

# **SISTEMA DE SEQUENCIAMENTO DA PRODUÇÃO: SEQUENCIAR ORDENS PLANEJADAS MINIMIZANDO O CUSTO DE SETUP MANTENDO O NÍVEL DE ATENDIMENTO AO CLIENTE**

*André Felipe de Souza Pereira<sup>1</sup>  
Claudio Machado Dal'Col<sup>2</sup>  
Luciano Barros Fialho<sup>3</sup>  
Matias Geraldo Dias<sup>4</sup>*

## **Resumo**

O aumento do nível de exigência dos mercados compradores de produtos siderúrgicos, por prazos mais curtos e em menos volumes, gerou uma grande necessidade de produção em lotes menores e especialização de produtos. Quando analisamos os processos internos das corporações, é crescente a demanda por integração entre as decisões corporativas e os processos de planejamento e sequenciamento de produção nas fábricas, com um maior controle de estoques em processos. Em contraposição a todos os fatos explicitados anteriormente, encontra-se a pressão pela redução dos custos e elevação dos índices de produtividade. Para atender as necessidades, é indispensável a utilização de ferramentas computacionais capazes de apresentar respostas rápidas e integradas com os interesses tanto da fábrica quanto da corporação. Essas ferramentas devem atender as necessidades de modo que os departamentos de planejamento e controle da produção possam ter todas as informações centralizadas e com inteligência computacional que permita verificar o máximo das possibilidades na busca de uma boa seqüência de produção.

**Palavras-Chave:** Seqüenciamento, Planejamento, Produção.

*XXIV Seminário de Logística , 16 e 17 de junho de 2005, Belo Horizonte.*

*1 Analista Funcional - BMS*

*2 Analista de Planejamento da Programação da Produção – BELGO  
Consultor Funcional – BMS*

*3 Analista Funcional - BMS*

*4 Coordenador do Módulo – BMS*

## INTRODUÇÃO

Os produtos siderúrgicos apresentam uma grande complexidade, com variações tanto na composição química quanto na geometria e no acabamento destes produtos. Essa variabilidade gera um grande número de materiais específicos, podendo chegar a cadastros superiores a 50.000 produtos. Esse grande número de produtos gera um número significativo de documentos necessários à administração da produção. O planejamento desses documentos deve ser executado de modo que os quesitos de custo e atendimento aos clientes sejam atendidos, gerindo os conflitos por ventura ocasionados.

Mais especificamente, os aços longos têm uma grande diversidade de faixas de composições químicas e atendem a diversos mercados muito distintos, passando por produtos para construção civil, forjarias, trefilarias, implementos agrícolas, entre outros. Atualmente, os lotes de compra estão cada vez menores e, os intervalos, mais curtos, devido as políticas de redução de estoques. Os fatores externos demonstrados anteriormente refletem no interior das fábricas em ordens de produção para pequenas quantidades, muitas vezes inteiramente customizadas às necessidades dos clientes, com prazos de entrega menores e faixas de variabilidade de qualidade cada vez mais estreitas.

Considerando que a capacidade produtiva desse tipo de indústria é fortemente influenciada pelo número de trocas de bitola/seções que são realizadas (cada troca de bitola pode representar de 10 a 200 toneladas de produção perdida) e pela variedade de produtos produzidos nos Laminadores Leve e Médio. O elevado tempo de preparação faz com que tenhamos que objetivar o menor número de interferências possíveis para esta atividade. Se considerarmos que “planejamento e controle de capacidade é a tarefa de determinar a capacidade efetiva, de forma que ela possa responder à demanda”,<sup>(1)</sup> temos que o adequado planejamento sequenciamento e controle da produção é um fator muito importante na eficiência das usinas. Essa tarefa extrapola as capacidades humanas, por apresentar uma grande quantidade de informações com muita variabilidade. Para executar bem essa tarefa, é necessária a utilização de uma ferramentas flexíveis com poderosas capacidade matemática, a fim de explorar o maior número de possibilidades possíveis em busca da solução factível próxima do ótimo.

## METODOLOGIA

Para que um projeto de planejamento e sequenciamento da produção tenha êxito, é necessário que esteja completamente integrado com as decisões corporativas da empresa, o mercado e os processos transacionais da empresa. Nesse projeto, foi necessário que a ferramenta estivesse ligada às tendências do mercado através da contribuição da área de vendas e das divisões da corporação responsáveis pelo desenvolvimento de mercados. Isso possibilita a garantia no cumprimento de datas da exportação necessária à contratação de navios para produtos considerados “make to order”. Em complementação, é possível utilizar estratégias de otimização e controle estratégico de estoques para produtos considerados “make to stock”. Outro fator que deveria ser respeitado é a necessidade de que o resultado do planejamento seja transmitido para o sistema transacional da empresa e as modificações sejam refletidas imediatamente durante o andamento dos processos.

Na visão dos usuários, era necessário que a ferramenta apresentasse boa flexibilidade e agilidade para reduzir o tempo gasto na geração das informações e simulação de cenários.

O processo produtivo da usina onde o projeto foi implantado é composta por uma Aciaria Elétrica, Máquina de Lingotamento Contínuo com cinco tipos de bitolas (100,120,130,150 e 160mm) e dois Laminadores (Leve e Médio). O escopo do projeto engloba todo o processo de programação. Todas as ordens dos produtos que passavam por esses recursos são consideradas, e deve ser mantida a consistência entre as ordens, ou seja, é importante que seja respeitada a seqüência de bitolas dentro das famílias de produtos a serem laminados (Figura 1). Outro fator importante é que exista capacidade de recursos para executar as ordens e que os períodos onde são executadas as manutenções preventivas, ou os períodos de troca de bitola, não sejam considerados como períodos disponíveis para a produção. Na aciaria, é importante controlar os aços que podem ser executados conjuntamente e as seqüências de aços que podem ser executados. Deve-se também controlar o número de corridas por dia que podem ser executadas e a capacidade em cada distribuidor durante a produção de uma seqüência.

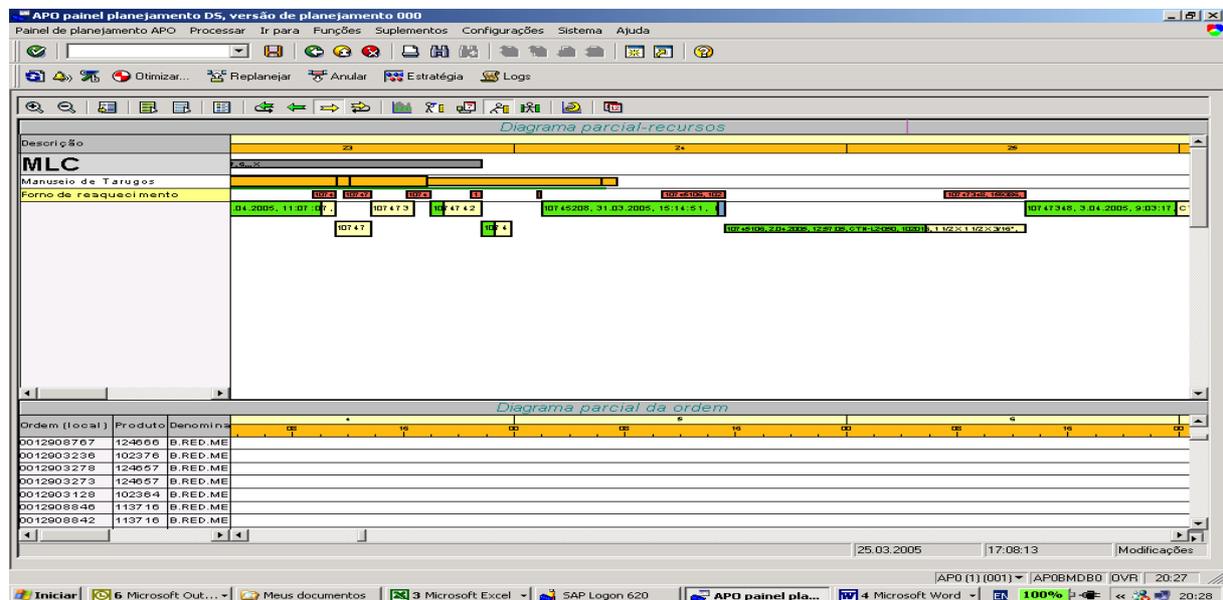


Figura 1. Relacionamento entre várias ordens de laminação.

Para que todas as restrições fossem cumpridas, foi necessário modelar e simplificar alguns recursos. Primeiramente, na aciaria, somente foi modelada a máquina de lingotamento contínuo, por se tratar do recurso gargalo, último recurso do fluxo de produção repetitivo, contínuo e obrigatório. Com o intuito de garantir o tempo necessário para a troca dos distribuidores e definir quais aços serão produzidos em seqüência ou conjuntamente, foi cadastrada uma matriz de preparação em que as transições possíveis foram cadastradas, bem como a seqüência em que as ordens devem estar dispostas nos casos de produção conjunta de aços. Após a produção dos tarugos, alguns aços necessitam ser inspecionados antes da laminação. Nesses casos, o sistema considera o tempo de inspeção até que esteja disponível para utilização nos Laminadores. Caso não exista disponibilidade de tarugos inspecionados, o sistema busca alternativas para atender a

demanda a partir do balanceamento do custo de atraso da ordem e do custo de custo de câmbio da Aciaria.

O fluxo de laminação foi dividido em operações de Forno de Reaquecimento Médio e Laminador Médio para os produtos do Laminador Médio, Forno de Reaquecimento Leve, Laminador Leve para produtos que são entregues diretamente para o estoque e Forno de Reaquecimento Leve, Laminador Leve e Acabamento para os produtos que passam pelo Acabamento para ser empacotados manualmente ou serem desempenados.

A geração das ordens de produção é feita com uma heurística de MRP (Material Requirement Planning) de modo a atender as necessidades de transferência para os diversos pontos de uma rede de distribuição, as necessidades das ordens de venda e o estoque de segurança objetivados. O sistema considera um Horizonte de Planejamento Fixo de configurável(pratica-se 15 dias) onde não permite que nenhuma alteração na seqüência e quantidades sejam realizadas, como mostra a Figura 2.

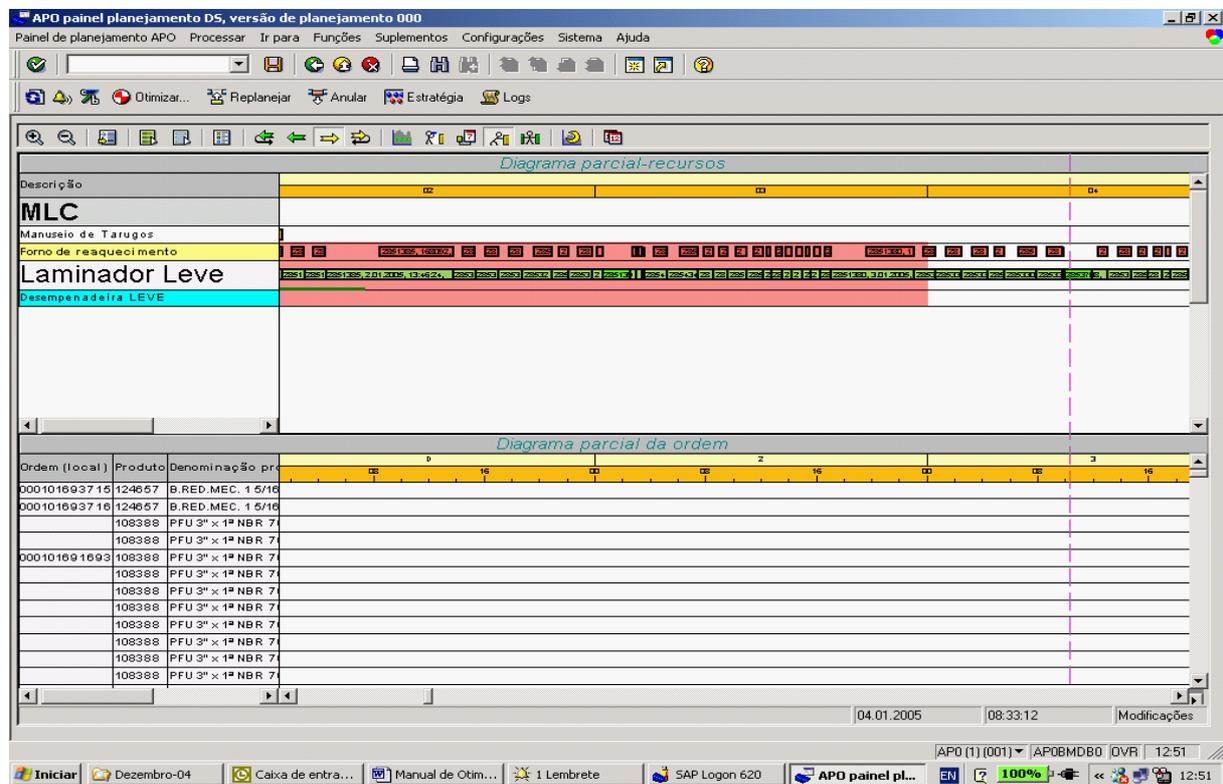
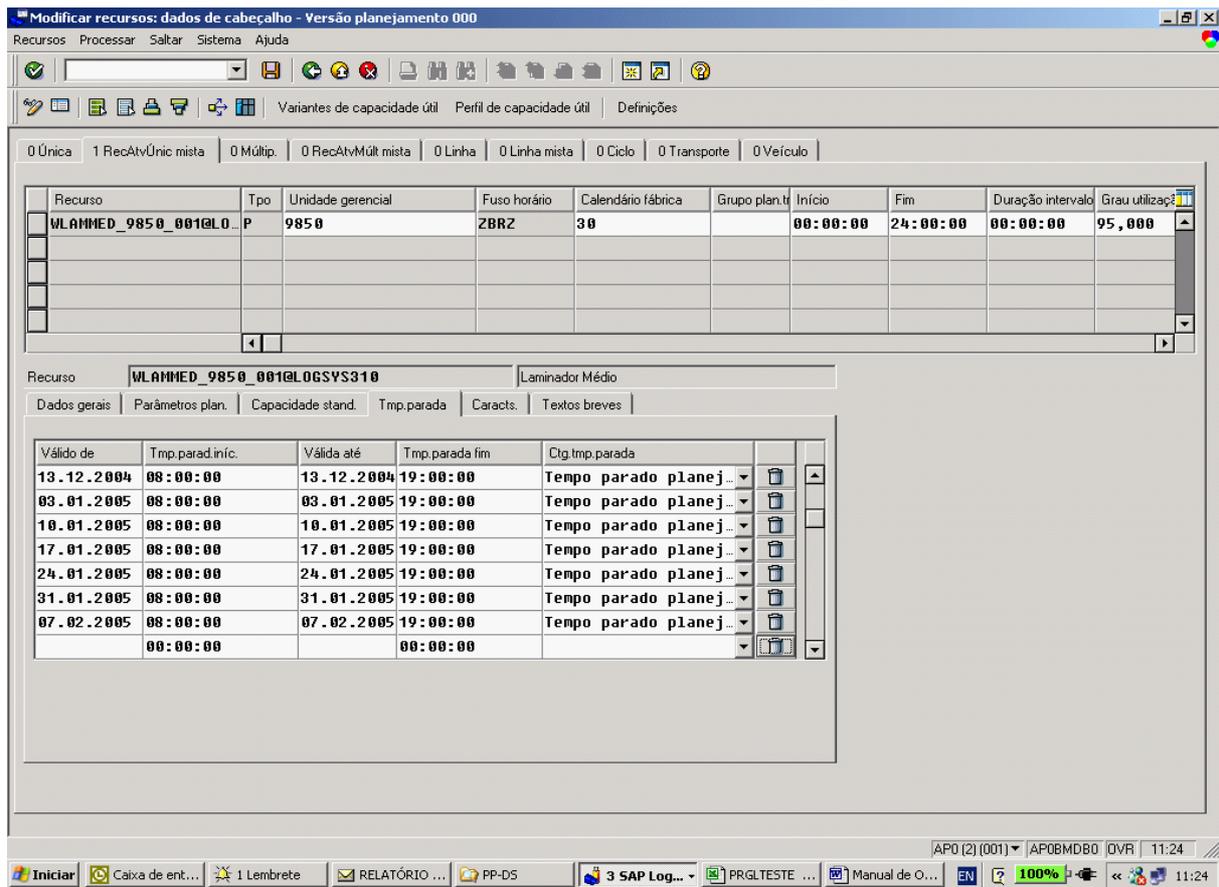


Figura 2. Horizonte de Planejamento Fixo.

Em seguida converte-se em massa as ordens planejadas SNP(processo simplificado que permite planejamento de médio prazo) em ordens planejadas PP/DS(processo simplificado para planejamento de curto prazo). O sistema permite que seja incluído paradas programadas como por exemplo as manutenções preventivas, grandes reformas e horário fora de ponta dentre outras, indisponibilizando o recurso durante aquele período, sendo este procedimento totalmente configurável, conforme apresenta a Figura 3.



Então, baseado na demanda distribuída semanalmente e as ordens planejadas geradas o programa está habilitado a executar o sequenciamento destas ordens (para solução deste problema utiliza-se um “algoritmo genético”), procurando a melhor seqüência que satisfaça a função-objetivo composta por diferentes parcelas : *lead time* de fabricação, custo penalidade por atraso da ordem de produção, custo de estocagem do material, penalidade por não atendimento, custo de transporte, custo de ruptura do estoque de segurança, dentro do Horizonte de Planejamento especificado.

Em seguida efetua-se a Otimização das ordens planejadas dentro das famílias de produtos, onde seqüencia-se levando em consideração as regras operacionais do processo produtivos que são: seqüência de bitolas, aços, comprimento, para garantir a melhor performance do recurso para aqueles produtos. Nesta fase o otimizador também considerará na função objetivo os custos de tempos de preparação e os custos de atraso.

As ordens de produção depois de seqüenciadas e com todas as modificações feitas a contento estão prontas para serem transferidas para o sistema ERP (Enterprise Resource Planning) de modo que a produção possa ser executada. Essa transferência é feita por interfaces construídas com o intuito de manter a integridade dos sistemas entre o sistema ERP e o sistema APS (Advanced Planning and Scheduling), assim evitando a necessidade de *Batch Input* para criar os documentos de produção. Essas ordens são atualizadas em tempo real no sistema APS para que o acompanhamento possa ser feito. Dessa maneira, o planejador pode ter meios de monitorar a tomada de ações sobre o não cumprimento do planejamento e a sua acuracidade.

## CONCLUSÕES

A Implantação deste novo processo de programação proporcionando diversos ganhos: redução do estoque de produtos acabados, maior agilidade no processo de planejamento, estruturação sistêmicas das regras de programação, previsibilidade da exportação, possibilidade de monitoramento de atrasos, melhoria no atendimento à clientes e manutenção dos tempos de câmbio dos Laminadores Leve e Médio, ou seja, ao final deste trabalho, pode-se concluir que o processo de planejamento como um todo se tornou mais consistente e visível para os planejadores e o restante da organização. Outro fator muito importante foi a centralização das informações de forma clara e de fácil acesso, pois com o sistema integrado, é possível acessar essas informações de qualquer parte da corporação. Além desses fatores, as informações ficaram mais confiáveis, pois foram diminuídos a interferência humana e os níveis de digitação, o que ocasionava erros de datilografia e mal entendimento dos resultados.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- 1 SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHSTON, R. **Administração da produção**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 1996. p .347-379.

## **Abstract**

**Buyers of steel products have become more and more demanding, with tighter deadlines for orders as well as orders of smaller lots, and with this greater demand there has also been an enormous reduction in the setup time and a need for specialized products. When we analyze the internal processes of companies, we see a growing need for better intergration between corporate decisions and the production planning processes at the plants in order to have greater control of stocks in process (WIP) and productivity. In opposition to all these abovementioned facts, there is the constant pressure to reduce costs and increase productivity rates.**

**To meet these demands it is essential to use information technology tools capable of finding fast solutions compatible with both the interests of the plant as well as the corporation. These tools should meet the demands in such a way that the planning and production control departments have all information centralized and with information technology intelligence which allows them to check for the greatest number of possibilities in search of a good production sequence.**