | : Liga/desliga Ventilador;                           |
| <b>GF</b>       | : Liga/desliga gerador de fumaça;                    |
| <b>Delta</b>    | : Habilita/desabilita processo delta;                |
| <b>DT Max</b>   | : Delta máximo de temperatura;                       |
| <b>Exaustor</b> | : Estado do exaustor;                                |
| <b>Ren. Ar</b>  | : Estado da renovação de ar;                         |
| <b>Resf</b>     | : Estado do resfriamento                             |

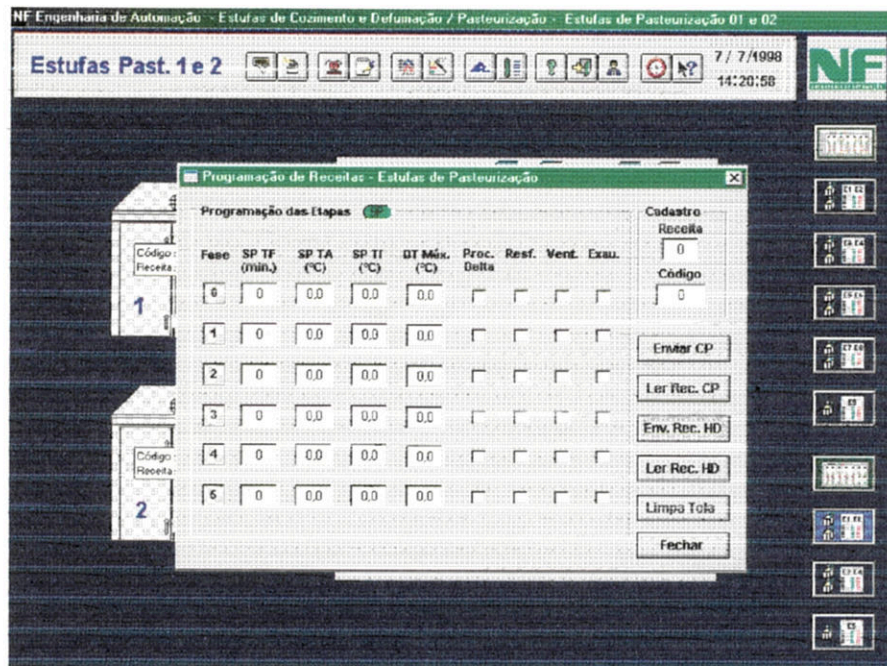




Janela de Programação de Receitas para o processo de Cozimento/Defumação.

Os tags que serão enviados e/ou monitorados pelo CLP (no processo de pasteurização) são os seguintes:

- SP TF** : *Setpoint* do tempo de fase;
- SP TA** : *Setpoint* de temperatura da estufa;
- SP TI** : *Setpoint* de temperatura interna do produto;
- Vent.** : Liga/desliga Ventilador;
- Delta** : Habilita/desabilita processo delta;
- DT Max** : Delta máximo de temperatura;
- Exaustor** : Estado do exaustor;
- Resf** : Estado do resfriamento



Janela de Programação de Receitas para o processo de pasteurização.

### VI.4.3.3 - Caixa de Diálogo de Associação de Receitas



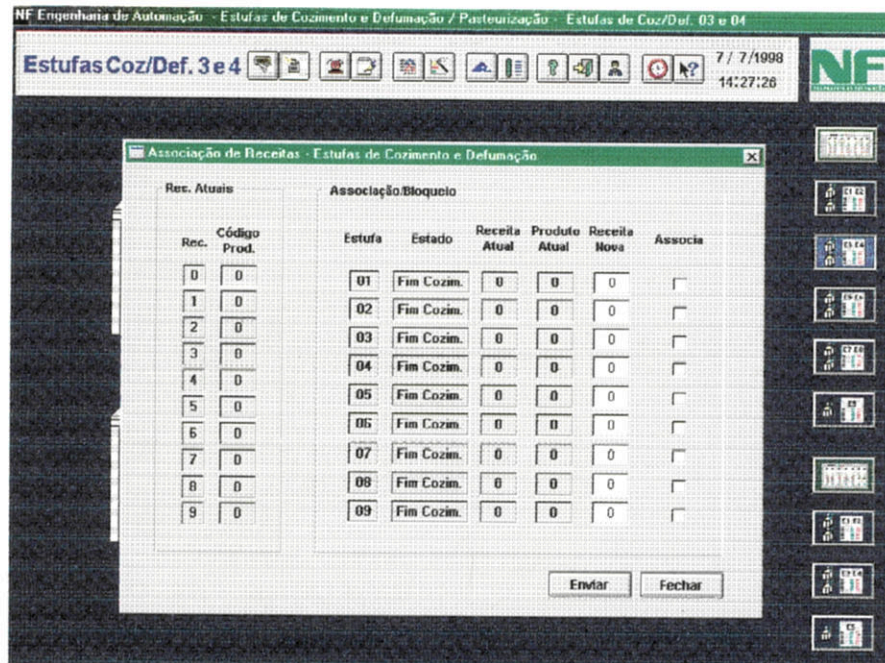
Em qualquer tela referente a um dos processos, pode-se abrir uma janela onde é possível a associação das receitas.

Nos botões tem-se:

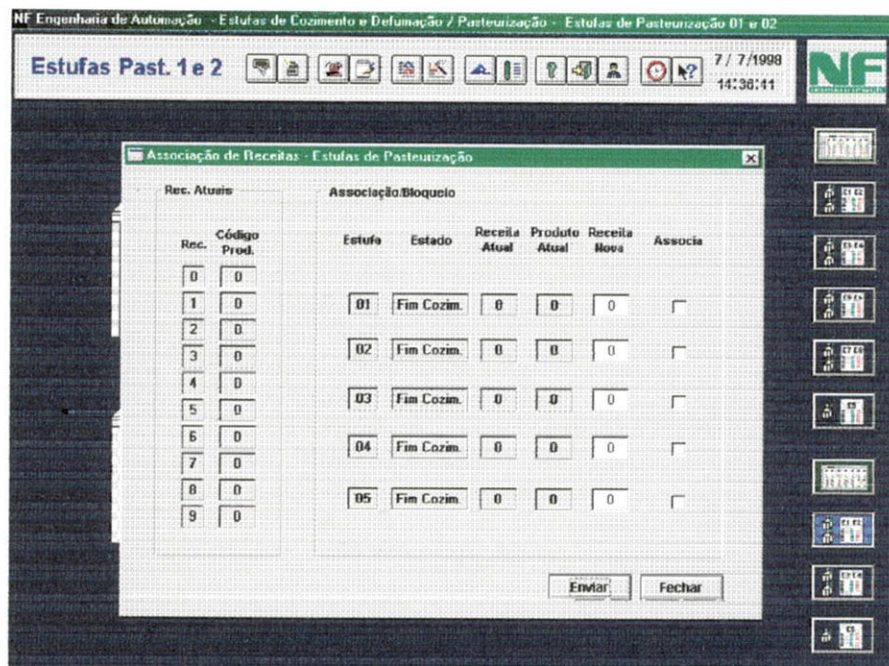
**Fechar:** Cancela a operação e fecha a caixa de diálogo;

**Enviar** : Associa a receita a estufa;





Janela de Associação de Receitas para o processo de Cozimento/Defumação.



Janela de Associação de Receitas para o processo de Pasteurização

#### VI.4.3.4 - Caixa de Diálogo de Alarmes

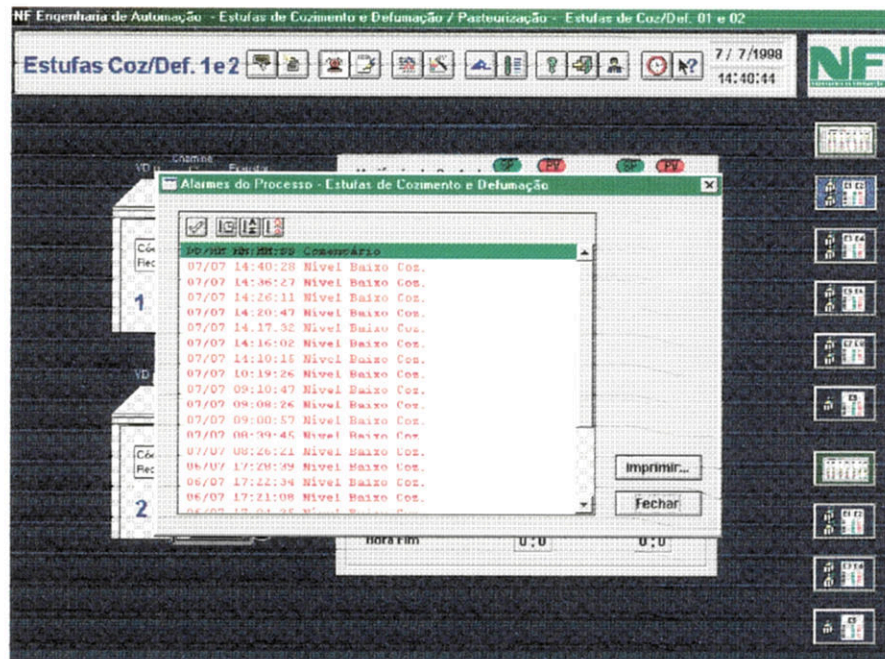


Em qualquer tela referente a um dos processos, clicando-se sobre o botão *Alm*, será aberta uma caixa de diálogo sobre a tela de trabalho onde é possível a visualização dos alarmes do processo. Os alarmes referentes a cada processo poderão ser visualizados separadamente.



No campo onde tem-se a data, hora e mensagem de alarmes deve-se fazer a seguinte distinção de cores:

- *Vermelho* : Ocorreu o alarme e ele ainda não voltou ao estado normal e nem foi reconhecido;
- *Verde* : Ocorreu o alarme, ele já foi reconhecido. Entretanto ainda não voltou ao normal.

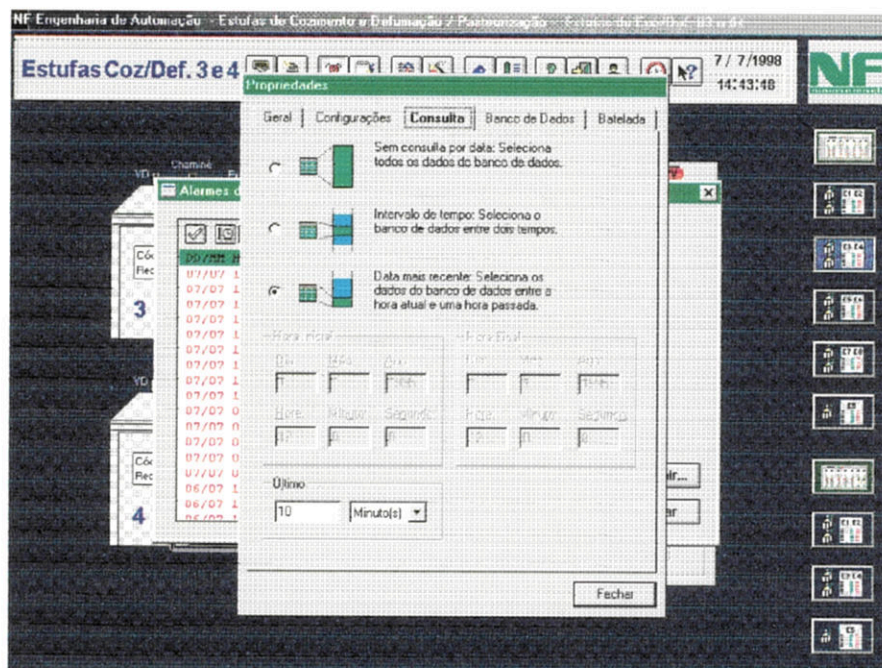


Janela de alarmes do processo

Os botões :

**Fechar:** fecha a caixa de diálogo de alarmes de processo.

**Imprimir...** : abre uma nova caixa contendo os parâmetros de configuração de impressão.



**Janela de configuração da impressão de relatório de alarmes**

**Geral:** Informa características gerais do relatório, tais como nome, descrição, impressora, etc., e possibilita a impressão do mesmo;

**Configurações:** Permite a especificação do arquivo a ser impresso. Não é recomendável ao operador a alteração deste campo;

**Consulta:** Permite definir um intervalo de tempo para selecionar os dados do arquivo a ser impresso;

**Banco de Dados:** Permite definir as informações de interesse que irão constar no relatório;

**Batelada:** Não utilizado para este processo.

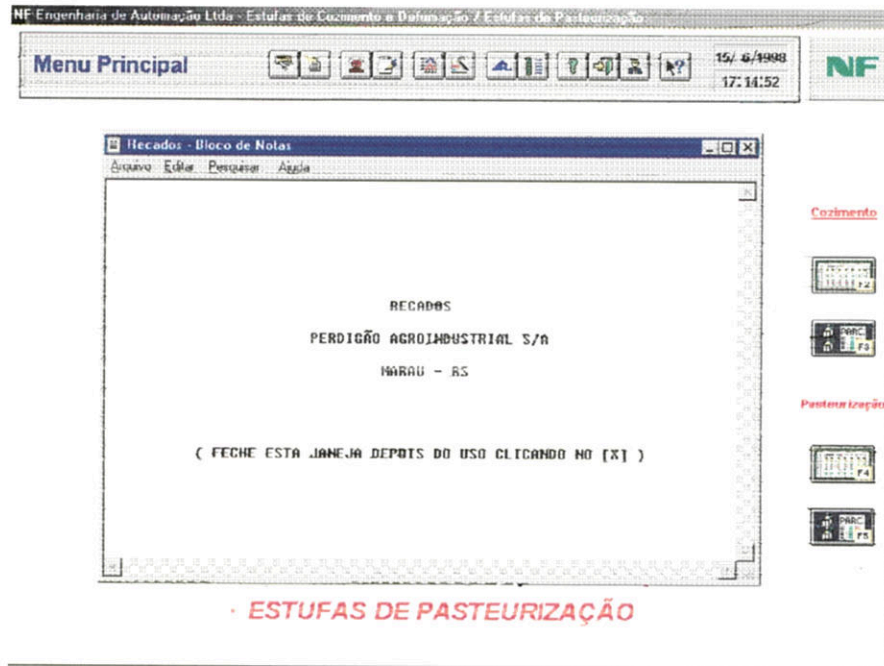
As telas de alarmes são iguais para os dois processos, tanto de cozimento/defumação quanto de pasteurização. Entretanto a tela de alarmes da pasteurização só poderá ser visualizada no ambiente referente as estufas de pasteurização, o mesmo ocorrendo para a tela de alarmes do cozimento.

#### VI.4.3.5 - Caixa de Diálogo de Recados



Em qualquer tela clicando-se sobre o botão **Recados**, será aberta uma caixa de diálogo sobre a tela de trabalho onde é possível a visualização dos recados entre operadores e supervisores do processo.



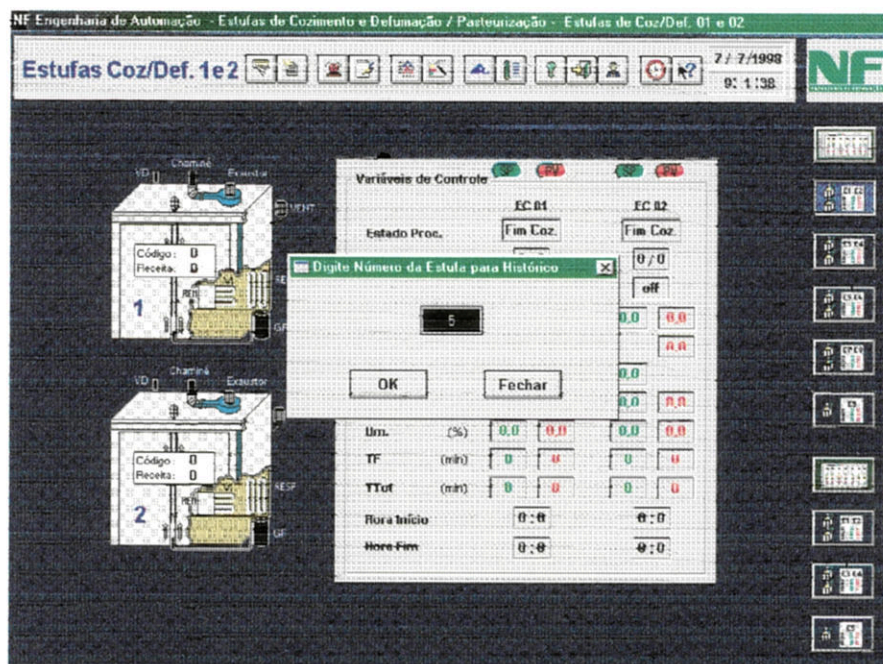


Janela de Recados

#### VI.4.3.6 - Caixa de Diálogo Históricos



Em qualquer tela referente a um dos processos, clicando-se sobre o botão *Históricos*, será aberta uma caixa de diálogo sobre a tela de trabalho onde o operador deverá digitar o numero da estufa para realizar a avaliação das variáveis através de gráficos de análise histórica do processo.



Janela para escolha da Estufa





**Janela de Análises Históricas do processo.**

Na parte superior da amostragem gráfica existe um indicador que pode se movimentar na horizontal varrendo os valores apresentados para as penas e data, para isso basta clicar com o mouse sobre o mesmo e realizar este movimento no campo, segurando-o clicado. Será apresentada a hora da respectiva amostragem requisitada pelo cursor.

#### **VI.4.3.6.1 - Análises**

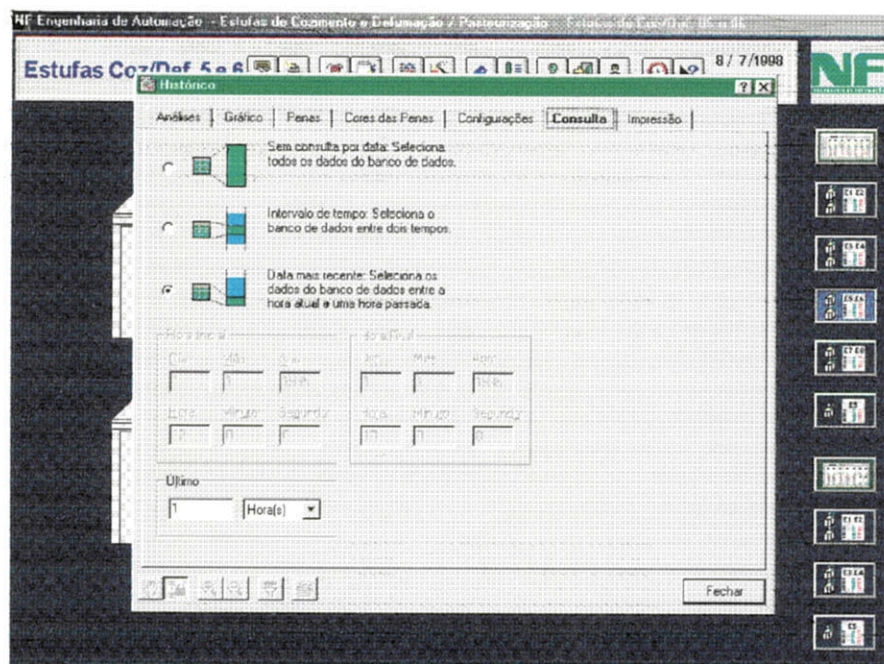
A opção “Análises” permite visualizar o gráfico contendo os valores das variáveis durante o período de tempo selecionado.

#### **VI.4.3.6.2 - Configuração**

A opção “Configuração” permite definir o arquivo de históricos e/ou bateladas que servirão de banco de dados para a análise histórica.

#### **VI.4.3.6.3 - Consulta aos dados**

A opção “Consulta” permite configurar os critérios para a apresentação da análise histórica tais como, períodos das análises ou campos que irão aparecer por “default” quando na chamada de uma análise histórica. Através deste recurso pode-se filtrar os dados do arquivo histórico.



**Janela de Consulta aos Dados para Análises Históricas do Processo.**

#### **VI.4.3.6.4 - Atualização dos dados**



Pressionando-se o botão de atualização, os dados do histórico serão atualizados de acordo com o intervalo de tempo desejado e programado na Consulta.

#### **VI.4.3.6.5 - Zoom**



Pressionando-se o botão de *zoom+*, pode-se visualizar os dados do gráfico de forma ampliada. Escolhe-se uma região no gráfico clicando com o botão esquerdo do mouse e arrastando até formar uma janela. Para voltar ao tamanho normal, pode-se pressionar o botão de *zoom-*.

#### **VI.4.3.6.6 - Impressão**



Pressionando-se o botão de impressão, pode-se imprimir o gráfico mostrado na tela, de acordo com as configurações feitas na opção Impressão da parte superior da amostragem gráfica.



### VI.4.3.7 - Caixa de Diálogo PID's



Em qualquer tela referente a um dos processos, clicando-se sobre o botão PID's, será aberta uma caixa de diálogo sobre a tela de trabalho onde é possível a reparametrização das variáveis e ajuste dos parâmetros de controle.

Na parte central de cada PID tem-se uma amostragem gráfica, para uma melhor avaliação da variável no processo.

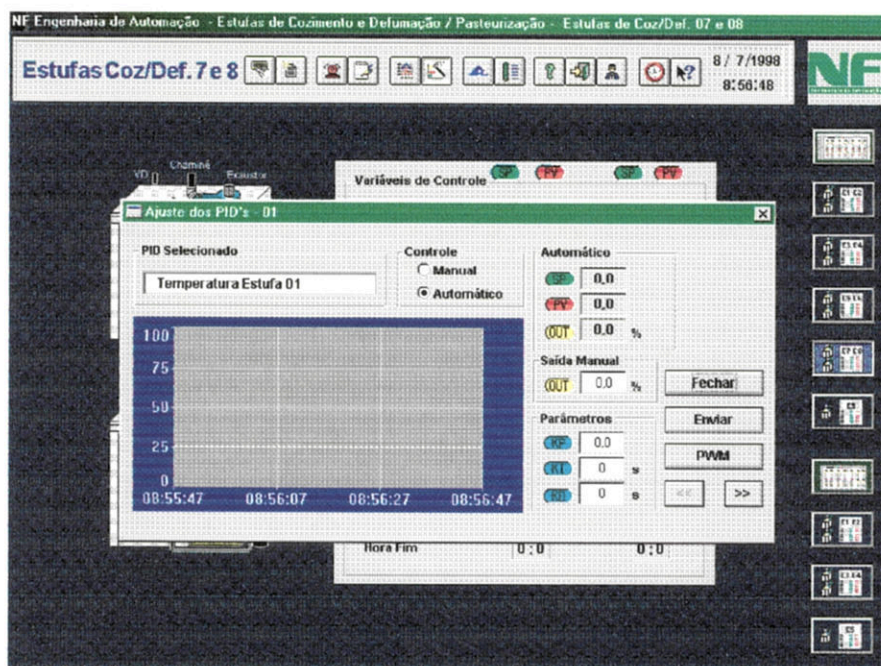
No canto inferior esquerdo da caixa PID existem duas teclas (>> e <<) que permitem a passagem para caixas PID de outros equipamentos. Pode-se selecionar a variável a ser ajustada ou monitorada.

Nos botões tem-se:

**Enviar** : Envia *setpoint* para o CP;

**Fechar**: Cancela a operação e fecha a tela de ajuste PID;

**PWM** : Abre caixa de ajuste dos valores dos PWM's.



Janela PID

Para melhor entendimento do usuário serão descritos os diversos campos da caixa de diálogo dos PID's e a que eles se destinam, lembrando que para a concretização de alterações efetuadas pelo mesmo na tela do microcomputador é necessário o envio dos *setpoints*:

1. **Controle PID Selecionado:** Mostra a variável a ser ajustada ou monitorada;
2. **Controle (Manual/Automático):** Neste quadro pode-se forçar o controle para manual clicando sobre o botão (*radio botton*) na parte superior da tela, desta forma o usuário terá todo o controle sobre a saída do PID, bastando para isso digitar a saída desejada no campo



OUT (Saída Manual) do quadro em discussão. O controle deverá ser setado novamente em controle automático, pois tal procedimento só é recomendado para testes. As variáveis SP (*setpoint*), PV (variável de processo) e OUT (saída do controle PID) não são passíveis de modificação, logo o operador somente as monitora.

3. **Automático (SP, PV OUT):** Nestes campos o operador poderá monitorar o SP: valor programado, PV: valor real da variável monitorada e OUT: percentual de saída de controle do PID, onde para temperatura indica o percentual do tempo PWM em que a válvula de vapor deverá ficar ligada.

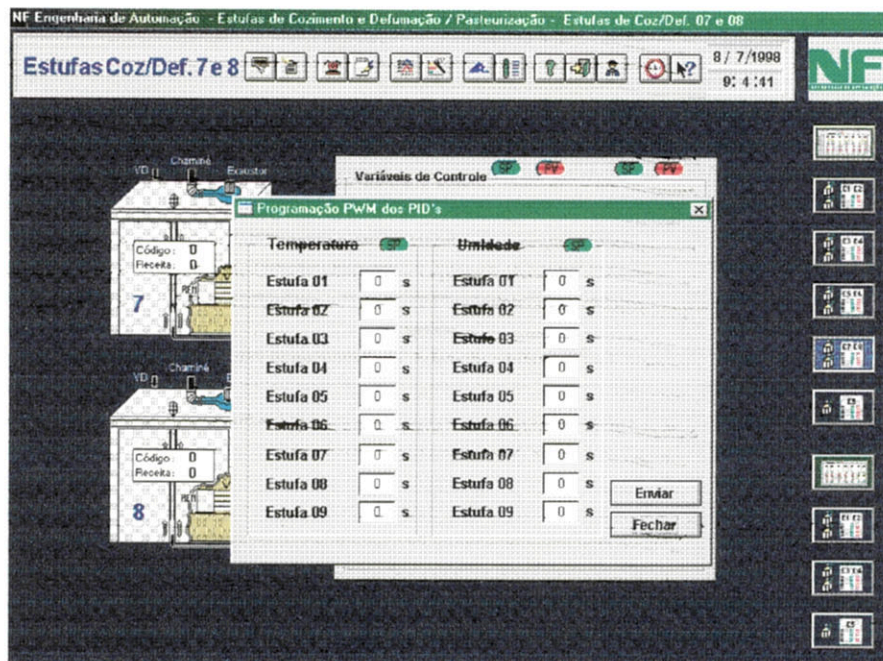
4. **Manual:** Caso o PID esteja em controle manual, ou seja, o operador tem o controle, no campo OUT deve-se entrar com o valor percentual de saída desejado. Este valor permanece fixo até que o operador envie um novo valor para o CP. Assim como anteriormente, deve-se enviar os valores modificados para o CP.

5. **Parâmetros:** Os ganhos KP, KI e KD conforme a teoria de controle, são os norteadores, onde tem-se os seguintes limites: KP (0.0 a 100.0); KI (0 a 1000) e KD (0 a 1000).

6. **PWM:** O PWM, ou modulação por largura de pulso, é o período máximo do dispositivo de controle ( válvula de vapor por exemplo). O limite de range é de 0 a 30 segundos.

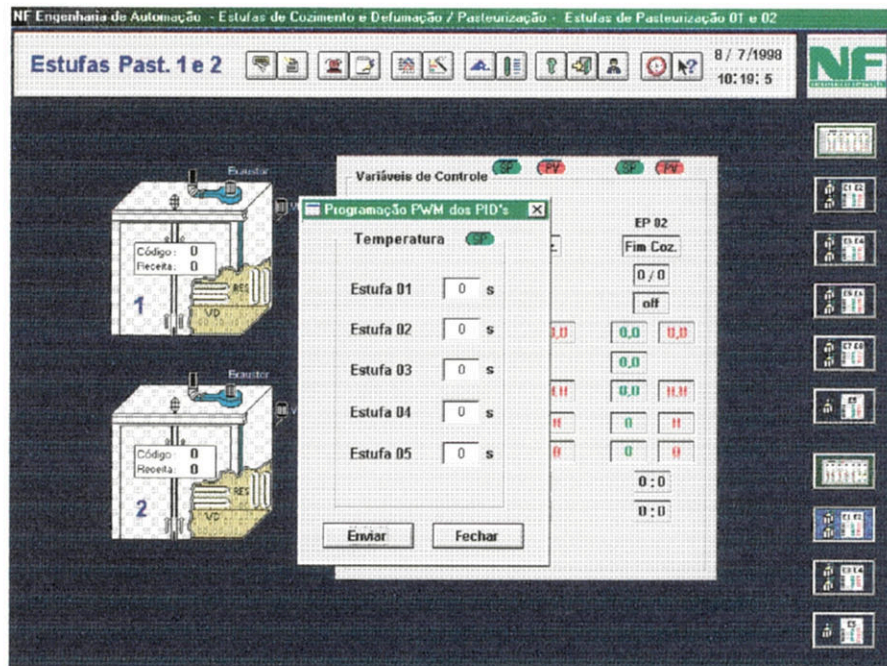
### VI.4.3.8 - Caixa de Diálogo PWM dos PIDs

Na caixa de diálogo dos PIDs existe um botão onde está escrito “PWM”. Ao pressioná-lo, será aberta uma caixa de diálogo onde é possível programar os PWM's para as estufas. Se o operador está no ambiente de supervisão das estufas de cozimento/defumação, na janela abaixo pode-se programar os tempos de PWM para cada variável, temperatura e umidade. Caso o operador esteja analisando os PID's no ambiente de supervisão das estufas de pasteurização, poderá programar apenas os tempos para a variável temperatura, esta janela está sendo mostrada na figura a seguir.



Janela de Programação dos Tempos PWM para as estufas de Cozimento/Defumação.



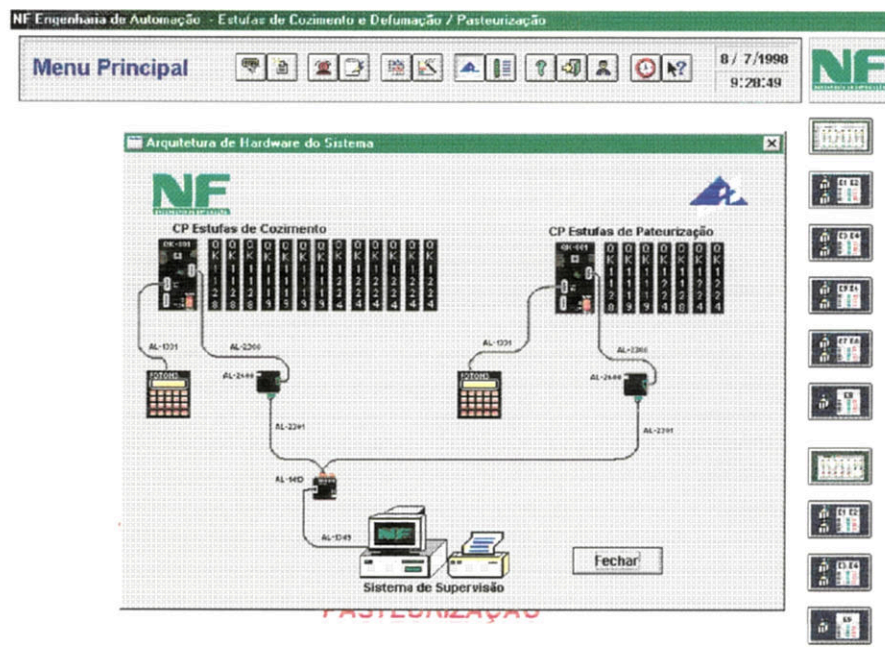


Janela de Programação dos Tempos PWM das estufas de Pasteurização.

### VI.4.3.9 - Caixa de Diálogo Altus



Em qualquer tela clicando-se sobre o botão Altus, será aberta uma caixa de diálogo apenas ilustrativa mostrando a configuração Altus utilizada nesta aplicação.



Janela de Arquitetura de Hardware do Sistema



### VI.4.3.10 - Caixa de Diálogo de Saídas Digitais



Em qualquer tela referente a um dos processos, clicando-se sobre o botão Out's, será aberta uma caixa de diálogo sobre a tela de trabalho onde é possível a mudança dos estados dos equipamentos.

Nesta caixa de diálogo existe para cada saída digital do CP dois botões, perfazendo um total de 16 saídas digitais por caixa. Um botão é o de M/A, onde pode-se mudar o estado do equipamento para manual ou automático conforme o desejado. Caso o equipamento esteja em manual o outro botão serve para ligá-lo ou desligá-lo.

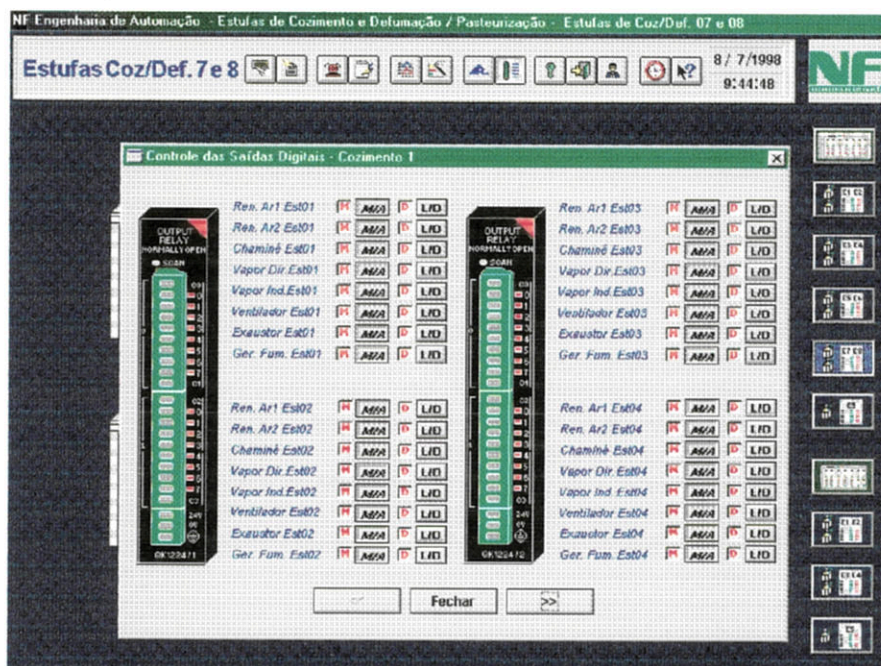
Os botões:

**Fechar:** Cancela a operação e fecha a tela de saídas;

>> : Avança as telas de saídas;

<< : Retorna as telas de saídas.

Caso deseja-se chamar as outras telas de saídas deve-se usar os botões ao lado da tecla "Fechar", para avançar ou retornar em outras telas de saídas.

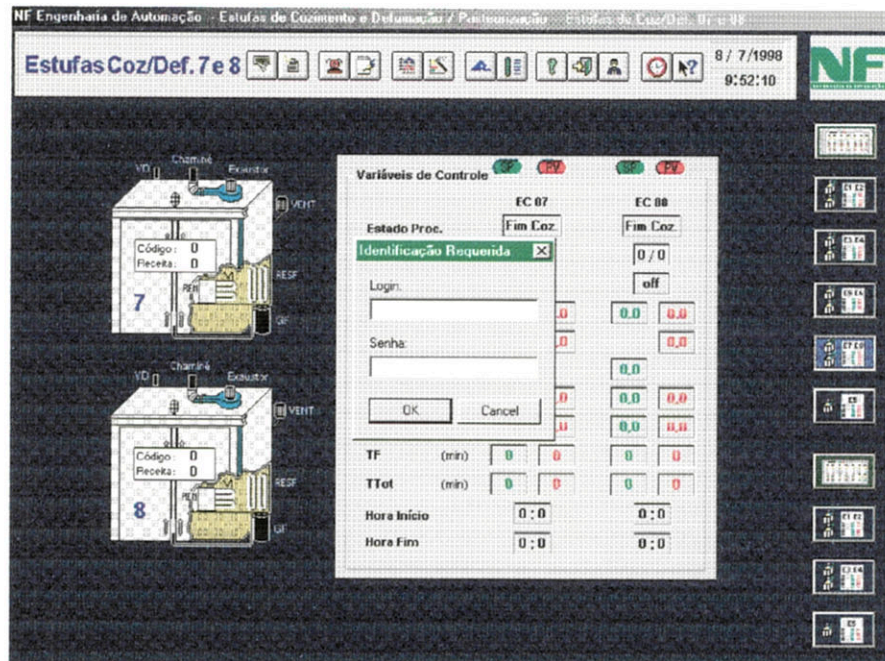


Janela de Saídas Digitais do Processo de Cozimento/Defumação

### VI.4.3.11 - Caixa de Diálogo de Login



Em qualquer tela referente a um dos processos, clicando-se sobre o botão *Login*, será aberta uma caixa de diálogo a fim de que o operador entre com seu cadastro e senha para operação do sistema.



Janela de *Login*

#### VI.4.3.12 - Botão de *Logout*



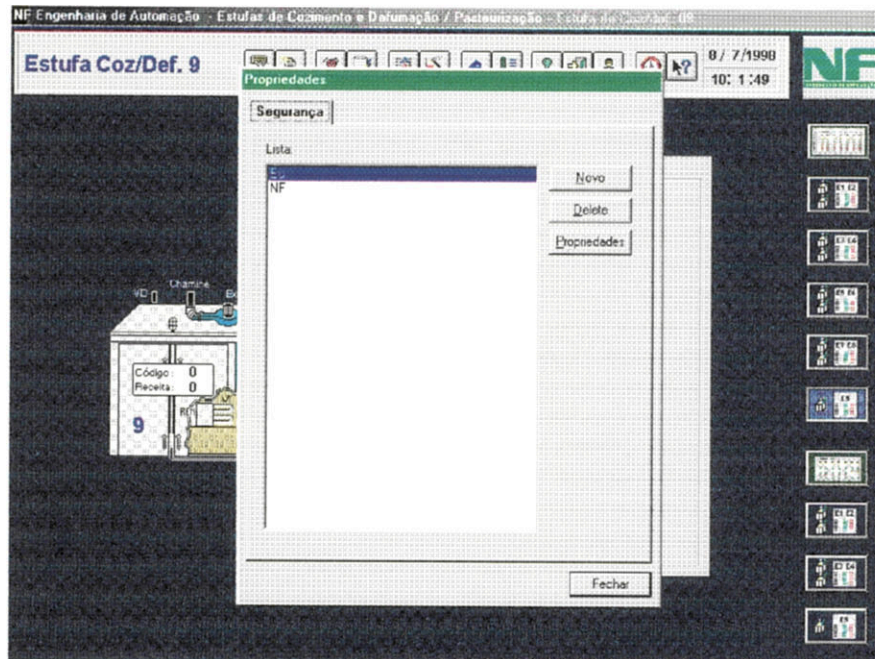
Em qualquer tela ao clicar-se sobre o botão *Logout*, o sistema disponibilizará apenas as telas e caixas de menor prioridade, ou seja, se o operador entrou com sua senha em alguma tela que pedia identificação, com este botão ele poderá sair da tela e habilitar o pedido da senha novamente.

#### VI.4.3.13 - Caixa de Diálogo de Gerenciador da Segurança



Em qualquer tela clicando-se sobre o botão Gerenciador da Segurança, será aberta uma caixa de diálogo a fim de que o gerente cadastre novos usuários ou altere o cadastro de usuários existentes. Somente os usuários de nível 1 (prioridade máxima) terão acesso a essa janela.



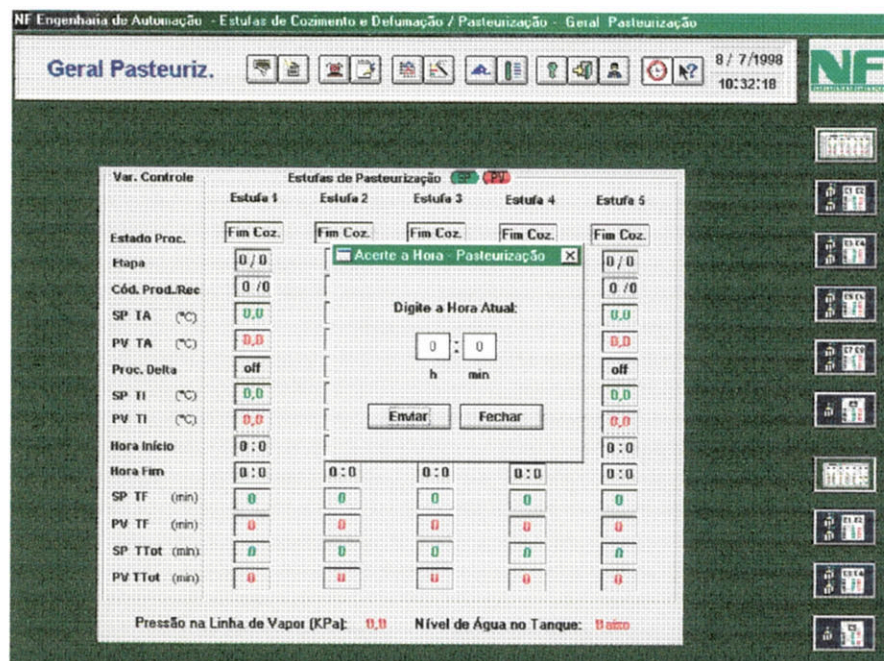


Janela de Gerenciador de Segurança

#### VI.4.3.14 - Caixa de Diálogo de Ajuste do Relógio do CP



Em qualquer tela referente ao processo de cozimento/defumação ou pasteurização, clicando-se sobre o botão Relógio, será aberta uma caixa de diálogo a fim de que o operador acerte a hora do CLP, operação esta que também pode ser realizada pelo Foton3.



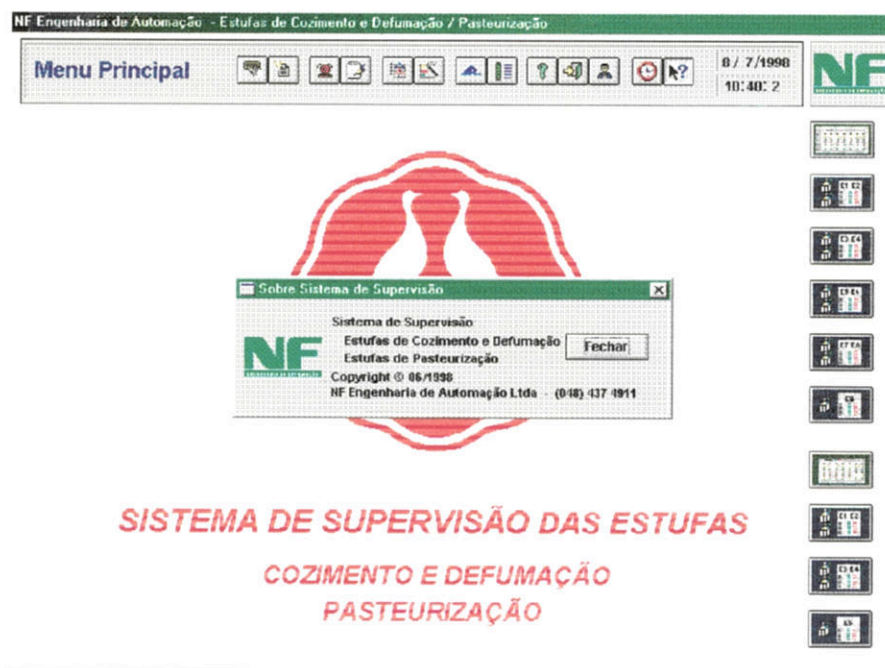


## Janela de Ajuste do Relógio do CLP

### VI.4.3.15 - Caixa de Diálogo de *Copyright*



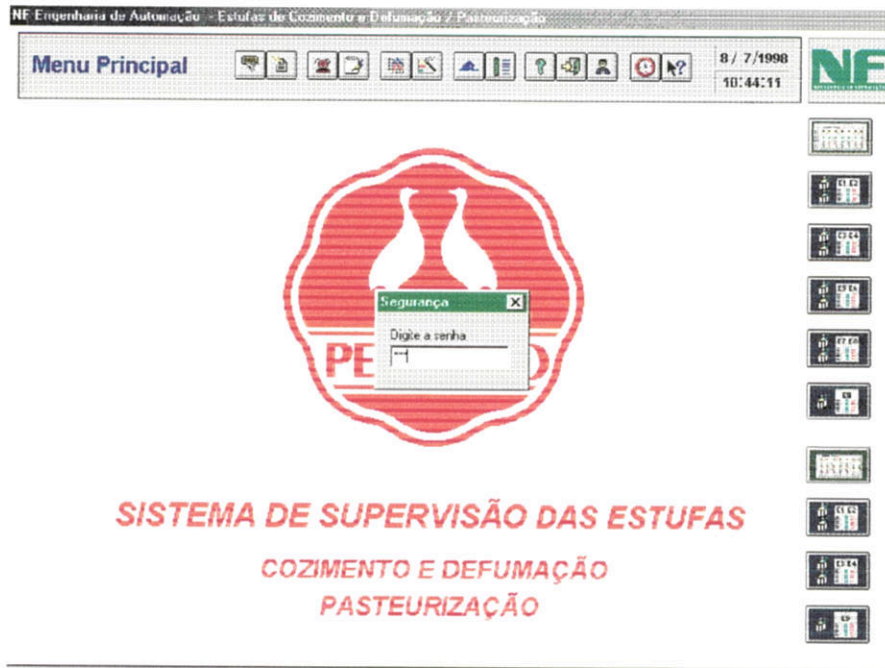
Em qualquer tela clicando-se sobre o botão *copyright*, será aberta uma caixa de diálogo contendo o nome do processo e a data de *start-up*.



Janela de Copyright

### VI.4.3.16 - Caixa de Diálogo de Senha de Saída

Na tela de Menu Principal, pressionando-se a tecla <Esc>, será aberta uma caixa de diálogo que pede ao usuário que digite a senha para sair da aplicação.



Janela de Senha de Saída

### VI.4.3.17 - Telas de Monitoração Geral



Em qualquer tela clicando-se sobre o botão <F2>, será aberta uma tela onde é possível a monitoração de todos os parâmetros do processo de Cozimento/Defumação. Clicando-se sobre o botão <F8>, abrir-se-á a tela referente ao processo de pasteurização.

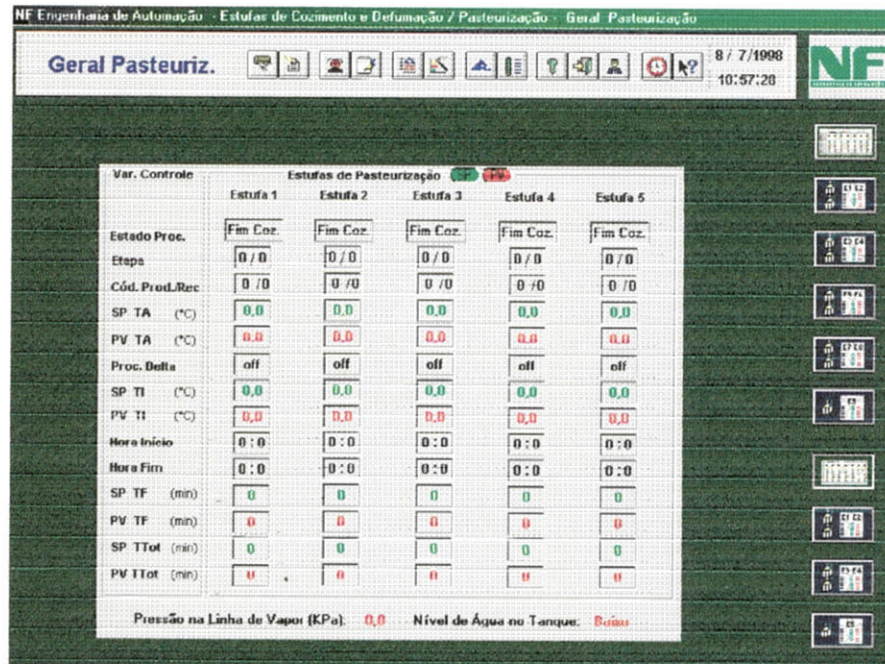
NF Engenharia de Automação - Estufas de Cozimento e Defumação / Pasteurização - Geral Coz/Def

**Geral Coz/Def.** 8 / 7 / 1998 16:54:58

| Var. Controle  | Estufas de Cozimento e Defumação |          |          |          |          |          |          |          |          |  |
|--|----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|
|  | Estufa 1                         | Estufa 2 | Estufa 3 | Estufa 4 | Estufa 5 | Estufa 6 | Estufa 7 | Estufa 8 | Estufa 9 |  |
|  | Fim Coz.                         | Fim Coz. | Fim Coz. | Fim Coz. | Fim Coz. | Fim Coz. | Fim Coz. | Fim Coz. | Fim Coz. |  |
| Estado Proc.   | 0 / 0                            | 0 / 0    | 0 / 0    | 0 / 0    | 0 / 0    | 0 / 0    | 0 / 0    | 0 / 0    | 0 / 0    |  |
| Etapa  | 0 / 0                            | 0 / 0    | 0 / 0    | 0 / 0    | 0 / 0    | 0 / 0    | 0 / 0    | 0 / 0    | 0 / 0    |  |
| Cód. Prod./Rec   | 0 / 0                            | 0 / 0    | 0 / 0    | 0 / 0    | 0 / 0    | 0 / 0    | 0 / 0    | 0 / 0    | 0 / 0    |  |
| SP TA (°C)   | 0.0                              | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      |  |
| PV TA (°C)   | 0.0                              | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      |  |
| SP Um (%)  | 0.0                              | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      |  |
| PV Um (%)  | 0.0                              | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      |  |
| Proc. Defu   | off                              | off      | off      | off      | off      | off      | off      | off      | off      |  |
| SP TI (°C)   | 0.0                              | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      |  |
| PV TI (°C)   | 0.0                              | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      |  |
| Hora Inicio  | 0:0                              | 0:0      | 0:0      | 0:0      | 0:0      | 0:0      | 0:0      | 0:0      | 0:0      |  |
| Hora Fim   | 0:0                              | 0:0      | 0:0      | 0:0      | 0:0      | 0:0      | 0:0      | 0:0      | 0:0      |  |
| SP TF (min)  | 0                                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |  |
| PV TF (min)  | 0                                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |  |
| SP TTot (min)  | 0                                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |  |
| PV TTot (min)  | 0                                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |  |
| Pressão na Linha de Vapor (KPa): 0.0      Nível de Água no Tanque: Baixo |                                  |          |          |          |          |          |          |          |          |  |

Tela de Monitoração Geral das Estufas de Cozimento/Defumação.



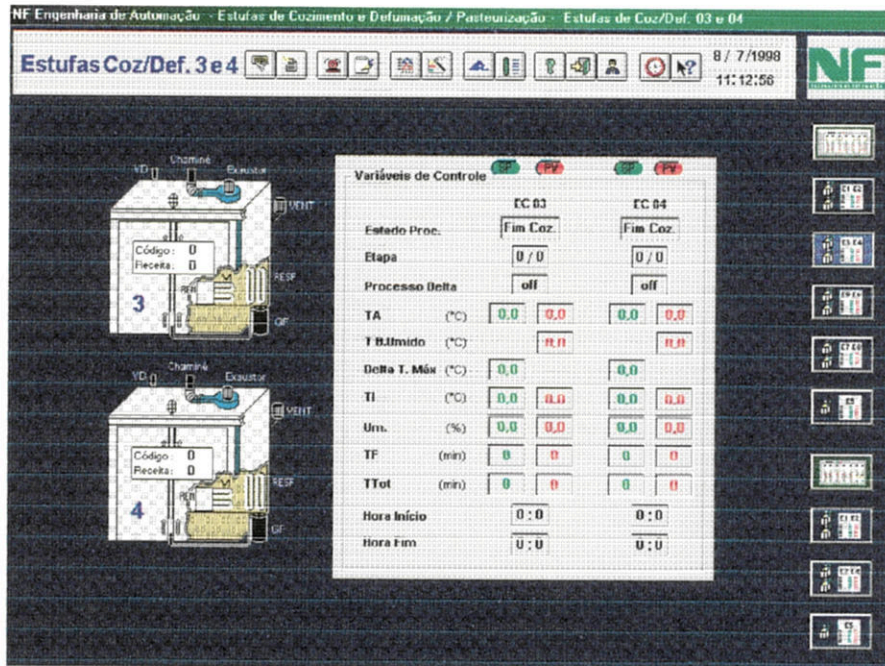


Tela de Monitoração Geral das Estufas de Pasteurização.

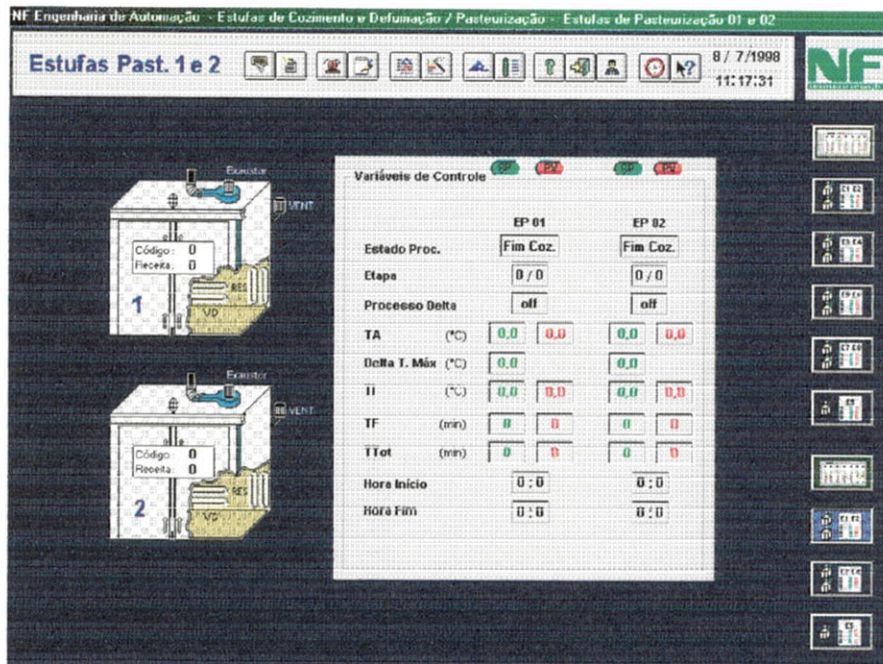
#### VI.4.3.18 - Telas de Monitoração Parcial das Estufas



Em qualquer tela clicando-se sobre os botões <F3>, <F4>, <F5>, <F6> e <F7>, será aberta uma tela onde é possível a monitoração das variáveis e do estado dos equipamentos das estufas de cozimento/defumação, duas a duas. O botão <F3> dá acesso à monitoração das estufas 1 e 2; o botão <F4> dá acesso à monitoração das estufas 3 e 4; o botão <F5> dá acesso às estufas 5 e 6, o botão <F6> dá acesso às estufas 7 e 8 e o botão <F7> dá acesso à estufa 9. Do mesmo modo, os botões <F9>, <F10> e <F11> se referem às estufas de pasteurização.



Tela de monitoração parcial das estufas de cozimento/defumação



Tela de monitoração parcial das estufas de pasteurização



## Capítulo VII - Conclusões e Perspectivas

Ao término deste projeto podemos chegar a várias conclusões a respeito não somente do processo de automação em estufas de cozimento/defumação e pasteurização, mas também de diversos outros sistemas baseados em controle supervisão, onde utilizam-se as tecnologias de controladores lógicos programáveis (CLPs), placas de entrada e saída, sistemas de supervisão sendo executados em microcomputadores, painéis elétricos acionando os equipamentos, e toda a interligação entre estes subsistemas.

Esta forma de abordagem da solução de problemas de automação em fábricas se mostrou a mais viável em termos de eficiência, operacionalidade e custos. Futuramente pode-se prever uma maior utilização dos micros industriais, que por enquanto não se adaptam às características do mercado, em termos de custo, principalmente.

A automação do processo de cozimento/defumação e pasteurização em estufas gerou benefícios em vários sentidos, desde fatores relacionados à produtividade e qualidade dos produtos, até fatores ergonômicos, tornando a tarefa dos operadores mais simples e agradável. Em geral, os sistemas de supervisão proporcionam aos operadores uma visão global do processo que eles não possuíam até então, fazendo com que se tornem mais informados, eficientes e ampliando seus conhecimentos, o que além dos benefícios para a empresa, gera satisfação pessoal.

Em pouco tempo, o aumento da produtividade e qualidade são suficientes para pagar a automação, e a partir de um projeto em determinada área da empresa, surgem idéias de automatizar outros processos e setores, em busca dos mesmos objetivos. Atualmente, as empresas do ramo de alimentos que não possuem processos automatizados não têm como competir no mercado, que é cada vez mais exigente em todos os sentidos.

Pôde-se observar também que a automação deste processo não gerou problemas sociais relacionados ao desemprego. Nenhum operador do processo foi demitido, todos eles tiveram treinamento específico e cursos de operação em automático utilizando o sistema de supervisão e a interface Foton 3, e ainda houve a contratação de mais operadores, para trabalhar no terceiro turno, à noite, pois a produção no setor aumentou.



## Bibliografia

- [NF98] - NF Engenharia de Automação Ltda. **Manual de Especificação - Automação das Estufas de Cozimento/Defumação - Perdigão Agroindustrial Unidade Marau/RS;** Revisão A 04/98.
- [NF98] - NF Engenharia de Automação Ltda. **Manual de Especificação - Automação das Estufas de Pasteurização - Perdigão Agroindustrial Unidade Marau/RS,** Revisão A 04/98.
- [ELIPSE97] - Elipse Software Ltda. **ELIPSE Windows 32 - Manual do usuário;** versão 2.02 - 1997
- [ALTUS96] - Altus Sistemas de Informática Ltda. **Características Técnicas;** rev. A - 03/96
- [STEMMER94] - STEMMER, Marcelo R. **Informática Industrial I,** Publicação Interna, ECAI, UFSC, 1994.
- [KORTH89] - KORTH, Henry F. & SILBERSCHATZ, Abraham. **Sistemas de Banco de Dados.** São Paulo : McGraw-Hill, 1989.
- [COAD92] - COAD, Peter & YOURDON, Edward. **Análise Baseada em Objetos.** Rio de Janeiro : Campus, 1992.
- [GAIDZINSKI96] - GAIDZINSKI, Vladimir H. **Os Sistemas de Supervisão no Contexto da Automação Industrial,** Projeto de Conclusão de Curso, Julho de 1996.
- [OGATA93] - OGATA, Katsuhiko. **Engenharia de Controle Moderno,** Segunda Edição, Prentice Hall do Brasil, pp. 483 – 487, 1993.
- [BRUCIAPAGLIA94] - BRUCIAPAGLIA, Augusto H. **Processos em Engenharia,** Publicação Interna, ECAI, UFSC, 02/1994.
- [ALTUS95] - Altus Sistemas de Informática Ltda. **Manual de Utilização do MasterTool,** Revisão A 05/1995.
- [ALTUS95] - Altus Sistemas de Informática Ltda. **Manual de Programação do MasterTool,** Revisão A 05/1995.

## **Anexo A - Desenvolvimento de um sistema de supervisão**

O desenvolvimento de um sistema supervisorio é dividido em várias etapas que devem ser seguidas de forma a simplificar a confecção e melhorar a qualidade do produto. Estas etapas podem ser escritas da seguinte forma: especificação do processo, criação das telas, criação das variáveis (tags), configuração, testes. Alguns exemplos dados nesta seção são referentes ao software Elipse Windows 32 e são válidos para a maioria dos softwares existentes no mercado.

### **A.1 - Especificação do processo**

Esta é a primeira etapa que deve ser cumprida no desenvolvimento de sistemas de supervisão. É essencial que seja feita uma perfeita especificação do processo e dos pontos de monitoração e controle, evitando que mudanças tenham que ser feitas quando da instalação do sistema, atrasando todo um cronograma preestabelecido e trazendo prejuízos para a empresa. A especificação deve ser feita entre o desenvolvedor e a pessoa responsável pela automação na empresa, que deve possuir conhecimento total sobre o processo.

Conhecendo-se os pontos de controle, deve-se então definir os pontos de entrada e saída do sistema. Deve-se também definir o tipo de controle a ser realizado (ON/OFF, PID), os tipos de atuadores que serão utilizados (válvulas proporcionais, válvulas ON/OFF), os tipos de sensores e os sinais de medição e controle (0-5V, 4-20mA).

Outra especificação a ser feita é referente à integração do sistema com outros aplicativos (banco de dados, impressoras, etc.) e o uso de interfaces homem-máquina. Com estes dados pode-se então fazer a especificação da arquitetura de hardware do sistema.

Feito isso, o desenvolvedor do sistema de supervisão pode especificar o seu trabalho, definindo quais serão as telas e caixas de diálogo, quais ferramentas serão disponibilizadas, como se dará a comunicação com outros sistemas e qual a função das interfaces.

A especificação é uma das etapas mais importantes no desenvolvimento de sistemas de supervisão. Portanto, ela deve ser feita de forma criteriosa, de modo a evitar que erros cometidos venham a prejudicar a configuração e a própria execução dos sistemas, além de trazer prejuízos financeiros às empresas, pois o tempo gasto com o desenvolvimento será aumentado.

### **A.2 - Criação das telas**

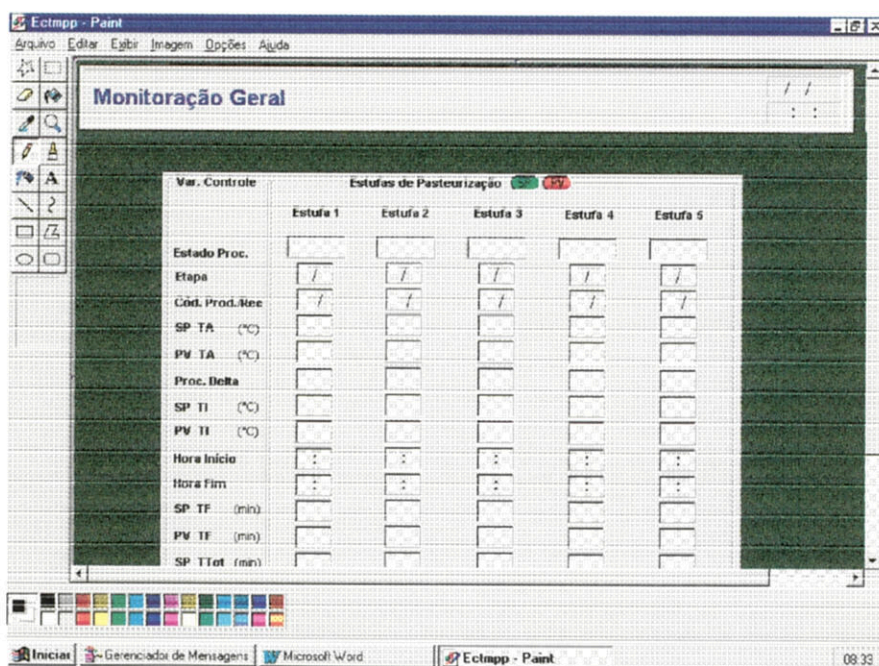
Após a etapa de especificação, pode-se passar para a criação das telas e janelas do sistema. As telas são maximizadas e contêm dados de monitoração, e as janelas têm tamanho menor, são abertas sobre as telas e possibilitam a monitoração das variáveis e ajustes de *setpoints*.

As telas e janelas são configuradas em um editor de bitmaps, que pode pertencer ao próprio software de confecção do supervisorio ou ao Windows, como por exemplo o Paintbrush. Alguns softwares não utilizam figuras de bitmaps, trabalhando com objetos, que possuem vantagens como por exemplo o menor tamanho (espaço em disco), e a possibilidade de editar



propriedades aos objetos da tela. Estes softwares possuem um editor próprio para desenhar os objetos de tela.

Segue abaixo um exemplo de tela sendo editada.



Tela sendo editada

Sobre as telas, são configurados os objetos (botões, *displays*, *setpoints*, etc.).

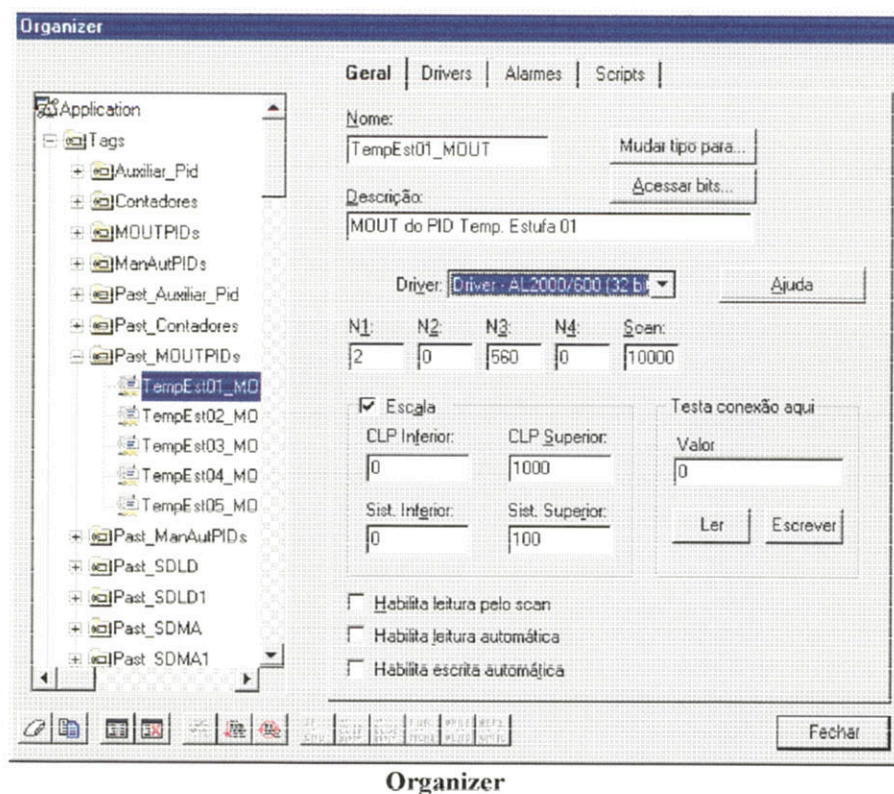
Vale ressaltar que a tarefa de criação de telas é muito importante, pois a tela deve conter as informações necessárias ao operador a cada instante, e também exige criatividade e bom senso, pois deve ser facilmente compreensível e agradável ao operador.

### A.3 - Criação das variáveis (tags)

Os tags são as variáveis da aplicação. Podem ser tags do processo (variáveis de interesse direto como pontos de entrada/saída, memórias, etc.), ou tags internos do programa (como auxiliares, cálculos matemáticos, etc.). Os tags do processo são criados primeiro, baseados na especificação do sistema. Após essa etapa, são criados os tags internos, que dependem dos anteriores para fazerem sentido.

O ambiente de criação, armazenamento, monitoração e visualização dos tags da aplicação no Elipse Windows 32 é chamado de *Organizer*, e possui basicamente a mesma idéia de configuração que a do Windows Explorer, conforme figura a seguir.





O *Organizer* permite uma visão simples e organizada de toda a aplicação, ajudando na edição e configuração de todos os objetos do sistema através de uma árvore hierárquica de opções. Além dos tags, a árvore contém as telas, alarmes, receitas, históricos, relatórios, drivers, bancos de dados, lista de usuários e aplicações remotas.

Os tags podem ser de vários tipos, cada um com suas características particulares:

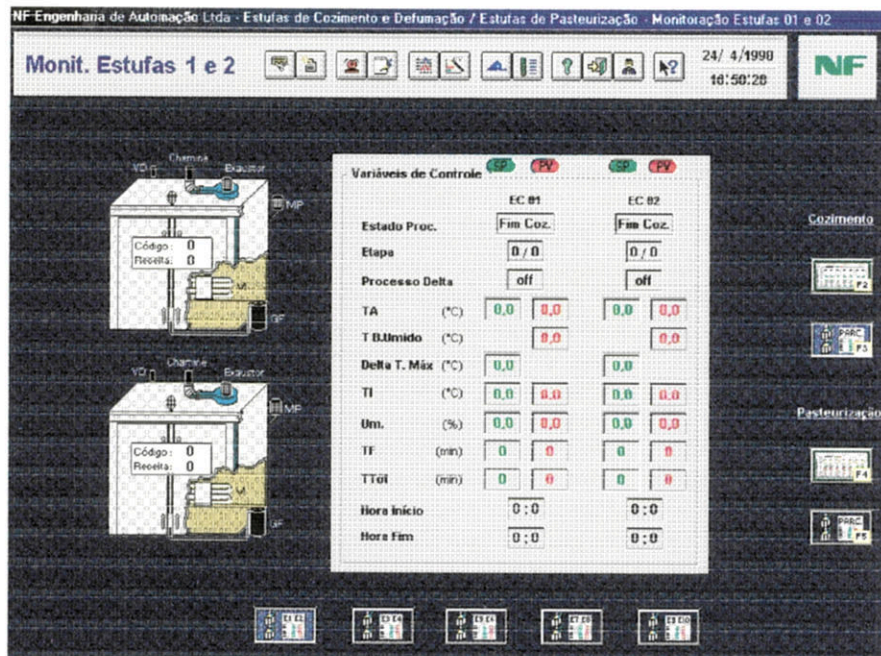
- tag CLP – usado para trocar informações com os equipamentos de aquisição de dados usando drivers de I/O de acordo com o tipo de equipamento.
- tag DDE – usado para troca de dados entre o supervisor e outras aplicações (Excel, Access, Word, etc.) usando DDE (*Dynamic Data Exchange*).
- tag Demo – usado para a simulação de valores.
- tag Expressão – permite a atribuição de uma expressão numérica ou alfanumérica a um tag. Pode-se criar equações envolvendo outros tags e strings.
- tag Bloco – permite a comunicação em bloco com os equipamentos de aquisição de dados usando drivers de I/O de acordo com o tipo de equipamento. Ideal para a transferência de tabelas de memórias entre o CLP e o supervisor, sem que seja necessário o envio posição por posição.
- tag Ram – usados internamente para armazenar dados em memória. Este tipo de tag é volátil, portanto mantém seus valores somente enquanto a aplicação está executando.

## A.4 - Configuração

Com base nas informações do *Organizer*, passa-se para a etapa de configuração das telas, dos *scripts* da aplicação e da integração com outros sistemas.

As telas criadas para a aplicação são até agora apenas ilustrativas, cabendo ao desenvolvedor da aplicação configurá-las criando objetos como botões, *displays*, *setpoints*, animações, alarmes, gráficos, etc., que devem ser associados cada um a um tag que irá reger o seu comportamento. Assim o processo começa a poder ser supervisionado.

Um exemplo de tela configurada segue abaixo.



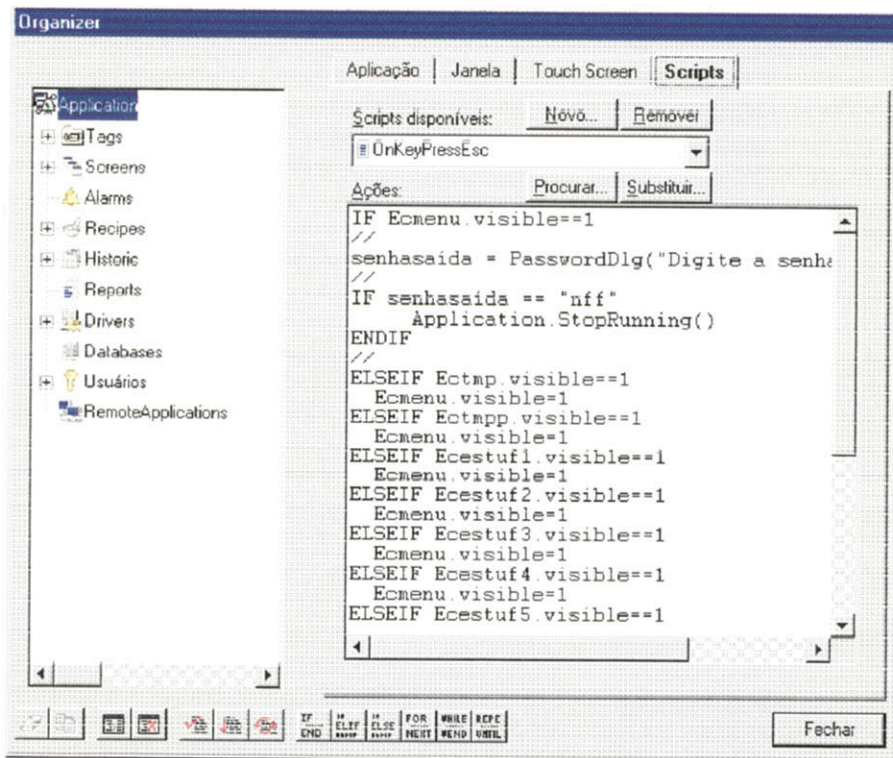
Tela configurada – Monitoração parcial estufas 1 e 2

Outra etapa da configuração do supervisor é a criação dos *scripts*, ou seja, módulos em linguagem do supervisor (Eclipse Basic) onde pode-se definir linhas de código como na linguagem Basic, permitindo uma maior flexibilidade para associar ações a eventos específicos.

Os *scripts* podem ser definidos para a aplicação (globais), tags, telas, botões e drivers.

Um exemplo de *script* da aplicação é mostrado na figura a seguir.





Script da aplicação no Organizer

Nesta etapa do desenvolvimento do supervisor também são configurados os *drivers* de comunicação com o CLP, os alarmes do sistema, receitas, banco de dados, sistema de segurança, entre outros.

Estando o supervisor configurado de acordo com as necessidades da aplicação, passa-se então para a fase de testes.

## A.5 - Testes

A etapa de testes do sistema pode ser dividida em duas, a saber: os testes realizados após o desenvolvimento do sistema e os testes realizados após a implantação do sistema.

No primeiro caso, os testes consistem em carregar o programa ladder no CLP e executar o programa supervisor. Então programam-se valores no sistema, enviam-se estes valores para o CLP e monitoram-se os resultados e efeitos esperados. Nesta fase, geralmente encontra-se erros, devido ao grande número de detalhes a serem observados. A simulação de situações é a melhor maneira de encontrá-los.

Mesmo com exaustivos testes realizados na primeira fase, apenas quando o sistema já está implantado podem ser feitos os testes definitivos. Isso ocorre por vários motivos, entre os quais equipamentos defeituosos, erros de comunicação, montagem incorreta de painéis elétricos, pneumáticos, etc. Nesta etapa devem ser testadas uma a uma as saídas digitais, que representam os equipamentos a serem acionados pelo CLP, assim como operações de envio e leitura de dados, que podem ser prejudicadas em termos de tempo e confiabilidade devido ao grande número de informações trocadas a cada instante. Evidentemente os equipamentos defeituosos devem ser trocados.



## **A.6 - Documentação**

Esta etapa não é propriamente uma parte do desenvolvimento de um sistema de supervisão, porém é de suma importância para a realização de um trabalho completo, confiável e de fácil compreensão e manutenção.

A documentação de um sistema de supervisão se divide em duas etapas, a documentação sobre o desenvolvimento do sistema e a documentação sobre a operação do sistema.

No que se refere ao desenvolvimento do sistema, informações como por exemplo a configuração dos tags, do banco de dados, das telas do sistema, dos alarmes, etc., são muito importantes, pois estando em posse da empresa ou do desenvolvedor do sistema, servem como fonte de aprendizado para outros desenvolvedores, e como manual para a manutenção que poderá ser realizada por qualquer pessoa qualificada.

A documentação sobre a operação do sistema também é muito importante, e consiste no manual de operação do supervisor. Este manual deverá ser entregue após a implantação do sistema, servindo como um complemento ao treinamento dos operadores e também como base para o aprendizado de novos operadores e para o esclarecimento de dúvidas.

## **Anexo B - O Software de Programação MASTERTOOL**

### **B.1 - Introdução**

O programador MASTERTOOL é o software utilizado para a programação dos controladores programáveis Altus. Utiliza recursos fornecidos pelo ambiente Windows para oferecer uma interface homem-máquina poderosa, aliado aos múltiplos recursos para manipulação de dados.

Introduzindo o conceito de projeto no ambiente de trabalho do usuário, o software programador MASTERTOOL relaciona um arquivo de configuração aos vários arquivos de programa, formando um ambiente de trabalho, visando facilitar o desenvolvimento de programas aplicativos.

As aplicações mais comuns são:

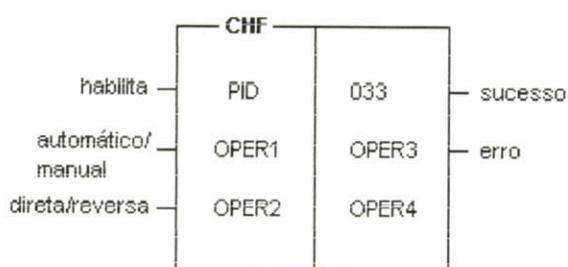
- Programação e documentação dos programas aplicativos dos CPs Altus
- Configuração de gateways e bridges

O MASTERTOOL possui como principais características:

- Software multi-janelas e multi-tarefas do tipo MDI (Multiple Document Interface)
- Ambiente integrado de desenvolvimento, depuração e documentação de programas aplicativos
- Programação simbólica
- Suporte à comunicação em tempo real dos operandos e programa aplicativo de múltiplos CPs simultaneamente facilitando sobremodo projetos com redes de CPs
- Permite edição, leitura e envio de programas e parâmetros para todos os dispositivos conectados às redes de CPs (CPs, Gateways, Bridges)
- Leitura e gravação em disco e impressão de programas
- Sistema de ajuda integrado no padrão Windows sensível ao contexto (HELP)
- Operação por mouse e/ou teclado
- Comunicação com CPs ALTUS via protocolo ALNET I versão 2.0
- Programação dos CPs Altus das séries:
  - AL-600
  - QUARK
  - AL-2000
  - AL-2002
  - AL-3000
- Troca de dados em tempo real com outros aplicativos Windows
- Analisador de protocolo interno ao MASTERTOOL com monitoração dos dados que trafegam no canal serial do microcomputador

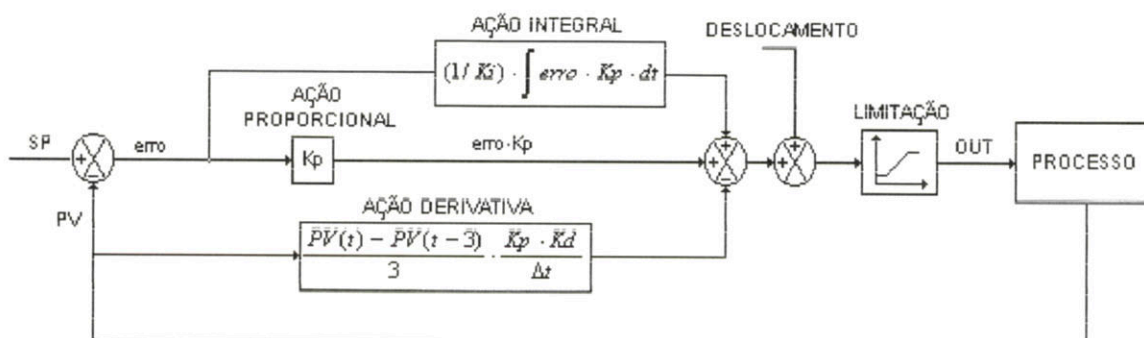
- Idioma configurável na instalação da cópia autorizada (português e inglês)
- Compatibilidade com o Software Programador AL-3830 Altus

## B.2 - Exemplo de Função: F-PID.033 - Função Controle PID



### B.2.1 - Introdução

A função F-PID.033 implementa o algoritmo de controle proporcional, integral e derivativo. A partir de um valor medido (PV) e do ponto de ajuste desejado (SP), a função calcula o valor de atuação (OUT) para o sistema controlado. Este valor é calculado periodicamente, levando em consideração os fatores proporcionais, integrais e derivativos programados. O diagrama em blocos da função é mostrado na figura seguinte:



As características mais importantes apresentadas pelo laço de controle implementado são:

- desaturação da ação integral (anti-reset windup);
- acompanhamento da saída no modo manual e comutação manual/automática balanceada (output tracking e bumpless transfer);
- ação direta ou reversa;
- limites de saída máximo e mínimo ajustáveis;
- ação derivativa calculada sobre várias amostragens;
- capacidade de realizar integral discreta;



- deslocamento com sinal;
- tempo de execução de 1,6 ms no pior caso;
- resolução de saída de 1:1000.

O uso da função PID no programa aplicativo permite uma série de facilidades que são facilmente integradas ao sistema, sem o uso de controladores externos, por exemplo:

- função automático/manual;
- inibição do fator integral ou derivativo;
- laços cascadeados;
- geração de curvas de ponto de ajuste (SP);
- modificação dos parâmetros de controle pelo programa;
- modificação da política de controle em função do estado do processo.

## **B.2.2 - Programação**

### **B.2.2.1 - Operandos**

As células da instrução CHF utilizada para a chamada da função são programadas do seguinte modo:

- OPER1 - Especifica o número de parâmetros que são passados para a função em OPER3. Este operando deverá ser obrigatoriamente uma constante memória com valor 5 (%KM+00005).
- OPER2 - Especifica o número de parâmetros que são passados para a função em OPER4. Este operando deverá ser obrigatoriamente uma constante memória com valor 0 (%KM+00000).
- OPER3 – Contém os parâmetros que são passados para a função, declarados através de uma janela visualizada no MasterTool quando a instrução CHF for editada. O número de parâmetros editáveis é especificado em OPER1, sendo fixo em 5 para este módulo:
  - %TMXXXX - Tabela que contém os parâmetros utilizados pelo algoritmo de controle. Deve conter 16 posições.
  - %MXXXX - Memória que contém o valor medido do processo (PV), normalmente obtido através de uma instrução A/D.
  - %MXXXX - Contém o ponto de ajuste (SP), que é o valor desejado para a variável medida. O seu valor pode ser modificado conforme a política de controle desejada.
  - %MXXXX - Memória que contém o valor de atuação no processo (OUT), geralmente acionando uma instrução D/A.
- OPER4 - Não utilizado.

### **B.2.2.2 - Entradas e Saídas**

Descrição das entradas:

- habilita - quando esta entrada está energizada a função é chamada, sendo analisados os parâmetros programados na instrução CHF. Caso o número de parâmetros ou seu tipo sejam diferentes das necessidades da função, todas as saídas da instrução são desenergizadas. Se estiverem corretos, o cálculo do controle PID é realizado.
- automático(0)/manual(1) - quando energizada, o operando de atuação não recebe o valor calculado pela função (modo manual).
- direta(0)/reversa(1) - especifica a forma de ação do controle.

Descrição das saídas:

- sucesso - é energizada quando a função foi corretamente executada.
- erro - é energizada caso ocorra erro na especificação dos operandos ou tentativa de acesso a operandos não declarados.

### B.2.2.3 - Parâmetros Adicionais

Além dos operandos programados na instrução de chamada CHF, outros parâmetros devem ser carregados na tabela declarada em OPER3. Esta tabela deve conter 16 posições, sendo utilizada para definir os parâmetros utilizados pelo algoritmo de controle e armazenar resultados intermediários. A tabela seguinte apresenta os parâmetros que devem ser carregados em cada posição da tabela, bem como seus valores máximos e mínimos.

|    | Parâmetro armazenado           | Fórmula     | Variação permitida | Valor Tabela       |
|----|--------------------------------|-------------|--------------------|--------------------|
| 00 | Ganho proporcional * 10        | $K_p * 10$  | Kp: 1,0 a 100,0    | 10 a 1000          |
| 01 | Fat. integral parte frac.      | $dt / K_i$  | Ki: 1 a 1000 s/rep | 0,0001 a 10,000    |
| 02 | Fat. integral parte int.       |             | dt: 0,1 a 10 s     |                    |
| 03 | Fat. derivativo parte frac.    | $K_d / 3dt$ | Kd: 1 a 1000 s     | 0,0333 a 3333,3333 |
| 04 | Fat. derivativo parte int.     |             | dt: 0,1 a 10 s     |                    |
| 05 | Deslocamento                   | DE          | 0 a 1000           | 0 a 1000           |
| 06 | Valor mínimo da saída          |             | 0 a 1000           | 0 a 1000           |
| 07 | Valor máximo da saída          |             | 0 a 1000           | 0 a 1000           |
| 08 | Não utilizada                  |             |                    |                    |
| 09 | Variável medida N - 1          |             |                    | 0 a 1000           |
| 10 | Variável medida N - 2          |             |                    | 0 a 1000           |
| 11 | Variável medida N - 3          |             |                    | 0 a 1000           |
| 12 | Erro                           |             |                    | 0 a 1000           |
| 13 | Ação proporcional * 10         |             |                    | 0 a 65535          |
| 14 | Ação integral parte frac. * 10 |             |                    | 0 a 65535          |
| 15 | Ação integral parte int. * 10  |             |                    | 0 a 65535          |

Para possibilitar uma maior velocidade de execução, alguns parâmetros devem ser carregados na tabela já pré-calculados. Sendo valores relativamente fixos, evita-se desta forma que sejam recalculados a cada chamada da função. São eles:

- Ganho proporcional X 10 (posição 0) – É calculado multiplicando-se o ganho proporcional desejado por 10.
- Fator multiplicativo integral - É calculado dividindo-se o intervalo de amostragem (0,25 segundos) pelo ganho integral desejado. A unidade de Ki é segundos/repetição, podendo variar de 1 até 1000 segundos/repetição. Ki igual a 1 segundo/repetição significa o máximo efeito integral.



- Fator multiplicativo derivativo (posições 3 e 4) - É calculado dividindo-se o ganho derivativo (Kd) pelo intervalo de amostragem (0,25 segundos) e pelo valor 3. A unidade de Kd é segundos, podendo variar de 1 até 1000 segundos. GD igual a 1000 segundos significa máximo efeito derivativo.
- Deslocamento (posição 5) - Permite que seja introduzido um deslocamento (“bias”) no valor de atuação, evitando que erros negativos causem saturação no valor mínimo de saída. Neste software o deslocamento foi ajustado para zero.
- Valores mínimo e máximo de saída (posições 6 e 7) - São valores opcionais que limitam a excursão do valor de atuação, podendo ser modificados dinamicamente em função das condições operacionais. Se o valor máximo for maior ou igual a 1000 e o valor mínimo igual a 0, não é realizada nenhuma limitação. Neste software valor máximo igual a 1000 abre totalmente a renovação de ar e valor mínimo zero fecha a comporta de ar.

O valor medido, o valor de atuação, o deslocamento, os valores máximo mínimo têm como variação a faixa de 0 a 1000, o que corresponde a uma variação de 0 a 100% nas variáveis do processo.

### **B.2.3 - Características do Funcionamento**

A desaturação da ação integral (anti-reset windup) é feita de modo a evitar que o termo integral continue a acumular erro quando um distúrbio no processo causa a saturação da saída do controlador em algum dos limites. No momento em que o valor de saída atinge um dos limites (máximo ou mínimo), o termo integral é fixado em seu valor corrente, impedindo o seu crescimento indefinido, sem influenciar na saída. Isto assegura que haverá uma resposta do controlador tão logo desapareça o distúrbio que o levou a saturar a saída.

A função pode ser executada em modo manual, energizando-se a segunda entrada da instrução CHF. Neste modo, a rotina não mais modifica o valor da saída de atuação, mas o acompanha (output tracking). Isto é, em função do valor da saída fixo e do valor medido do processo, os termos proporcional e derivativo são calculados e o termo integral é forçado para um valor adequado, de modo que, quando ocorrer a transição de manual para automático, a rotina possa reassumir o controle com o valor inicial da saída igual ao último valor da saída no modo manual. Chama-se este fato de comutação manual/automática balanceada (bumpless transfer).

A forma de controle pode ser direta ou reversa. Esta seleção é realizada desenergizando ou energizando a terceira entrada da instrução CHF. Caso o processo seja tal que o valor medido cresce quando o valor da saída de atuação cresce, a ação direta deve ser selecionada. Se o valor medido decresce com o aumento da saída de atuação, então a ação reversa deve ser utilizada.

O intervalo entre amostragens de um laço PID pode variar de 0,1 a 10,0 segundos. É de responsabilidade do usuário programar um “disparador” da função, ou seja, um trecho de programa aplicativo que somente habilite a rotina PID nos intervalos de tempo desejados.



## Anexo C - Descrição dos Módulos de Programa do CP.

| Módulos       | Descrição                      | Tamanho (Kbytes) |
|---------------|--------------------------------|------------------|
| C-MAREST.000  | Configuração do projeto        | 182              |
| E-MAREST.000  | Inicializa valores nas tabelas | 9808             |
| E-MAREST.001  | Programa principal             | 1656             |
| E-MAREST.018  | Ajustes dos PID's              | 3237             |
| P-MAREST.000  | Saídas digitais                | 11519            |
| P-TECLA.001   | Controle teclado FT 3          | 681              |
| P-UMIDADE.002 | Calcula PV umidade             | 262              |
| P-DISPL.003   | Atualiza dados display FT 3    | 164              |
| P-ASSOC.004   | Associa receitas pelo FT 3     | 1122             |
| P-PROG.005    | Programa receitas pelo FT 3    | 1261             |
| P-MONIT.006   | Monitora estufas via FT 3      | 970              |
| P-PRESS.007   | Mede pressão da linha vapor    | 548              |
| P-INTERF.009  | Troca modo operação FT 3       | 657              |
| P-LERTEM.011  | Lê temperaturas                | 3829             |
| P-LERENT.012  | Lê entradas digitais           | 600              |
| P-ESCSAI.013  | Escrever auxiliares saídas     | 2575             |
| P-LETAB.014   | Lê tabelas de dados            | 458              |
| P-ESCTAB.015  | Escreve tabelas de dados       | 746              |
| P-VERAL.016   | Verifica alarmes das estufas   | 654              |
| P-CTEST.018   | Testa dados das tabelas        | 768              |
| P-ATUSUP.019  | Prog. Assoc rec. Via superv.   | 1611             |
| P-CODALA.020  | Códigos dos alarmes            | 2727             |
| P-PRODES.022  | Processo desligado             | 320              |
| P-FIMPRO.023  | Finaliza processo              | 340              |
| P-INIPRO.024  | Inicia processo                | 562              |
| P-RELOG.025   | Ajuste do relógio CP           | 1096             |
| P-PWM.026     | Pulsos válvula de vapor        | 4195             |
| P-PID.027     | Manl/ aut. PID's via superv.   | 2387             |
| P-TEMPO.029   | Conta tempo de fases           | 1669             |
| P-PARPID.032  | Ajusta par. dos PID's FT 3     | 1575             |
| P-T108.056    | Transf. tabela 108 p/ superv.  | 6963             |
| P-T109.057    | Transf. tabela 109 p/ superv.  | 1369             |
| P-ARITME.099  | Normaliza temperaturas         | 175              |
| P-CTFASE.101  | Controla dispositivos estufa   | 1798             |
| F-PID.033     | Função PID (QK 801)            | 1755             |
| F-M_F.050     | Trans. p/ ponto flutuante      | 394              |
| F-F_M.051     | Ponto flutuante p/ memória     | 722              |
| F-MUL.054     | Função de multiplicação P.F    | 831              |
| F-ALNET1.064  | Comunicação em RS - 485        | 4843             |

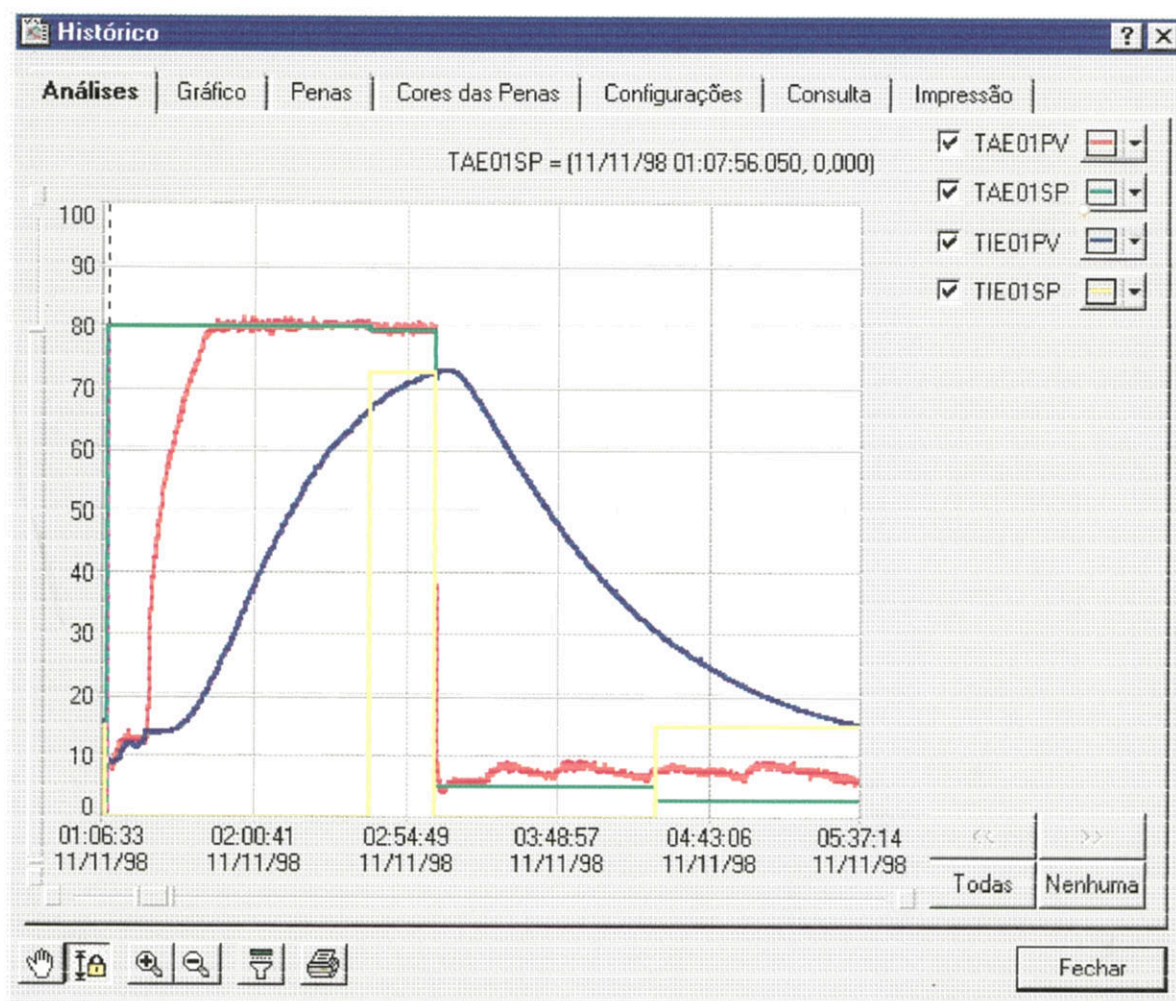
## Anexo D – Gráfico de Histórico

Os gráficos de histórico permitem a análise dos resultados do processo. Com base nessa análise, é possível realizar controle de qualidade, observar o funcionamento da estufa, corrigir e aprimorar as receitas e possuir um registro de informações que visam melhorias de organização, visualização, custos e qualidade.

No gráfico abaixo, referente ao processo automático de pasteurização, pode-se observar:

- Verde : SP de temperatura da estufa
- Vermelho : PV de temperatura da estufa
- Amarelo : SP de temperatura interna do produto
- Azul : PV de temperatura interna do produto

Observa-se que primeiramente, durante o aquecimento, a temperatura da estufa é controlada em torno dos 80°C, e depois é analisada a temperatura do produto (Processo Delta), que deve atingir por 73°C. O mesmo acontece no período de resfriamento, quando a temperatura do produto deve chegar aos 15°C.





## **Anexo E - Pontos de entrada e saída**

### **Entradas Digitais CP Estufas de Cozimento/Defumação**

#### **QK - 1128 (PA 00)**

- E0000.0 - Início/Fim de processo Estufa 1
- E0000.1 - Motor Principal Estufa 1 ligado
- E0000.2 - Motor Exaustor Estufa 1 ligado
- E0000.3 - Manopla man/aut Estufa 1
- E0000.4 - Início/Fim de processo Estufa 2
- E0000.5 - Motor Principal Estufa 2 ligado
- E0000.6 - Motor Exaustor Estufa 2 ligado
- E0000.7 - Manopla man/aut Estufa 2
- E0001.0 - Início/Fim de processo Estufa 3
- E0001.1 - Motor Principal Estufa 3 ligado
- E0001.2 - Motor Exaustor Estufa 3 ligado
- E0001.3 - Manopla man/aut Estufa 3
- E0001.4 - Início/Fim de processo Estufa 4
- E0001.5 - Motor Principal Estufa 4 ligado
- E0001.6 - Motor Exaustor Estufa 4 ligado
- E0001.7 - Manopla man/aut Estufa 4

#### **QK - 1128 (PA 01)**

- E0002.0 - Início/Fim de processo Estufa 5
- E0002.1 - Motor Principal Estufa 5 ligado
- E0002.2 - Motor Exaustor Estufa 5 ligado
- E0002.3 - Manopla man/aut Estufa 5
- E0002.4 - Início/Fim de processo Estufa 6
- E0002.5 - Motor Principal Estufa 6 ligado
- E0002.6 - Motor Exaustor Estufa 6 ligado
- E0002.7 - Manopla man/aut Estufa 6



E0003.0 - Inicio/Fim de processo Estufa 7  
E0003.1 - Motor Principal Estufa 7 ligado  
E0003.2 - Motor Exaustor Estufa 7 ligado  
E0003.3 - Manopla man/aut Estufa 7  
E0003.4 - Inicio/Fim de processo Estufa 8  
E0003.5 - Motor Principal Estufa 8 ligado  
E0003.6 - Motor Exaustor Estufa 8 ligado  
E0003.7 - Manopla man/aut Estufa 8

### **QK - 1128 (PA 02)**

E0004.0 - Inicio/Fim de processo Estufa 9  
E0004.1 - Motor Principal Estufa 9 ligado  
E0004.2 - Motor Exaustor Estufa 9 ligado  
E0004.3 - Manopla man/aut Estufa 9  
E0004.4 - Sensor de Nível  
E0004.5 - Reserva  
E0004.6 - Reserva  
E0004.7 - Reserva  
E0005.0 - Reserva  
E0005.1 - Reserva  
E0005.2 - Reserva  
E0005.3 - Reserva  
E0005.4 - Reserva  
E0005.5 - Reserva  
E0005.6 - Reserva  
E0005.7 - Reserva

## Saídas Digitais CP Estufas de Cozimento/Defumação.

### **QK - 1224 (PA 04)**

- S0011.0 - Válvula renovação de ar - posição 1 - estufa 1
- S0011.1 - Válvula renovação de ar - posição 2 - estufa 1
- S0011.2 - Válvula da chaminé - estufa 1
- S0011.3 - Válvula vapor direto - estufa 1
- S0011.4 - Válvula vapor indireto - estufa 1
- S0011.5 - Liga motor principal - estufa 1
- S0011.6 - Liga motor exaustor - estufa 1
- S0011.7 - Liga gerador de fumaça - estufa 1
- S0012.0 - Válvula renovação de ar - posição 1 - estufa 2
- S0012.1 - Válvula renovação de ar - posição 2 - estufa 2
- S0012.2 - Válvula da chaminé - estufa 2
- S0012.3 - Válvula vapor direto - estufa 2
- S0012.4 - Válvula vapor indireto - estufa 2
- S0012.5 - Liga motor principal - estufa 2
- S0012.6 - Liga motor exaustor - estufa 2
- S0012.7 - Liga gerador de fumaça - estufa 2

### **QK - 1224 (PA 05)**

- S0013.0 - Válvula renovação de ar - posição 1 - estufa 3
- S0013.1 - Válvula renovação de ar - posição 2 - estufa 3
- S0013.2 - Válvula da chaminé - estufa 3
- S0013.3 - Válvula vapor direto - estufa 3
- S0013.4 - Válvula vapor indireto - estufa 3
- S0013.5 - Liga motor principal - estufa 3
- S0013.6 - Liga motor exaustor - estufa 3
- S0013.7 - Liga gerador de fumaça - estufa 3
- S0014.0 - Válvula renovação de ar - posição 1 - estufa 4

- S0014.1 - Válvula renovação de ar - posição 2 - estufa 4
- S0014.2 - Válvula da chaminé - estufa 4
- S0014.3 - Válvula vapor direto - estufa 4
- S0014.4 - Válvula vapor indireto - estufa 4
- S0014.5 - Liga motor principal - estufa 4
- S0014.6 - Liga motor exaustor - estufa 4
- S0014.7 - Liga gerador de fumaça - estufa 4

### **QK - 1224 (PA 06)**

- S0015.0 - Válvula renovação de ar - posição 1 - estufa 5
- S0015.1 - Válvula renovação de ar - posição 2 - estufa 5
- S0015.2 - Válvula da chaminé - estufa 5
- S0015.3 - Válvula vapor direto - estufa 5
- S0015.4 - Válvula vapor indireto - estufa 5
- S0015.5 - Liga motor principal - estufa 5
- S0015.6 - Liga motor exaustor - estufa 5
- S0015.7 - Liga gerador de fumaça - estufa 5
- S0016.0 - Válvula renovação de ar - posição 1 - estufa 6
- S0016.1 - Válvula renovação de ar - posição 2 - estufa 6
- S0016.2 - Válvula da chaminé - estufa 6
- S0016.3 - Válvula vapor direto - estufa 6
- S0016.4 - Válvula vapor indireto - estufa 6
- S0016.5 - Liga motor principal - estufa 6
- S0016.6 - Liga motor exaustor - estufa 6
- S0016.7 - Liga gerador de fumaça - estufa 6

### **QK - 1224 (PA 07)**

- S0017.0 - Válvula renovação de ar - posição 1 - estufa 7
- S0017.1 - Válvula renovação de ar - posição 2 - estufa 7
- S0017.2 - Válvula da chaminé - estufa 7



- S0017.3 - Válvula vapor direto - estufa 7
- S0017.4 - Válvula vapor indireto - estufa 7
- S0017.5 - Liga motor principal - estufa 7
- S0017.6 - Liga motor exaustor - estufa 7
- S0017.7 - Liga gerador de fumaça - estufa 7
- S0018.0 - Válvula renovação de ar - posição 1 - estufa 8
- S0018.1 - Válvula renovação de ar - posição 2 - estufa 8
- S0018.2 - Válvula da chaminé - estufa 8
- S0018.3 - Válvula vapor direto - estufa 8
- S0018.4 - Válvula vapor indireto - estufa 8
- S0018.5 - Liga motor principal - estufa 8
- S0018.6 - Liga motor exaustor - estufa 8
- S0018.7 - Liga gerador de fumaça - estufa 8

### **QK - 1224 (PA 10)**

- S0019.0 - Válvula renovação de ar - posição 1 - estufa 9
- S0019.1 - Válvula renovação de ar - posição 2 - estufa 9
- S0019.2 - Válvula da chaminé - estufa 9
- S0019.3 - Válvula vapor direto - estufa 9
- S0019.4 - Válvula vapor indireto - estufa 9
- S0019.5 - Liga motor principal - estufa 9
- S0019.6 - Liga motor exaustor - estufa 9
- S0019.7 - Liga gerador de fumaça - estufa 9
- S0020.0 - Lâmpada de Alarme estufa 1
- S0020.1 - Lâmpada de Alarme estufa 2
- S0020.2 - Lâmpada de Alarme estufa 3
- S0020.3 - Lâmpada de Alarme estufa 4
- S0020.4 - Lâmpada de Alarme estufa 5
- S0020.5 - Lâmpada de Alarme estufa 6
- S0020.6 - Lâmpada de Alarme estufa 7
- S0020.7 - Lâmpada de Alarme estufa 8

### **QK - 1224 (PA 11)**

- S0019.0 - Lâmpada de Alarme estufa 9
- S0019.1 - Lâmpada de Alarme Geral
- S0019.2 - Válvula de resfriamento estufa 1
- S0019.3 - Válvula de resfriamento estufa 2
- S0019.4 - Válvula de resfriamento estufa 3
- S0019.5 - Válvula de resfriamento estufa 4
- S0019.6 - Válvula de resfriamento estufa 5
- S0019.7 - Válvula de resfriamento estufa 6
- S0020.0 - Válvula de resfriamento estufa 7
- S0020.1 - Válvula de resfriamento estufa 8
- S0020.2 - Válvula de resfriamento estufa 9
- S0020.3 - Liga Bomba de água gelada
- S0020.4 - Alarme de nível baixo
- S0020.5 - Reserva
- S0020.6 - Reserva
- S0020.7 - Reserva

### **Entradas Analógicas CP Estufas de Cozimento/Defumação**

#### **QK - 1119 (PA 12)**

- R0020.0 - Sensor bulbo úmido estufa 1
- R0020.1 - Sensor Bulbo Seco estufa 1
- R0020.2 - Sensor Penetração estufa 1
- R0020.3 - Sensor bulbo úmido estufa 2
- R0020.4 - Sensor Bulbo Seco estufa 2

- R0020.5 - Sensor Penetração estufa 2
- R0020.6 - Sensor bulbo úmido estufa 3
- R0020.7 - Sensor Bulbo Seco estufa 3

### **QK - 1119 (PA 13)**

- R0022.0 - Sensor Penetração estufa 3
- R0022.1 - Sensor bulbo úmido estufa 4
- R0022.2 - Sensor Bulbo Seco estufa 4
- R0022.3 - Sensor Penetração estufa 4
- R0022.4 - Sensor bulbo úmido estufa 5
- R0022.5 - Sensor Bulbo Seco estufa 5
- R0022.6 - Sensor Penetração estufa 5
- R0022.7 - Sensor bulbo úmido estufa 6

### **QK - 1119 (PA 14)**

- R0024.0 - Sensor Bulbo Seco estufa 6
- R0024.1 - Sensor Penetração estufa 6
- R0024.2 - Sensor bulbo úmido estufa 7
- R0024.3 - Sensor Bulbo Seco estufa 7
- R0024.4 - Sensor Penetração estufa 7
- R0024.5 - Sensor bulbo úmido estufa 8
- R0024.6 - Sensor Bulbo Seco estufa 8
- R0024.7 - Sensor Penetração estufa 8

### **QK - 1119 (PA 15)**

- R0026.0 - Sensor Bulbo úmido estufa 9
- R0026.1 - Sensor Bulbo seco estufa 9



R0026.2 - Sensor Penetração estufa 9

R0026.3 - Pressão na linha de vapor

R0026.4 - Reserva

R0026.5 - Reserva

R0026.6 - Reserva

R0026.7 - Reserva