

UMA ABORDAGEM PARA A GERÊNCIA DE PRODUÇÃO EM REDES INDUSTRIAIS

S. B. M., Joberto e Fernando W. Cruz
GRC/DSC/ITEEL/UEPB : Grupo de Redes de Computadores
CP 10117
58.100 - Campina Grande - Pb
Fone: (083) 3411696
Fax : (083) 3224032
e_mail : job@brufpb2.bitnet

Resumo

A gerência de produção é uma atividade importante no ambiente industrial e, nos dias atuais, pode utilizar a tecnologia de redes industriais para a implementação de seus aplicativos, de forma mais eficiente. Neste artigo, é descrita a implementação de um conjunto de primitivas de serviço para suportar aplicativos de gerência de produção. Essas primitivas seguem a modelização de um padrão associado conforme ao padrão MMS em redes industriais no ambiente da manufatura integrada.

Abstract

Production Management is an important activity in the industrial environment. Currently, industrial network technology can be used to implement applications in an efficient form. This paper describes the implementation of a group of service primitives which support the implementation of production management applications following the modelling of a Companion Standard in accordance with the MMS Standard in industrial networks for the integrated manufacturing environment.

1. Introdução

A indústria de manufatura é hoje um dos setores que mais tem exigido pesquisas e suporte tecnológico para vencer a questão da competitividade gerada pela abertura da economia de mercado mundial.

Dentro deste contexto, com o passar dos anos, foram surgindo várias iniciativas (tecnologias CAD, CAM, CAPP, ...) que permitiram melhorar o desempenho das fábricas no sentido de diminuir o custo e o tempo de produção, além de aumentar a qualidade dos produtos.

Uma das iniciativas recentes de melhoria do processo de otimização das indústrias foi o CIM ("Computer Integrated Manufacturing"), que, na realidade, é uma filosofia de

integração das informações em todos os níveis da indústria de manufatura com auxílio do computador.

O conceito de integração entre as partes no ambiente das fábricas deu margem a utilização de tecnologias de redes industriais de computadores para suportá-la. Dentre essas soluções destaca-se o projeto MAP ("Manufacturing Automation Protocol")[02], por ser voltado especificamente para o contexto da manufatura integrada, além de ser conforme ao padrão OSI/ISO[03].

O protocolo MMS ("Manufacturing Message Specification")[05], por sua vez, é considerado como um dos componentes importantes do MAP, na medida em que permite a troca de mensagens entre equipamentos e sistemas de controle no âmbito da fábrica.

O MMS é um protocolo genérico por não especificar as particularidades de sua implementação nos diversos tipos de equipamentos existentes. Esses detalhes são objeto de documentos especiais, chamados padrões associados ("Companion Standards"). Existem hoje alguns padrões associados em elaboração (CLP/NEMA, CNC/EIA, CNR/RIA, Controle de Processos/ISA), enquanto outros ainda estão em fase de proposta.

O objetivo deste artigo é apresentar um estudo feito em cima de uma proposta de Padrão Associado para Gerência de Produção (PAGP)[08]. Este estudo busca verificar a validade dessa proposta através de uma implementação, além de tentar cobrir alguns pontos não totalmente abordados pela mesma.

A seguir são apresentados sequencialmente, alguns aspectos da gerência de produção, os serviços providos pelo PAGP e algumas considerações sobre a implementação propriamente dita.

2. O Controle da Atividade de Produção (PAC)

Do ponto de vista organizacional pode-se em geral, ver as indústrias de manufatura divididas em setores, tais como marketing, finanças, produção, operação e outros.

Em particular, as gerências de produção e operação podem ser vistas como atividades relacionadas com a criação de produtos e serviços por diversos tipos de indústrias de manufatura[01]. Essas atividades implicam na tomada de decisões estratégicas quanto ao projeto do produto, o tipo de processo a ser utilizado, o "layout" da unidade funcional em questão, recursos humanos, controle de estoques, etc.

Dentro deste contexto pode-se supor a existência de um Sistema de Manufatura Flexível (FMS)[01], que permita adaptar a corporação às modificações exigidas pelo mercado de consumo. Isto é possível graças a utilização de máquinas programáveis, à transferência de materiais entre essas máquinas, trocas de ferramental nos equipamentos e tecnologias afins, que, trabalhando em conjunto, produzem o resultado desejado.

Por outro lado, pode-se pragmaticamente ver o controle da atividade de produção (PAC - "Product Activity Control")[13] como o responsável por transformar as decisões de planejamento de alto nível em decisões de baixo nível para controle da produção e vice-versa (Fig. 01). Browne et al [13], por sua vez, demonstram que os módulos PAC perdem em funcionalidade por tentar gerenciar o nível de fábrica e, ao mesmo tempo, se preocupar com os controles exigidos na comunicação remota.

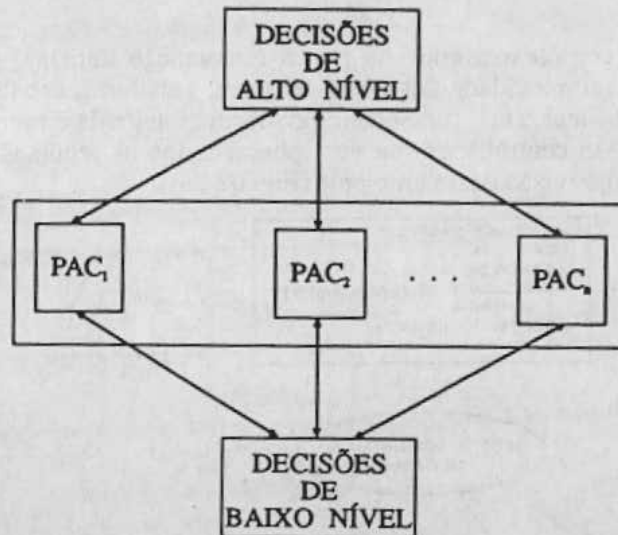


Figura 1 - Módulo PAC no contexto da Indústria de manufatura moderna

O PAGP (seção 3) se encaixa então como uma ferramenta de suporte às aplicações de gerência na medida em que assume para si as tarefas de comunicação com o chão de fábrica.

3. O PAGP - Padrão Associado para Gerência de Produção

Atualmente no contexto da indústria de manufatura, tem-se difundido bastante a idéia de integração de sistemas via soluções padronizadas. Dessa forma, o MMS é tido como um dos pilares básicos por permitir a comunicação entre equipamentos heterogêneos.

O PAGP é uma proposta de padronização das funções de gerência de produção na forma de um protocolo, segundo as regras de formação dos padrões associados definidos para o MMS. A característica principal dessa solução é ser composta de serviços mais abstratos do que outros padrões associados já propostos.

As seções seguintes definem o ambiente de atuação e a descrição dos serviços providos pelo PAGP.

3.1 Tipos de Ambientes para Gerência de Produção

Antes de descrever as funções definidas no PAGP, faz-se necessário comentar sobre os tipos de ambientes fabris suportados por tecnologias de redes industriais no que diz respeito ao nível de automação envolvido.

Em ambientes simples com baixo grau de automação, tem-se a gerência assessorada pela participação efetiva de operários no processo de produção. Nesse contexto, as mensagens são enviadas aos terminais de operadores que, por sua vez, atuam direto com o maquinário.

As fábricas semi-automatizadas em geral tem uma quantidade menor de operários atuando nos processos e a gerência é facilitada pela monitoração direta de alguns equipamentos.

Em ambientes complexos, onde há pouca intervenção humana, pode-se imaginar equipamentos de alta complexidade tais como sensores, atuadores, robots, CLP's, CNC's, AGV's, esteiras automáticas, etc... funcionando de forma integrada e monitorados por uma central de controle. Essa central, por sua vez, possui todos os recursos disponíveis para permitir uma correta supervisão desse ambiente (Fig. 02).

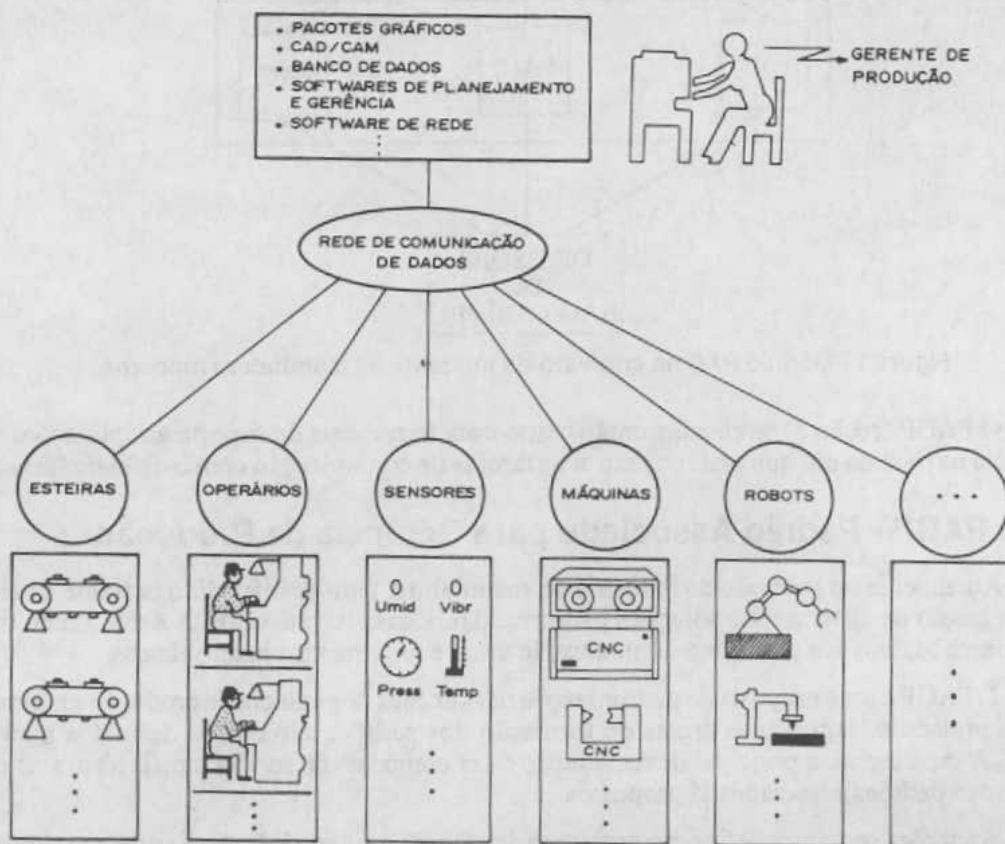


Figura 2 - A atividade de Gerência de Produção

O PAGP fornece serviços que se prestam a monitorar qualquer dos ambientes.

3.2 Descrição dos Serviços PAGP

A atividade de controle de produção (PAC), conforme mencionado, pode ser vista como responsável por manter comunicação tanto com outros departamentos (setores) como com o nível de fábrica (sistemas de controle, máquinas específicas, pessoas, ...).

A comunicação a nível de departamentos pode ser feita numa filosofia CIM, por exemplo, através de uma base de dados. A comunicação com o nível de fábrica pode ser feita através dos serviços PAGP (Fig. 03). Esses serviços estão distribuídos em unidades funcionais descritas a seguir, conforme proposto em [01] e [08].

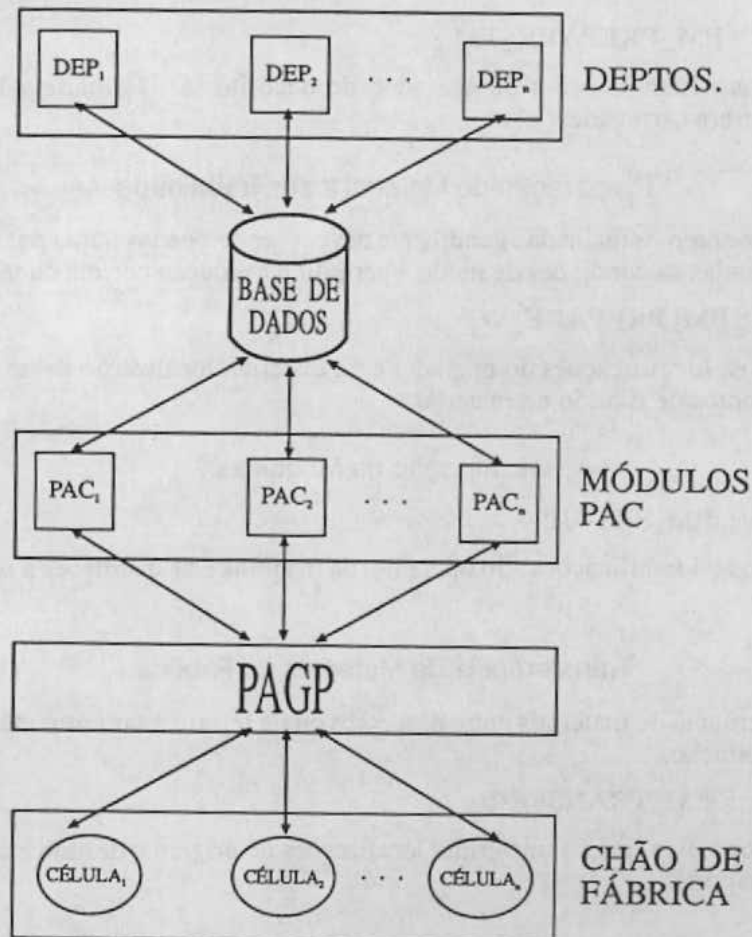


Figura 3 - Visão do PAGP como suporte para os PACs no ambiente CIM

3.2.1 Controle de Inventário

O controle de inventário se refere à parte de preparação do ambiente antes de iniciar um ciclo de produção. Essa preparação envolve ligar máquinas, ajustá-las, verificar material de trabalho, ferramentas, robots, esteiras, etc. Essas tarefas podem ser obtidas pela solicitação dos serviços PAGP descritos abaixo.

Preparação dos Depósitos de Ferramentas

Os depósitos de ferramentas devem ser carregados com as ferramentas apropriadas para um ciclo de produção. Dependendo do grau de automação, essa carga pode ser feita manualmente, por um operador humano, ou de forma automática com algum sistema avançado de manufatura respondendo às instruções do gerente de produção.

Primitiva : PM_PREPARE_TM

Parâmetros : Identificações do operador, do depósito a ser carregado e a lista de ferramentas a serem carregadas.

Preparação do Material a ser Trabalhado

As peças a serem trabalhadas geralmente devem ser colocadas numa posição adequada e que satisfaça todas as condições de modo a permitir a execução correta da tarefa.

Primitiva : PM_PREPARE_WP

Parâmetros: Identificações do operador e do material, localização desse material, lista de fixações e pontos de fixação no material

Inicialização de Máquinas

Primitiva : PM_SET-UP

Parâmetros : Identificações do operador, da máquina e as instruções a serem seguidas na operação

Transferência de Materiais na Fábrica

A transferência de materiais entre processos ou de ferramentas entre máquinas é parte essencial da produção.

Primitiva : PM_TRANSFER

Parâmetros : Item a ser transferido, localizações de origem e destino e a identificação do meio de transporte.

Operações de Carga e Descarga

A transferência de materiais pode ser feita por AGV's ou esteiras, mas é necessário fornecer uma primitiva que informe o tipo de operação a ser feita para completar a tarefa.

Primitiva : PM_LOAD-UNLOAD

Parâmetros : Identificação do operador, o tipo de operação a ser feita (carga ou descarga), identificação dos itens a serem manuseados e as identificações de origem e destino dos itens.

Armazenagem de Itens

Essa função é necessária para permitir o retorno de ferramentas, materiais, palhetas, etc..., para os devidos locais após o término de uma tarefa.

Primitiva : PM_STORE

Parâmetros : Identificações do operador e dos itens a serem armazenados.

Carga de Software

Essa função se refere à transferência de programas armazenados em arquivos para os dispositivos controladores.

Primitiva : **PM_TRANSMIT**

Parâmetros : Nome do arquivo e endereços de origem e destino da transferência.

Controle de Máquinas

O PAGP permite ao usuário a flexibilidade necessária para que o mesmo possa controlar o funcionamento das máquinas. Dessa forma pode-se prever a ativação/desativação automática de máquinas na ocorrência de algum evento.

Primitiva : **PM_MACHINE**

Parâmetros : Identificação da máquina e o estado ("on, off, on-line, off-line") a ser assumido.

3.2.2 Controle do Ambiente

Essa unidade funcional refere-se à monitoração física e ambiental da fábrica durante um ciclo de produção. Os serviços PAGP dessa unidade funcional permitem atuação em processos que estão executando. Divide-se nos seguintes itens:

Monitoração de Equipamentos

Primitiva : **PM_STATUS**

Parâmetros : Identificação do dispositivo e o seu estado (ocupado, reservado, ...).

Monitoração do Ambiente

Geralmente existem diversos tipos de sensores espalhados para detectar as variações ambientais (pressão, temperatura, humidade, ...) do chão de fábrica durante um ciclo de produção.

Primitiva : **PM_ENVIRONMENT**

Parâmetros : Identificação do sensor, valor identificado no sensor e as condições que levaram a esse valor.

3.2.3 Controle de Pessoal

Essa unidade funcional contém serviços que permitem ao gerente de produção obter informações sobre os recursos humanos. A partir dessas informações pode-se planejar turnos de trabalho, calcular salários, além de permitir verificar eventuais falhas ou irregularidades na produção.

Primitiva : **PM_MANPOWER**

Parâmetros : Identificação do operador, local de trabalho, turno, hora de início.

Os feriados e ausências não previstas também podem afetar a produção. O PAGP fornece um serviço específico para tratar desses fatos através da primitiva abaixo:

Primitiva : **PM_ABSENCE**

Parâmetros : Identificação do operador, início da ausência (dia e hora), razão da ausência, estimativa de duração e a permissão

3.2.4 Controle de Qualidade

As informações sobre a qualidade de matérias primas e dos sub-produtos são obtidas pela seguinte primitiva:

Primitiva : **PM_INSPECT**

Parâmetros : Identificações do inspetor e do material inspecionado, local da inspeção, recomendações, comentários e lista de opções providenciais.

3.2.5 Manutenção

Dois tipos de trocas de informação são requeridas para fazer as manutenções rotineiras (preventivas) e as emergenciais (corretivas). A primeira delas é um breve relato dos requisitos de manutenção necessários no dia-a-dia a fim de evitar problemas na produção. A segunda se refere à manutenção efetiva de algum equipamento.

Primitiva : **PM_REPORT**

Parâmetros : Identificações do operador e do equipamento em manutenção, localização do equipamento, recomendações, identificação das peças a serem trocadas, tempo estimado para troca, custo estimado e comentários a respeito

Primitiva : **PM_SERVICE**

Parâmetros : Identificações do operador e do equipamento que sofreu reparos, localização do equipamento, identificação das partes trocadas, tempo gasto na troca, custo e comentários a respeito

3.2.6 Tratamento de Erros

Quando uma das primitivas PAGP falha devido a problemas na rede ou no hardware, um operador humano deve ser informado.

Primitiva : **PM_ERROR**

Parâmetros : Nome da primitiva que falhou, hora da falha, identificação do consultor e uma descrição a respeito

3.3 Mapeamento das Funções PAGP nos Serviços MMS

Cada uma das primitivas de serviços indicadas para o PAGP tem um mapeamento específico no MMS. A tabela abaixo apresenta a relação entre essas primitivas e as unidades funcionais MMS utilizadas:

PRIMITIVAS PAGP	SERVICOS MMS
PM_Prepare_TM	Comunic. com Operador
PM_Prepare_WP	Comunic. com Operador
PM_Set-Up	Comunic. com Operador
PM_Transfer	Gerencia de PIs
PM_Load-Unload	Comunic. com Operador
PM_Store	Comunic. com Operador
PM_Transmit	Gerencia de Dominio
PM_Machine	Gerencia de PIs
PM_Status	Suporte do UMD
PM_Environment	Suporte do UMD
PM_Manpower	Acesso a Variaveis
PM_Absence	Acesso a Variaveis
PM_Inspect	Comunic. com Operador
PM_Report	Comunic. com Operador
PM_Service	Comunic. com Operador
PM_Error	Tratamento de Erros

Tabela 1 - Mapeamento PAGP/Unidades Funcionais MMS

4. Implementação da Gerência de Produção em Redes Industriais

Uma primeira consideração a ser feita diz respeito ao ambiente de implementação dos aplicativos de gerência de produção. No nosso caso particular, foi decidido pela implementação do software de gerência de produção em ambiente Unix/SUN (Fig. 04). Tal estratégia visa atender dois requisitos básicos:

- em primeiro lugar, permitir o desenvolvimento num ambiente computacional bastante disseminado para aplicações industriais do tipo CAD/CAM, e
- em segundo lugar, permitir a utilização das ferramentas gráficas e de tratamento de tela disponíveis neste ambiente para a implementação de interfaces homem-máquina para os aplicativos de gerência de produção.

Do ponto de vista de arquitetura de protocolos, esta é uma opção pragmática. Em efeito, tanto a tecnologia IEEE 802.3- Ethernet [09] como a própria definição dos demais protocolos no ambiente Unix/SUN não são completamente adequados para uma rede industrial. No entanto, consideramos que a flexibilidade do ambiente e sua estruturação modular, com o uso do "Adaptador_Rede" descrito adiante, permitem a realização de uma implementação eficiente sem restrições quanto à sua portabilidade para outras arquiteturas mais adequadas para o ambiente industrial.

A estrutura de implementação adotada consta então dos seguintes módulos (Fig. 04)

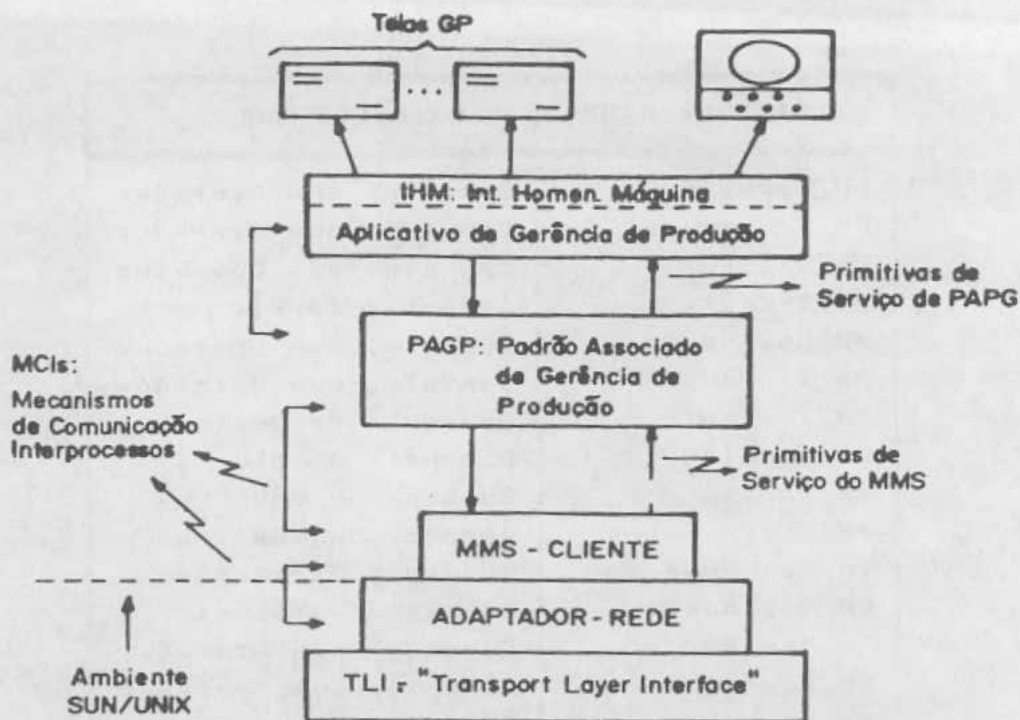


Figura 4 - Estrutura dos processos para Gerência de Produção em rede.

- Um módulo PAGP implementado efetivamente como uma biblioteca de funções em linguagem C que provê para o usuário (aplicação de gerência de produção) o conjunto de primitivas de alto nível descrito na seção 3.2;
- Um módulo MMS[12] como processo MMS-cliente que pode ser acionado diretamente ou através de sua API ("Application Programming Interface") quando disponível;
- Um módulo adaptador de rede funcionando como "driver" para primitivas de rede em diversos ambientes, oferecendo um serviço de transporte de dados confiável.

No que diz respeito à modularidade do software de GP desenvolvido, o PAGP (Padrão Associado de Gerência de Produção), optou-se pelo acoplamento do mesmo à interface de programação para aplicações distribuídas do ambiente Unix/SUN através de um módulo Adaptador_Rede. Este módulo funciona como uma espécie de "driver" e propicia basicamente uma interface que mapeia as primitivas tipo "request/ indication/ response/ confirm" dos módulos MMS envolvidos na execução da função de GP na interface de transporte padrão do ambiente Unix (TLI - "Transport Layer Interface") [10].

A implementação do PAGP segundo a estruturação apresentada prevê duas fases de execução:

- na fase atual, realiza-se a implementação de um PAGP conforme à proposição de Rae [08];
- numa segunda fase, far-se-á um estudo visando a apresentação de contribuições ao documento base de nossa implementação.

Na primeira etapa de desenvolvimento deste trabalho (em fase de conclusão), o objetivo é claramente implementar a proposição de padrão associado definida em Rae [08], e experimentar esta proposição através de:

- testes práticos com aplicativos de gerência de produção em rede;
- avaliação prática do mesmo no ambiente de empresas nacionais (visitas técnicas e estágio com o projeto RHAE/ITEEL de automação e redes);
- implementação de uma biblioteca de telas (projeto ITEEL/RHAE) para gerência de produção.

A título de exemplo, as seguintes questões foram levantadas já nesta primeira fase do projeto, e deverão ser objeto de análise na fase posterior:

- qual o grau de necessidade e como prover efetivamente serviços assíncronos no PAGP (biblioteca);
- definir claramente no documento as possíveis estruturas de implementação do(s) diálogo(s) cliente/servidor;
- definir claramente o perfil de aplicações de gerência de produção suportadas ("Application Profile");
- a necessidade de inclusão de novos serviços (PM_MESSAGE).

A contribuição em relação à proposta apresentada torna-se visível com a análise minuciosa dessas e de outras questões eventuais.

5. Conclusão

A gerência de produção é uma atividade multi-disciplinar que tem recebido muitas contribuições nos últimos anos. Nos dias atuais, tem-se que as redes industriais são uma realidade e, como tal, fornecem um serviço de comunicação no chão de fábrica que pode contribuir para uma melhor realização das funções de gerência de produção.

Neste trabalho, procura-se fundamentalmente demonstrar a viabilidade desta estratégia através de uma implementação. As escolhas quanto à estruturação dos processos e ao ambiente de implementação visaram atender a requisitos de simplicidade, fruto de nossa experiência, e de aplicabilidade de soluções geradas no ambiente da automação integrada.

Vale ainda ressaltar que o PAGP é, na realidade, uma proposta de padronização que está sendo analisada no âmbito da ISO. Nossa intenção é tentar fornecer, com essa implementação, alguma contribuição para se chegar a uma versão final aceita internacionalmente.

6. Referências Bibliográficas

- [01] Jay Heizer and Barry Render, "PRODUCTIONS AND OPERATIONS MANAGEMENT", Allyn and Bacon, Second Edition, 1991.
- [02] General Motors, "MAP Specification - Version 3.0", 1987.
- [03] International Standards Organization, "Basic Reference Model", ISO-IS 7498, 1987.
- [04] Andrew Kusiak et al., "Computer Integrated Manufacturing: A Structural Perspective", IEEE Network, Vol.2, Nº 3, 1988.

- [05] Electronics Industry Association - EIA, "Manufacturing Message Specification - MMS - Service and Protocol Specification", 1987.
- [06] Joberto, S.B.M., "Redes Industriais: O Estado da Arte da Tecnologia", 1º Seminário sobre Redes de Comunicação Industrial, São Paulo, 1990.
- [07] International Electrotechnical Commission - IEC, "Programmable Controller Message Specification", 1989.
- [08] Andrew Kennedy Rae, "An MMS Companion Standard for Production Management", Department of Computer Science, University of Strathclyde, Glasgow, United Kingdom, 1991.
- [09] William Giozza et al., "REDES LOCAIS DE COMPUTADORES - TECNOLOGIA E APLICAÇÕES", McGraw-Hill, 1986.
- [10] SUN Microsystems, "Network Programming Guide", Revision A, 1990.
- [11] Joberto, S.B.M. e Clizenit, P.A.L., "Protocolo de Transferência de Arquivos em Redes Industriais: Considerações sobre Implementação e Desempenho", 8º Congresso Brasileiro de Automática, Belém, 1990.
- [12] Mônica V. C. Aguiar, Elizabeth Sphor e Joberto S.B. Martins, Aspectos de Implementação de um Servidor MMS", 9º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, Florianópolis, 1991.
- [13] Browne, Harhen, Shivnan, "PRODUCTION MANAGEMENT SYSTEMS: A CIM PERSPECTIVE", Addison Wesley, 1988