

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE AQUISIÇÃO DE DADOS DE ESPESSURA PARA A LINHA DE TIRAS A FRIO Nº 2 DA USIMINAS¹

Márcio Rodrigues de Souza²
Jeová Cardoso Lima³
José Eduardo Faria Ferreira⁴

Resumo

A Laminação de Tiras a Frio nº 2 da Usiminas consiste em uma Linha de Decapagem acoplada a um Laminador Tandem (PLTCM) e uma linha de Recozimento Contínuo (CAPL). Durante o processo de laminação, marcas de cilindro provocadas por paradas do laminador podem provocar variações fora das tolerâncias exigidas. Este defeito é de pequena extensão mas de elevada gravidade e não é perceptível pelo monitoramento convencional. Este trabalho apresenta a metodologia e recursos tecnológicos empregados no desenvolvimento dos sistemas de aquisição de espessura para a Laminação de Tiras a Frio nº 2 da Usiminas, bem como seus benefícios: garantia de envio de produto dentro das especificações do cliente, redução do tempo de análise através da visualização instantânea dos dados dos produtos pela equipe técnica e maior número de informações estatísticas relativas a produto e processo.

Palavras-chave: Espessura; Aquisição de dados; Laminação a Frio.

DEVELOPMENT OF THICKNESS DATA ACQUISITION SYSTEM AT THE USIMINAS NUMBER TWO COLD ROLLING FACILITY

Abstract

The Usiminas number two Cold Rolling is composed by a Pickling Line coupled with a Tandem Cold Mill (PLTCM) and a Continuous Annealing and Process Line (CAPL). During the rolling process roll marks caused by shut down of the rolling mill, can cause thickness variation over the requested tolerances. This defect has a very short size but it is quite critical and not easy to find by the conventional monitoring system. This paper shows the methodology applied and the technological resources that has been used in order to develop the thickness acquisition data systems for the Usiminas number two Cold Rolling, as well its benefits: delivering high-quality products to the customers, reducing the time for analysis through on-line visualization of each product thickness data and making available more statistical information concerning the product and process.

Key-word: Thickness; Data acquisition; Cold rolling.

¹ Contribuição Técnica ao 45º Seminário de Laminação - Processos e Produtos Laminados e Revestidos da ABM, Porto de Galinhas, PE, 21 a 24 de outubro de 2008.

² Supervisor de Instrumentação, ASQ/CQE, FGV/MBA, Superintendência de Projetos, Instrumentação e Automação da Usiminas; Ipatinga, MG.

³ Membro da ABM, Engenheiro Mecânico, Analista Industrial, Superintendência de Laminação a Frio; Usiminas; Ipatinga, MG.

⁴ Técnico de Instrumentação, Superintendência de Projetos, Instrumentação e Automação da Usiminas; Ipatinga, MG.

1 INTRODUÇÃO

A Linha de Tiras a Frio n.º 2 da Usiminas consiste em uma Linha Contínua de Decapagem acoplada a um Laminador a Frio (PLTCM) e uma Linha de Recozimento Contínuo (CAPL). Os sistemas que compõem estas linhas efetuam tanto o controle do processo de produção como o armazenamento de informações dos produtos processados, através da interação entre os níveis operacional e estratégico da empresa. Entretanto, algumas variáveis são monitoradas em uma frequência menor que a taxa de aquisição dos sistemas de medição, em função do grande número de dados manipulados.

Com a elevação dos níveis de exigência do mercado, culminado com o estreitamento das normas referentes às tolerâncias de espessura, a gerência de análise técnica de produtos solicitou à equipe de manutenção de instrumentos especiais o desenvolvimento de um produto de forma a elevar a frequência da coleta das medições de espessura dos materiais na saída do PLTCM e na saída do CAPL. A indústria automobilística é o principal destino dos produtos gerados nestas linhas e, por ser um material com exigências de segurança, os sistemas devem garantir que todo o defeito gerado no processo seja monitorado e informado ao especialista, para análise da qualidade, eliminando a possibilidade de despacho deste material. Objetivando o aprimoramento dos sistemas de aquisição e registro de espessura existentes nas linhas PLTCM e CAPL foram desenvolvidas aplicações que utilizam a plena capacidade dos medidores, através de uma nova sistemática para o tratamento destas informações, que permite a monitoração da qualidade da medição dos equipamentos.

2 HISTÓRICO

Durante o processo de laminação podem ocorrer paradas momentâneas no laminador devido a vários fatores que podem ser classificados como: falhas do equipamento, defeitos do material, paradas imprevistas, entre outros. A formação do defeito deve-se à aplicação da carga de laminação para reajustar o *gap* original programado, no momento da partida do laminador. As marcas na tira podem atingir um comprimento de até 30 milímetros ao longo de toda a largura da tira.

O princípio de formação do defeito sugere a sua ocorrência em 5 pontos, em um comprimento em torno de 50 metros, referindo-se a cada cadeira de laminação. No entanto, observa-se o defeito na tira em ocorrências de até 3 marcas, referentes às cadeiras 3, 4 e 5 e a sua maior ou menor gravidade depende do material e, até mesmo, da habilidade do operador. Outro agravante para o defeito em questão estava no fato das limitações comerciais do material, como por exemplo, restrições de peso para o produto e o aceite ou não de solda de decapagem. Desta forma, a localização do defeito na bobina do ponto de vista do comprimento era importante e tornou-se necessária a introdução de procedimentos que conduzissem a sua ocorrência, quando possível, para regiões que o tornasse menos comprometedor.

Os valores medidos do material processado são disponibilizados nos sistemas originais para pesquisa em formato de tabela e gráfico. Os dados são compostos pela espessura em relação ao comprimento do material, sendo que no primeiro caso, são informações disponibilizadas para análise através do sistema corporativo. No modo gráfico, o analista apenas tem acesso às informações através do equipamento instalado próximo à linha de produção, havendo a necessidade de deslocamento para avaliação dos dados.

A Figura 1 apresenta o gráfico da espessura medida ao longo do comprimento do material, disponibilizadas no sistema de coleta original.

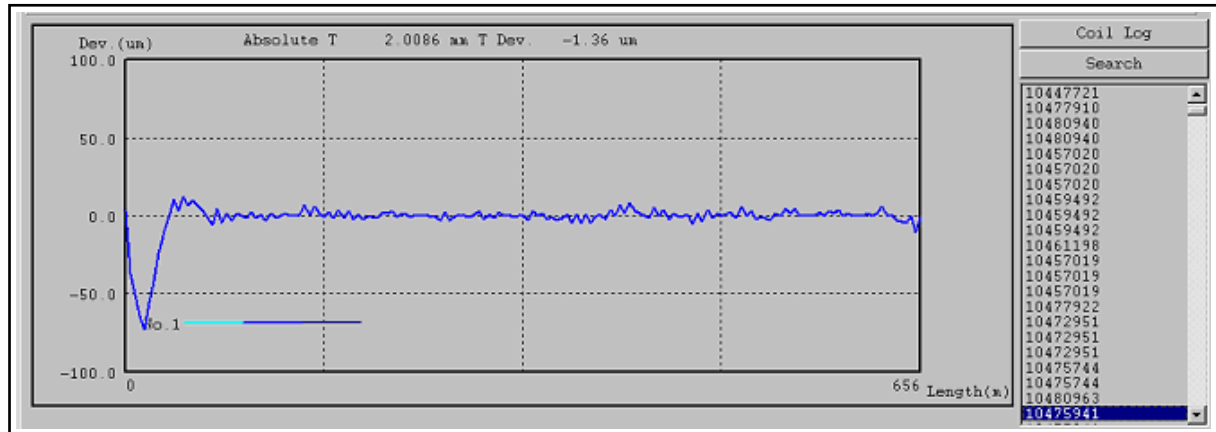


Figura 1 - Gráfico de espessura em relação ao comprimento do material.

3 DESENVOLVIMENTO

O sistema de controle do laminador atua com velocidade próxima à velocidade de coleta de dados dos medidores de espessura, que é de 10 milissegundos. O armazenamento das informações para o sistema corporativo originalmente eram realizados a cada metro, ao longo do comprimento da bobina que possui em média 3.000 metros. A coleta de dados da interface homem-máquina fornecida juntamente com os medidores de espessura, representado na Figura 1, era obtida a cada 4 metros, de forma pontual.

Estas resoluções podiam gerar equívocos na liberação de materiais que aparentemente estavam conformes, mas na realidade apresentam pequenas oscilações não representadas nos gráficos, de elevada gravidade e de difícil percepção pelo monitoramento convencional.

A Usiminas garante aos seus clientes 100% do material dentro das tolerâncias de espessura. Entretanto, com a entrada em operação da nova linha de Laminação a Frio, observou-se um novo defeito no material laminado denominado marca de cilindro por parada no laminador.

Com o objetivo de eliminar a vulnerabilidade detectada, implementou-se no sistema de controle um indicador ressaltando as bobinas onde o processo foi interrompido durante a laminação a fim de disponibilizá-las para avaliação. Para exploração do defeito foi desenvolvido o sistema de aquisição e registro de espessura, que contém informações em alta definição ao longo do comprimento do material. Este mostra a quantidade e localização dos defeitos com os respectivos tamanhos, de forma a possibilitar, através de análise, a liberação ou não do produto ao cliente.

3.1 Sistemas de Medição de Espessura

Os equipamentos de medição de espessura que utilizam raios X são os mais indicados para utilização em controle de processos de alta velocidade, devido à elevada taxa de amostragem. Os fabricantes destes equipamentos utilizam dispositivos que processam os dados em alta velocidade e geram sinais analógicos correspondentes à espessura absoluta do material sob medição e/ou desvio da espessura em função do valor desejado. Estes sinais são utilizados como variáveis de entrada dos modelos matemáticos existentes nos sistemas de controle.

Para a medição da espessura na saída do PLTCM são utilizados dois medidores a raios X separados por uma distância de 40 centímetros, a um *time constant* de 10 milissegundos,⁽¹⁾ intervalo entre a coleta de espessura e a disponibilização deste

dado para o sistema de controle. Vale ressaltar que outros dois medidores auxiliam no controle do processo de laminação, medindo a espessura na entrada e saída da primeira cadeira do laminador.

A utilização de dois medidores proporciona maior garantia da espessura visada, uma vez que o sistema de controle compara continuamente a medição dos dois equipamentos. Em caso de divergência acima de um valor pré-determinado, a produção é interrompida e a equipe de manutenção é acionada para a verificação dos instrumentos.

3.2 Sistema de Aquisição de Espessura

O sistema de aquisição e registro de espessura monitora, em tempo real, a espessura na saída da cadeira 5, através de dois medidores. O gráfico gerado durante a coleta de dados apresenta também o comprimento do material e velocidade do laminador. Estes dados são arquivados e disponibilizados via rede corporativa, através da ferramenta de pesquisa de bobinas contendo todas as informações necessárias para análise do material.

A taxa de aquisição correspondente à velocidade máxima de laminação, que gira em torno de 800 metros por minuto, permite uma coleta de espessura a cada 12 centímetros ao longo do comprimento do material no PLTCM e a cada 3 centímetros no CAPL, onde a velocidade da linha é em torno de 200 metros por minuto. Em velocidades mais baixas, a distância entre as coletas é reduzida proporcionalmente. O sistema do CAPL é uma redundância do que já foi executado no PLTCM, uma vez que 100% dos materiais processados nesta linha são provenientes do Laminador a Frio nº 2.

A Figura 2 apresenta a configuração do sistema no PLTCM com a inclusão do *hardware* responsável pela aquisição dos dados de espessura e disponibilização para consulta através da rede corporativa.

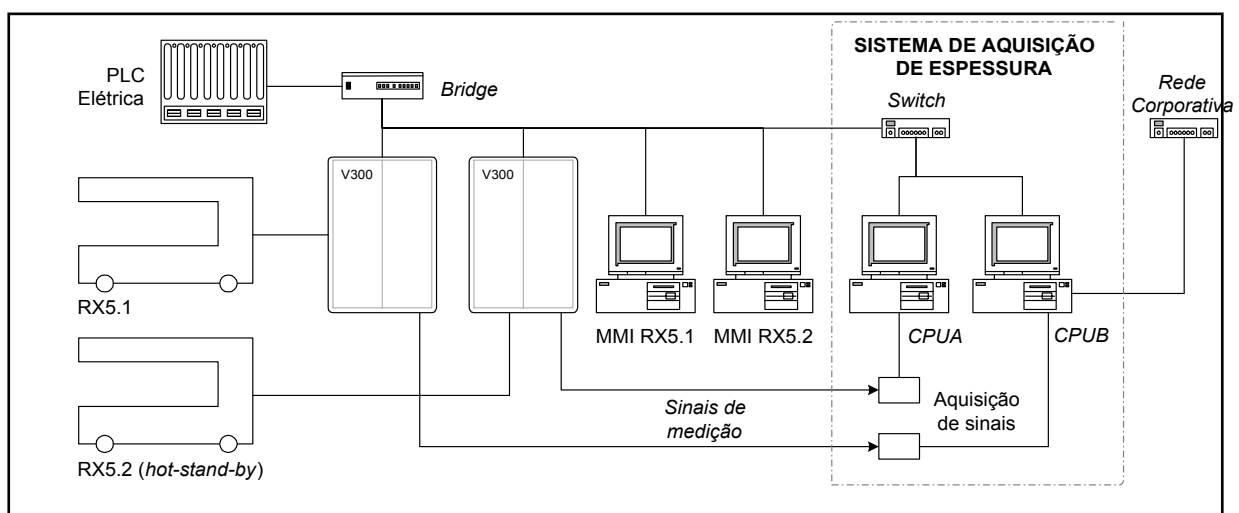


Figura 2 - Arquitetura do sistema.

A configuração existente no CAPL é similar ao PLTCM, com a utilização de dois computadores para garantir a redundância do salvamento dos dados, porém com um medidor de espessura.

3.3 Hardware e Software dos Sistemas

A microinformática introduziu um novo conceito aos instrumentos de medição pela facilidade na conexão entre sistemas computadorizados. Em meados da década de 80, os equipamentos de medição de espessura migraram da eletrônica digital/análogica para sistemas microprocessados utilizando plataformas que agregam alta resolução de conversão de dados analógicos para digitais, funções de auto-diagnose e *set-up* automático pelo sistema de controle do processo.

A década de 90 se caracterizou pela interface entre estas plataformas aos computadores tipo PC, executando aplicações em linguagens de alto nível, o que possibilitou o gerenciamento destas informações, gravações de dados e apresentação de resultados em interfaces gráficas, porém com baixa capacidade de armazenamento.

Atualmente, várias tecnologias estão disponíveis a custos cada vez mais baixos para desenvolvimento de sistemas desta natureza. Equipamentos de aquisição de dados analógicos e digitais, com processamento em alta frequência, são cada vez mais implementados em equipamentos mais antigos tratando sinais de medições com extrema qualidade, velocidade e capacidade de armazenamento.

Para obtenção dos sinais analógicos, utilizou-se placas de aquisição que processam até 800 dados em um milissegundo⁽²⁾. Isto garante que todas as variações no sinal analógico de desvio da espessura sejam monitoradas em uma alta taxa de amostragem antes de serem armazenadas pelo equipamento, sem perdas de dados durante o processo de medição.

A Figura 3 apresenta a tela principal do novo sistema de aquisição de espessura do PLTCM.

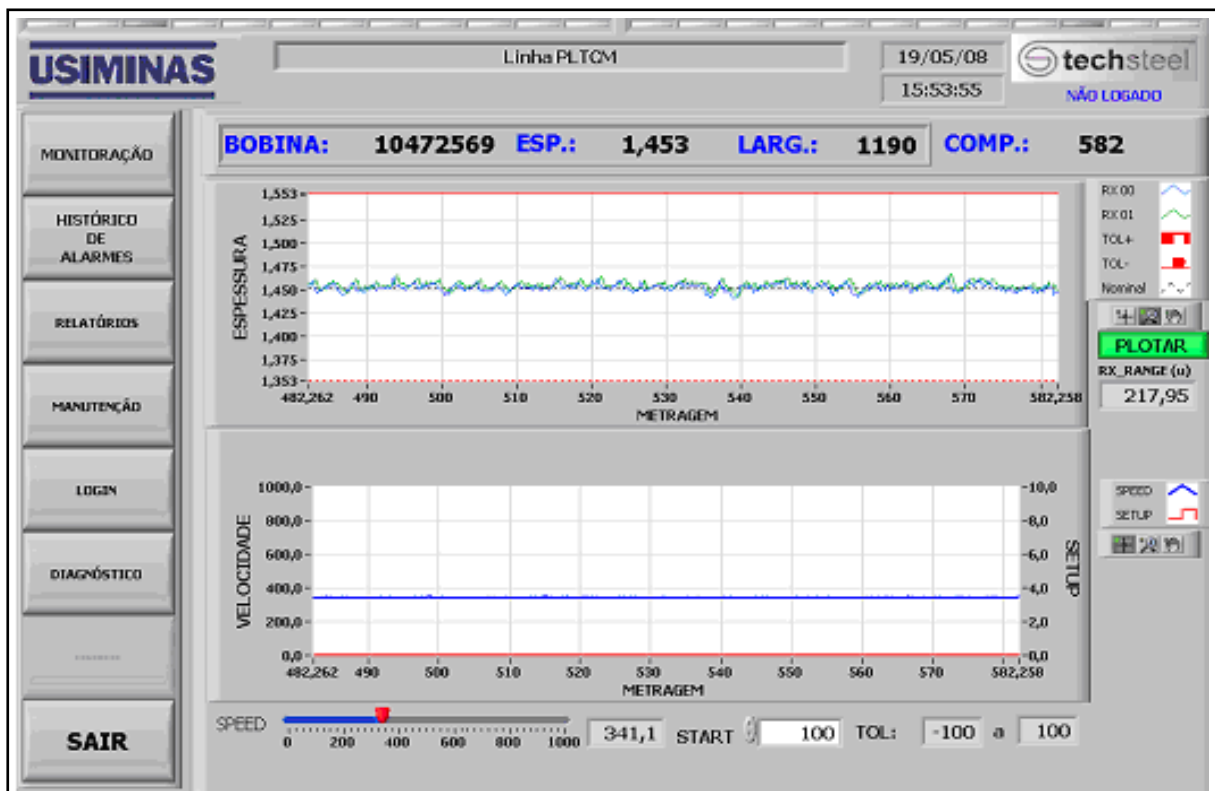


Figura 3 - Tela principal do novo sistema de aquisição de espessura.

Além do *hardware*, o *software* também possui características similares de processamento. Para garantia da qualidade foram utilizadas ferramentas capazes de

processar os dados a cada milissegundo, certificando que cada medição ocorra dez vezes mais que a geração do dado no equipamento.

Na tela principal, mostrada na Figura 3, tem-se acesso a todas as informações necessárias para a manutenção do sistema, bem como um *logger* de acompanhamento da comunicação entre o sistema de controle do laminador e os medidores de espessura.

Para maior garantia dos dados foram implementados sistemas redundantes que executam simultaneamente as coletas das informações e gravação em mídias diferentes, aumentando a confiabilidade do sistema.

3.4 Pesquisa de Dados de Espessura

Durante a avaliação dos dados, o especialista tem à sua disposição uma ferramenta para filtrar a pesquisa dos materiais com diversas opções: busca pela quantidade de defeitos, tamanho, data, hora, além de outras opções para otimizar o trabalho de definição da qualidade dos produtos. A Figura 4 mostra a tela para análise dos produtos.

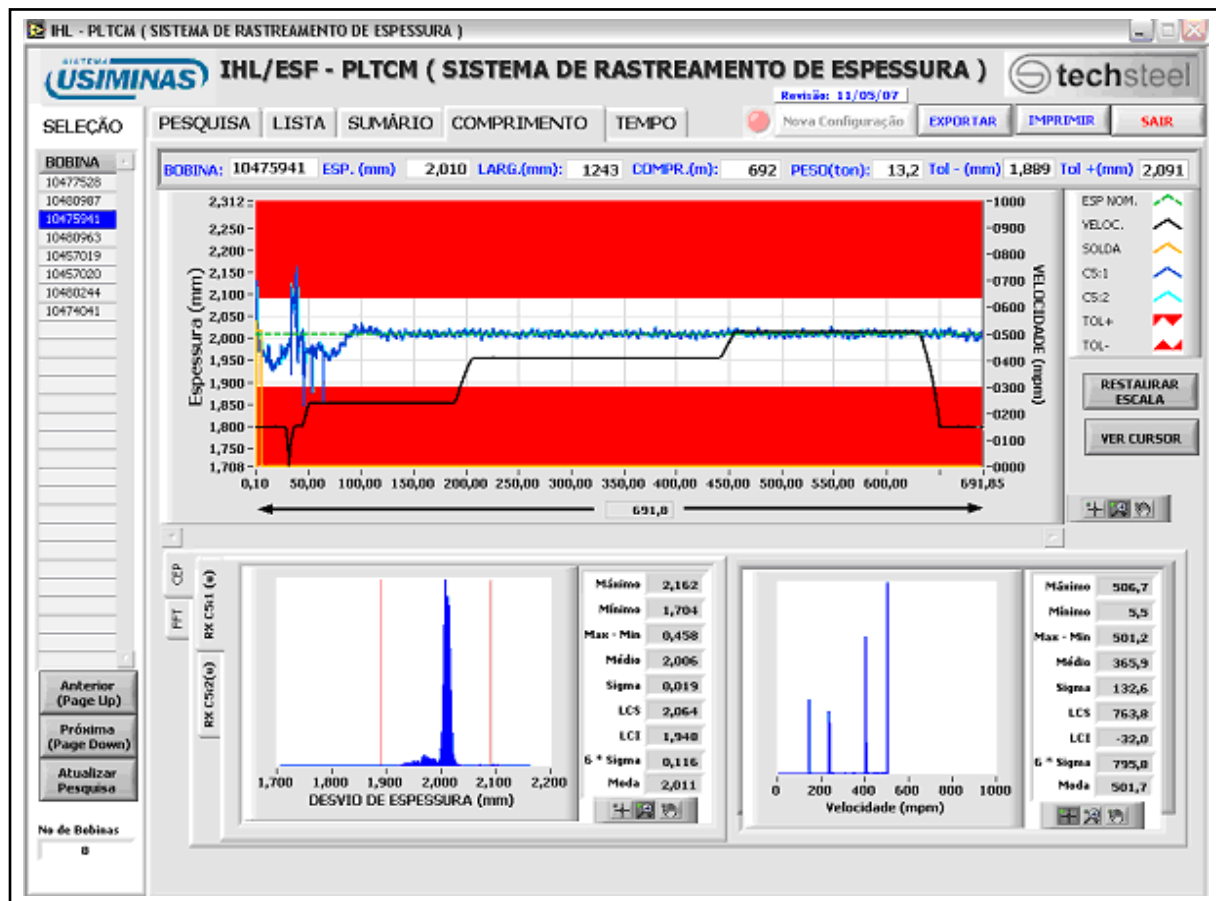


Figura 4 - Tela para análise de produtos.

3.5 Análise dos Gráficos

Para análise dos registros de espessura são disponibilizadas ferramentas necessárias no auxílio do manuseio dos gráficos. Através de um comando de ampliação é possível verificar detalhes da espessura ao longo do comprimento do produto. A Figura 5 mostra, em detalhe, os defeitos gerados pelas cadeiras de laminação #1 a #5, como indicado no gráfico.

No gráfico são apresentadas duas linhas que correspondem às medições executadas pelos medidores de espessura. Nota-se uma defasagem entre as linhas correspondentes à distância entre as instalações dos instrumentos no campo. As faixas superior e inferior do gráfico, indicadas com as letras A e B, representam regiões fora das tolerâncias exigidas do material em processamento, que variam de acordo com a solicitação do cliente. É considerado defeito na espessura valores onde a linha correspondente ao desvio de espessura atingem as regiões A e B. A linha negra apresenta a velocidade da cadeira de laminação número 5 e sua escala de velocidade é indicada no lado direito do gráfico. Também são apresentadas informações estatísticas referentes aos resultados de medição de espessura.

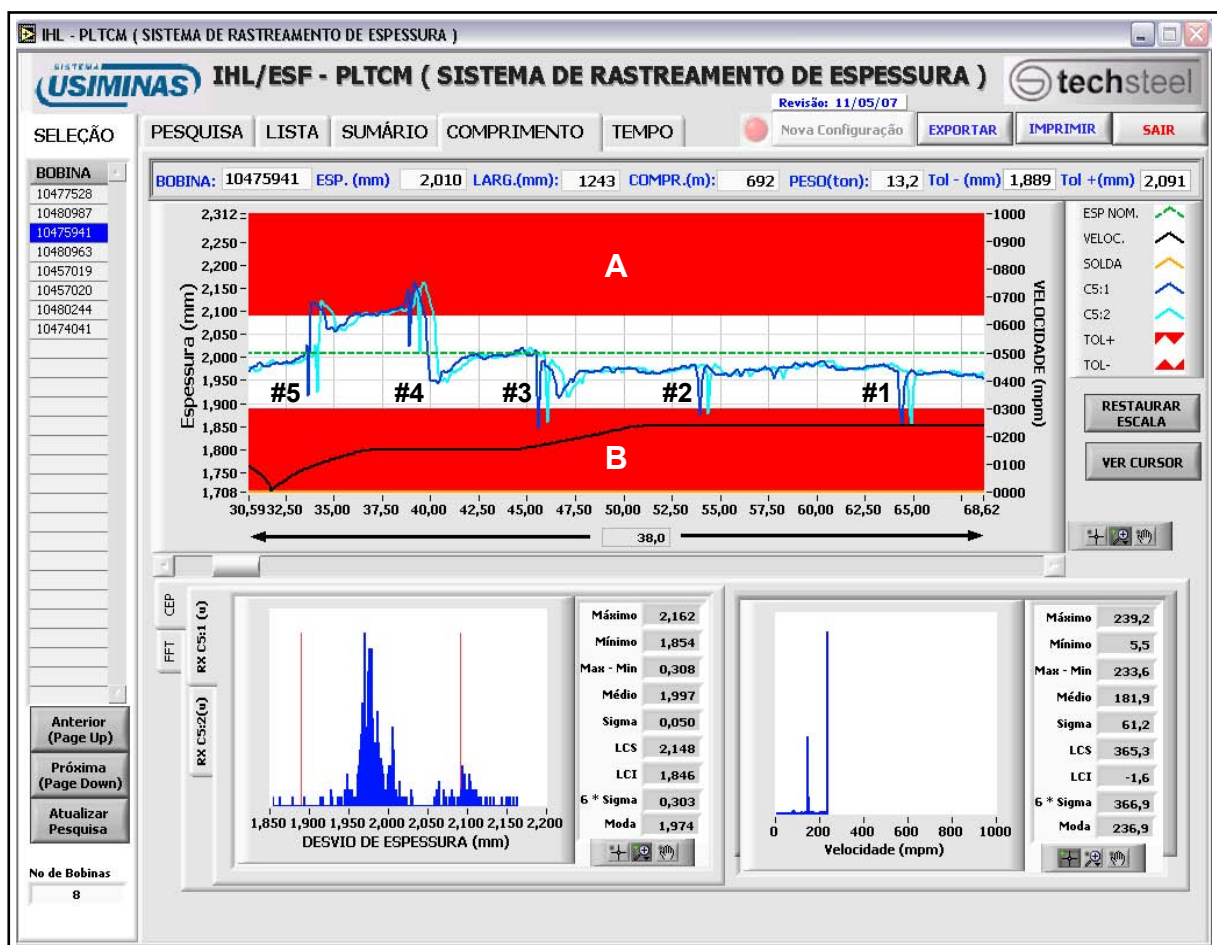


Figura 5 - Tela para análise de produtos com detalhamento de defeitos.

A Figura 6 mostra a tela do sistema original contendo informações do mesmo produto representado na Figura 5. Pode-se observar que os defeitos visíveis no sistema novo não são evidenciados no gráfico do sistema original.

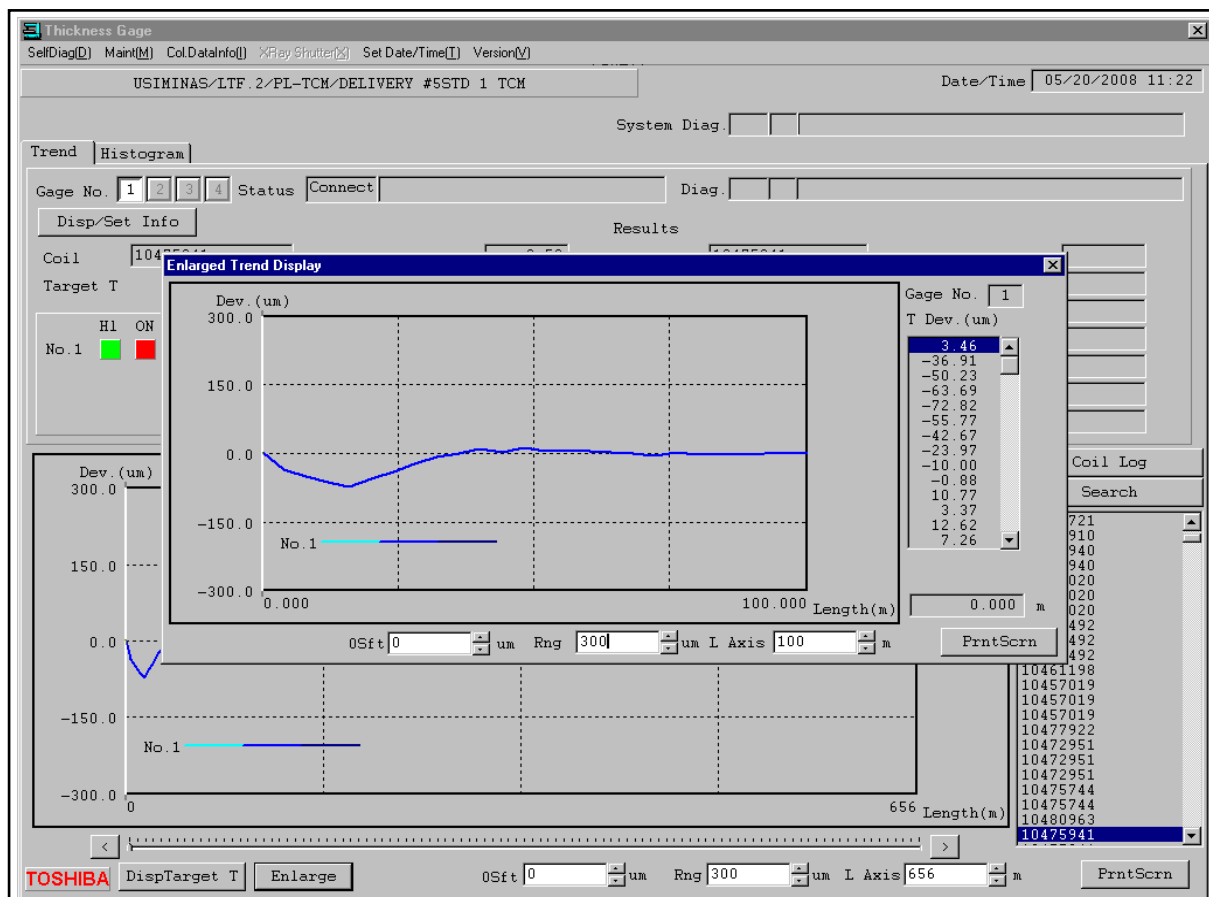


Figura 6 - Detalhe do gráfico de espessura gerado no sistema original.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em um primeiro momento, os sistemas de coleta de espessura exerciam apenas funções de registro dos dados em alta velocidade e disponibilização de informações para análise de produtos, com o objetivo de inibir o envio de material não conforme aos clientes. Porém, rapidamente foram identificadas outras funções importantes para o trabalho.

Mesmo com a velocidade baixa no momento da aceleração do laminador após uma parada, os sistemas originais não monitoravam estes defeitos. Em alguns casos os dados eram monitorados, por coincidência, no momento da coleta. Com o detalhamento do defeito, através do novo sistema de monitoramento, o primeiro passo foi implementar procedimentos de operação no sentido de:

- alteração da filosofia de trabalho com os acumuladores de material com o objetivo de conduzir as paradas do laminador para as regiões de ponta (topo ou base) das bobinas;
- disposição automática dos materiais com defeito para posterior análise;
- marcação do local do defeito com etiqueta própria;
- trabalho constante no sentido de reduzir as falhas da linha de laminação.

Vale ressaltar a importância do sistema na manutenção dos equipamentos de medição, pelo aproveitamento do *hardware*, que possibilitou a entrada de vários sinais. Nele foram agregadas algumas variáveis vitais para o funcionamento do equipamento, que podem ser monitoradas remotamente, permitindo a predição de defeitos, evitando problemas futuros pela atuação antecipada na manutenção dos equipamentos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento do sistema de aquisição de dados foi possível tratar os dados de medição de espessura com extrema qualidade, promovendo a melhoria contínua do processo de produção de laminados planos.

O sistema poderá ser interligado a outros sistemas de controle de informação como o *Plant Information Management System (PIMS)*, de forma a aumentar a disponibilidade de informações referentes ao processo.

O uso de ferramentas conectadas às redes corporativas auxiliam a equipe de manutenção, permitindo o acompanhamento remoto dos equipamentos através de históricos, a fim de reduzir os índices de falhas dos sistemas de medição.

REFERÊNCIAS

- 1 TOSHIBA CORPORATION. X-ray Thickness Gages – TOSGAGE 7000 Series: Maintenance Manual. Japan, 1998. 66p.
- 2 NI 622x SPECIFICATIONS – June 2007, Manuals, Support National. Disponível em: <<http://www.ni.com/pdf/manuals/371290g.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2008.