

Aplicação da Programação Avançada da Produção aos Serviços de Manutenção - Teoria das Restrições e Softwares de Programação considerando Capacidade Finita APS e MES

Celso Luiz Santiago Figueirôa Filho⁽¹⁾
Denilson Correia Carvalho⁽²⁾

Resumo

As demandas exigidas pelos processos produtivos complexos levaram ao desenvolvimento de soluções que pudessem tratar simultaneamente os diversos recursos, processos e operações, de maneira a permitir a gestão da produção conforme as condições do momento (mix de produção, paradas de máquinas, prazos exíguos, mudanças de prioridades,...). O segmento de manutenção na maior parte das situações convive com este contexto, mas utiliza como técnicas de programação as mesmas para o projet,. Os serviços em oficinas centralizadas ou dos prestadores de serviços às grandes empresas e a programação diária colocam o programador em situações em que as técnicas de projeto normalmente não conseguem solucionar e acabam usando como regras apenas a sua experiência, que é limitada pela capacidade humana de gerir múltiplas informações e operações. A estas situações os conceitos da Teoria das Restrições e a aplicação dos softwares de Programação Avançada considerando Capacidade Finita dos recursos se adequam. Além da programação, é possível ter um controle maior do que ocorre com os equipamentos através do monitoramento usando o conceito de MES (Management Execution System), de forma a ter ação imediata sobre as pequenas paradas ou queda de rendimento. O conceito também inclui monitorar a condição dos componentes nos reparos ao longo do processo conectando-se ao estoque de sobressalentes já existentes. Estes auxílios mudam o paradigma da programação de manutenção permitindo ganhos significativos de produtividade dos recursos de manutenção. Neste trabalho são apresentados 02 cases nacionais aplicando a programação de produção avançada e o outro o conceito de MES.

(1) SENAI-CIMATEC (2) TECMARAN Consultoria e Planejamento

1. INTRODUÇÃO

Os serviços de manutenção na indústria demandam uma análise complexa para o programador, pois envolvem várias atividades paralelas, tratando com profissionais de formação diferentes, equipamentos, ferramentas especiais, dispositivos de segurança, equipamentos de movimentação de carga, e materiais diversos. Esta complexidade não é passível de ser tratada apenas pela mente humana usando recursos básicos, como papel e caneta, como foi durante muito tempo.

O advento dos softwares de manutenção, das planilhas eletrônicas e de softwares de gerenciamento de projetos permitiu um avanço significativo, cobrindo uma boa parte das situações encontradas nos serviços de

manutenção. A avaliação da capacidade existente é verificada nas planilhas eletrônicas, os softwares de gerenciamento de projetos conseguem seqüenciar atividades em série e em paralelo para uma tarefa específica, e os softwares da área de manutenção permitem listar todas as tarefas de manutenção, apontar a sua periodicidade, recursos necessários, quantidade de recurso exigida para cada tarefa e a reserva de equipamentos e materiais para executá-las.

Com isto consideramos que estamos cobertos totalmente. Porém quando a programação de serviços ganha dimensões maiores pela quantidade de tarefas, a solução tradicional é buscarmos mais recursos, como programadores e equipamentos, mesmo sabendo que esta capacidade de obter recursos não é infinita. O que este trabalho pretende mostrar é que existe uma lacuna que é preenchida pela experiência dos programadores, mas a estes pouco é dado em suporte de ferramentas para que possa simular as possibilidades de solução que ele vislumbra antes de tomar uma decisão.

A programação da produção de uma empresa, principalmente as empresas de manufatura, vive situação similar sobre a complexidade da programação. São recursos produtivos, dispositivos especiais, disponibilidade de operadores capacitados, disponibilidade de matéria prima e insumos, além da oportunidade de ocupação da máquina. Como esta demanda era o foco básico da programação na produção, apareceram várias soluções, dentre elas os softwares de gerenciamento de materiais (MRPs) e as metodologias de OPT (Optimizing Production Technology), ou conceitos mais completos como os softwares de MES (Manufacturing Execution System).

Apesar do grande desenvolvimento nesta área focada para a produção, pouco se conhece destes assuntos nas equipes de manutenção. Este trabalho procura apresentar em que situações são interessantes aplicar estes conceitos e ferramentas, e as causas para não se perceberem esta oportunidade de melhoria do sistema de programação e controle da produção.

2. PROGRAMAÇÃO DIÁRIA x PARADA DE MANUTENÇÃO

Grande parte da indústria brasileira utiliza na sua programação de produção os softwares de gerenciamento de projetos auxiliados pelos softwares de manutenção. Fundamentalmente um gera as tarefas previstas e o outro detalha as atividades, estabelecendo os pré-requisitos para cada etapa, o uso de recursos e se necessário a equalização dos recursos, depois são feitas as reservas de recurso no outro software.

Este método evoluiu fundamentalmente do sucesso dos planejamentos das Grandes Paradas de Manutenção, dos REVAMP, Ampliações, Grandes Modificações, Implantação de Novos Equipamentos e Novas Linhas. Porém em todos estes é aplicável o Conceito de "PROJETO" – um Planejamento com Início-Meio-Fim.

Esta condição difere das Atividades de Rotina (Programação Diária), pois ocorrem vários pequenos projetos paralelos, e tentar gerenciá-los usando esta

metodologia e estas ferramentas com os mesmos recursos disponíveis é uma impossibilidade.

Vejamos algumas CARACTERÍSTICAS de cada uma das situações.

2.1 Paradas de Manutenção

Na Grande Parada de Manutenção:

- Ocorre o aumento do Contingente envolvido com Manutenção para reduzir a tempo Parado.
- Há necessidade de Precisão maior dos prazos, pois o Ativo para de produzir – isto leva ao detalhamento maior das Atividades.
- Há preocupação com distribuição dos equipamentos de suporte devido ao espaço (planta já construída – equipamento, prédios, tubulações), mas na condição de máquina parada.
- Há preocupação com o suporte logístico para manter os executantes no posto de trabalho por longas horas.
- O Planejador de Paradas trabalha com o **tempo** do serviço como seu recurso mais limitante.

Esta configuração de projeto permite ao planejador de paradas usar técnicas como o PERT (Program Evaluation and Review Technique) / CPM (Critical Path Method), pois há um caminho 'para frente' sempre a ser seguido, com um fim onde não ocorrerá mais atividades para os recursos disponibilizados. A escolha do caminho com o menor tempo possível sabe-se sempre desde o início. Apesar de ocorrerem variações de tempo que levem a mudar a linha crítica, mas a variação das atividades, se bem planejada, é muito pequena.

2.2 Programação Diária de Serviços

Na programação de rotina da manutenção entram as tarefas do Plano de Manutenção de cada equipamento da planta, as tarefas de corretiva programada, as tarefas de corretiva que ocorreram no dia da programação, as tarefas referentes a campanhas de melhorias, as tarefas de suporte a operação e de suporte a outras áreas da manutenção (especialidades).

Enquanto o Horizonte do Planejador de Parada pode ser maior do que dois anos, o do Programador de rotina é de um dia a uma semana. O programador atua conforme saem tarefas do software de manutenção com o cadastro dos equipamentos. Mesmo considerando que se usem estratégias sobre o programa de manutenção de maneira a que ele seja mais adequado ao tipo de operação da empresa, ainda assim o programador continuará tendo como um horizonte a tarefa do dia.

O que ocorre são vários projetos paralelos, com início meio e fim, porém usando sempre os mesmos recursos, sem muita capacidade de ampliar esta condição.

Na programação diária:

- O Programador distribui tarefas com **recurso de pessoal** limitado, o tempo nem sempre é a maior restrição.

- Nem sempre o ativo para de produzir, ou pode parar um equipamento, mas não a planta.
- Por não poder parar o ativo, o acesso é limitado sempre às mesmas condições, ou seja, a logística tem solução fixa.
- As tarefas se repetem nos mesmos equipamentos.
- É essencial a definição de um Sistema de Codificação de Prioridades, coerente com a política da empresa.
- O contato com áreas envolvidas (Almoxarifado, Compras, Operação, Ferramental, Terceiros) é mais intenso.
- O Controle da atualização dos serviços realizados ocorre durante todo o ano, e não é em um período fechado.

A programação diária de serviços NÃO TEM UM FIM, todo dia ela se reinicia com os mesmos recursos.

3. CONCEITOS DE FERRAMENTAS DE SOFTWARES USADOS NA PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO

3.1 Planilhas Eletrônicas

As planilhas eletrônicas ainda são a ferramenta mais usada na programação, seja de manutenção ou de produção. Mesmo quando se tem um bom software de manutenção que permita programar as atividades, ainda se encontram planilhas auxiliares para programação (exemplo: para saber a lista de equipamentos especiais, ou indicadores de campanhas).

As planilhas têm a restrição de não serem um banco de dados para armazenar informações necessitando cuidado do usuário na hora de salvar e armazenar as suas atualizações. Também não se comunica com a gestão do estoque e não permite fazer a listagem de precedentes na execução de uma tarefa.

A planilha tem a vantagem de ser flexível e nelas é possível calcular a capacidade para atender a lista de tarefas.

3.2 Softwares de Gerenciamento de Projeto na Manutenção

Estes softwares permitem a conexão de etapas e a possibilidade de estabelecer a hierarquia entre as atividades na execução de um serviço. Com a listagem completa de tarefas é possível verificar a ocupação de todos os recursos, dando como saída o nível de utilização deles e a possibilidade de redistribuir as tarefas de forma a deixar todos os recursos na sua ocupação máxima, mas sem ultrapassar estes valores.

3.3 Softwares de Manutenção

Um BOM software de Manutenção que se comunique bem com o Software de ERP será capaz de gerenciar bem os materiais demandados pela manutenção, pois permite o acompanhamento e a reserva de todos os Recursos. Nele vai todo o cadastro de tarefas de manutenção de todos os equipamentos e pode armazenar os registros.

É possível realizar a programação de manutenção e verificar a disponibilidade de recursos, além de poder nivelar os recursos caso necessário. Uma representação de como um software deste tipo programa os serviços é mostrada na figura 1.

Acompanhando a lista de tarefas da figura 1, podemos ter, baseado nos dados cadastrados de cada tarefa, a quantidade de horas por especialidade conforme figura 2. Baseado nestes valores podemos calcular o total de H/H por especialidade (neste caso simplificado). No exemplo os profissionais de manutenção trabalham em horário administrativo perfazendo 44 horas semanais (última coluna).

	Data Início	Duração						RECURSOS		
		S	T	Q	Q	S	S	H/H Mec	H/H Insp	H/H Elét
S1 - Lubrificação da redução										
S2 - Inspeção END										
S3 - Verificação do isolamento elétrico										
S4 - Termografia Banco de disjuntores										
S5 - Troca rotor bomba 2										
S6 - Reparo no bocal da torre										
S7 - Limpeza sistema extrusão										
S8 - Troca do motor para recondicionamento										
S9 - Rota preditiva das bombas										
S10 - Troca da vedação das entradas do vaso										
S11 - Corretiva na válvula do trocador de calor										

Figura 1. Planilha de programação de Manutenção

	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	S 10	S 11	S 12	S 13	S 14	S 15	S 16	S 17	S 18	TOTAL	CAP
Mec	1	3	4,5			4	4	0,5	2	4	2	2,5	4		2,5	2,5	3,5		40	44
Elet				1	2	4			2				4	1,5				5	19,5	44
Insp			2				3				1			2					8	44
Ajud		3	4,5				4				2	2,5		1,5				3,5	21	44

Figura 2. Análise de Capacidade

Conforme exemplo acima a capacidade instalada permite atender os serviços programados. Assim os softwares de manutenção permitiriam esta programação, distribuindo em um cronograma e apresentando o nível de utilização dos recursos envolvidos. O programador verificaria a capacidade de atendimento no momento de cada recurso e também dos dispositivos e confirmaria ou não a programação.

4. CONCEITOS DE PROGRAMAÇÃO AVANÇADA DA PRODUÇÃO

As demandas exigidas pelos processos produtivos complexos levaram ao desenvolvimento de soluções que pudessem tratar simultaneamente os diversos recursos, processos e operações, de maneira a permitir a gestão da produção conforme as condições do momento (mix de produção, paradas de máquinas, falta de pessoal, prazos exíguos, mudanças de prioridades,...).

Pelos conceitos de programação avançada, o cronograma não é feito pelos serviços, mas pela ocupação dos recursos principais na seqüência de produção para cada produto. Assim podemos perceber onde ocorrem restrições ao andamento normal das Ordens de Serviço.

Além do senso de restrições, que são também chamados de 'gargalos', os recursos são classificados como Primários – os postos de trabalho – e os Secundários, sem os quais a produção não ocorreria – como dispositivos para funcionamento de máquinas ou operadores necessários ao funcionamento.

Transferindo esta configuração para uma tarefa de manutenção poderíamos classificar assim:

Exemplo:

- **Tarefa:** substituição do Britador
- **Recurso Gargalo:** equipe de elétrica
- **Restrição secundária:** equipamento de içamento de carga

No exemplo da figura 2 verificamos que o mecânico é o recurso mais ocupado para o serviço, sendo então entre os recursos o gargalo para realização das atividades.

O recurso também pode ser considerado **Finito** – limite de capacidade de processo - a maioria das situações, ou **Infinito** – Capacidade de atendimento muito superior a dos outros recursos - Exemplo: Pátio de equipamentos. Reconhecer que o recurso é finito é fundamental e evita programações com distorções o que a torna não confiável.

Como os recursos precisam estar disponíveis para acontecer a produção, reconheceu-se na programação avançada a necessidade de se realizar o ajuste de Calendário, para atender a situações como fins de semana ou manutenção dos equipamentos de suporte.

A criação destes conceitos vem para tentar aproximar cada vez mais o modelo usado da realidade, dando maior exatidão as informações, já que a modelagem trabalha com todas as restrições conhecidas.

4.1 Conceitos da TOC aplicados à Manutenção

Com o desenvolvimento em busca de sistemas que aumentem a produtividade criou-se o conceito de Sistemas de Administração da Produção chamado OPT – Optimized Production Technology. Apesar do nome não é uma técnica de Otimização tradicional, que busca do máximo ou mínimo de um dos parâmetros. Dentre as técnicas a que se tornou mais conhecida foi a TEORIA DAS RESTRIÇÕES – TOC (Theory Of Constraints) devido a popularidade que ganhou o livro 'A Meta' de Elyahu Goldrait, um dos estudiosos de um grupo criado em Israel.

No seu conceito a TOC (Gianesi e Correa (1990)) focava na linha de produção em três pontos principais de controle: **Fluxo de Materiais – Estoques - Despesas**. O modelo Tambor- Amortecedor - Corda também é usado para lembrar que o recurso Gargalo dita o ritmo da produção (o Tambor), que antes dele deve haver um 'pulmão' para evitar qualquer tipo de espera nos outros recursos (o Amortecedor) e que os materiais estão ligados no tempo da produção (a Corda).

Este trabalho não pretende apresentar todos os conceitos e a modelagem proposta pela TOC, mas seus princípios gerais e como aplicá-los ao contexto da manutenção de equipamentos. Assim sendo, seguem abaixo os seus princípios:

1. Balanceie o Fluxo, Não a Capacidade.
Na Manutenção: o nivelamento de recursos não Funciona adequadamente, pois tem como foco a capacidade e não o fluxo de serviços. Na Parada de Manutenção faz sentido, pois é possível mexer no nível dos recursos (recrutando mais pessoas por prazo determinado, por exemplo), mas não na programação diária.
2. O Uso de Um Recurso Não Gargalo não é feito pela sua disponibilidade, depende de outra restrição do sistema.
Na Manutenção: Para cada grupo de serviços verifique quem são os gargalos, a partir dele desenvolva a programação, e depois faça a alocação dos outros recursos.
3. Uma hora ganha no Gargalo é uma hora ganha no sistema Global.
Na Manutenção: trabalhe na programação no seu Recurso Gargalo.
4. Uma hora ganha em Um Não Gargalo não é Nada.
Na Manutenção: não gaste energia nos recursos Não Gargalo.
5. O Lote de Processamento deve ser Variável e não Fixo.
Na Manutenção: não encontrada aplicabilidade para a manutenção.
6. Os Gargalos determinam o Fluxo e os Estoques.
Na Manutenção: neste caso certamente determina o fluxo, mas os estoques de manutenção são função das distribuições probabilísticas das falhas dos diversos equipamentos.
7. A Programação de atividades e a Capacidade devem ser consideradas Simultaneamente
Na Manutenção: A programação deve ser paralela, verificando recurso a recurso a sua utilização e mudando a programação em função destas disponibilidades

É possível aplicar com as adaptações à linguagem vários dos conceitos da TOC a manutenção. Porém verificamos também que alguns destes conceitos entram em choque com a forma atual de se desenvolver a programação da manutenção.

4.2 Aplicação dos Conceitos de Programação Avançada à Manutenção

Para esta consideração será feita uma distinção sobre quais situações da manutenção são passíveis de serem aplicados os conceitos.

A Grande Parada não é similar a uma linha de produção, mas sim a um projeto como discutido anteriormente. Desta forma, não será tratada nenhuma adaptação a situação atual.

As atividades de uma programação de oficinas são muito similares a uma linha de produção, porém com a variação dos roteiros de produção (seqüência de operações demandas pelo produto) em função do tipo de reparo demandado após o diagnóstico. Esta situação será tratada no item 6.

A programação diária de serviços de campo não é similar a linha de produção, mas demanda a programação de vários serviços paralelos. A adaptação proposta será apresentada a seguir.

Um dos conceitos da programação avançada é identificar o Recurso Gargalo. Todo recurso gargalo é aquele que forma Filas na sua entrada, já que limita o fluxo dos produtos. No caso da manutenção uma das possibilidades de identificarmos as Restrições é através do indicador *Backlog*, que vem reaparecendo na lista dos indicadores mais usados no gerenciamento de manutenção (ABRAMAN (2009)).O *Backlog* relaciona a Capacidade de Atendimento por recurso, geralmente por especialidade. É o resultado da relação entre horas de serviço demandas pelo total de horas instalado, uma relação de capacidade. O resultado é um Total em Tempo para Cumprir as OS's Abertas. Exemplo:“*Backlog* de Caldeiraria de 15 dias”, ou seja são necessários 15 dias para atender a todas as Ordens de Serviço de Caldeiraria pendentes.

$$= \frac{\Sigma H/H \text{ em Carteira}}{\Sigma H/H \text{ Instalado}}$$

O Ajuste de Calendários no caso da manutenção deve ser feito principalmente referente a liberação do equipamento para manutenção pela produção. Na programação de serviços esta é uma constante mudança e o calendário de programação deve ser mudado para atendê-la.

A Programação deve ser feita pelos 'gargalos' e considerando disponibilidade das restrições secundárias. Considere o exemplo da figura 1, e como o Mecânico é o gargalo pela análise de capacidade da figura 2, deve-se iniciar a programação por ele e depois se alocam os outros.

Se distribuirmos ao longo do tempo o exemplo da figura1 e calculado na figura 2, teremos como resultado o quadro apresentado na figura 3. Neste caso foram alocados também os recursos secundários do sistema (coluna direita da legenda) e estabeleceram-se cores para os equipamentos (similar a alocações de cores para produtos na produção).

Verificasse que apesar da conta realizada na figura 2, que o recurso do Mecânico, o recurso gargalo, não consegue finalizar o seu serviço no seu horário normal, pois foram consideradas as perdas de deslocamento e planejamento da tarefa e as oportunidades de parada de máquina.

Rec	SEG								TER		QUA		QUI		SEX		SÁB		DOM	
	Manhã				Tarde				M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T
	Mec	S1	S2	S2	S2	S8	S9	S9	S6	S10	S7	S11 / S15	S3	S3 / S12	S13	S15	S17	S16		
Elet	S5	S6			S9	S9	S6	S14	S18	S18	S4		S13							
Insp								S14	S7	S11	S3	S3 / S12								
Aju		S2	S2	S2				S14	S7	S11	S3	S3 / S12			S17					

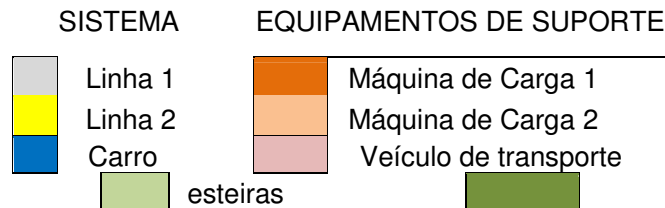


Figura 3. Cronograma dos serviços considerando Perdas e Recursos

Imagine na realidade de uma empresa com mais de 100 equipamentos ou com quase 10.000 tarefas só em seu programa de preventiva como seria para os programadores enxergarem as possibilidades de combinação. Na rotina, o que se verifica é a constante concorrência entre programadores dos recursos disponíveis, e a verificação posterior da disponibilidade dos recursos secundários.

Considere também que o sistema pode mudar devido a falha de um equipamento e que demandou a equipe uma nova alocação em um equipamento não previsto – toda programação muda!

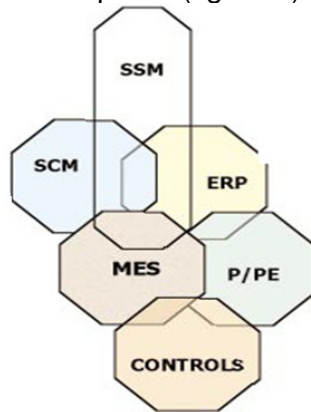
5. CONCEITO DE MES

O termo MES foi criado pela MESA – Manufacturing Enterprise Solutions Association, instituição relacionada ao segmento da automação industrial, como uma demanda para padronizar o entendimento nas empresas sobre as necessidades de softwares que atendessem ao Chão de fábrica e capazes de se conectar aos vários sistemas existentes ligados a produção. Este conceito foi adotado posteriormente por outras instituições não só do segmento de automação (como a ISA) como de engenharia de produção (como a APICS).

Tem como característica ser orientado para a melhoria do desempenho, aumentando a dinâmica dos sistemas de Planejamento da Produção. Lida com as informações de uma Ordem de Produção enquanto ela está em progresso, coletando e acumulando informações do realizado real e realimentando o

sistema de Planejamento. Trata do que foi efetivamente produzido e como foi produzido.

Uma funcionalidade importante é se conectar aos outros sistemas ligados a produção da empresa (figura 4).



- MES – Management Executing System
- ERP – Enterprise Resource Planning
- CONTROLS - Supervisórios e SDCD
- P/PE – Product and Process Engineering
- SCM – Supply Chain management
- SSM/ CRM – Sales & Service Management/ Customer resource

Figura 4. Relação entre os Sistemas ligados a Produção

Esta quantidade de softwares para atender a produção deve-se à engenharia de software, ou seja, não se conhece uma solução única possível para atender a todas as funcionalidades necessárias, então são programas especialistas.

5.1 Funcionalidades

Para atender a especificação como softwares de MES a MESA estabelece 11 funcionalidades, conforme figura 5. São apresentadas abaixo as funcionalidades que se referem à manutenção e a sua aplicação em oficinas

- Aquisição de dados diretamente das unidades produtivas do 'Chão de Fábrica' tanto manualmente quanto automaticamente no tempo adequado ao desenvolvimento da Produção – isto permite a informação sobre downtime e modos de falha, por exemplo.
- Alocação de Recursos e Status em tempo real – em que está envolvido cada posto de trabalho e seu nível de utilização;
- Programação Detalhada - provendo informações e sequência, atributos e Características;
- Controle das Ordens de Produção – situação do andamento de cada ordem de produção, fundamental para responder rapidamente a solicitação sobre prazos de entrega dos serviços;
- Rastreamento e genealogia do Produto – quais componentes foram instalados e de onde vieram.

AS FUNCIONALIDADES NECESSÁRIAS



Figura 5. Funcionalidade de um Software de MES

A relação do MES com a Manutenção já existe, pois a anotação de downtime e dos modos de falha apresentados é uma funcionalidade ligada a manutenção. Esta ferramenta é bastante útil como complementar ao sistema de manutenção implantado, já que pode informar em tempo real a situação das máquinas, alertar aos gestores de manutenção sobre o status de falhas, facilitar o apontamento e desta forma as análises e relatórios de manutenção das máquinas. O Cálculo do OEE, acompanhado diretamente das máquinas é um dos indicadores mais usados em empresas de manufatura e tem um apelo com a área de manutenção.

Etiquetas podem ser utilizadas para registrar a abertura da ordem de Serviço, o consumo de Matéria-Prima no piso de fábrica e realizar o reporte do Produto Elaborado. Em oficinas serve para controlar a condição dos materiais e sua localização rápida, garantindo a informação para uma tomada de decisão da programação

Operação		Recurso	Grupo	Tempos
000000010	IMPRIMIR	241		1,50000 [min]. S
				0,00 [min]. S
				1,67 [h]. P
Ord. Princ.: 9.000,0000				
000000020	CORTAR	252		3,00000 [min]. O
				0,00 [min]. S
				50,00 [min]. P
Ord. Princ.: 9.000,0000				
000000030	EMBALAR	272		3,00000 [min]. O
				0,00 [min]. S
				50,00 [min]. P
Ord. Princ.: 9.000,0000				



Figura 6. Sistema de Etiquetas com Código para controle

5.2 Softwares de Programação de Capacidade Finita - APS – Advanced Planning Scheduling,

Uma das funcionalidades do MES é a programação detalhada. Para atender a complexidade modelada pelos conceitos de programação avançada considerando a capacidade finita dos recursos, foram desenvolvidos Softwares especializados em programação da produção de bens e serviços. Utilizando o conceito de capacidade finita é possível gerar planos de produção realistas e confiáveis, permitindo a tomada de decisões rapidamente e de forma segura sobre seqüenciamento de operações e prazos de atendimentos

Os softwares de APS têm como características:

- Trabalham com restrições múltiplas
- Gerarem planos de produção realistas, focados nos objetivos do negócio.
- Poderem ser integrados a outros softwares (ERP/MRP, supervisórios etc)
- Operarem em ambiente gráfico
- Serem flexíveis e customizáveis

Com este software a programação ganha exatidão com a realidade que os atuais sistemas não permitem.

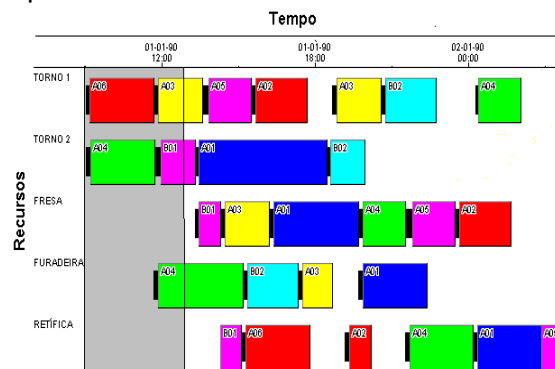


Figura 7. Tela de Gantt de Programação (Ref. Preactor International)

6. DIFICULDADES NA IMPLANTAÇÃO NA MANUTENÇÃO

A maior preocupação para o uso na manutenção das ferramentas apresentadas é com a diversidade de serviços, pelo entendimento de que cada reparo é um novo tipo de serviço. O ideal é que cada serviço possível fosse armazenado com seus tempos execução exatos. Porém na realidade da manutenção o que se encontra é uma reincidência de determinadas falhas, e portanto levamos a um número não tão grande de situações a serem consideradas.

Até para viabilizar economicamente e tecnicamente uma oficina de serviços não é possível ter uma diversidade tão grande. Quando isto ocorre, por estar fora do controle da equipe de manutenção, uma parte dos serviços é terceirizada para execução externa. Então mesmo que apareçam situações de falhas nunca antes vistas, os processos e as operações de reparo se repetirão ou a oficina não tem o domínio tecnológico e repassa a alguém.

Da mesma forma ocorre a preocupação com os tempos exatos de execução. Em realidade as tarefas são subdivididas em sub-tarefas que tem seus tempos conhecidos. A solução proposta é a de Padronização de tempos de reparos por subitem, mesmo que considerando a pior situação em termos de tempos de execução, para ser conservativo.

7. ESTUDOS DE CASOS

Serão apresentados a seguir 02 casos de aplicação na indústria na área de manutenção.

7.1 Software de APS na SOTREQ CARTEPILLAR

A Sotreq é representante exclusivo dos produtos/serviços Caterpillar na maior parte do território nacional, uma empresa com 2.000 empregados distribuídos em 35 filiais. Esta aplicação se refere ao centro CRC que está instalado na filial Contagem/MG.

Esta Oficina tem aproximadamente 120 mecânicos e trabalha com remanufatura de motores, transmissões, conversores de torque, diferenciais e componentes hidráulicos (bombas e cilindros). Tem como características:

- Grande quantidade de recursos (mais de 170 recursos primários)
- Processo produtivo complexo
- Serviços com menos de 10 operações como cilindros hidráulicos e outros com mais de 100 como motores 3500.
- Para algumas áreas, os mecânicos são os recursos principais.
- Os gargalos dependem muito do tipo de serviço
- Estão sempre submetidos a pressão por prazos de entrega curtos e precisos
- A data de entrega é um importante critério para a aprovação do serviço
- Ocorrem muitas interferências na programação em função de garantias e serviços urgentes.

Para auxiliar na programação dos serviços e garantir os prazos de entrega, a empresa resolveu implantar um software de APS. Esta implantação já tem mais de 03 anos e como resultados:

- Aumento de produtividade de até 25% em determinados serviços;
- Visualização dos níveis de utilização dos recursos;
- Fácil identificação de gargalos;
- Redução do tempo de reforma;
- Maior confiabilidade nos prazos de entrega.

7.2. Software de MES na AÇOMINAS

A Gerdau Açominas é uma das três Operações de Negócios que compõem o Grupo Gerdau no país. Sua unidade industrial, a usina Presidente Arthur Bernardes, localizada nos municípios de Ouro Branco e Congonhas, em Minas Gerais, tem capacidade instalada para produzir 3 milhões de toneladas de aço líquido por ano. A empresa gera mais de 4.200 empregos diretos.

A Gerdau Açominas possui um mix de produtos variado, constituído de tarugos, placas e blocos, aplicados, principalmente, na indústria naval, automobilística, em eletrodomésticos e em peças de forjaria, além da produção de fio-máquina, matéria-prima para a produção de vergalhões, arames, pregos, parafusos e outros derivados.

Os objetivos do projeto eram: obter ferramenta de controle, rastreabilidade e localização das peças desmontadas para manutenção na oficina central, de modo integrado ao SAP, o ERP da empresa; e obter ferramenta de gestão de desempenho da oficina central. A figura 8 mostra a arquitetura proposta.



Figura 8. Arquitetura do MÉS implantada em Oficina

A solução acompanha a entrada do equipamento principal e todas as suas partes descartadas, recuperadas e novas associando ao equipamento final, pós serviço, através da Ordem de Produção. A cada etapa é registrado o status do equipamento ou componente na sua entrada e na saída deste posto.

No ponto de diagnóstico o Operador responsável separa as peças identificando a situação de cada uma e o que deve ser feito. A lista de materiais explodida já existe no ERP e é só associá-la. Isto é feito através da Transferência de Endereço, informando para guardar os componentes que serão reparados e/ou aproveitados. Quando a operação for à última operação de uma ordem (operação de montagem final) o sistema irá baixar todos os componentes existentes no endereço de montagem e efetuará a entrada do conjunto no mesmo endereço.

O sistema é controlado gerando etiquetas de código de barra que para cada componente imprime uma etiqueta de identificação, permitindo a visualização rápida no sistema de seus status e localização.

O sistema já opera a mais de 02 anos e tem o objetivo de ser expandido para outras usinas.

9. CONCLUSÕES

A aplicação dos conceitos de MES e de Programação Avançada da Produção pode ser feita à Programação de serviços de Manutenção usando as ferramentas de softwares já desenvolvidas para a produção. A adaptação dos conceitos leva a programação da manutenção a um outro estágio, permitindo a visualização de situações de oportunidade de melhoria para aumento da produtividade da manutenção.

A aplicação às grandes oficinas já existe, é viável e apresentou resultados satisfatórios às empresas que implantaram. A disseminação destas soluções é importante para o ganho de escala através do conhecimento de novas formas de se programar. Os conceitos apresentados neste trabalho são dominados nacionalmente e passíveis de serem implantados em áreas de manutenção de qualquer segmento econômico.

BIBLIOGRAFIA

1. GOLDRATT, E., COX, J.. **A Meta**. São Paulo, IMAM, 1990.
2. MESA Manufacturing Enterprise Solutions Association Site: <http://www.mesa.org/knowledge-base>. Consultado em fev/2010.
3. GIANESI, I.G.N., CORREA, H. . **Just In Time, MRP II e OPT**. Ed Atlas, São Paulo, 2a ed, 1993.
4. ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção. **Documento Nacional 2009. Anais do 24º Congresso Nacional de Manutenção**. Recife, 2010.
5. LIDDELL, M.. **O Pequeno Livro Azul da Programação da Produção**. Ed. Brasileira Tecmaran Consultoria e Planejamento (www.tecmaran.com.br). Vitória-ES, 2008.
6. Cases PPI-Multitask. Site: <http://www.ppi-multi-task.com.br>. Consultado em mar/2010.