

PROJETO DE OTIMIZAÇÃO DE CORTES NAS SERRAS MÓVEL E FIXA SISTEMA DE RASTREAMENTO DA LINHA DE PERFIS ¹

Afonso Celso de Mesquita²
Alisson Paulo de Oliveira²
Carlos Magno Fonseca³
Maurílio César Vieira³
Júlio César Ferreira⁴
Marcus Vinícius Abrantes Abreu⁴
Selma Marchette da Silva Marinho⁴
Hernando Rodrigues⁵
Mário Hermes Rezende⁶

Resumo

Este trabalho descreve a implantação e evolução de um algoritmo de corte eficiente, o qual otimiza os cortes gerados a partir da viga mãe de forma a minimizar perdas e minimizar o estoque de cortes não comerciais, através de informações recebidas do controle de produção e do Nível 1. Será apresentado um estudo técnico / gerencial da solução inicialmente proposta, os problemas encontrados, os objetivos do projeto, as soluções e os resultados obtidos. O projeto foi baseado nos conceitos de *MES – Manufacturing Execution System* e nas experiências anteriores da Gerdau Açominas na aplicação e implantação de recursos e soluções orientadas ao processo produtivo, na busca de flexibilidade, integração eficiente, qualidade de informação e vantagem competitiva. Foi utilizado modelamento baseado em *UML – Unified Modeling Language*, o qual facilitou a implementação das melhorias necessárias ao longo do período de vida deste sistema, até alcançarmos o patamar de otimização atual.

Palavras-chave: Rastreamento; MÊS; Gestão de projetos; Otimização de corte.

¹ IX Encontro de Especialistas em Automação, Curitiba, PR, 05 a 07.10.2005

² Engenheiro de Produção – Gerdau Açominas

³ Técnico de Processo – Gerdau Açominas

⁴ Analista de Sistemas Industriais – Gerdau Açominas

⁵ Técnico de Produção – Gerdau Açominas

⁶ Chefe da Área de Sistemas Industriais – Gerdau Açominas

INTRODUÇÃO

A Linha de Laminação de Perfil da Gerdau Acominas, apesar de conceitualmente ser concebida para uma estratégia *MTO - Make-To-Order*, iniciou sua operação voltada para o atendimento do Mercado Interno sob a estratégia *MTS - Make-To-Stock*, e com apenas dois comprimentos de 6000 e 12000 mm.

Com o aumento das exportações, surgiu a necessidade de cortes em vários comprimentos, porém em pequenas quantidades. Neste novo cenário, o índice médio de atendimento de pedido foi de 90%, em virtude dos sistemas de automação e gestão não estarem totalmente otimizados, e da existência de restrições físicas da planta que não permitiam uma separação de peças nestes vários comprimentos.

O Sistema de Rastreamento de Nível 2 foi implantado no final de 2003, e sua estratégia de corte, é tida como a “alma” do sistema de controle da Linha de Laminação de Perfis da Gerdau Açominas, é através dela que se garante o atendimento das ordens de clientes. O atendimento das ordens de clientes baseia-se na garantia da entrega de um volume de material acabado dentro de uma tolerância acordada com o cliente, que gira em torno de 10% do peso total de cada item.

Desta forma o conceito de MTO não era vigente, uma vez que era produzida uma quantidade acima, abaixo ou nem era produzida uma determinada ordem de processo. Este trabalho demonstra que o conceito MTO agora é uma realidade nesta unidade fabril.

DESCRIÇÃO DO PROCESSO

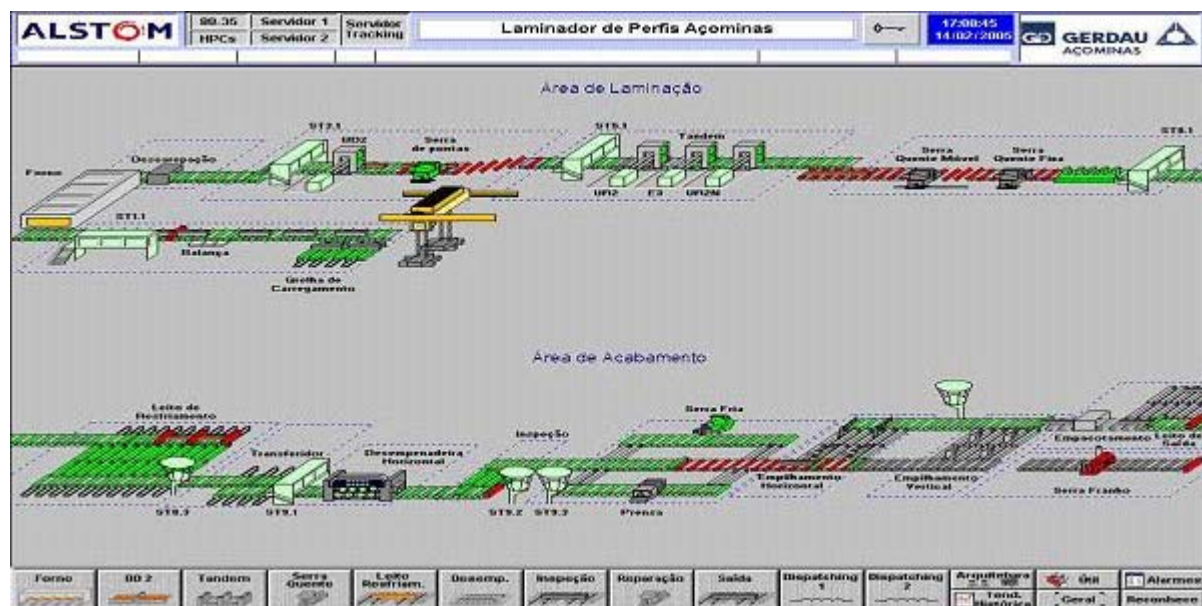


Figura 1. Laminador de Perfis.

O bloco de aço, pertencente a um lote de produção, passa pelos processos de enformamento, desbaste, laminação em Tandem, gerando uma Viga Mãe com um comprimento médio de 120m. Esta Viga Mãe, já produto final, é então transferida para as Serras Móvel e Fixa, nas quais é particionada em peças que são alocadas dinamicamente, de acordo com regras de negócio para cada OP - Ordem de Processo. As Figuras 1 e 2 resumem este processo produtivo.

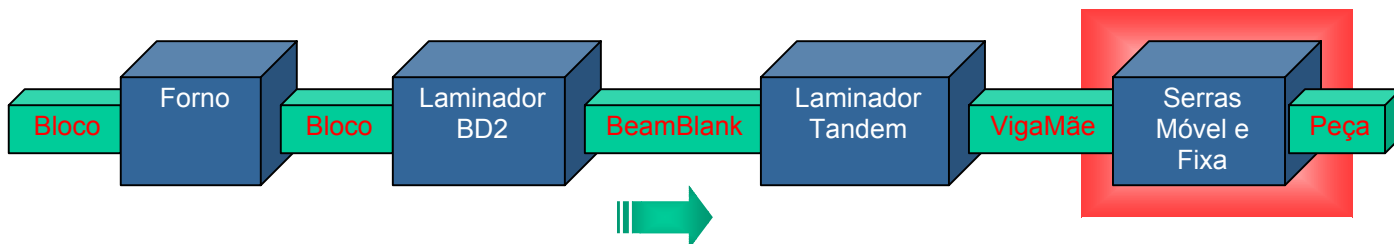


Figura 2. Transformações no Material ao longo da Linha de Laminação.

Objetivo

O gráfico abaixo mostra o acompanhamento do índice de atendimento a 4 (quatro) pedidos de um mesmo cliente, realizadas ainda no algoritmo antigo, onde se verifica o percentual de atendimento.

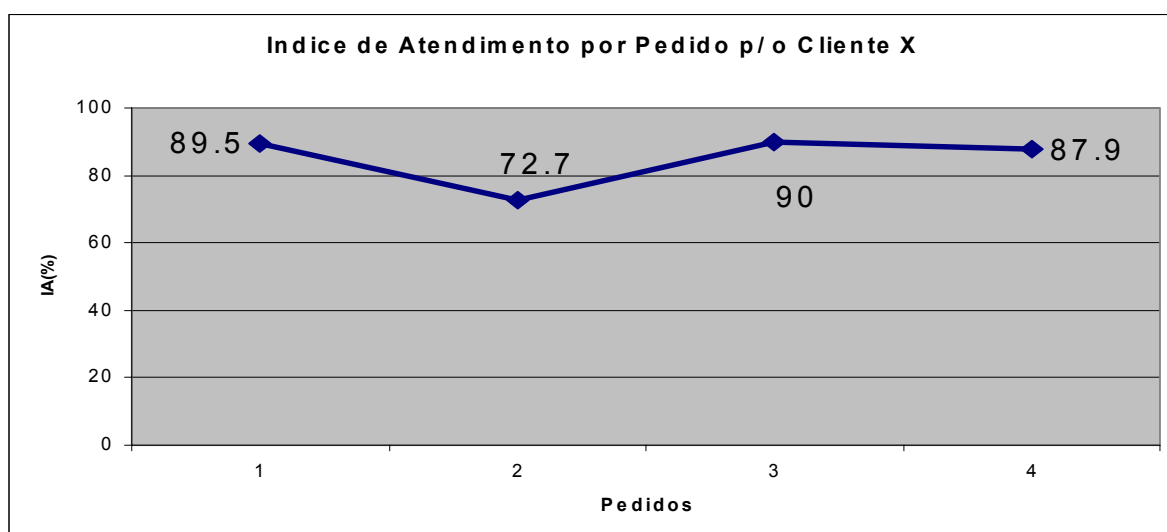


Gráfico 1. % de atendimento a itens de pedidos.

Fonte : SICLA_PERFIL

O estoque de materiais considerados de comprimentos não comerciais, ou seja, com comprimento fora da faixa de 12000~12200 mm e de 6000~6100 mm em dezembro de 2004 era de 1676,4 t.

Partindo das necessidades de se aumentar o índice de atendimento de cliente, do patamar de 90% para 95%, e de redução de estoques de materiais com comprimentos não comerciais, criou-se um projeto com a finalidade de aperfeiçoar o algoritmo de corte e a lógica de alocação de peças em tempo real.

Este trabalho propõe-se a divulgar o problema, a concepção da solução, a implantação e a evolução de um algoritmo de corte eficiente.

Estruturação do Fluxo de Informação

O planejamento do atendimento a clientes inicia-se com a entrada de pedidos, via MVA – Módulo de Vendas Açominas ou diretamente no R/3, passando por planejamento e programação de produção (*MRP – Manufacturing Resource Planning*) e sequenciamento no Sistema MES - SICLA_PERFIL.

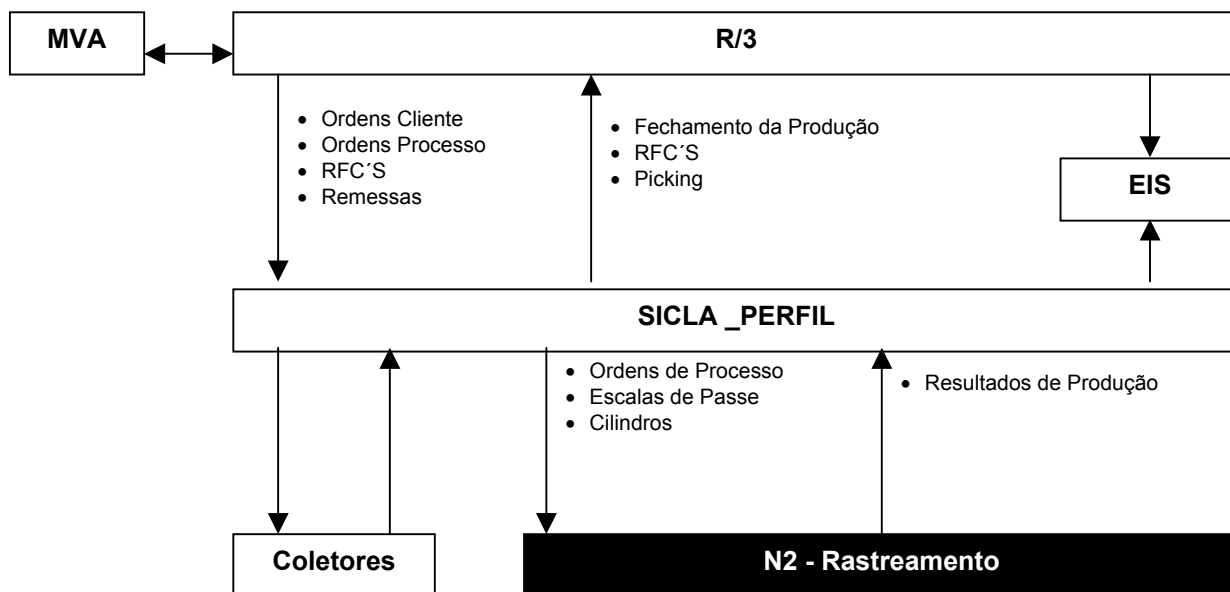


Figura 3. Estruturação do Fluxo de Informação.

Ao Sistema de Rastreamento - N2 são repassadas informações essenciais ao controle de produção e conseqüentemente ao atendimento ao cliente, tais como:

- Lotes e ordens de processo;
- Tipos de aço, bitola, comprimento nominal e curtos;
- Peso solicitado;
- Quantidade de peças calculada para garantir a formação de feixes completos;
- Quantidade total de blocos com identificação/peso;
- Pedido/item;
- Cliente;
- Receitas de laminação.

A alteração da estratégia gerou implicações em dois níveis de aplicação, Sistema MES - SICLA_PERFIL e no Sistema de Rastreamento – Nível 2.

Sistema SICLA_PERFIL

Na concepção original e atual do Sistema MES - SICLA_PERFIL o cálculo da quantidade de blocos necessários para atender uma ordem de cliente é em função da quantidade de peças por feixe. Desta forma o número de peças era arredondado para atender a formação de feixes com o número de peças padrão, uma vez que não existia o conceito de feixe incompleto. Um segundo cálculo é realizado para definir o número de blocos a serem utilizados, em função do número de peças calculadas.

A diferença entre as duas concepções está no cálculo do número de blocos a serem utilizados. Na concepção original, qualquer bloco fracionado era totalmente cortado para atender a ordem de produção. Na nova, existe um arredondamento seguindo a seguinte fórmula:

- Comprimento utilizado do Bloco $\geq 0,5$ -> utilização do bloco inteiro.
- Comprimento utilizado do Bloco $< 0,5$ -> o bloco não é utilizado.

Esta sobra ou falta de bloco, é compensada pela nova estratégia implementada no Sistema de Rastreamento de Nível 2.

O Sistema MES - SICLA_PERFIL também foi ajustado de forma a contemplar esta nova filosofia, a qual será descrita no próximo item. Foram criadas as seguintes funções que são executadas no momento do recebimento das mensagens de produção geradas pelo nível 2, (figura 4):

- Agrupamento de blocos em linha, necessária para fazer a alocação de um bloco inteiro para outra OPk – Ordem de processo de matéria-prima;
- Agrupamento de peças em linha, necessária para fazer alocação de uma peça para outra uma OPL – Ordem de processo de produto;

A garantia da rastreabilidade dos blocos e peças foi uma preocupação constante durante o projeto, pois uma é uma premissa básica do SGQGA – Sistema de Garantia da Qualidade Gerdau Acominas.

Sistema de Rastreamento – Nível 2

Este sistema original foi desenvolvido, em conjunto com a Alstom Brasil e Alstom França, especificamente para atender a planta de Laminação de Perfil da Gerdau Açominas. O Sistema de Rastreamento contempla as funcionalidades que suportam todo o controle do que se precisa produzir, o que está sendo produzido e o que já foi produzido.

A figura abaixo mostra o diagrama de contexto somente do módulo de otimização de cortes.

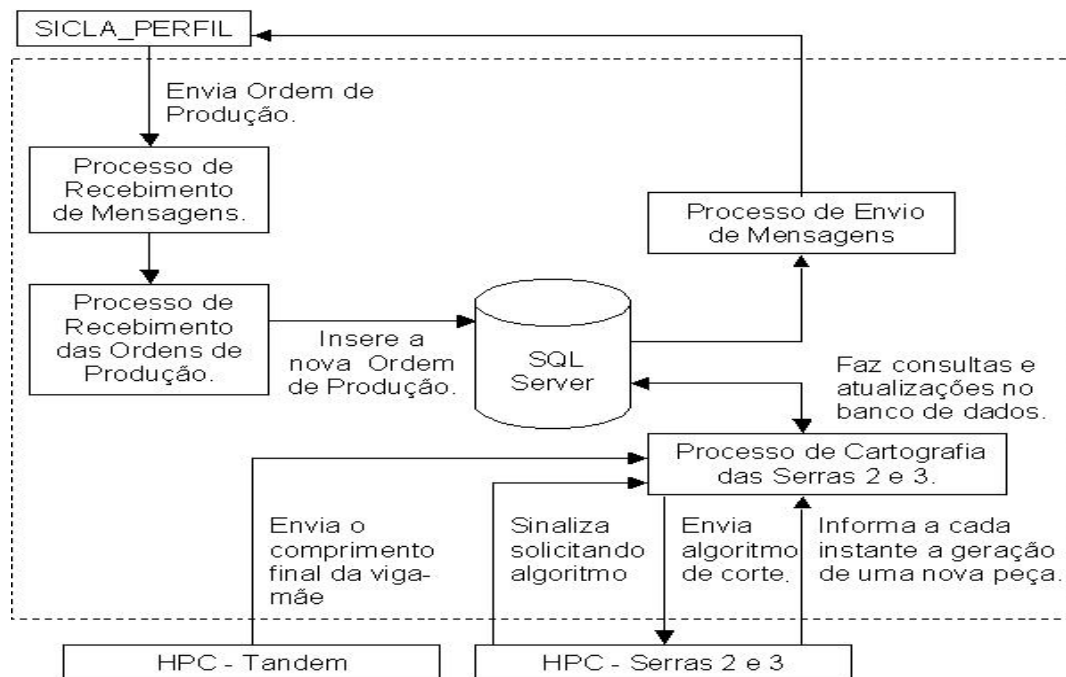


Figura 4. Arquitetura.

Concepção Original

Todo o processo inicia-se na chegada das informações sobre uma Ordem de Processo, as denominadas OPK's, as quais possuem N blocos. Dentro de uma Opk podem existir uma ou mais OPL's, as quais entre outras coisas, definem a

quantidade e o comprimento das peças previstas para cada cliente. Nesta concepção um bloco poderia atender somente uma Opk.

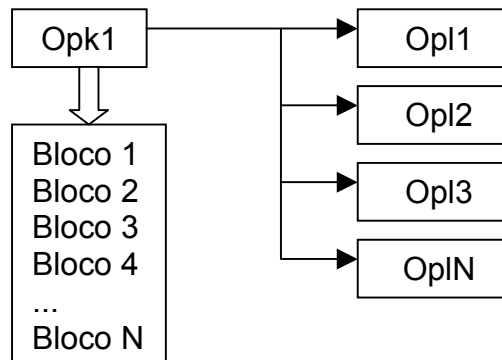


Figura 5. Conceito de Ordens de Processo.

Para cada OPL são definidas 4 faixas de corte:

- Corte nominal, é o corte objetivado. Para este corte é definida a quantidade de peças solicitadas pelo cliente.
- Primeiro corte curto, utilizado quando não é mais possível o corte de um comprimento nominal ou o comprimento nominal já foi atingido.
- Segundo corte curto, utilizado quando não é mais possível o corte de um comprimento nominal ou o comprimento nominal já foi atingido.
- Terceiro corte curto, utilizado quando não é mais possível o corte de um comprimento nominal ou o comprimento nominal já foi atingido.

Nesta filosofia, todas as OPL's eram cortadas seguindo-se a regra abaixo:

Corte Nominal (mm) > Primeiro Curto (mm) > Segundo Curto (mm) > Terceiro Curto (mm)

O algoritmo executava o corte do primeiro curto previsto caso todas as peças previstas fossem produzidas. Um ou mais blocos eram inteiramente alocados para uma única OPL.

Esse algoritmo é bastante simples, porém ao longo do tempo foram detectadas algumas falhas de concepção:

- Os pedidos itens de clientes sem atendimento ou com % de atendimento baixo, devido a sucateamento de material;
- Pedidos itens de clientes atendidos acima do acordado;
- Sobra de material com comprimento diferente do comprimento comercial, gerando estoque indesejável e perda por enquadramento de material.
- Estoque indesejável de 1676 t e capital imobilizado de US\$930.180,00

Nova Concepção

A estrutura de OPK's/OPL's continua a mesma. Porém existem 3 novos conceitos:

- Alocação de Blocos: tornou-se possível utilização de blocos de Opk's diferentes no caso da falta de material para se completar a primeira, desde que as duas tenham o mesmo material (tipo de aço e bitola).

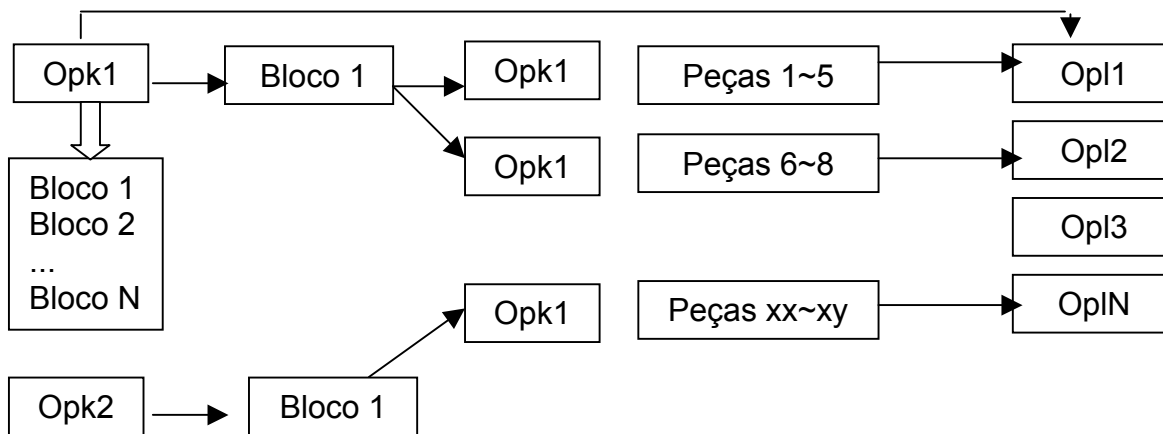


Figura 6. Alocação na nova concepção.

- **Alocação de Peças:** como regra, o primeiro curto de uma OpI será o nominal da seguinte, desta forma os curtos gerados e aprovados já são contabilizados como cortes nominais, garantindo que somente seja produzido o que realmente foi solicitado pelo cliente.

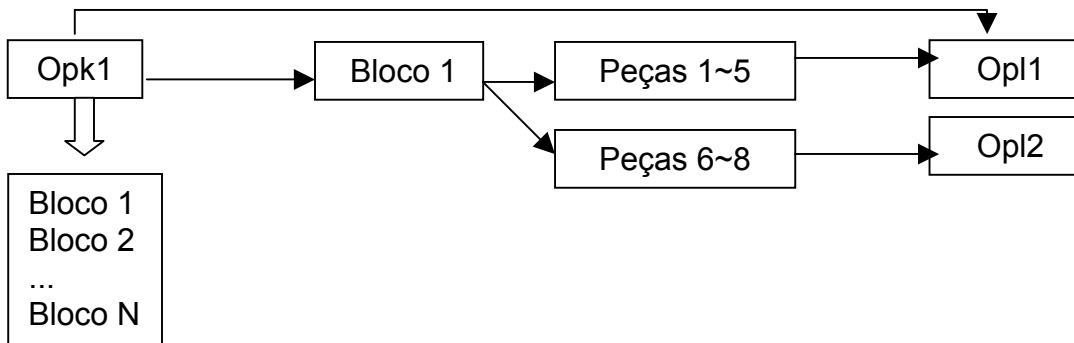


Figura 7. Alocação de Peças.

- **Pseudo-Re-Alocação:** Quando uma OpI cujo comprimento nominal de 9500 mm ou 9144 mm tiver início nas Serras 2 e 3, deverá ser verificado se existem peças que podem ser “pseudo-re-alocadas”, ou seja, são peças deste comprimento que serão contabilizadas como se já tivessem sido produzidas para esta OpI. Peças “pseudo-re-alocadas” serão re-alocadas somente no Nível 2, ou seja, não haverá informação nenhuma no Sicla a esse respeito. O acerto será feito manualmente. Essa “pseudo-re-alocação” permitirá ao algoritmo atual efetuar um número menor de cortes deste comprimento.

Força de Implementação do Projeto

O projeto teve a duração de 2 meses com os seguintes recursos:

Função	Quantidade	H/h
Gerente de projeto	1	60
Engenheiro de processo de produção	1	100
Técnico de Processo	2	320
Analista de Sistemas Industriais	1	320
Técnico de Sistemas	2	480

Os representantes das áreas de negócio participaram ativamente em todas as fases do ciclo de vida do projeto.

Planejamento e Implantação

Todo o projeto teve sua vida dentro do EPTI - Escritório de Projetos de TI. O ciclo de vida é resumido na figura abaixo (Figura 8).



Figura 8. Ciclo de Vida de um projeto.

Na concepção original do sistema de Nível 2 foram criados 2 ambientes separados e idênticos, o primeiro de produção e o segundo de testes. No ambiente de teste existe uma ferramenta de simulação onde é possível realizar todas as operações da mesma forma que no sistema de produção. Desta forma a maioria dos “bugs” podem ser solucionados, minimizando os problemas de novas rotinas em ambiente de produção.

Após a definição final do algoritmo, foram realizadas simulações, no ambiente supracitado, com a maior variabilidade cortes e produtos possíveis, as quais permitiram otimizar o software, garantido que nenhum detalhe fosse passado despercebido, o que poderia gerar problemas sérios na produção, acarretando em atrasos e perdas. A grande dificuldade encontrada na simulação foi a elaboração de uma massa de dados que contemplasse todas as variantes reais que um processo como este pode suportar.

De forma a minimizar o impacto da mudança, sanar todas as dúvidas e possíveis falhas na filosofia foram realizados *workshop's* com seguintes profissionais: programadores e controladores de produção; operadores de linha, inspetores de qualidade, facilitadores, engenheiros e técnicos de processo.

Foram desenvolvidos 3 grupos de interface que facilitaram a operacionalização do novo sistema:

- Controle do Plano de Produção: Acompanhamento em tempo real de um OP em produção, o que já foi produzido, o que falta para ser produzido e se houve alguma alocação.
- Acompanhamento da Estratégia de Corte e Resultados: Esta interface foi desenvolvida para facilitar a compreensão por parte da operação da Área Serras da influência do algoritmo no processo. É mostrado a cada viga mãe o resultado do algoritmo calculado pelo sistema, avisando ao operador caso haja alocações de blocos. Mais 2 características foram implantadas nesta interface. A primeira é o acompanhamento em tempo real dos cortes (peças) geradas e o controle do correto processamento das mensagens enviadas ao SICLA_PERFIL pelo sistema.

- Consultas: Foram implementadas 4 interfaces nas quais é possível acompanhar todo o processo de alocações. Podemos monitorar em nível de OPK, OPL, blocos e peças.

Em todas as interfaces existem funções de contingência para eventuais ajustes no sistema.

CONCLUSÃO

A nova concepção foi posta em marcha no dia 22 de dezembro de 2004. O Sistema de Rastreamento – Nível 2 ficou mais complexo pelo fato das alocações serem realizadas dinamicamente, esta maior complexidade foi mitigada por treinamentos *on the job*, interfaces e ferramentas de rastreamento implementadas que monitoram todas as etapas do processo em tempo real.

O objetivo do projeto foi atendido superando as expectativas de aumento de atendimento a cliente e de redução de estoques de material com comprimento não comercial.

O gráfico abaixo mostra a evolução do percentual de atendimento a um cliente específico, cujo pedido possuía uma gama variada de cortes. Este caso confirmou a eficiência da nova filosofia, pois as alocações resultaram no índice de atendimento de 96%, acima do objetivado de 95%.

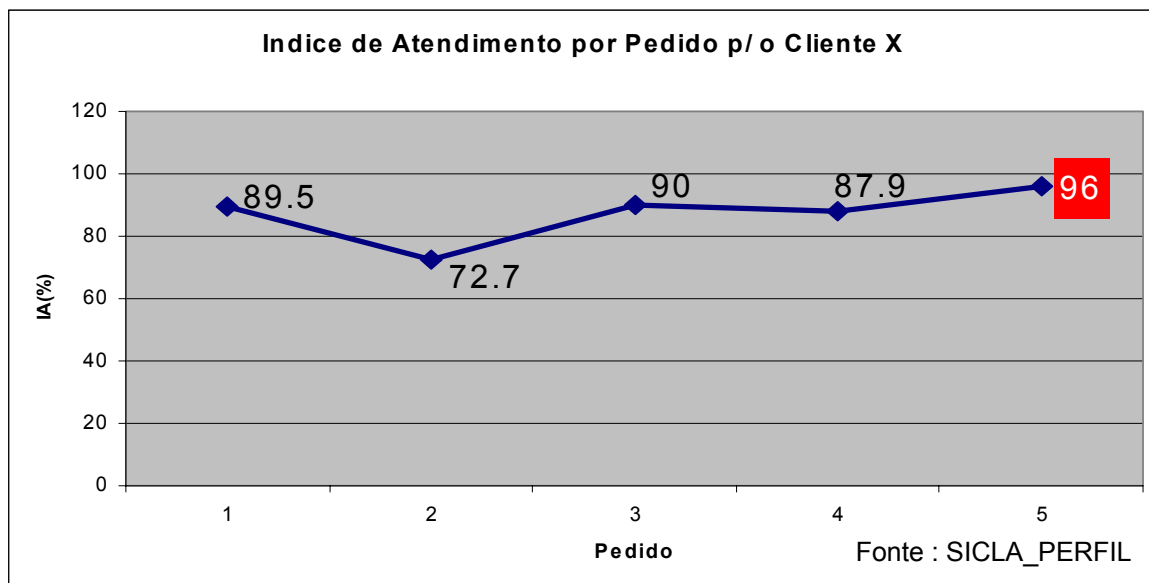
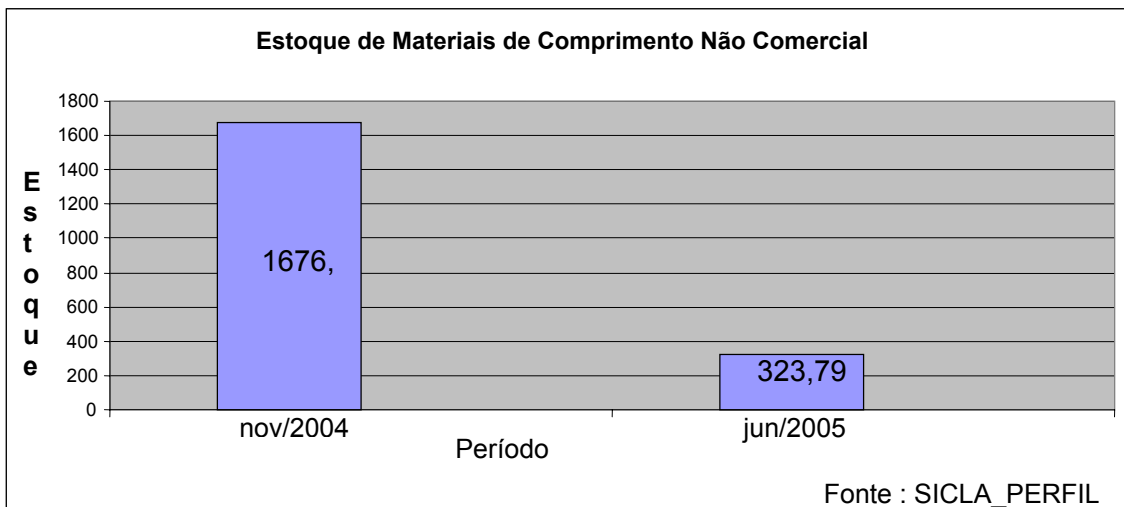


Gráfico 2. Melhoria do Atendimento a Cliente Alcançado.

O estoque de material de comprimento não comercial foi reduzido de 1676 t para 373 t em um período de 6 meses. Representando uma diminuição de capital imobilizado de US\$ 723.165,00, implicando em uma economia de US\$ 9.039,00 ao mês.



Alguns benefícios não mensuráveis também foram alcançados:

- redução da reprogramação de produção devido ao não atendimento a item de pedido;
- aumento da satisfação do cliente;
- redução do manuseio de material de corte não comercial pela área de acabamento.

BIBLIOGRAFIA

- 1 CORRÊA, H. GIANESI, I. (1993). **Just in Time, MRP II e OPT**: um enfoque estratégico, 2.ed. São Paulo, Atlas.
- 2 MARCHETTE, S.M.S.; OLIVEIRA, D.R.; ROCHA, E.M.; SÁ, N.L.; REZENDE, M.H.; TINOCO, M.C.F.; VALLADÃO, P.S.. SICLA_PERFIL – Projeto MES da Linha de Laminação de Perfis da Açominas. In: SEMINÁRIO DE AUTOMAÇÃO DE PROCESSO, 7., 2003, Santos. São Paulo: ABM, 2003. p.21-31
- 3 Especificação Funcional do Sistema de Rastreamento – Nível 2, Alstom França, Belfort, 2002.
- 4 Manual de Processo EPTI – Gerdau Acominas, Ouro Branco, 2004.

GLOSSÁRIO

HPC – High Performance Control = controlador lógico programável de alta performance (ALSTOM)

MRP – Manufacturing Resource Planning = sistema hierárquico de gestão da produção, em que os planos de longo prazo de produção são sucessivamente detalhados até se chegar ao nível do planejamento de componentes e máquinas específicas.

MTO – Make-to-Order = Estratégia de manufatura em que a empresa dispara o processo de engenharia (especificações e projeto do produto acabado) e de produção após formalizado um pedido pelo cliente

MTS – Make-to-Stock = Processo em que os produtos são completados antes do recebimento de um pedido do cliente e feitos com base na previsão de venda

MVA – Módulo Vendas Acominas = sistema desenvolvido pela Gerdau Acominas para suportar as vendas de produtos pelos representantes, eliminando a necessidade de estar fisicamente na empresa

OP – Ordem de Processo = unidade de informação que especifica a necessidade de fabricação de um item resultante do desdobramento de pedidos ou previsão de vendas geradas através da execução do MRP – Manufacturing Resource Planning determinando a quantidade a ser produzida e datas de início e término

UML – Unified Modeling Language = linguagem padrão de modelagem de objetos

TRACKING SYSTEM OF SECTION ROLLING MILL SYSTEM OPTIMIZATION PROJECT OF MOBILE AND FIXED¹

Afonso Celso de Mesquita²

Alisson Paulo de Oliveira²

Carlos Magno Fonseca³

Maurilio Cesar Vieira³

Júlio Cesar Ferreira⁴

Marcus Vinícius Abrantes Abreu⁴

Selma Marchette da Silva Marinho⁵

Hernando Rodrigues⁵

Mário Hermes Rezende⁶

Abstract

This work describes the implantation and evolution of an efficient algorithm of cut, which optimizes the cuts generated from mother beam to minimize losses and to minimize the supply of not commercial cuts, through information received from the control of production, Level 1 and carried through production already. A study will be presented managemental / technician of the solution initially proposal, the found problems, the gotten objectives of the project, solutions and results. The project was based on the concepts of MES - Manufacturing Execution System and on the previous experiences of the Gerdau Açominas in the application and implantation of resources and solutions guided to the productive process, in the search of flexibility, efficient integration, quality of information and competitive advantage. The design based on UML was used, which facilitated the implementation of the necessary improvements to the long one of the period of life of this system, until reaching the platform of current state.

Key-Words: Tracking; MES; Project management; Shear.

¹ *IX Encontro de Especialistas em Automação, Curitiba, PR, 05 a 07.10.2005*

² *Engenheiro de Produção – Gerdau Açominas*

³ *Técnico de Processo – Gerdau Açominas*

⁴ *Analista de Sistemas Industriais – Gerdau Açominas*

⁵ *Técnico de Produção – Gerdau Açominas*

⁶ *Chefe da Área de Sistemas Industriais – Gerdau Açominas*