

PROJETANDO SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO PARA O MES¹

Marcos de Oliveira Fonseca²
Constantino Seixas Filho³

Resumo

A necessidade de integração e disponibilização de informações do chão de fábrica para o nível corporativo é uma realidade que as indústrias enfrentam para se tornarem cada vez mais competitivas no mundo globalizado. A tomada de decisão no nível estratégico exige um alto grau de colaboração e necessita de dados precisos do processo produtivo em tempo real para garantir a assertividade na condução do negócio. Neste contexto, os sistemas de automação e os sistemas de gerenciamento da produção devem ser projetados de forma a prover as informações certas, no tempo certo para as pessoas certas. Este trabalho apresenta como os sistemas de automação devem ser concebidos e projetados dentro das melhores práticas e tendências de mercado para integração com os sistemas de gestão de produção.

Palavras-chave: Automação; Sistemas MES; Integração.

DESIGNING AUTOMATION SYSTEMS FOR THE MES

Abstract

The necessity of shop floor information integration and access provided to the corporate level is a fact that the industries face to become more competitive in the globalization. Decision making at the strategic level in the organizations requires a high degree of collaboration and needs precise real time data from the process in order to be assertive in driving the business. In this context, automation and production management systems have to be designed to provide the right information to the right person at the right time. This paper presents how automation systems have to be modeled and designed using the best practices and market trends for integration with the production management systems.

Key words: Automation; MES systems; Integration.

¹ *Contribuição técnica ao XI Seminário de Automação de Processos, 3 a 5 de outubro, Porto Alegre-RS*

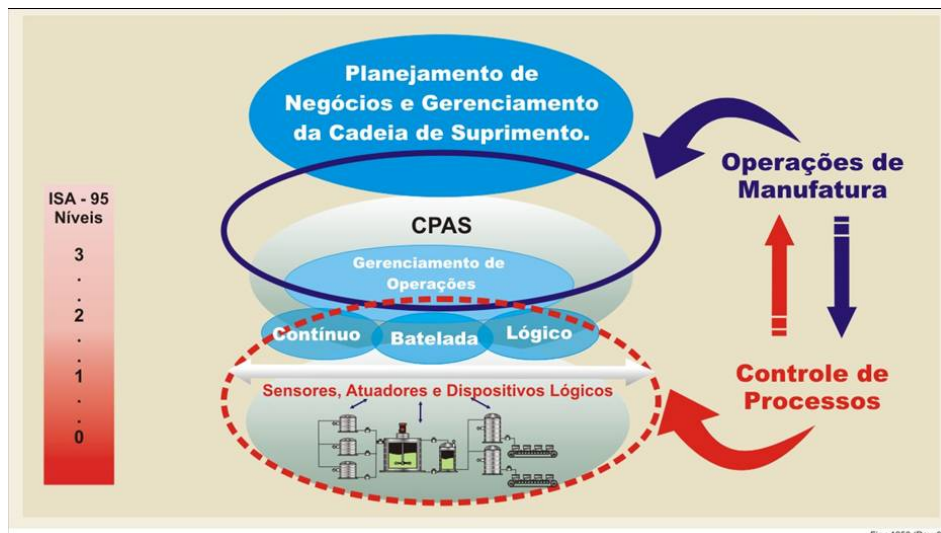
² *Engenheiro Eletricista, M.Sc, Diretor da Divisão de Tecnologia da Automação da ATAN Sistemas, Belo Horizonte – MG, Brasil.*

³ *Engenheiro Eletrônico, M.Sc., Diretor de P&D da ATAN Sistemas, Belo Horizonte – MG, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de automação atuais estão entrando numa nova dimensão dentro do atendimento às necessidades de controle e informação demandadas pelo mercado industrial. O mercado globalizado apresenta características e dinâmica que promovem um grau de competitividade e colaboração jamais observados. A quebra das fronteiras de informação e conhecimento proporcionadas pela Internet, juntamente com o desenvolvimento de tecnologias e padrões abertos, viabilizam uma colaboração entre sistemas, povos, culturas e nações que atingem qualquer indivíduo em qualquer lugar do planeta. Portanto, do ponto de vista de sistemas, não existem obstáculos e nem barreiras que sejam intransponíveis dentro do “mundo plano”.^[1] A convergência tecnológica e integração entre sistemas, que vão do chão de fábrica até os sistemas corporativos, são fatores que refletem como as empresas buscam compatibilizar as exigências do mundo globalizado. A consolidação de normas e padrões internacionais estabelece referências e facilita a integração entre sistemas que estejam alinhados com os mesmos. O conceito de CPAS (*Collaborative Process Automation System*) definido pela ARC Advisory Group expressa bem como os sistemas de automação e MES (*Manufacturing Execution Systems*) devem ser integrados de forma a promover a colaboração entre sistemas e aplicações.

Neste contexto, os sistemas de automação devem estar preparados para se integrar e prover os dados e as informações exigidas pelos sistemas de nível superior. Tradicionalmente, os sistemas de automação eram concebidos com uma visão muito centrada no processo para atender principalmente suas demandas de controle, intertravamento e proteção. Numa abordagem mais atual, os sistemas de automação devem ser concebidos e projetados com uma visão mais ampla, contemplando também as necessidades do negócio para ser a principal fonte de dados e informações do processo.



Fonte: ARC Advisory Group

Figura 1 – Collaborative Process Automation System – CPAS

Um aspecto relevante que potencializa uma maior integração e colaboração entre os sistemas de automação e os níveis superiores é a maior padronização de sistemas e tecnologias promovidas pelo mercado de automação. A consolidação de normas e padrões de mercado como a ISA S88, ISA S95, ISA S99, OPC, B2MML,

PackML, BatchML, IEC 61131, etc; tecnologias como o XML, SOAP, Ethernet Industrial, Wireless, Fieldbuses, etc; e de entidades e organizações como a PLCopen, OpenO&M, MIMOSA, OMAC, WBF, W3C, OAGI, etc; permite que os produtos e soluções de automação possam convergir para um maior nível de colaboração exigido pelo mercado.

Um bom exemplo deste processo de colaboração é esperado para o novo padrão OPC UA (*Unified Architecture*), que promete ser a principal forma de transporte de dados e informações do chão de fábrica até o ERP (*Enterprise Resources Planning*). No OPC UA já está sendo considerado uma maior capacidade de troca de informações, assim como um modelo de segurança de dados e confiabilidade de sistema seguindo as tendências tecnológicas para garantir o atendimento a todas as exigências do mercado.

A seguir são destacados os pontos característicos do projeto tradicional e as melhores práticas para concepção e projetos de sistemas de automação numa abordagem de colaboração entre sistemas.

2 PROJETO TRADICIONAL PARA SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO

A filosofia tradicional para concepção e projeto de sistemas de automação sempre foi muito centrada no processo. Desta forma, eram priorizadas as seguintes características para o sistema de automação:

- Instrumentação adequada para monitoração e controle do processo, com capacidade limitada para diagnóstico e gerenciamento de ativos;
- Utilização restrita de redes de campo, limitando o potencial de uso de instrumentos e dispositivos inteligentes;
- Controladores dedicados principalmente para atendimento das necessidades de controle, proteção, intertravamento, sequenciamento e monitoração do processo;
- Nível de conectividade e integração normalmente restritos às unidades e células de processo, criando ilhas de informação;
- Funcionalidades de controle e supervisão com limitações no atendimento das necessidades de aquisição dados e integração com os sistemas de gestão de produção e de manutenção;
- Arquitetura de sistema com pouca integração do sistema de automação com os níveis superiores (PIMS, LIMS, MES, ERP, etc.), devido às restrições impostas pela falta de políticas de segurança e de padronização funcional e tecnológica;
- Pouco domínio das necessidades e funcionalidades de gestão de produção e sua integração com o sistema de automação;
- Modelamento incompleto dos objetos de controle sem contemplar as necessidades do sistema de informação;
- Capacitação das equipes de desenvolvimento e manutenção do sistema de automação com pouca formação em infra-estrutura de redes de comunicação, segurança de dados e tecnologias de TI;
- Dificuldades para convergência de tecnologias e padrões para os sistemas de automação e de TI.

Devido às características apresentadas acima, a maioria das implementações de sistemas de gestão de produção, mais conhecidos como MES, tem dificuldades ou mesmo restrições para se integrar com os sistemas de automação tradicionais. Para permitir a integração, muitas vezes são necessários investimentos e desenvolvimentos adicionais ou mesmo a restrição de funcionalidades do MES. Um exemplo muito comum observado na prática, consiste de um sistema de pesagem

de um determinado produto, que deve prover os dados necessários para o fechamento de produção dentro do MES. Se o sistema de automação não conseguir detectar automaticamente problemas de erros de medição ou mesmo inconsistências na pesagem em função das condições operacionais, será necessário exigir a intervenção do operador para consolidar os dados e informações geradas pelo MES para fechamento de produção. Normalmente, esta intervenção é uma fonte de erros. Estratégias mais elaboradas para Balanço de Massa no nível do MES ficam comprometidas neste cenário. Outro exemplo muito comum consiste na apropriação de causas de paradas para a determinação do OEE pelo MES. Se o sistema de automação não tiver a capacidade de prover os dados e permitir a correta apropriação dos tempos e motivos de paradas, a determinação correta da eficiência dos equipamentos ficará comprometida, assim como o processo de manutenção e capacidade de produção.

De forma geral, os principais problemas observados na implementação de sistemas MES integrados com sistemas de automação tradicionais podem ser resumidos a seguir:

- Restrição do nível de integração e funcionalidades proporcionadas pelo MES;
- Dificuldades para integração e conectividade com o sistema de automação, assim como problemas de desempenho de redes e de controladores;
- Menor grau de automatismo para aquisição e tratamento de dados, normalmente exigindo a intervenção do operador para complementação manual de informações geradas pelo MES;
- Restrições para processamento pelo sistema de automação das receitas, parametrizações e ordens de produção enviados pelo MES;
- Maior dificuldade e custo para gerenciamento de ativos e melhoria contínua do processo;
- Necessidade de consolidação de dados e informações no MES entre diversas ilhas e fontes de informação;
- Falta de flexibilidade para alterações no processo produtivo e diversidade de produtos;
- Maior dificuldade para manutenção do sistema;
- Outros.

3 NECESSIDADES E FUNCIONALIDADES PARA OS SISTEMAS MES NA VISÃO DA MANUFATURA COLABORATIVA

A utilização de aplicações de *middleware* para implementação de funcionalidades que preencham o espaço funcional entre os sistemas de automação e o ERP já é uma prática utilizada em muitas empresas. Entretanto, a utilização de um sistema com as funcionalidades necessárias para o gerenciamento da produção ainda está longe de ser uma realidade. Apesar dos sistemas existentes se proporem a resolver as limitações do ERP no que se refere ao gerenciamento da produção, somente uma implementação adequada das funcionalidades de MES de forma integrada aos sistemas de automação e ao ERP proporcionam os benefícios esperados para o negócio das empresas. As funcionalidades de MES devem ser definidas e implementadas de forma a atender as necessidades do negócio das empresas e possuir uma integração adequada com os níveis de automação e ERP. As funcionalidades de MES⁽²⁾ são apresentadas a seguir:

- Aquisição/Coleta de dados;
- Alocação e monitoração de recursos;

- Planejamento/Sequenciamento da Produção;
- Despacho das unidades de produção;
- Controle de documentação;
- Rastreabilidade e Genealogia;
- Análise de desempenho;
- Gerenciamento do trabalho/ apontamento de mão-de-obra;
- Gerenciamento da manutenção;
- Acompanhamento e Gerenciamento da produção; e
- Gerenciamento da qualidade.

Para que as funcionalidades de MES possam ser devidamente integradas com o sistema de automação, não somente a conectividade e disponibilização de dados deve ser implementada. É fundamental que os programas aplicativos do sistema de automação estejam preparados para receber e processar os comandos provenientes do MES, assim como prover os dados e informações gerados pelo processo e pela intervenção dos usuários do sistema de automação. Como o sistema de automação é a principal interface de operação do processo, é desejável que as funcionalidades do MES estejam bem integradas com o mesmo para facilitar a sua utilização (Figura 2).

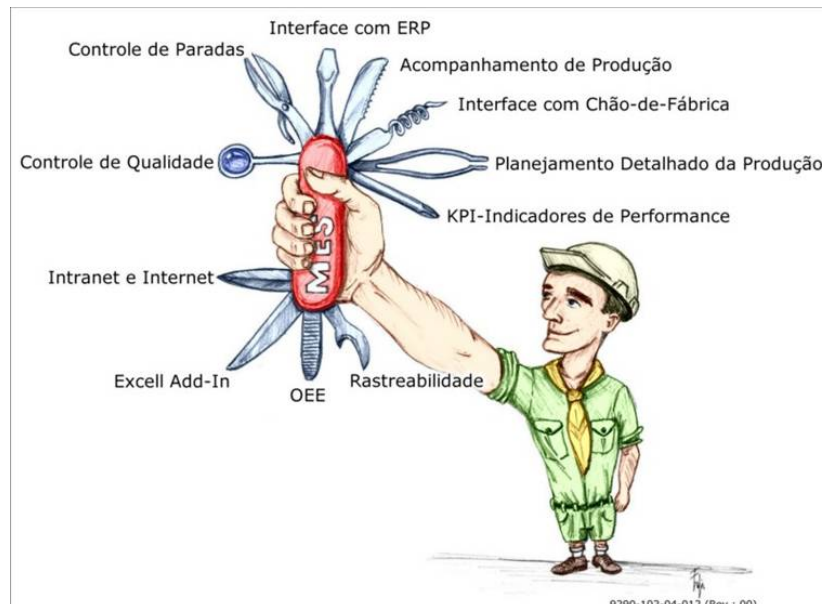


Figura 2 – Disponibilização das funcionalidades do MES para os usuários do sistema de automação

Ainda que o sistema de automação possa funcionar simplesmente como um sistema de aquisição de dados para o MES, deixando todas as funcionalidades e interações para esse nível, muito das informações são consolidadas de forma mais eficiente no nível de automação. Por exemplo, a consolidação da totalização de uma balança para controle de inventário e balanço de massa deve levar em consideração a forma de aquisição e totalização dos dados, assim como as interferências da condição de operação (máquina parada, desvios de fluxo, reprocessamento, etc.). Portanto, o sistema de automação deve ter o seu programa aplicativo desenvolvido de forma a garantir que os dados e informações trocados com o MES sejam consistentes em todo o processo produtivo.

Outro ponto importante consiste no fato de que os comandos e informações enviados pelo MES para execução das ordens de produção devem ser processados pelo sistema de automação de forma condizente com o processo controlado,

evitando intervenções manuais desnecessárias que possam interferir no planejamento de produção e nos dados gerados.

Um exemplo ilustra a dependência entre os dois sistemas. Uma das funcionalidades mais básicas do MES é o gerenciamento de paradas da planta. O gerenciamento de paradas irá alimentar o cálculo do índice de disponibilidade de equipamentos, linhas e células de produção que por sua vez é base para o cálculo do OEE. Uma função do sistema de automação será fornecer notificação de paradas de equipamentos de processo e também de equipamentos de automação. Hoje paradas operacionais devido a problemas de automação podem se tornar um problema em si com grandes implicações para o restante da planta. O sistema de automação deverá portanto monitorar todos os seus ativos: controladores, servidores, estações clientes, no-break, equipamentos de rede, etc; para que o MES seja capaz de identificar que uma parada na aciaria se deveu a uma causa de automação, por exemplo de uma rede de automação saturada ou CLP fora do ar ou inversor com defeito. As paradas de linha por sua vez são definidas por regras de negócio na camada MES.

Um outro exemplo seria o gerenciamento de um processo em batelada. O MES depende do sistema de automação que deve enviar a identificação da fase corrente do processo, o timestamp do início e do final da fase, valores de variáveis monitoradas na fase com timestamp, eventos e intervenções por fase, etc. Este gerenciamento fica muito mais natural se a programação do controlador obedecer ao padrão S88 e se o programa for codificado em linguagem SFC (Figura 3).

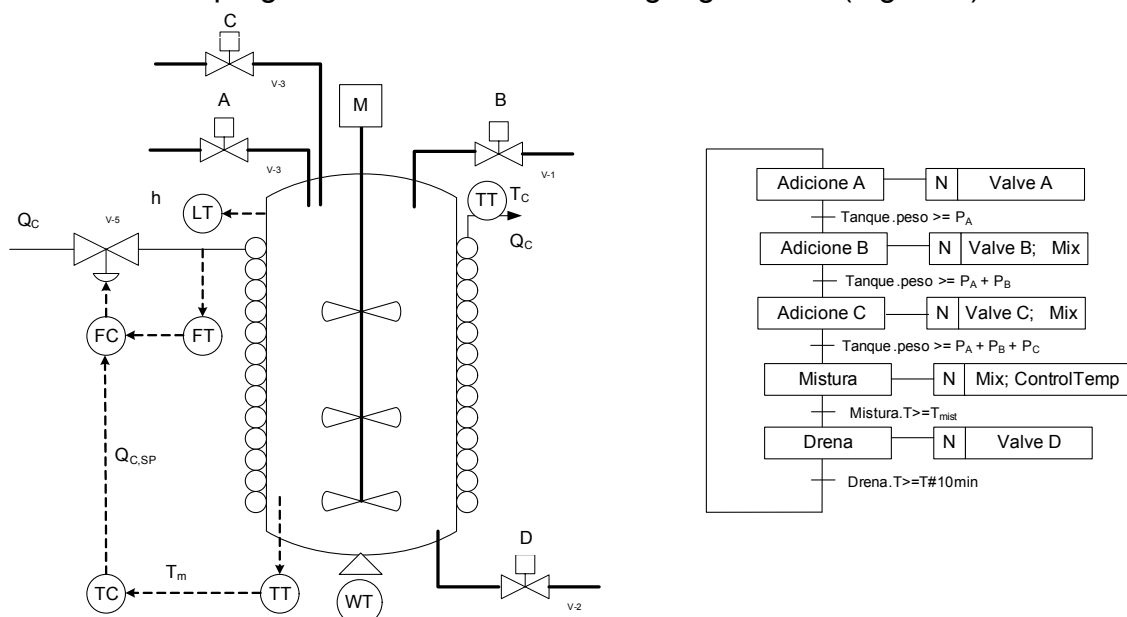


Figura 3 – Escolha da linguagem adequada simplifica gerenciamento das informações

Finalmente, muito dos dados gerados pelo sistema de automação são utilizados para o fechamento de produção no MES. É cada vez mais comum que sejam necessários mecanismos transacionais para garantir a integridade e consistência dos dados que serão enviados para o MES. Os modernos controladores de processo e sistemas transacionais permitem que sejam implementados os mecanismos mais confiáveis.

4 CONCEPÇÃO E PROJETO DE SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO PARA O MES

Para que os sistemas de automação sejam concebidos e projetados de forma a atender às necessidades e características esperadas para o MES, faz-se necessário ampliar a visão tradicional dentro da visão de negócio da empresa e tendências do mercado. Os sistemas de automação devem ser projetados de forma a adequar as características tradicionais, assim como acrescentar novas características, objetivando preencher todas as funcionalidades exigidas para que o processo produtivo possa converter demandas de negócio em operações de produção e vice-versa. Neste intuito, os sistemas devem ser concebidos e projetados levando em consideração:

- Modelamento inicial de todas as necessidades de negócio, funcionalidades de gestão de produção, operação e controle do processo produtivo dentro da visão da manufatura colaborativa.
- Modelamento, estruturação e padronização dos tags e dados trocados entre o sistema de automação e os sistemas de gestão objetivando a utilização de uma base de dados única.
- Utilização de instrumentação inteligente interligada através de redes de campo com capacidade e desempenho adequados para controle, aquisição de dados, geração de diagnósticos e informações para gerenciamento de ativos e atendimento às necessidades da automação e do MES.
- Estruturação, modularização e programação dos controladores utilizando a técnica de orientação a objetos e linguagens de programação de alto nível, objetivando uma maior adequação e flexibilidade do sistema de controle para as exigências de controle de processo, aquisição de dados e troca de informações com o MES. Recomenda-se que o controlador seja utilizado como principal fonte de aquisição de dados do processo, sempre levando em consideração a priorização da execução das funções de controle e sem comprometimento do seu desempenho e capacidade de armazenamento de dados.
- Interligação e integração dos sistemas de automação e de gestão de produção através de redes de comunicação abertas, utilizando protocolos e padrões de comunicação abertos para facilitar a conectividade e facilidade de troca de informações entre sistemas. Recomenda-se neste caso a utilização da rede Ethernet TCP/IP e do padrão OPC. A capacidade de comunicação das redes deve ser compatível com os volumes e taxas de aquisição de dados exigidas pela dinâmica do processo controlado e pelas necessidades de geração de informação. Quando necessário, devem ser implementados mecanismos para controle de transação para garantir a consistência da troca de dados e recuperação de mensagens.
- Utilização de uma arquitetura de sistema aberta, com separação dos níveis, das camadas de funcionalidades e redes de comunicação adequadas para o porte e complexidade dos sistemas envolvidos. A arquitetura deve promover a interligação e integração de todos os sistemas de automação, de gestão de produção, ERP e sistemas afins, assim como as áreas de processo dentro das características de confiabilidade e segurança operacional esperadas para o sistema como um todo. A arquitetura deve considerar também os sistemas e requisitos de segurança, esquemas de domínio e acesso ao sistema. Sempre que possível, deve ser previsto a capacidade de roteamento entre os níveis de rede de forma a facilitar o acesso a dados que não necessitem ser propagados entre os níveis ou que tenham características de acesso específicas.

- Implementação no sistema de automação das funcionalidades necessárias para evitar ou minimizar a geração de dados de forma manual ou que necessitem da intervenção humana de forma sistêmica que possa implicar na introdução de erros nas informações tratadas pelo MES.
- Sempre que necessário, deve-se buscar uma consolidação dos dados e eventos de processo gerados pela automação em uma base de dados histórica unificada (temporal e/ou relacional) para facilitar e simplificar a interação do MES com estes dados.
- Sempre que possível, prever a geração automática no nível de automação dos dados para composição dos KPIs do negócio.
- Utilização das normas, tecnologias, padrões de mercado e melhores práticas para implementação dos sistema de automação objetivando a facilidade de integração e redução do custo total de propriedade e maximização do retorno sobre ativos.

Os pontos apresentados acima refletem as melhores práticas observadas para os sistemas de automação integrados ao MES. Os sistemas implementados, considerando os pontos apresentados, permitem a obtenção dos seguintes objetivos:

- Maior aderência e flexibilidade dos sistemas de automação às necessidades do negócio definidas no MES;
- Maior consistência e precisão das informações de processo utilizadas na tomada de decisões;
- Infra-estrutura adequada do sistema de automação para implementação de todos os grupos funcionais do MES;
- Maior facilidade de treinamento e manutenção do sistema;
- Maior capacidade de expansão, escalabilidade e maior flexibilidade para adequação dos sistemas às alterações das regras de negócio e do processo produtivo;
- Integração de dados de forma segura entre os diversos níveis da organização;
- Redução do custo total de propriedade e maximização do retorno sobre ativos.

Um ponto fundamental para o sucesso no projeto e implementação de sistemas desta natureza está no processo de gestão de mudanças. Os diversos usuários do sistema devem estar preparados para receber e manter os novos conceitos e filosofias adotadas. O ideal é que este processo seja assimilado da forma mais natural possível.

5 EXEMPLO DE SISTEMA UTILIZANDO A ABORDAGEM APRESENTADA

Para exemplificar a utilização da abordagem apresentada, serão destacados alguns pontos relevantes de um projeto implementado em uma planta metalúrgica.

A planta possuía um sistema de automação e de gestão de produção antigos que passou por uma modernização dentro da visão da implementação das funcionalidades do MES definidas pela norma ISA S95. O sistema antigo não permitia uma adaptação fácil devido às limitações da sua concepção e tecnologias utilizadas, tanto no nível de controle e automação, como no nível de gestão de produção. Portanto, o sistema de automação foi totalmente remodelado e desenvolvido a parte de software juntamente com o desenvolvimento de um novo sistema de gestão de produção.

A nova concepção funcional dentro das considerações apresentadas no presente trabalho não puderam ser implementadas na íntegra quanto à arquitetura física, uma vez que boa parte do hardware dos sistemas foi mantido. Quanto à parte lógica e funcional, foram mantidos os atendimentos às necessidades de controle do processo existente. As principais diferenças observadas para o sistema implementado são:

- Especificação de todas as funcionalidades do MES e da automação dentro de uma visão única de negócio aplicada ao processo existente. Foram definidos todos os grupos funcionais do MES definidos pela norma ISA S95 exigidos pelo cliente.
- Remodelamento da base de dados e programação dos controladores usando a técnica de orientação a objetos e linguagens mais apropriadas para compatibilização das necessidades da aplicação. Foi utilizado a base de dados única no controlador para os tags de processo e linguagens da norma IEC (LD, FBD e ST), com destaque para o uso da linguagem SFC com máquina de estados definida pela norma ISA S88. O nível de diagnóstico, facilidade de operação e manutenção do sistema foram elevados para um nível muito superior ao do sistema antigo.
- Implementação da comunicação OPC entre os sistema de controle e sistema de supervisão.
- Utilização do sistema de supervisão na arquitetura cliente/servidor com servidores redundantes de dados de tempo real (RDTS) e múltiplos clientes de operação. A interação das funcionalidades do MES dentro do ambiente de supervisão foram implementadas de forma a minimizar o número de interfaces de operação.
- Implementação do PIMS para atuar como base de dados histórica temporal do processo.
- Implementação de um sistema MES em plataforma SOA (*Services Oriented Application*) baseado em Java e fila de mensagens. O MES foi totalmente integrado ao sistema de automação e ao sistema corporativo da empresa.
- Utilização do processo de gestão de mudança para promover e facilitar a transição para o novo sistema.

Após a implantação do novo sistema, todos os objetivos estabelecidos pelo cliente foram atendidos de forma plena. Um dos principais fatores de sucesso do negócio, que é o elevado grau de flexibilidade para elaboração de várias receitas para composição de um grande diversidade de produtos, foi atingido com sucesso, pois o sistema de automação foi concebido da forma adequada. Como resultado inicial, o tempo médio de preparação de uma receita foi reduzido em cerca de 10 a 25%, logo ao final da implantação do sistema. Este tempo poderá ser reduzido ainda mais com a maior assimilação e melhoria do uso do sistema ao longo do tempo.

CONCLUSÕES

A concepção e projeto de sistemas de automação deve levar em consideração as características e necessidades de sua integração objetivando a colaboração entre sistemas e aplicações. A utilização dos sistemas de gestão de produção, o MES, exige que os sistemas de automação sejam preparados para promover a colaboração na troca de dados e informações que afetam o negócio das empresas.

A utilização de normas, padrões e tecnologias predominantes no mercado para integração entre sistemas é um dos fatores de sucesso no desenvolvimento de sistemas de automação que sejam preparados para o MES. Ainda que o sistema MES não venha a ser implementado junto com o sistema de automação, é

importante que sejam definidos os pontos básicos e funcionalidades esperadas para o MES, de forma a permitir o melhor modelamento para o sistema de automação.

A correta concepção e projeto de sistemas de automação para o MES é um dos fatores determinantes para se obter o resultado esperado para o negócio das empresas.

REFERÊNCIAS

- 1 FONSECA, M. O; SEIXAS, C. FILHO; “**ARC Fórum de Estratégias para a Manufatura Colaborativa – Provocando a Performance em um Mundo Plano**”, Intech Brasil, nº 89, pág. 38-42, 2007.
- 2 “**MES Explained: A High Level Vision**” MESA International, white paper #6, 1997.