



VÁLVULAS DE CONTROLE X INVERSORES DE FREQUÊNCIA

NORMA ANSI/ISA S88

**INVERSORES DE FREQUÊNCIA
EM BOMBAS**

**GERENCIAMENTO DE ENERGIA
PROCESSOS ELETROLÍTICOS**

■ **ESPECIAL**
Brazil Automation ISA 2010

■ **ENTREVISTA**
Alfeu Cabral,
Gerente Geral
da Bray Brasil Holding.

■ **REPORTAGEM**
Indústria e universidade:
mais próximas
ou mais distantes?

NORMA ANSI/ISA S88 E A UTILIZAÇÃO NO CONTROLE DE BATELADAS

Alan Liberalesso (alan@baseautomacao.com.br), Engenheiro de Aplicações da Base Automação.

Uma norma para padronização do controle das bateladas era um desejo que se concretizou há alguns anos atrás. Na outra ponta, os processos de batelada nas indústrias e no ambiente da automação há muito tempo deixaram de ser um mistério, porém cada um conservava as suas particularidades, tornando-os únicos. Como fazemos a união entre eles?

Este artigo visa detalhar os pontos-chave da norma ISA S88 e trazer exemplos e aplicações práticas na utilização da norma e de softwares para controle e gerenciamento de bateladas em quaisquer segmentos do mercado.

SOBRE A ISA E A NORMA S88

A ISA (*International Society of Automation*) é uma organização internacional com dezenas de milhares de associados espalhados por dezenas de países. A ISA atua na área industrial com sistemas de automação, instrumentação e eletro-eletrônica, ajudando os seus membros e outros profissionais da automação a solucionarem problemas técnicos [1]. É referência mundial na utilização de tecnologias relacionadas à área industrial.

Dentre as atribuições da ISA estão os comitês técnicos que são criados para elaboração de normas técnicas cuja aprovação cabe a comunidade técnica. Uma norma técnica ajuda as empresas e profissionais na padronização de termos e procedimentos, e com isso todos se beneficiam, proporcionando desenvolvimento tecnológico.

Para a criação da norma para controle de bateladas, foi criado um comitê técnico composto de membros de dezenas

de empresas. Neste grupo encontravam-se usuários finais e fornecedores de automação. O comitê foi chamado de SP88. E este comitê criou a norma técnica S88.

A norma S88 foi dividida em partes. Assim:

- ANSI/ISA-88.01-1995 (R2006) – *Batch Control Part 1: Models and Terminology* (definições de um modelo comum para a batelada e sua estrutura, além do projeto e operação e terminologia comum para facilitar a comunicação, definição dos requerimentos e evitar erros de interpretação); [2]
- ANSI/ISA-88.00.02-2001 – *Batch Control Part 2: Data Structures and Guidelines for Languages* (define a estrutura de dados e codificação para facilitar a integração entre diferentes fabricantes e padroniza a linguagem para facilitar a configuração do controle de bateladas); [3]
- ANSI/ISA-88.00.03-2003 – *Batch Control Part 3: General and Site Recipe Models and Representation* (Modelo para representação e receitas). [4]
- ANSI/ISA-88.00.04-2006 – *Batch Control Part 4: Batch Production Records* (registros da produção das bateladas). [5]
- ISA-TR88.0.03-1996 – *Possible Recipe Procedure Presentation Formats* (complementa e exemplifica a parte 1 da norma).

Observação: As Referências normativas para a ANSI/ISA S88 são a Namur NE 33 “Requirements to be met by systems for recipe-based operations” (1992) e a IEC 848 “Preparation of function charts for control systems” (1988).

MAS O QUE É UMA BATELADA, BATCH OU UM PROCESSO DE BATELADAS?

A batelada é um processo baseado numa seqüência de passos que devem ser executados numa ordem e com regras definidas. Em uma batelada são processadas quantidades finitas de material para produção de quantidades finitas de produto acabado.

Na produção de uma batelada podem ser usados um ou mais equipamentos e para a produção de uma nova batelada, o processo deve ser repetido.

O objetivo é produzir produtos consistentes repetidamente, batelada a batelada, alcançando a estabilidade do processo.

O processamento da batelada tem características de processos com controles discretos e processos com controles contínuos.

Dependendo do tipo de processo uma batelada pode demorar segundos, horas ou até dias, mas sempre terá um começo, meio e fim.

E COMO PODE SER O CONTROLE DE UM PROCESSO DE BATELADA?

Existem quatro tipos principais (detalhados na tab.01):

1. Seqüência básica fixa.
2. Seqüência fixa com parâmetros variáveis.
3. Seqüência variável e não linear, parâmetros variáveis em uma unidade de processo.
4. Seqüência variável e não linear, parâmetros variáveis, em múltiplas unidades.

Definição	Uso típico	Vantagens	Limitações
01 <ul style="list-style-type: none"> • Sempre as mesmas operações • Sempre na mesma seqüência • Sempre usando os mesmos parâmetros 	<ul style="list-style-type: none"> • Seqüenciamento repetitivo • Transferência de materiais • CIP 	<ul style="list-style-type: none"> • Baixo custo. • Todo o controle está no controlador (PLC/DCS) 	<ul style="list-style-type: none"> • Pouco flexível para alterações • Alteração de parâmetros na receita requer alterações no controlador (no programa do PLC/DCS)
02 <ul style="list-style-type: none"> • Seqüência fixa de operações (máquina de estados) • Alteração de receitas parâmetros de acordo com o produto, realizado via IHM ou sistema supervisorio 	<ul style="list-style-type: none"> • Batelada com várias receitas, porém sem alteração na seqüência 	<ul style="list-style-type: none"> • Todo o seqüenciamento é feito no controlador • Alteração de receitas e parâmetros é simples 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração na seqüência requer alterações no controlador
03 <ul style="list-style-type: none"> • Uma única unidade de produção com múltiplas receitas de seqüenciamentos diferenciados 	<ul style="list-style-type: none"> • Pequenas aplicações 	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilidade total nos parâmetros da receita e na ordem de execução (seqüência) • Permite expansão do sistema 	<ul style="list-style-type: none"> • Pelas características da aplicação e do sistema, não possui uma arquitetura cliente-servidor
04 <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas fisicamente entrelaçados que permitem a execução de múltiplas receitas ao mesmo tempo, cada uma com seqüenciamento diferenciado 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicações de médio e grande porte 	<ul style="list-style-type: none"> • Permite gerenciar várias alterações no sistema simultaneamente (parâmetros de receita, seqüências, novos equipamentos, fases e unidades) 	<ul style="list-style-type: none"> • Pelas características do processo o sistema se torna mais complexo e muitas vezes requer relatórios adicionais

Tabela 1 – Tipos de controle de um processo de batelada.

DETALHANDO A NORMA S88

A norma traz como conceito a separação dos equipamentos do processo, a parte física (válvulas, motores, sensores, instrumentos) das operações (procedimentos, passos, receita).

Assim, um determinado equipamento pode ser usado de diferentes maneiras, para diferentes operações, visando à produção de um ou vários produtos.

No âmbito da automação, existe uma divisão real nas atribuições dentro do sistema de controle, o controlador PLC/CLP (*Programmable Logic Controller, Controlador Lógico Programável*) ou DCS (*Distributed Control System, também chamados de 'sistemas híbridos'*) ficando com o controle dos equipamentos do processo através de procedimentos; o sistema SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition, também conhecidos por 'sistema supervisório'*) fica com as telas sinóticas do processo, janelas de controle, telas de suporte (gráficos, alarmes, eventos, etc.); e o software de bateladas com o controle das receitas (seqüenciamento dos passos, parametrização, etc.).

De maneira prática, o sistema *batch* define o que e como será executado, o PLC executa segundo as regras pré-estabelecidas (intertravamentos, segurança) e você visualiza tudo isso nas telas sinóticas do sistema SCADA.

E como isso é feito na prática?

O modelamento do sistema/processo (Process Model) é dividido em duas partes (*Physical Model e Procedural Model*): [2]

1. Modelamento físico do processo (Physical Model)

É composto de sete partes; vamos trabalhar com os quatro últimos, já que os três primeiros (*Enterprise, Site e Area*) são utilizados como modelos para negócios e não os utilizamos dentro da S88.01:

Célula de processo (Process Cell): onde é definida a área responsável para a produção das bateladas (planta/processo/linha). Ela contém todas as *Units, Equipment Modules e Control Modules*;

Unidades (Units): conjunto de módulos de controle e de equipamentos responsável pela execução de uma, algumas ou todas as etapas do processo (tanques, reatores, silos, etc.). É onde ocorre a produção, mistura ou preparação;

Módulo de equipamento (Equipment Module): conjunto de equipamentos que realizam atividades do processo, como aquecimento, dosagem, etc.; e

Módulo de controle (Control Module): dispositivo de controle, como válvula, motor, sensor, instrumento de medição, balança, etc.

Estas divisões do modelamento físico são indicadas nas Figuras 1 e 2.

A estrutura física pode ser classificada por caminho único (*single-path structure*), múltiplos caminhos (*multiple-path structure*) ou em rede (*network structure*), como mostrado nas Figuras 3, 4 e 5.

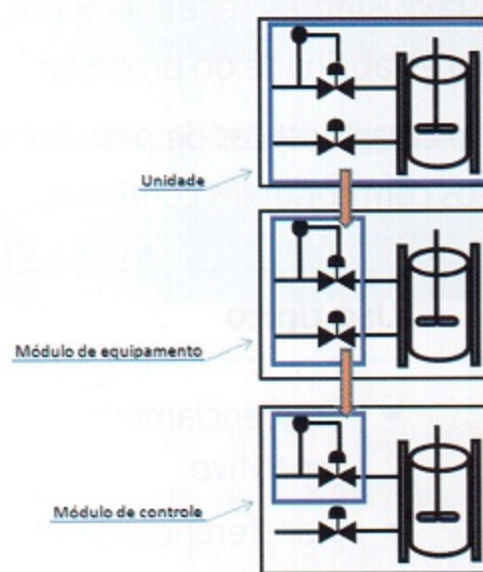


Figura 1 – Modelo físico.

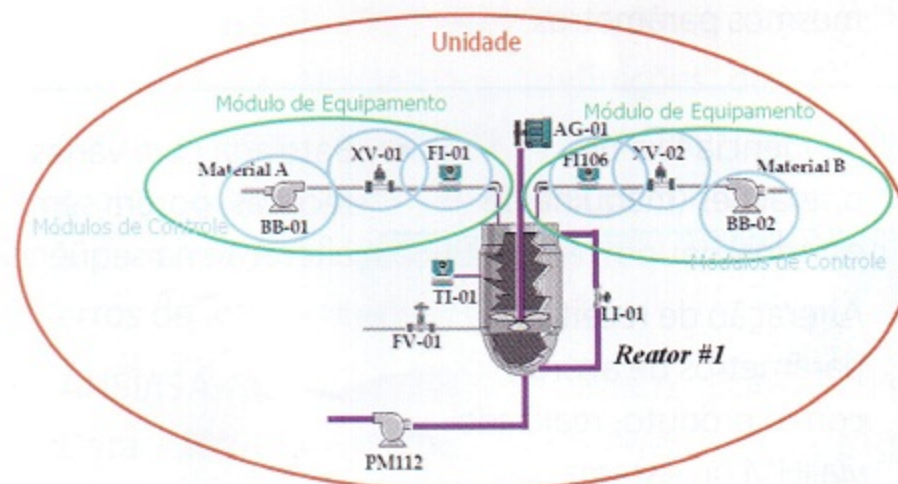


Figura 2 – Modelo físico.

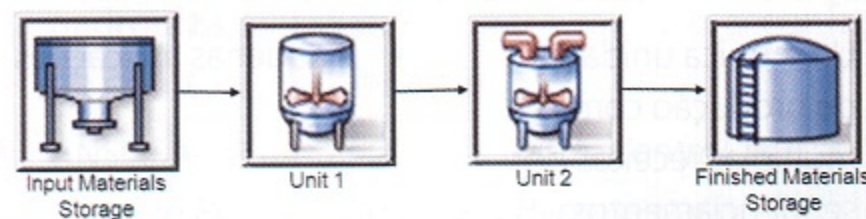


Figura 3 – Estrutura física 'single-path'.

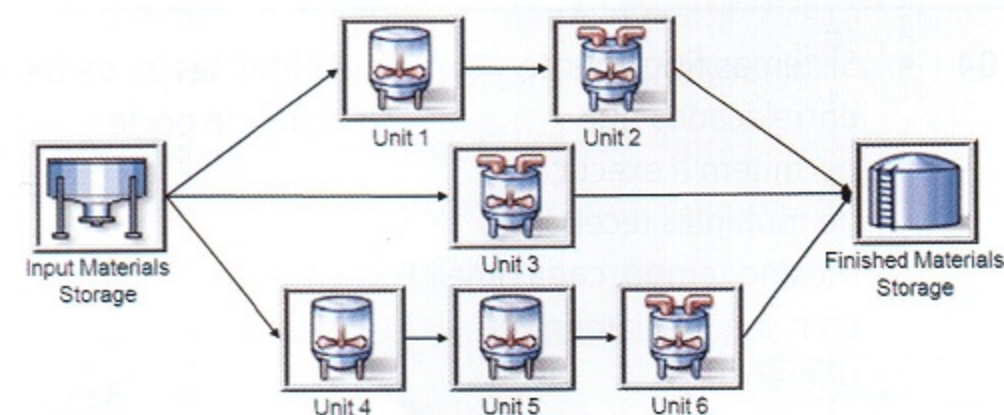


Figura 4 – Estrutura física 'multiple-path'.

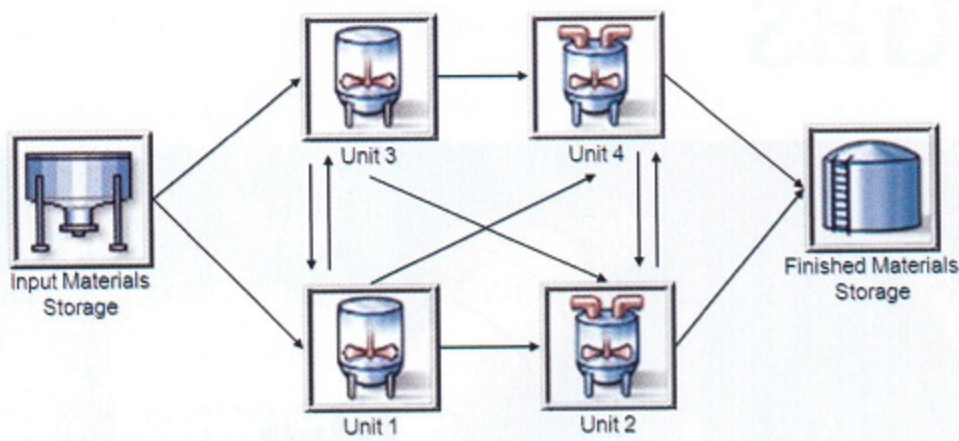


Figura 5 – Estrutura física 'network-path'.

2. Modelamento procedural do processo (Procedural Model)

É um modelo hierárquico, onde é definido como será o funcionamento da planta, através de fórmulas ou receitas.

Procedimento (Procedure): estratégia para execução do processo/batelada. É o nível mais alto da hierarquia;

Procedimentos da unidade (Unit Procedure): conjunto de operações utilizadas para o seqüenciamento dentro da unidade;

Operações (Operation): conjunto de atividades agrupadas (phases) e que visam o atendimento de necessidades da batelada/processo; e

Fases (Phases): realização de tarefas/ações básicas e simples, como adição de materiais, agitação, controle de temperatura, transferência, entre muitos outros.

A relação entre os modelos físico e procedural é dado pela Figura 6.

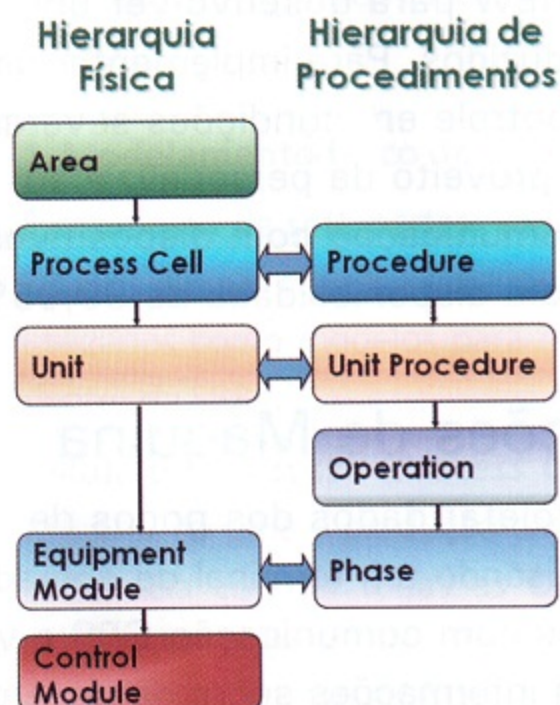


Figura 6 – Relação entre o modelo físico e o procedural.

E AS RECEITAS?

São divididas em quatro partes, como mostrado na Figura 7.

- **General Recipe:** é uma receita global, não levando em consideração em qual Site (leia-se país) será produzida.

- **Site Recipe:** é derivada do *General Recipe* e leva em consideração o site onde será produzida.

- **Master Recipe:** define com exatidão como e onde será processado o produto (é a partir desta que a maioria das aplicações de controle de batelada inicia o modelamento das receitas).

- **Control Recipe:** é um espelho da *Master Recipe*, a mesma é criada pelo gerenciador quando a receita é carregada para produção. Mantém preservada a receita original e ainda permite a alteração de parâmetros e operações na receita que está em execução ou que será executada naquele momento.

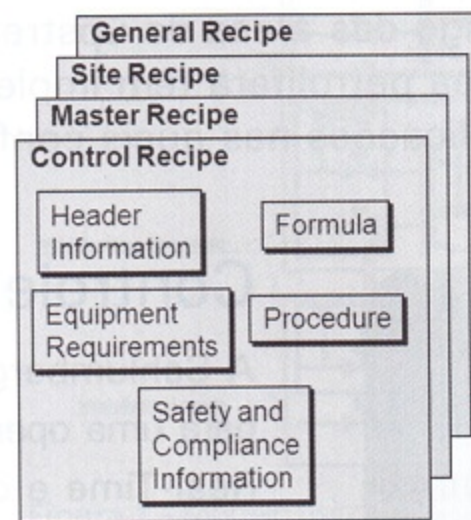


Figura 7 – Estrutura de uma receita.

E onde é feita a integração entre os modelos procedural e físico (que na prática é a integração entre o software de bateladas e o controlador (PLC/CLP/DCS)?

É no nível das *phases*, que é o elo entre uma receita que está rodando no software de bateladas com os *equipment modules* e *control modules* no chão de fábrica.

Os comandos possíveis para de uma *phase* são: iniciar, travar, parar, pausar, reiniciar, abortar, limpar falha e continuar.

Os estados dentro de uma *phase* são regidos pelo diagrama mostrado na Figura 8.

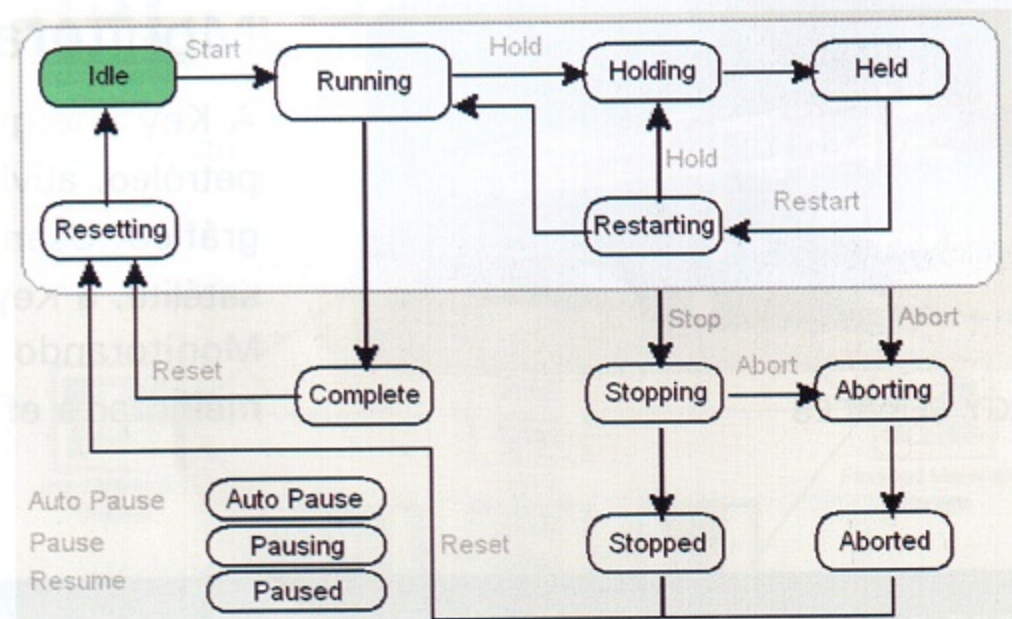


Figura 8 – Diagrama de estados de uma fase.

QUAIS AS CARACTERÍSTICAS DA NORMA ISA S88 E AS VANTAGENS NA SUA UTILIZAÇÃO?

- Define um modelo para controle de bateladas o qual é usado como um padrão por muitas indústrias.
- Fornece uma terminologia comum para o controle de bateladas, permitindo que usuários diferentes possam expressar suas idéias sobre uma base comum e esta base comum de terminologias e modelos permitem aos usuários integrarem soluções de diferentes fornecedores.
- Conceitua a separação do controle do equipamento do controle do procedimento (receita) que descreve como fazer o produto final, permitindo múltiplos produtos, múltiplos procedimento, múltiplas unidades de produção.
- Torna simples a criação, alteração e reutilização de receitas, simplifica os testes e validação.
- Permite a redução do tempo para colocar novos produtos porque a modularidade facilita a mudança de um ou mais controle e receitas.
- Reduz a necessidade de intervenções e manutenções no software.
- É uma plataforma aberta e totalmente escalável.
- Possibilita a rastreabilidade dos dados e variáveis do processo.
- Dependendo do processo é possível reduzir o tempo de ciclo (duração da batelada), permitindo maior produtividade.

ONDE APLICAR SISTEMAS DE CONTROLE DE BATELADAS BASEADOS NA NORMA ISA S88

Quando quaisquer características ou vantagens listadas acima (ou as que serão apresentadas como características dos softwares de bateladas, abaixo) forem requerimentos do processo/sistema, você deve aplicar a norma ISA S88 e os respectivos softwares para controle e gerenciamento de bateladas.

OS SOFTWARES PARA CONTROLE DE BATELADAS

Com a publicação da norma, foram criados os softwares de controle de bateladas e estes assumiram uma fatia da camada de monitoramento e controle dentro da pirâmide da automação, como mostrado na Figura 9.

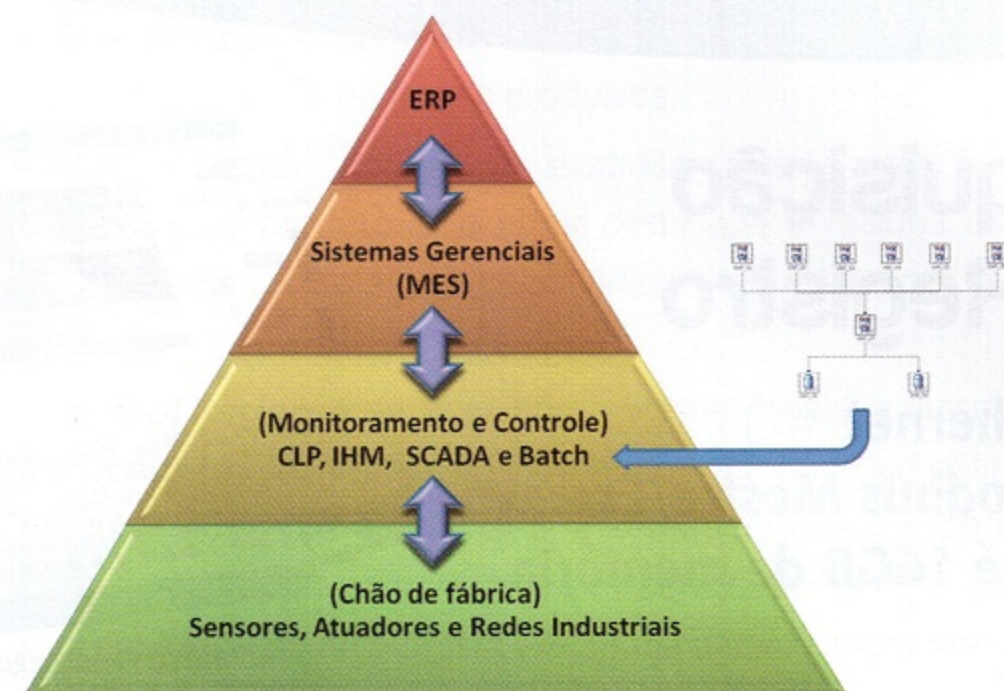


Figura 9 – Pirâmide da Automação.

As funções típicas de um sistema (ou software) para controle de bateladas são:

- *Promover controle seqüencial*
 - o Processar passos de acordo com uma receita pré-definida que envolve uma série de operações, como adições automáticas e manuais, mistura/agitação, controle de variáveis (temperatura, pressão, vazão), recirculação, transferência, entre muitos outros.
 - o Ferramentas robustas e completas para atender as necessidades dos mais variados segmentos (operações em paralelo, defasagem de passos, decisão, loop, transições baseadas em eventos do processo, etc.).
 - o Ferramentas que torne o controle flexível o suficiente para administrar uma série de alternativas de processo (avançar passo, retroceder passo, repetir operação, alterar parâmetros) e permitir a recuperação de falhas e condições não planejadas.
 - o Alocar e arbitrar equipamentos e gerenciar matérias-primas e produtos semi-acabados (pré-misturas) e produto acabado.
- *Implementar estratégias de controle*
 - o Disponibilidade de funções para implementar estratégias simples e avançadas de controle, como malhas, lógicas de intertravamento, lógicas de segurança, cálculos, ajuste de *setpoints*, medição de transferência de materiais, detecção de fim de reação, entre outros.
- *Permitir programar e rastrear operações*
 - o Operações em múltiplas unidades de produção baseadas na alocação por disponibilidade (para matérias-primas, equipamentos e pessoas).

- *Gerar registros (relatórios) das bateladas*
 - o Informações através de relatórios da batelada, consolidações por turno/dia/semana, comparação entre bateladas.
- *Realizar o gerenciamento das receitas*
 - o Criação, edição, armazenamento e controle para as receitas-mestre e os subníveis destas.
- *Disponibilizar interface gráfica ao usuário*
 - o Permitir visualização das bateladas em andamento, do status e detalhes de cada batelada, interação com as mesmas e com os parâmetros dos passos (caso necessário) e interação com o seqüenciamento das operações (caso necessário).

Anteriormente o papel de controle e gerenciamento dos processos de bateladas era feito através de ferramentas criadas dentro das Interfaces Homem-Máquina (IHMs), dos Sistemas Supervisórios (SCADA) ou a partir do desenvolvimento de programas (aplicações) e coletores de dados usando linguagem de programação do mercado. Nestes casos eram aplicações dedicadas (soluções proprietárias), desenvolvidas de acordo com a necessidade do cliente final e muitas vezes dependiam do fornecedor da solução quando de ampliações, manutenção ou implementações de melhorias. Assim, características como flexibilidade, escalabilidade (estar preparado para crescer), padronização das metodologias e ter um sistema aberto deixam de existir.

COMO DEFINIR QUAL O SOFTWARE DE CONTROLE DE BATELADAS SERÁ UTILIZADO NO PROJETO/PROCESSO?

Temos três opções clássicas:

1. Softwares de bateladas que não seguem a norma ISA S88;
2. Softwares que seguem a norma; e
3. Softwares que tentam se identificar como seguidores da norma, porém não o são.

Nossa sugestão: avalie se o projeto/processo permite a utilização da primeira opção (levando sempre em consideração as características técnicas do mesmo, não somente o custo da solução), fique com a segunda opção caso identifique no projeto/processo necessidades contempladas pela norma e sobre a terceira opção... fuja da mesma.

Alguns fabricantes/fornecedores dos softwares de bateladas de mercado (que atendem a norma ISA S88) possuem ferramentas adicionais que permitem a integração com os controladores (PLC/CLP/DCS) de maneira mais amigável e funcionalidades que agregam valor aos usuários e que procure diferenciá-lo dos outros softwares disponíveis.

Dentre as funcionalidades disponíveis no mercado destacamos algumas que fazem a diferença para quem desenvolve a aplicação e para o usuário final:

- Recursos que permitam a total integração do software de bateladas com o sistema supervisório (SCADA) e com os controladores utilizados no controle do processo.
- Ferramenta para criação automática da estrutura inicial do sistema batch no controlador a partir do software de bateladas.
- Seguir o GAMP®5 (*Good Automated Manufacturing Practice*), guia de boas práticas de construção de softwares de automação.
- Ferramentas para troca de informações com os usuários do sistema, como instruções de trabalho, atendendo a um dos itens de GMP (*Good Manufacturing Practices*).
- Atendimento aos requerimentos das entidades reguladoras nacionais e internacionais, com atenção especial ao controle de acesso, aos registros eletrônicos (informações do processo e armazenamentos dos eventos e alarmes) e as assinaturas eletrônicas, que permitirão qualificação e validação dentro da RDC210/249 (agora RDC17) e Guia de Validação de Sistemas Computadorizados, ambos da ANVISA, e requerimentos do FDA, no "21 CFR part 11".

A AUTOMAÇÃO DE UMA PLANTA/PROCESSO USANDO A NORMA ISA S88 E SOFTWARE PARA CONTROLE DAS BATELADAS

Exemplificamos aqui uma aplicação típica para controle de processos de batelada utilizando a norma ISA S88 e sistema de controle baseado em PLC, redes industriais, sistema SCADA e software de controle e gerenciamento de bateladas.

O software de bateladas é dividido em módulos, listado abaixo e indicado na Figura 10:

- *Equipment Editor* (modelamento físico);
- *Recipe Editor* (modelamento procedural);

- *Server* (gerenciamento da batelada e comunicação do módulo *View* com o PLC);
- *View* (interface ao operador para visualização e controle das bateladas);
- *Archiver* (geração dos registros eletrônicos das bateladas); e
- *Report Editor* (criação e customização de relatórios com os registros eletrônicos).

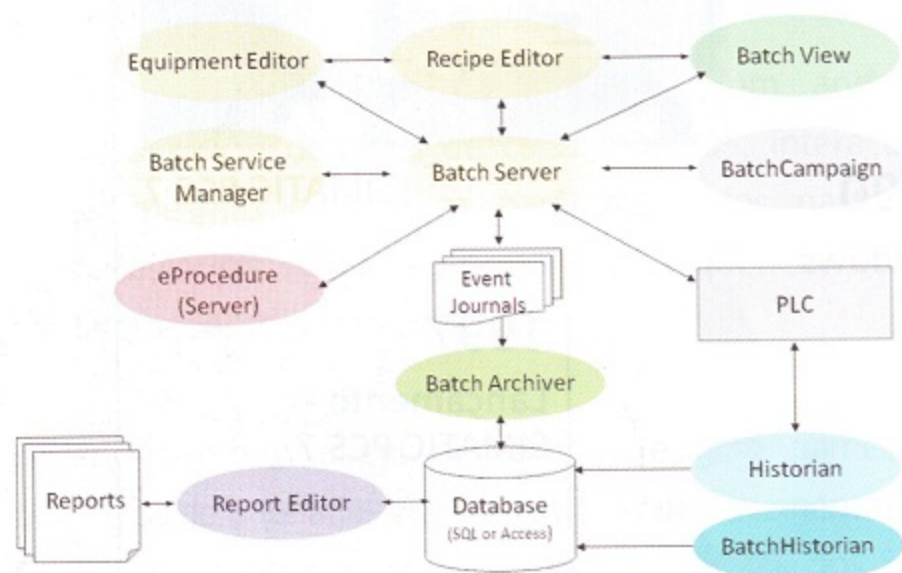


Figura 10 – Estrutura de um software de bateladas.

Ao sistema supervisorio (SCADA) são atribuídos o monitoramento (visualização) e controle dos equipamentos do processo.

Ao PLC cabe toda a interface com o chão de fábrica, como as tarefas de partida e parada de motores, abertura e fechamento de válvulas, monitoramento e controle de variáveis analógicas.

Uma arquitetura típica exemplificando este cenário pode ser visualizada na Figura 11.

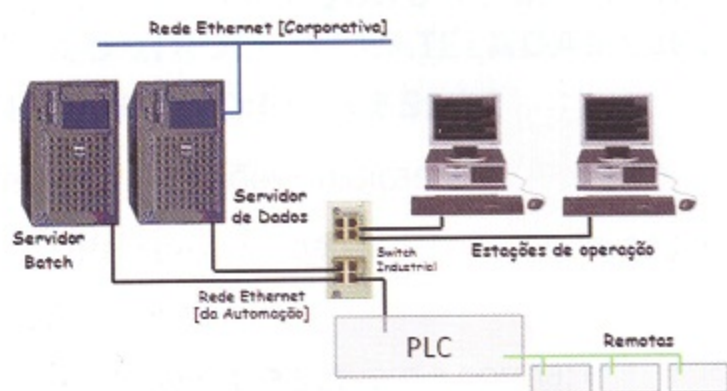


Figura 11 – Arquitetura típica de um sistema de bateladas.

Do modelo físico definido para o controle do processo de batelada o PLC contempla as rotinas com as *phases* e os estados das mesmas, cada uma com uma função específica como agitação, adição de materiais, resfriamento, entre outras, definidas quando do modelamento do sistema de bateladas, conforme indicado na Figura 12.

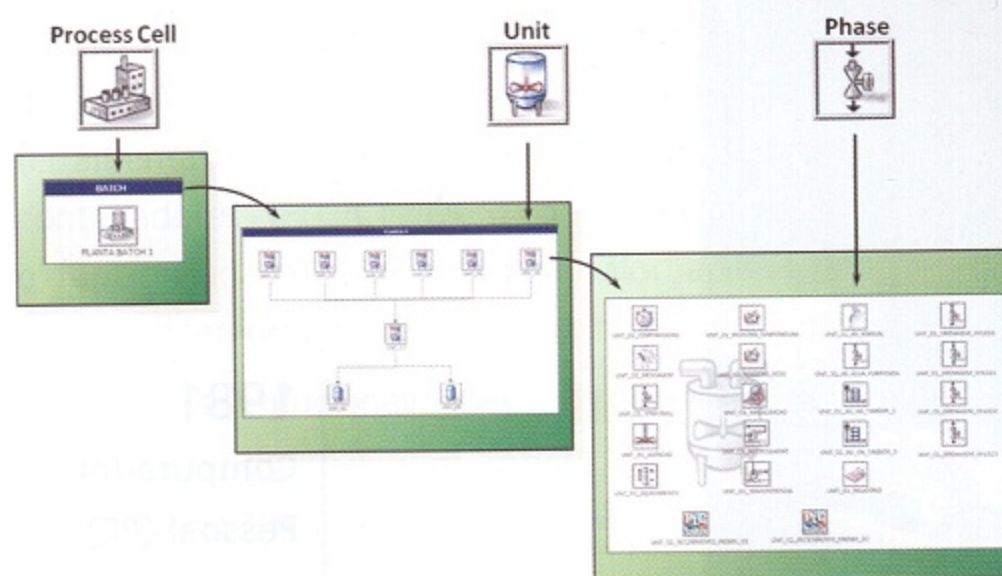


Figura 12 – Exemplo de modelamento físico de um processo de batelada.

Do modelo procedural são definidas as estruturas das receitas em linguagem SFC (*Sequential Function Chart*), conforme exemplos indicados nas Figuras 13A, 13B, 13C e 13D.

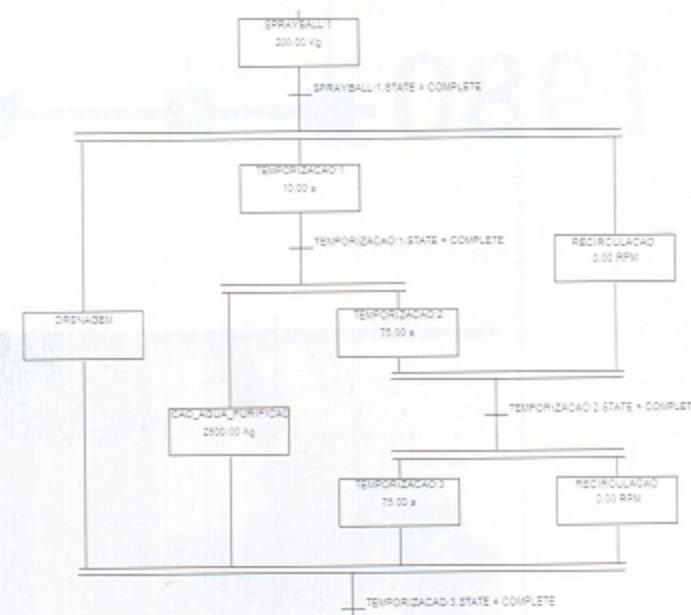


Figura 13A

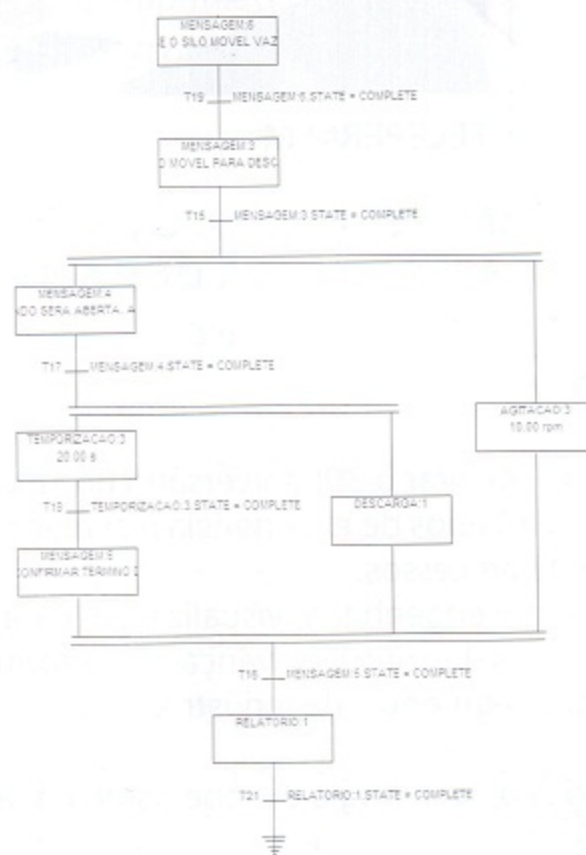
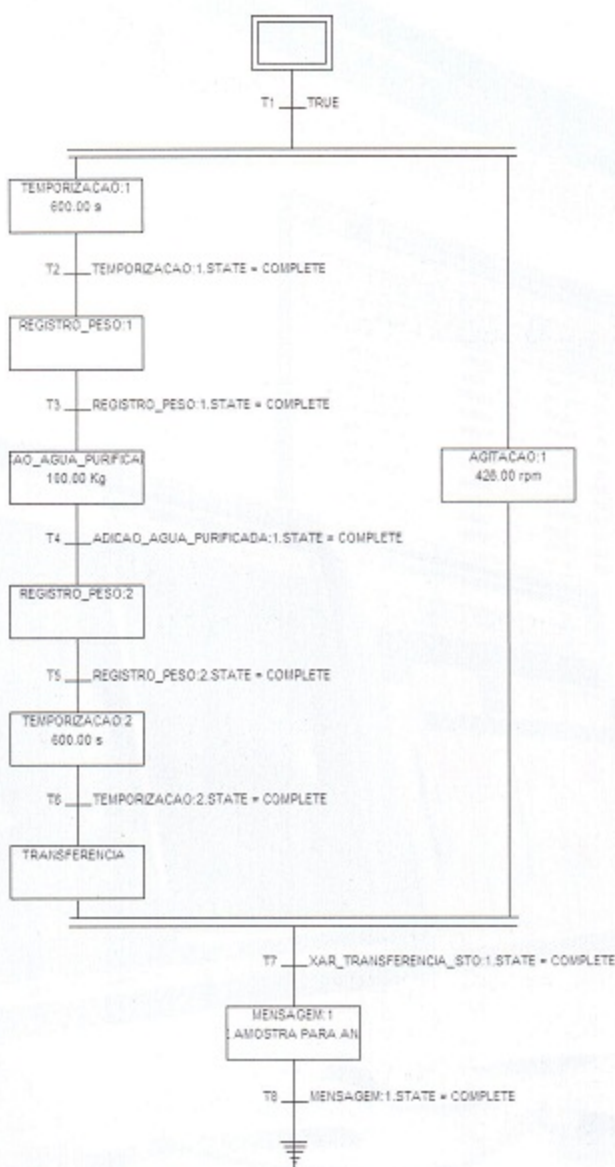
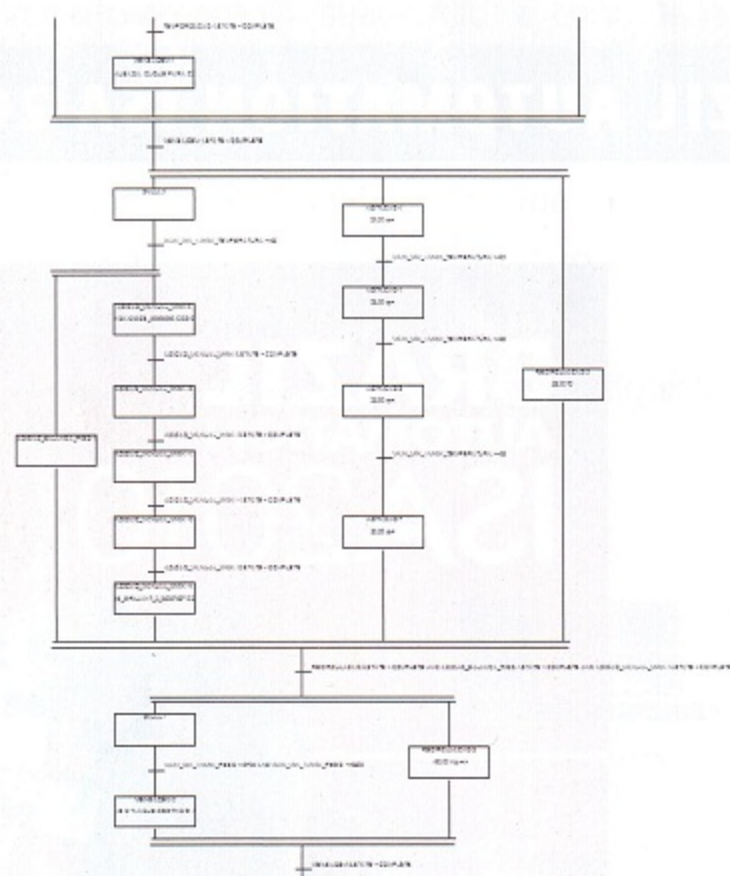


Figura 13B



Figuras 13C



Figuras 13D

Figuras 13A, 13B, 13C e 13D – Exemplo de receitas em linguagem SFC.

E as rotinas do PLC são implementadas para cada uma das *phases*, cada uma com as funcionalidades previstas para os comandos previstos na norma S88. A estrutura de uma *phase* no PLC pode ser visualizada na Figura 14. Na Figura 15, exemplo de lógica *ladder* na sub-rotina "Running" de uma *phase*:

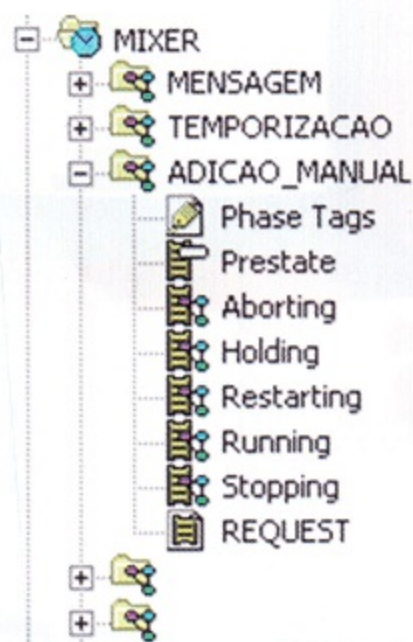


Figura 14 – Estrutura de uma phase no PLC.

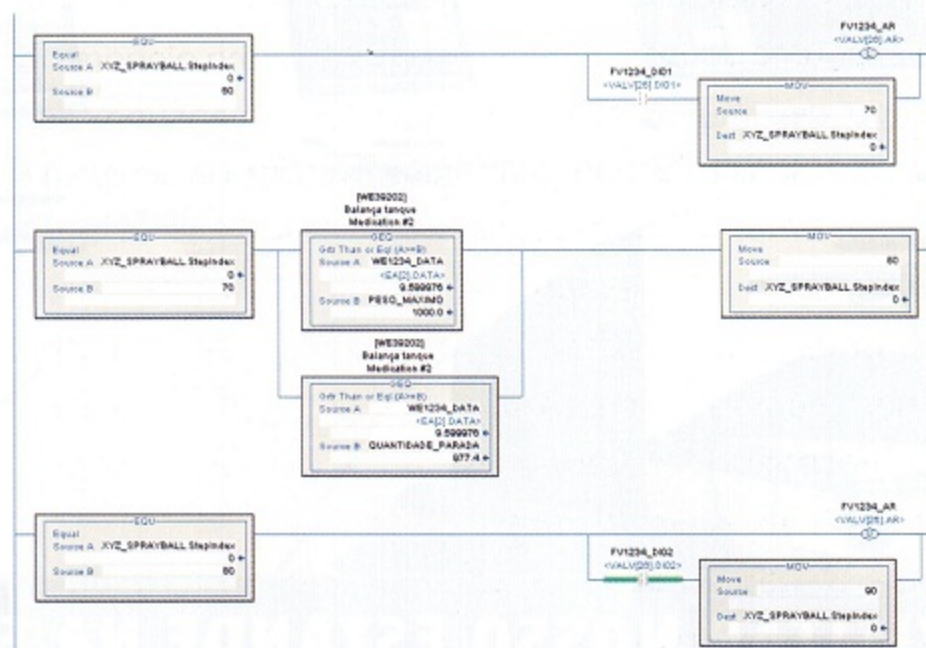


Figura 15 – Exemplo de lógica ladder no PLC para uma sub-rotina do tipo 'Running'.

ORIENTAÇÕES

Algumas orientações para melhor utilização da norma S88 e dos softwares de bateladas[6]:

- A norma especifica que o código do controlador deve ser dividido em pequenas partes (módulos de controle), e o fato de termos pequenos códigos/rotinas permitirá que as receitas sejam modificadas com maior facilidade e flexibilidade. **Não reduza a flexibilidade do sistema ou processo com rotinas combinadas ou complexas no PLC. Simplifique;**
- Se duas plantas ou linhas tiverem equipamentos semelhantes, o trabalho de engenharia na reaplicação pode ser mais simples, com a reutilização dos códigos. **Conheça as ferramentas disponíveis, trabalhe com biblioteca e ganhe tempo;**
- Para identificação das *units* dentro um processo deve-se analisar quais tanques e silos receberão matérias-primas e operações onde ocorrerão as transformações dos materiais em produto. **Alguns**

sistemas são superdimensionados (custo adicional desnecessário) ou subdimensionados (não atendem as necessidades e expectativas) pelo mau dimensionamento das unidades de produção (units);

- Para a definição das *phases* de cada *unit* a análise deve ser feita a partir do fluxograma do processo e receita do produto. Muitos projetos não contemplam operações pelo simples fato de não se analisar o fluxograma do processo e as receitas-padrão. **O retrabalho causado pelo remodelamento de uma aplicação impacta em muito nos prazos e custos;**
- Procure modelar o sistema para que os procedimentos (*phases*) sejam baseados em operações simples. Exemplo: ao criar uma *phase* para controle da agitação e outra para tempo de espera obtém-se maior flexibilidade do que uma *phase* combinada para agitação com contagem de tempo. Neste último caso, se uma receita pedir somente a contagem de tempo de espera, seria necessário contornar a necessidade de outras maneiras, trazendo maior complexidade. **Não conhecer o processo, as necessidades do mesmo e as ferramentas disponíveis no software de bateladas podem tirar toda a flexibilidade e ganhos que a norma S88 poderia proporcionar;**
- As transições entre passos dentro de uma receita podem acontecer a partir dos valores de variáveis do processo, do status de outras unidades do sistema, de uma liberação a partir do sistema SCADA ou do tradicional "*phase complete*" do passo anterior. **Identifique as necessidades e explore as ferramentas disponíveis;**
- A linguagem SFC (*Sequential Function Chart*), presente no editor de receitas dos sistemas Batch, é muito mais que um seqüenciador de passos. Operações em paralelo, decisão e direção por caminhos distintos a partir de eventos, intertravamentos e loops, são recursos que fazem parte de sistemas que visam otimização dos recursos e redução dos tempos de processo. **Conheça as funcionalidades e utilize no seu projeto/processo.**

COMENTÁRIOS FINAIS

Os anos que seguiram a publicação da norma ANSI/ISA S88 proporcionaram uma corrida entre os fabricantes/desenvolvedores de software para a criação e/ou adequação de seus produtos.

As indústrias em geral começaram a conhecer os conceitos e visualizar os ganhos com a aplicação desta norma em seus processos de batelada.

A implantação de sistemas baseados nesta nova cultura começava a engatinhar na época e as pouquíssimas fábricas no Brasil que a utilizam no final do século XX deram espaço ao que temos atualmente: dezenas de aplicações instaladas em todos os segmentos e regiões do país. Cada vez mais os fabricantes trabalham para agregar maior valor aos seus produtos/processos e a utilização da norma e das ferramentas disponíveis nos softwares, se traduz em ganhos reais aos usuários finais.

REFERÊNCIAS

- [1] ISA – International Society of Automation, site: www.isa.org.
- [2] ANSI/ISA-88.01-1995 (R2006) – Batch Control Part 1: Models and Terminology .
- [3] ANSI/ISA-88.00.02-2001 – Batch Control Part 2: Data Structures and Guidelines for Languages.
- [4] ANSI/ISA-88.00.03-2003 – Batch Control Part 3: General and Site Recipe Models and Representation.
- [5] ANSI/ISA-88.00.04-2006 – Batch Control Part 4: Batch Production Records.
- [6] Base Automação, site www.baseautomacao.com.br. ■