

INTERAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS HIERÁRQUICOS DE GERENCIAMENTO E EXECUÇÃO DE PRODUÇÃO DO COMPLEXO DE LAMINAÇÃO A FRIO DA VEGA DO SUL¹

Igor Leonardo Torres Quintão²
Carlos Adrião Cordeiro Guimarães³
Leonardo Pena Santos⁴
Maxwell Rodrigo Silva Oliveira⁵
Giovani Machado Lessa Carli⁶

Resumo

A planta da Vega do Sul, unidade industrial especializada na transformação de aços carbonos planos, entrou em operação em 2003 e conta com modernos equipamentos e tecnologia de ponta para o seu processo industrial bem como para o seu gerenciamento. O presente trabalho tem como objetivo apresentar as funcionalidades e as redes de comunicação presentes nos 3 níveis hierárquicos do sistema de gerenciamento, supervisão e execução da produção na planta da Vega do Sul, mostrando o tratamento de uma bobina desde sua recepção na planta até a sua expedição. A partir da ordem de fabricação, os controladores, inversores de frequência e demais equipamentos da linha são automaticamente parametrizados, a bobina é rastreada durante sua produção e os dados do seu processamento são registrados e arquivados para posterior consulta. Neste ambiente, será apresentada a arquitetura de controle bem como os dados que trafegam entre as redes de informação dos 3 níveis, as ferramentas de desenvolvimento e equipamentos utilizados. A planta totalmente integrada reduz a necessidade de intervenção dos operadores, elevando consideravelmente a padronização dos produtos processados, disponibilizando informação em tempo real da produção da planta, estados dos equipamentos, planejamento da produção e rastreamento das bobinas, histórico, rastreabilidade dos dados de processamento de bobinas e relatórios customizados com vários enfoques: processo, produção e manutenção. A flexibilidade operacional aliada às informações em tempo real e histórica da produção acarreta em importantíssima vantagem competitiva para a Vega do Sul.

Palavras-chave: Redes de comunicação; Arquitetura de sistema; Níveis hierárquicos.

INTERACTION BETWEEN HIERARCHICAL LEVELS OF MANAGEMENT OF PRODUCTION AND EXECUTION IN COLD ROLLING COMPLEX VEGA DO SUL

Abstract

Vega do Sul, an industrial unit specialized in the processing of flat carbon steel, started its operation in 2003. It holds cutting-edge equipment and state-of-the-art technology for industrial processes and management alike. This paper describes functionalities and communication networks in the three hierarchical levels of the Manufacturing Supervision and Execution Management System, displaying coil data handling from its receipt in plant until its shipment. From a manufacturing order, controllers, frequency inverters and other devices in a production line are automatically set up, the coil is tracked during its manufacturing and its production data are registered and stored for further consulting. This environment is here described centering on control architecture, data exchange between the three levels, development tools and hardware. The totally integrated plant considerably reduces operator intervention, increasing the standardization of product, availing itself, in realtime, of information concerning plant production, equipment status, production planning, coil tracking, historical coil processing data and tailor-made reports with several focuses: processing, production and maintenance. Operational flexibility coupled with realtime and historical information on production grant Vega do Sul one extremely important competitive advantage.

Key words: Communication networks; System architecture; Hierarchical levels.

¹ *Contribuição Técnica ao X SEMINÁRIO DE AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS, Belo Horizonte - MG, 4 a 6 de Outubro de 2006.*

² *Engenheiro Eletricista, MBA Administração, Especialista em Gestão de Projetos, Depto. de Automação Industrial – Converteam Brasil.*

³ *Engenheiro Eletricista, MBA Tecnologia da Informação aplicada à Gestão Estratégica de Negócios, Depto. de Automação Industrial – Converteam Brasil.*

⁴ *Engenheiro Eletricista, Depto. de Automação Industrial – Converteam Brasil.*

⁵ *Técnico em Automação, Depto. de Automação Industrial – Converteam Brasil.*

⁶ *Engenheiro Eletricista, Depto. de Gerenciamento de Projetos – Converteam Brasil.*

INTRODUÇÃO

• Complexo de Laminação a Frio da Vega do Sul

A Vega do Sul é uma unidade industrial especializada na transformação de aços carbonos planos com uma capacidade de produção de 880 mil toneladas anuais de aços laminados a frio e galvanizados. A operação da linha de Galvanização começou em julho de 2003. As linhas de Decapagem e Laminação começaram a operar em setembro e outubro, respectivamente, e até o final de 2003 todas as linhas da unidade industrial estavam em funcionamento.

A empresa produz atualmente bobinas decapadas, laminadas a frio e galvanizadas fazendo uso dos mais modernos equipamentos de produção através dos estágios abaixo representados de maneira simplificada na Figura 1.

- ✓ Decapagem (CPL): Processo de remoção da camada de óxido da superfície das bobinas laminadas a quente.
- ✓ Laminação a Frio (TCM): Processo de redução da espessura das chapas de aço decapadas através de deformação mecânica controlada.
- ✓ Recozimento em Caixa (BAF): Processo de tratamento térmico utilizado para restituir as propriedades mecânicas do aço após sua laminação á frio.
- ✓ Encruamento (SKP): Processo de acabamento superficial e propriedades mecânicas através de baixos valores de redução da espessura da chapa.
- ✓ Galvanização (CGL): Processo de revestimento da superfície da bobina com uma camada de zinco para o aumento da resistência à corrosão do aço.
- ✓ Linha de Inspeção (RCL): Processo de inspeção final da qualidade do produto antes do envio mesmo aos clientes.
- ✓

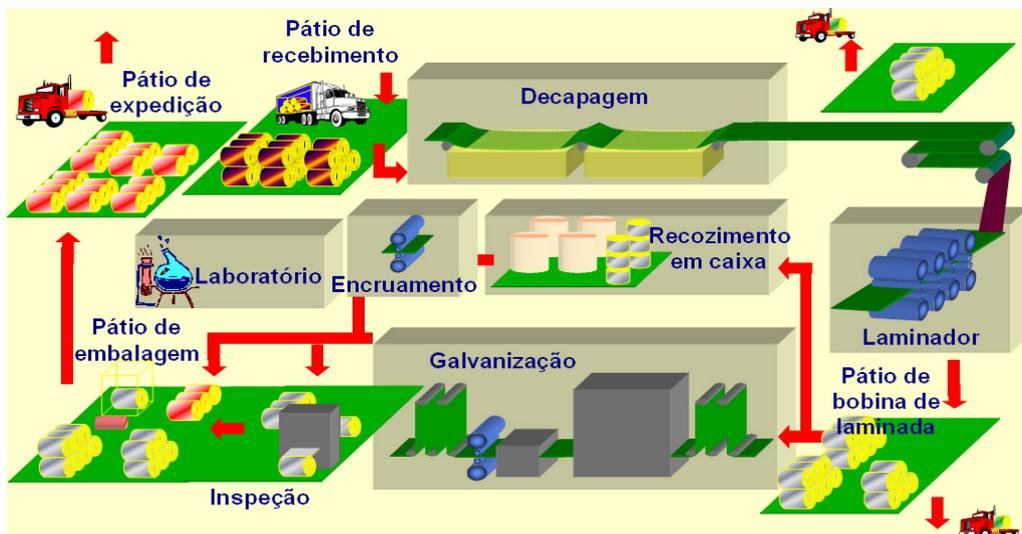


Figura 1. Fluxo de Produção da Vega do Sul

• Unidade Metálica (UM)

A unidade metálica (UM) é o menor elemento de manipulação do sistema de gerenciamento. O sistema gere todas as UMs fisicamente e administrativamente em todos os estágios de produção presentes na planta da Vega do Sul (matéria prima, em fabricação, produto acabado, pátio de estocagem, pátio de expedição), através de troca de informação entre os níveis do sistema de controle.

As informações sobre as UMs permitem gerenciar:

- ✓ A propriedade contábil;
- ✓ A propriedade industrial (parâmetros para fabricação, dados de fabricação, resultados de ensaios, qualidade, etc) e
- ✓ A logística (recepção, movimentação interna, transporte, expedição, pátio).

A entidade elementar de registro de dados do processo de fabricação de uma UM é o segmento. O segmento é uma parte do produto entre duas soldas ou uma extremidade de UM e uma solda. A figura abaixo mostra de forma simplificada as características e dados de uma UM.

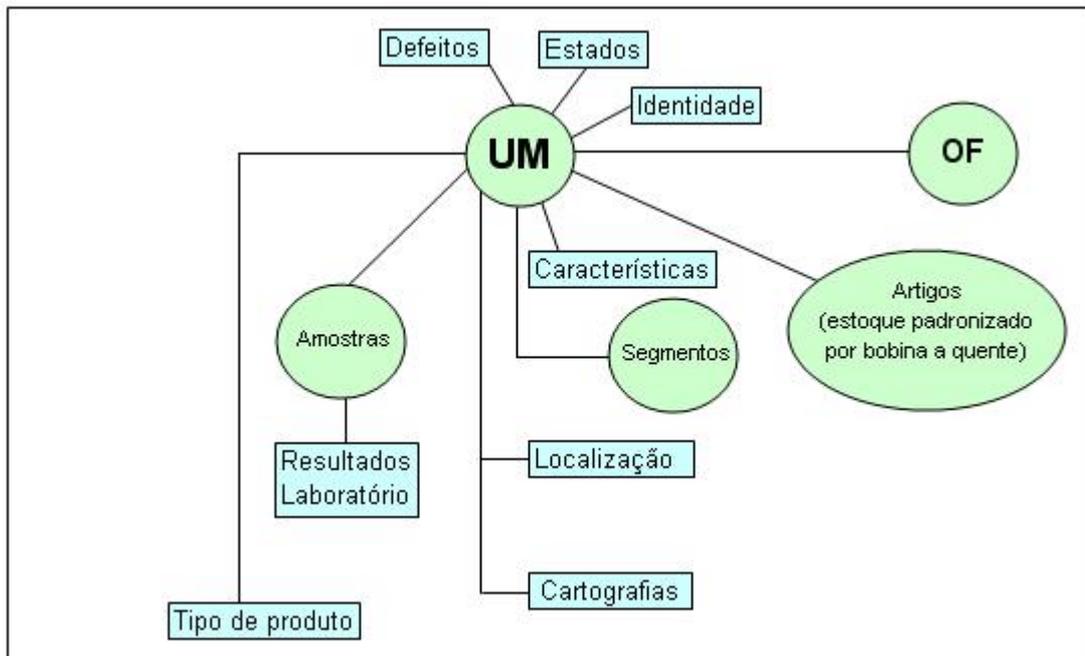


Figura 2. Características de uma UM

O período de arquivamento das informações depende do tipo, sendo de 5 cinco anos para os produtos (qualidade, ensaios, dados de fabricação) e de 2 a 3 anos para os dados administrativos. Os dados de rastreabilidade das bobinas recebidas vindas do fornecedor são integrados e salvos na estrutura de dados da UM.

ARQUITETURA

A figura abaixo representa as redes de comunicação presentes na planta da Vega do Sul a partir do Nível 0 de uma linha de produção (CGL, SKP, CPL, TCM, RCL) até o Nível 3. A seguir descrevemos as características de cada um dos níveis.

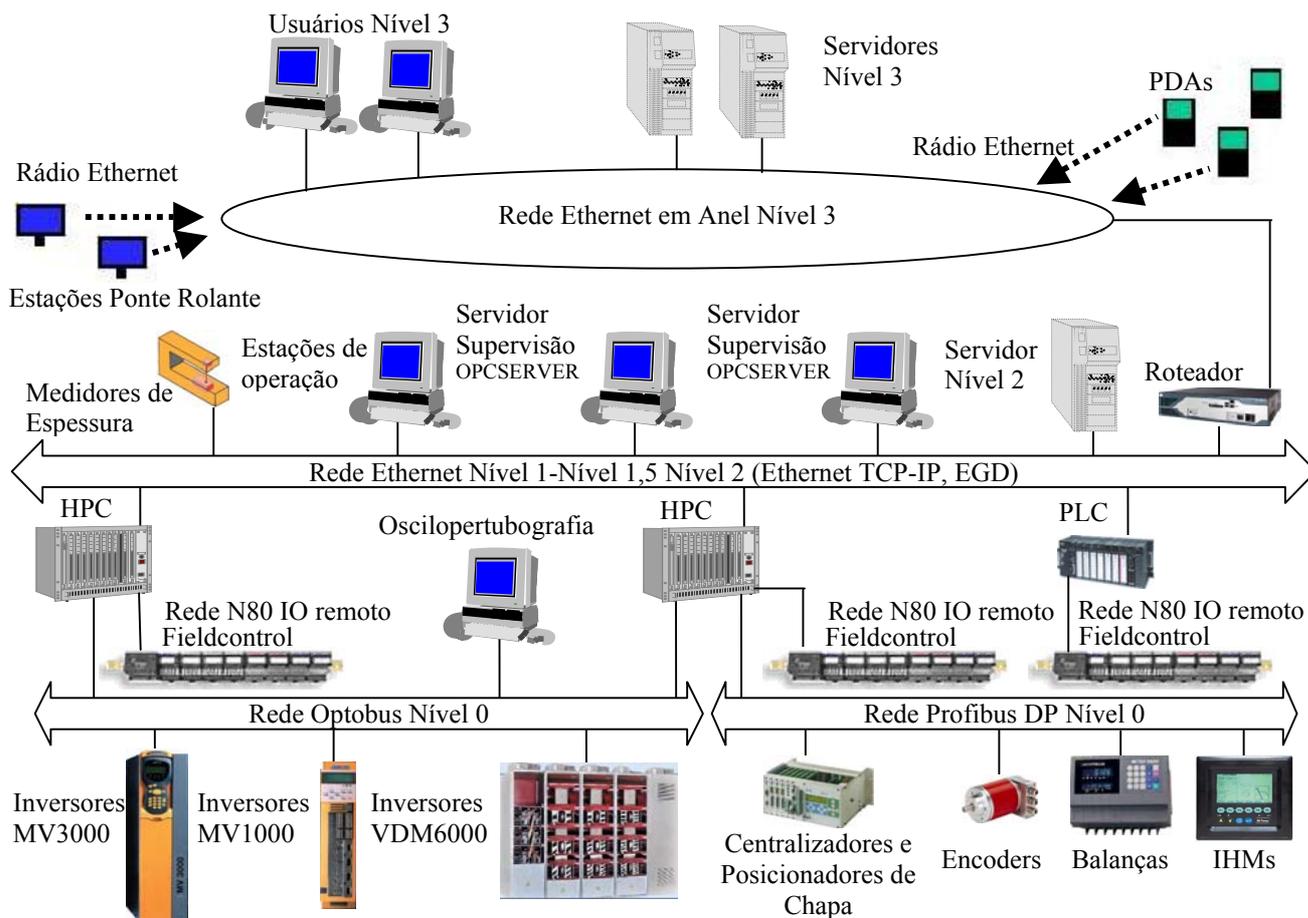


Figura 3. Arquitetura do Sistema de Controle

- **Nível 0**

O Nível 0 é formado por sensores, instrumentos, atuadores, solenóides e motores no chão de fábrica. A maior parte da interface dos pontos de entradas e saídas do processo é feita por meio de módulos de entradas e saídas da família Converteam FieldControl (FieldControl - Ge Fanuc) instalados em painéis remotos no campo e em mesas de controle, conectados através da rede determinística de I/O, Converteam N80 (Genius Network - Ge Fanuc).

Parte dos encoders, as balanças, displays IHMs e todos os centralizadores e posicionadores de chapa são comandados via rede PROFIBUS DP. O restante dos encoders é interligado via interface SSI (Serial Synchronous Interface) por meio de módulo de entrada dedicado para receber este sinal.

Nível 1

O sistema de controle é composto por controladores Converteam HPC (High Performance Controller), Converteam PLCs 80-75 (Ge Fanuc 90-70) e 80-35 (Ge Fanuc 90-30) e Inversores Converteam MV1000, MV3000 e VDM6000.

Os Inversores de frequência MV1000, MV3000 e VDM6000 comunicam via rede OPTOBUS com os HPCs. Esta rede apresenta alta performance, necessária para atender os requisitos de regulação nas linhas.

Na rede Optobus também está conectado o computador para Oscilopertubografia, que registra as variáveis dos motores acionados por inversores de frequência, tais como torque, velocidade bem como variáveis importantes do processo disponibilizadas pelos HPCs. As tendências em tempo real e histórica disponibilizadas pela Oscilopertubografia auxiliam de sobremaneira a regulação e a manutenção das linhas e do laminador.

Os HPCs e PLCs comunicam entre si via rede Optobus e também via rede Ethernet através do protocolo EGD (Ethernet Global Data).

Os medidores de espessura e de revestimento também trocam dados com os HPCs também via EGD.

- **Nível 1,5**

Formado pelas estações de supervisão com o software SCADA Wonderware InTouch, instalado em computadores tipo IBM-PC com Microsoft Windows 2000, responsável pela interface do operador com o processo, indicando através de telas os estados dos equipamentos, os valores das grandezas do processo, o diagnóstico de defeito de equipamentos e alarmes, e possibilitando o operador a interagir com o processo através de comandos e alteração de set-points.

Os HPCs e PLCs de um determinada linha comunicam via rede Ethernet com uma estação servidora I/O InTouch. Os PLCs utilizam o drive de comunicação GEHCS e os HPCs, OPC Server para HPC para troca de dados entre os controladores e o software de supervisão. Uma outra estação servidora também está disponível na configuração de Hot Stand By. Caso haja falha na estação principal, as estações cliente chaveiam automaticamente para esta segunda estação servidora, visando aumentar a disponibilidade do sistema.

As estações de supervisão adquirem os dados do processo através da estação servidora. A estação servidora também desempenha o papel de estação de supervisão.

- **Nível 2**

Cada linha possui um servidor Nível 2 (Servidor Dell Power Edge™ Servers) que comunica via Ethernet TCP/IP com os HPCs da linha. Cada estação de supervisão do Nível 1,5 também é um cliente do Nível 2, executando paralelamente o software de supervisão e o software cliente do sistema Nível 2.

O Nível 2 é baseado na utilização de um sistema de banco de dados de alta performance e escalabilidade (Oracle 9i), responsável por todo o gerenciamento dos dados de produção da planta. Os aplicativos do Nível 2 foram desenvolvidos utilizando as linguagens de programação Visual Basic, Visual C, C++ e Java.

- **Nível 3**

A rede Ethernet do Nível 3 apresenta a topologia do tipo anel e está isolada da rede de processo através de roteadores, onde estão as estações de supervisão, os HPCs, PLCs e outros elementos.

Rádios Ethernet foram utilizados para as estações de operação localizadas nas pontes rolantes de movimentação das bobinas bem como os PDA móveis utilizados no sistema.

O sistema é baseado no padrão CORBA e EJB (Enterprise Java Beans), sendo que a plataforma JAVA é usada nos servidores e clientes.

O uso da plataforma JAVA permite:

- ✓ Contínua evolução do hardware em função da independência da linguagem JAVA em relação à plataforma de hardware utilizada;
- ✓ Utilização do conceito da programação orientada ao objeto (OOP);
- ✓ Facilidade na compreensão e implementação do código devido às modularidades geradas pelos Objetos;
- ✓ Facilidade na manutenção do sistema devido à modularidade da solução.

Vantagens da utilização dos padrões CORBA e EJB:

- ✓ Utilização de diferentes hardwares, sistemas operacionais, servidores WEB, etc;
- ✓ Abertura para a utilização de outras linguagens além do JAVA, como C / C++ e
- ✓ Performance, escalabilidade e confiabilidade da aplicação.

As mensagens trocadas entre os níveis 2 e 3 são codificadas usando o padrão XML (eXtensible Markup Language), o que permite a inclusão de novos campos nas mensagens existentes e a criação de novas mensagens, sem a necessidade de interrupção dos sistemas. Uma vez geradas, as mesmas são gravadas em tabelas locais em cada servidor e enviadas imediatamente ao servidor destinatário, via link de banco de dados. Caso haja falha de comunicação entre os servidores, as mensagens são mantidas no servidor de origem e enviadas de forma ordenada quando a comunicação é restabelecida, automaticamente. O tratamento de mensagens recebidas é realizado por triggers de banco de dados, reduzindo o tempo morto entre o recebimento e o processamento dos dados. Mensagens incorretas são automaticamente marcadas para posterior análise.

FUNCIONALIDADES

O Sistema de Gerenciamento de Produção (Production Management), também designado Sistema de Nível 3 dentro do segmento da Indústria do Complexo de Laminação a Frio VEGA do Sul é composto por 03 macro funções assim distribuídas:

- ✓ Sistema de Gerenciamento das Vendas (Sales Management), excluindo-se os serviços dos Sistemas de ERP (Enterprise Resource Planning);
- ✓ Sistema de Gerenciamento da Cadeia de Fornecedores (Supply Chain Management – SCM) e
- ✓ Sistema de Informação da Produção (Production Information System – PIS).

O Sistema de Gerenciamento das Vendas (Production Management) está focado no controle dos pedidos e cotações recebidas, na lista de clientes, na lista de preços dos produtos comercializados, nos aditivos reivindicados aos clientes e nos planos de vendas futuros da Empresa.

O Sistema de Gerenciamento da Cadeia de Fornecedores (Supply Chain Management – SCM) envolve os processos de controle, coordenação e integração do fluxo de informações financeiras e logísticas de determinado subproduto/material em seu deslocamento desde o fornecedor, passando pelo produtor principal, o varejista até o cliente final. A principal meta a ser atingida nos trabalhos de concepção do Sistema de Gerenciamento da Cadeia de Fornecedores é a redução dos custos de inventário/estoque.

O Sistema de Informação da Produção (Production Information System – PIS) está focado nos objetivos de se adicionar valor ao processo produtivo, ajudar a reduzir os tempos dos ciclos da produção, aumentar a qualidade dos produtos, reduzir o inventário/estoque, reduzir os trabalhos em papel necessários na troca entre turnos de produção, reduzir os tempos mortos do processo, definir as práticas operacionais adequadas e preferenciais a serem implementadas na planta, e autorizar/habilitar as equipes responsáveis pela operação e gerenciamento da planta. Este módulo pode ser rotulado como MES (Manufacture Execution System), Sistema de Execução da Manufatura, termo comumente encontrado no mercado.

O Sistema de Informação da Produção é composto por uma série de funções, porém o mesmo está focado no gerenciamento dos 03 recursos primários a saber:

- ✓ Recursos Humanos (Operadores, Equipe de Manutenção, etc);
- ✓ Recursos Materiais (Fluidos, gases, etc) e
- ✓ Equipamentos do Processo.

A principal meta a ser atingida com este sistema é encontrar o ponto ótimo de gerenciamento destes recursos objetivando-se atingir os requisitos necessários de produção.

O Sistema de Informação da Produção opera numa camada acima dos Sistemas de Controle/Automação, também designados Sistemas de Nível 1 e 2 dentro do segmento da indústria; e numa camada abaixo do Sistema de ERP (Enterprise Resource Planning), também designado sistema de Nível 4.

O planejamento da produção (Primary Data Input ou PDI) é recebido pelo sistema Nível 2 a partir do Sistema de Informação da Produção (Nível 3). Os dados recebidos são processados e armazenados pelo Nível 2. Durante a operação da planta, os operadores, a partir das estações de supervisão, podem visualizar e modificar os dados recebidos do sistema de produção. Uma vez validados estes dados, automaticamente pelo sistema ou pelos operadores, os presets da linha que deverão ser aplicados na produção especificada na ordem de produção são calculados e armazenados pelo sistema, tendo os operadores ainda a opção de alterá-los.

Quando a matéria prima é preparada na entrada da linha de produção, os presets calculados pelo sistema são enviados para os PLCs e HPCs. A partir dos presets recebidos, os HPCs e PLCs parametrizam toda a operação da linha, enviando as referências para inversores de frequência, centralizadores e posicionadores de chapa, set-points para malhas de controle e outros elementos da linha.

As bobinas são processadas a partir de seqüências automáticas, com presets calculados pelo sistema, comandadas pelos HPCs e PLCs reduzindo ao máximo a necessidade de intervenção dos operadores na produção.

Durante todo processamento é possível saber a posição da bobina através do sistema de rastreamento (“Tracking”). As diferentes cores na representação das bobinas, na estação de supervisão, indicam a localização das soldas na junção das mesmas.

A partir de eventos pré-determinados ocorridos no processo, os dados de produção são coletados pelo Nível 1 (HPCs e PLCs) e enviados ao Nível 2, atualizando a base de dados de produção através de serviços desenvolvidos especificamente para esta tarefa. Tais serviços são responsáveis pela coleta, tratamento e gravação dos dados na base de dados Oracle, de forma que os mesmos possam ser utilizados adequadamente na composição dos relatórios do produto final. Esta tarefa é realizada automaticamente pelo sistema, sem a necessidade de intervenção do usuário.

Quando a ordem de produção é concluída, o Nível 2 condensa as informações obtidas durante o processo nomeando-as PDO (Process Data Output), as envia ao Nível 3 e as disponibiliza em forma de relatórios gerenciais e de produção. Tais relatórios podem ser consultados mesmo durante o processo produtivo através do software cliente do Nível 2, disponível em todas as estações de operação da linha. Assim, todos os operadores e responsáveis pela linha podem acompanhar como está o processo de preparação da matéria prima desde o posicionamento das bobinas nos berços de entrada até a remoção das bobinas nos berços de saída da linha através de uma interface amigável.

Adicionalmente, o Nível 2 recebe do Nível 1 (HPCs e PLCs) o consumo horário de insumos e dados referentes ao funcionamento e paradas de equipamentos para gerenciamento da manutenção e cálculo da produtividade e eficiência da linha. Estes dados podem ser exibidos via relatórios nas estações de supervisão (Nível 2) ou no Nível 3.

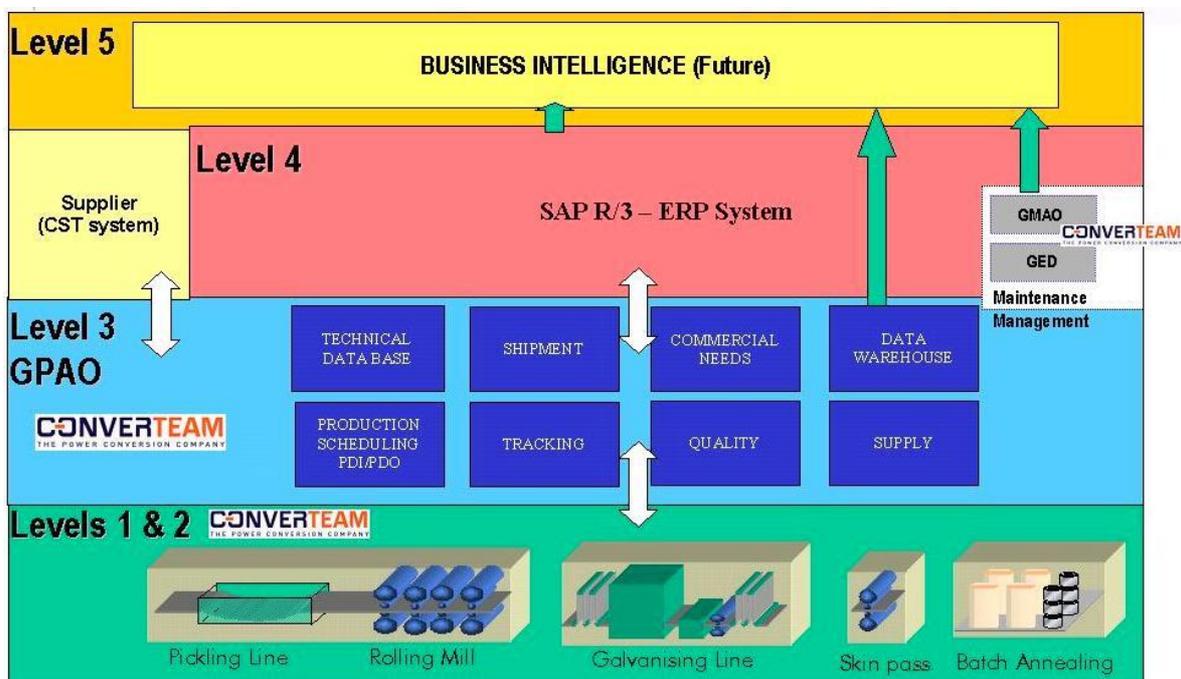


Figura 4. Níveis Hierárquicos da Vega do Sul

CONCLUSÃO

Os sistemas em vários níveis hierárquicos e suas redes de comunicação presentes na Vega do Sul englobam desde os equipamentos da linha de produção até o sistema de gerenciamento de informação potencializando as informações de controle de processo, realizando a parametrização automática da planta até o nível chão-de-fábrica e coletando os dados resultantes do processamento dos produtos. Além das informações de processo em tempo real, todos os dados de processamento são coletados e arquivados de forma a permitir rastreabilidade de produção, determinando a procedência de uma bobina bem como seus dados de fabricação.

O resultado é a capacidade de resposta da manufatura em se ajustar rapidamente para atender as demandas de produção e o desenvolvimento de novos produtos, ajudando a posicionar o cliente como foco das estratégias de negócios. A planta

integrada permite operações mais precisas e coordenadas no processo produtivo, acarretando em níveis de padronização mais elevados, garantindo alta qualidade e evitando a intervenção do operador. Ainda, estabelece o sincronismo de operações entre fornecedores, clientes e a produção, eliminando custos, possibilitando análise de desempenho de processos industriais, resultando em melhoria na eficiência global da empresa.

BIBLIOGRAFIA

- 1 LE ROY, BAUDEL, "USINOR VEGA L3 INTERFACES LEVEL 2 - LEVEL 3", Alstom/Converteam, 2003.
- 2 SORIN, SAIKALY, "USINOR VEGA DO SUL PRODUCTION MANAGEMENT SPECIFICATION DOCUMENT", Alstom/Converteam, 2001.
- 3 MAINE, KUKUCKA, "VEGA DO SUL CONTINUOUS GALVANIZING LINE FUNCTIONAL SPECIFICATION GENERAL STRIP CONTROL", Alstom/Converteam, 2002.
- 4 THOUVENIN, SCHOFFIT, "STANDARDISATION OF THIRD PARTY COMMUNICATION C80-HPC TCP/IP PROTOCOLE", Alstom/Converteam, 2001.
- 5 KUKUCKA, MAINE, "VEGA DO SUL GENERAL SYSTEM DESIGN - AUTOMATION BASIC PRINCIPLES", Alstom/Converteam, 2002.
- 6 BAUDEL, KUKUCKA "VEGA DO SUL COLD ROLLING COMPLEX AUTOMATION GENERAL PRINCIPLES SUPERVISION", Alstom/Converteam, 2001.