

IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE INSPEÇÃO AUTOMÁTICA DE SUPERFÍCIE DE PRODUTOS REVESTIDOS SIAS/VAI NA VEGA DO SUL - ARCELOR BRASIL ¹

Fabricio Brandão Pereira de Souza ²

Luciano José dos Reis ³

Luiz Fernando Sebastião ⁴

Resumo

Objetiva-se neste trabalho apresentar o processo de implantação do sistema de inspeção automática de superfície na linha de galvanização da VEGA do Sul – ARCELOR Brasil, bem como as características, funcionalidades, adaptação às necessidades internas e performance do sistema. Com a implantação e validação do sistema de inspeção, objetiva-se um ganho com a redução do número de reinspeções e conseqüentemente uma maior disponibilidade da linha de inspeção e reparação, redução no tempo de transito interno das bobinas e melhora no atendimento ao cliente (lead time), permitindo assim um melhor controle e garantia na qualidade final do produto e redução no número de reclamações por defeitos superficiais.

Palavras-chave: Inspeção automática; Defeitos superficiais; Galvanização.

AUTOMATIC SURFACE INSPECTION SYSTEM IMPLEMENTATION AT VEGA DO SUL'S HOT-DIP GALVANIZING LINE

Abstract

The main objectives of this paper is to present the implantation process of the automatic surface inspection system on VEGA do Sul - ARCELOR Brasil galvanizing line, like that the characteristics, functionalities, system adaptations and performance. Through the system implantation and validation, it intend a reduction of the inspection number and consequently increase the line inspection availability, internal product transit time and lead-time reduction, allowing a better control and finished product quality guarantee and decrease of the claims number for surface defects.

Key words: Automatic inspection; Surface defects; Galvanizing

¹ *Contribuição técnica ao 43 Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos*

² *Engenheiro Mecânico, Supervisor de Processos em Recozimento e Galvanização – VEGA do Sul ARCELOR Brasil*

³ *Engenheiro Metalurgista, Supervisor de Qualidade Interna – VEGA do Sul ARCELOR Brasil*

⁴ *Técnico Mecânico, Técnico de Qualidade Interna – VEGA do Sul ARCELOR Brasil*

INTRODUÇÃO

Durante o ano de 2005 foi implantado na linha de galvanização da VEGA do Sul – ARCELOR Brasil o sistema de inspeção automático de superfície SIAS da VAI-Siemens. Objetivou-se a implantação de um sistema que permitisse o auxílio na inspeção de produtos com grandes restrições de aspecto superficial, como por exemplo os produtos voltados à indústria automobilística, principalmente para as aplicações em peças expostas (designado aqui como material aspecto Z). Sendo o mercado automobilístico, particularmente o material aspecto Z, o carro chefe da empresa, a garantia da qualidade do produto final e o cumprimento das exigências dos clientes são primordiais para garantir a perenidade do negócio e permitir o contínuo desenvolvimento de novos produtos e aplicações e a fidelidade dos atuais e futuros clientes. A linha de galvanização da VEGA do Sul iniciou a operação em julho de 2003, sendo uma das linhas mais modernas e competitivas do grupo ARCELOR no mundo, sendo atualmente líder no fornecimento de aços planos galvanizados para a indústria automobilística no Brasil.

O sistema automático de inspeção de superfície em linhas de galvanização apresenta importantes benefícios, sendo os principais:

- Redução das reclamações de clientes e conseqüentemente uma melhor imagem junto aos clientes;
- Otimizar os processos de produção e estabelecer/refinar os requerimentos de qualidade dos clientes;
- redução no tempo de transito interno das bobinas e melhora no atendimento ao cliente (lead time);
- Evitar o custo de processamento na linha de inspeção para análise de qualidade, aumentando a disponibilidade da linha de inspeção e reparação;
- Identificar rapidamente os defeitos, permitindo uma ação imediata na causa;
- Ajustar os processos downstream para eliminar os defeitos recorrentes em linha;
- Informar às linhas de inspeção e reparação a presença e localização dos defeitos, agilizando o processo de reparação;
- Inspeção em 100% do material, permitindo um melhor controle e garantia na qualidade final do produto.

Tendo em vista as atuais restrições de inspeção do produto em linha e a visão de excelência nos processos produtivos, foi decidido pela implantação do SIAS da VAI-Siemens. Este sistema foi escolhido devido principalmente aos fatores :

- Sistema robusto, com alto desempenho na detecção e classificação de defeitos e de fácil configuração e operacionalização;
- Detecção e classificação dos defeitos de densidade como grão de zinco e pick-up de rolo através do sistema de alta resolução;
- Sistema integrado em praticamente todas as linhas de galvanização para o mercado automobilístico do grupo ARCELOR;
- Assistência técnica do grupo ARCELOR na implantação, configuração e manutenção do sistema.

Descrição do Sistema de Inspeção Automático

SIAS é um sistema que trabalha on-line, inspecionando em tempo real ambos os lados do produto. As imagens capturadas são processadas, analisadas e classificadas. Os resultados do sistema são apresentados ao inspetor e armazenado num banco de dados. Portanto, os dois principais modos de exploração do sistema são:

- utilização do sistema em tempo real controlando a qualidade do produto através da detecção e classificação de defeitos de aspecto, e
- utilização do sistema para consultas dos dados de qualidade de bobinas processadas, seja com o objetivo de liberação do produto seja para avaliar uma reclamação do cliente.

Os resultados da inspeção automática são apresentados em tempo real, para cada defeito o sistema fornece as seguintes informações (Figura 1):

- Família do defeito
- Severidade ou intensidade do defeito
- Dimensões do defeito
- Imagem congelada do defeito
- Posição na bobina em relação à última solda e borda da chapa
- No caso de defeitos repetitivos o passo entre defeitos é apresentado

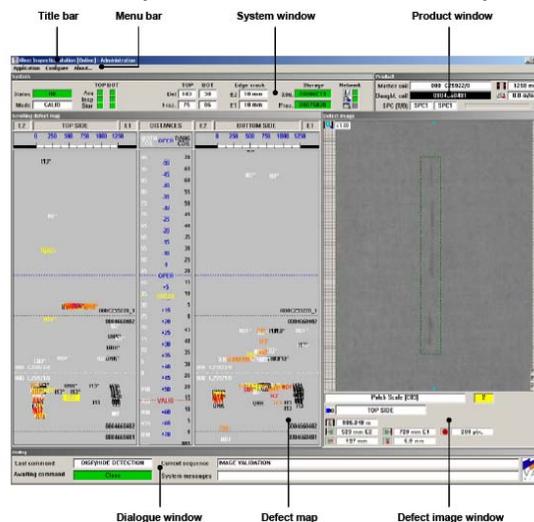


Figura 1. Tela da cartografia e imagem dos defeitos em tempo real

O sistema de inspeção de superfície é composto de três elementos básicos:

1 – Os sensores, implantados em linha, que são constituídos principalmente de câmeras e fontes luminosas, como segue abaixo (Figura 2):

- quatro câmeras lineares CCD com 4096 pixels, sincronizada com a velocidade da linha através de um encoder dedicado, sendo duas para face inferior as outras duas para face superior, que possibilitam uma detecção em três planos distintos:

resolução 0.25 x 0.25mm – (Sistema Alta Resolução) : para detecção de micro defeitos como por exemplo: grão de zinco e pick-up de rolo. Este plano irá fornecer o resultado dos defeitos em forma de densidade.

resolução 0.5 x 0.5mm : para detecção de defeitos rotineiros como por exemplo: marcas de cilindro do skin-pass e rolos da linha, borras, etc.

resolução de 1.0 x 1.0mm : para detecção de grandes defeitos como por exemplo: manchas, gota fria e esfoliações, etc.

- uma câmera linear de 4096 pixels para a detecção das bordas e furos.
- Três luminárias, sendo uma para cada face e a terceira para detecção de borda e furo.

2 – Uma unidade de tratamento dos sinais, que trata as informações fornecidas pelos sensores e estabelece a detecção e classificação dos defeitos.

3 – O terceiro elemento é composto por uma interface sistema/usuário, de maneira a informar permanentemente o utilizador com os resultados de inspeção e o status do funcionamento do sistema.

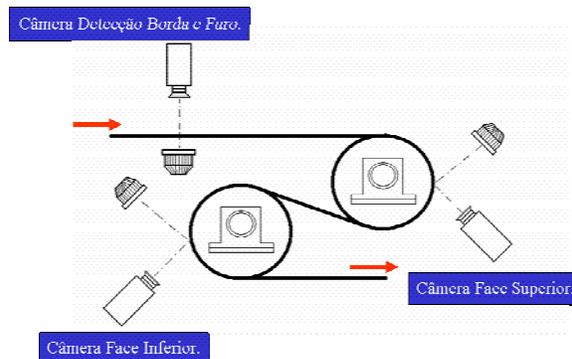


Figura 2. Apresentação esquemática da instalação em linha

Uma representação esquemática do processo de detecção e classificação dos defeitos é apresentada na Figura 3. A partir das imagens brutas das câmeras é realizada a detecção da(s) zona(s) afetadas através da variação do nível de cinza, destas zonas é realizada a segmentação do defeito, ou seja, definir o domínio do defeito para, posteriormente, através do calculo de uma infinidade de parâmetros e regras de comparação, classificar o defeito numa determinada classe e intensidade.

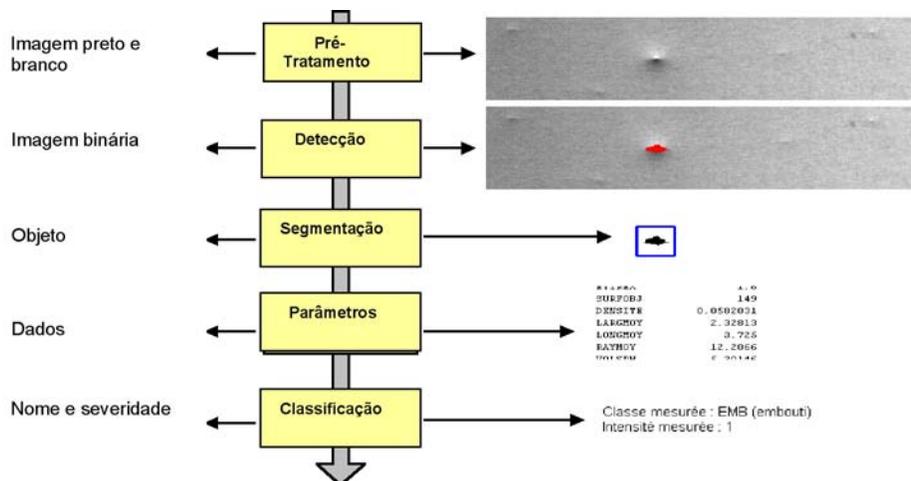


Figura 3. Seqüência de operações para a detecção e classificação de defeitos

Detecção

Para a correta detecção é necessário garantir uma boa qualidade da imagem, como por exemplo uma adequada uniformidade da imagem, um constante nível de

cinza tanto na direção transversal como na direção longitudinal da chapa, conhecimento das características dos defeitos e especificação das performances de detecção em função das tolerâncias de qualidade dos produtos.

A definição dos parâmetros de detecção (filtros) é um trabalho realizado em linha, com o sistema em funcionamento, a partir da validação da qualidade das imagens. Os critérios utilizados para a definição das classes de detecção podem ser os mais diversos, como o código de aspecto do produto (aplicação em peças expostas ou não expostas), taxa de alongamento no skin-pass, dimensões do material, rugosidade, espessura de revestimento, velocidade da linha, entre outros.

Classificação

O objetivo da classificação é de determinar para cada objeto detectado o nome e a severidade do defeito como representado na Figura 04. Para a correta classificação é necessário primeiramente uma boa detecção do defeito, onde dos parâmetros calculados da imagem detectada são aplicados diversos estágios de comparação entre as classes de defeitos previamente ensinadas ao sistema e o defeito em análise.

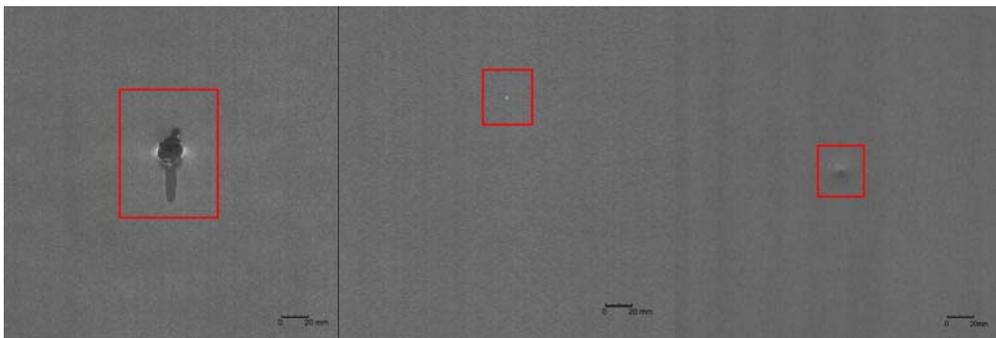


Figura 4. Exemplo de defeitos detectados pelo sistema. a) Respingo de zinco; b) Marca de cilindro do skin-pass; c) Marca de rolo

Fases do Projeto

As fases do projeto de implantação são resumidas abaixo e com ela as respectivas interfaces (Figura 05). Devido à modularidade do sistema, as etapas apresentadas são as principais etapas para a implantação do sistema em qualquer linha de produção, independente de ser uma linha de galvanização ou um laminador a quente.

- Definição do projeto (estudo de viabilidade técnica e econômica).
- Desenvolvimento da interface de comunicação computador linha (Nível 2)/sistema SIAS.
- Preparação do recebimento do sistema, passagem de cabos de alimentação elétrica e comunicação.
- Instalação mecânica do sistema e ajustes das câmeras.
- Integração do sistema em linha (SIAS/Nível 2)
- Estabelecimento dos filtros e ajuste da detecção.
- Registro e classificação de imagens e criação das regras de classificação
- Treinamento manutenção e operação do sistema

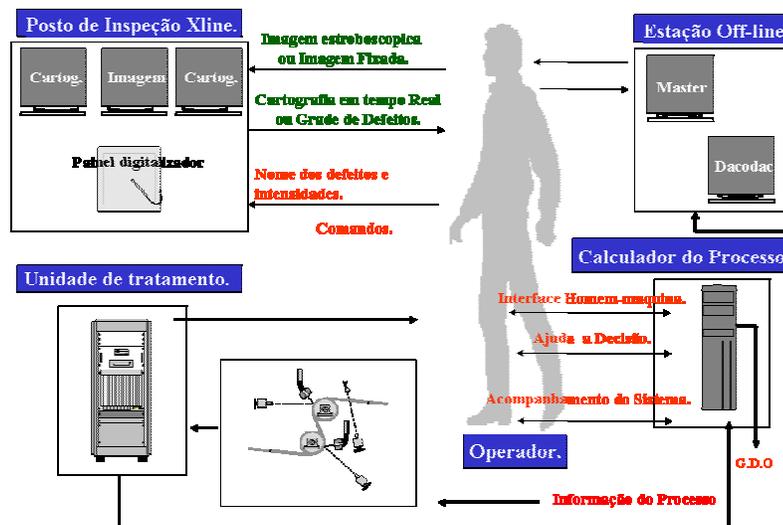


Figura 5. Diagrama da instalação em linha e interfaces entre os sistemas

Resultados Obtidos

Após todo o processo de implantação e ajustes, o sistema passou a ser operacional no início do ano de 2006 com a validação da detecção e classificação de defeitos para o produto Extragal (revestimento zinco puro), possibilitando uma confiança maior com relação à inspeção deste material. Já para o material Galvallia (revestimento zinco-ferro), ajustes e criação da classificação ainda são necessários.

Antes da implantação do sistema, praticamente a totalidade do material aspecto Z (aplicação para peças expostas) era processado na linha de inspeção para reavaliação da qualidade do produto, haja vista a dificuldade de inspecionar o material na saída da linha de galvanização devido às elevadas velocidades, principalmente durante as sobrevelocidades da seção de saída para a gestão do acumulador. Com esta regra em vigência, o custo do processamento do material na linha de inspeção incidia sobre o custo de produção por tonelada do produto acabado, onde além de aumentar o estoque de produto anterior à linha de inspeção, gerava um custo adicional devido ao estoque de material em trânsito interno e dificultava o cumprimento dos prazos de entrega aos clientes. Com a implantação e validação do sistema de inspeção automático de superfície foi possível alterar alguns procedimentos internos para a inspeção e liberação do produto. Atualmente, o sistema auxilia na liberação direta dos produtos na saída de linha, seja pela validação direta pelo inspetor em linha ou pela conferência dos relatórios de bobina armazenados na base de dados do sistema (análise das cartografias de cada bobina).

Devido às dificuldades de inspeção em linha (necessidade de várias paradas da seção para inspeção de maneira a cobrir a maior extensão de material inspecionado), restrições de velocidade da seção de processo eram impostas para o processamento de material aspecto Z. Com o sistema em linha estas restrições foram eliminadas, permitindo um ganho em produtividade na ordem de 10%, com um potencial de aumento em função das melhorias de processo e com a evolução do rendimento da linha.

Os gráficos abaixo apresentam a evolução da liberação direta na saída da linha de galvanização durante os primeiros meses do ano, o período de análise deve-se ao início da utilização do sistema para este fim. Conforme apresentado na Figura 06, a evolução no processo de liberação direta durante as campanhas nos permitiu atingir um valor médio de 50% da produção de material aspecto Z, o que deverá crescer com a evolução do sistema e do constante refino das famílias de defeitos. Apesar do elevado volume liberado diretamente da linha, pode ser observado na Figura 07 que o número de reclamações por tonelagem liberada é baixo, atingindo o valor no final do período de análise de 0,04% de todo o material enviado aos clientes (este número pode variar um pouco em razão dos estoques dos clientes).

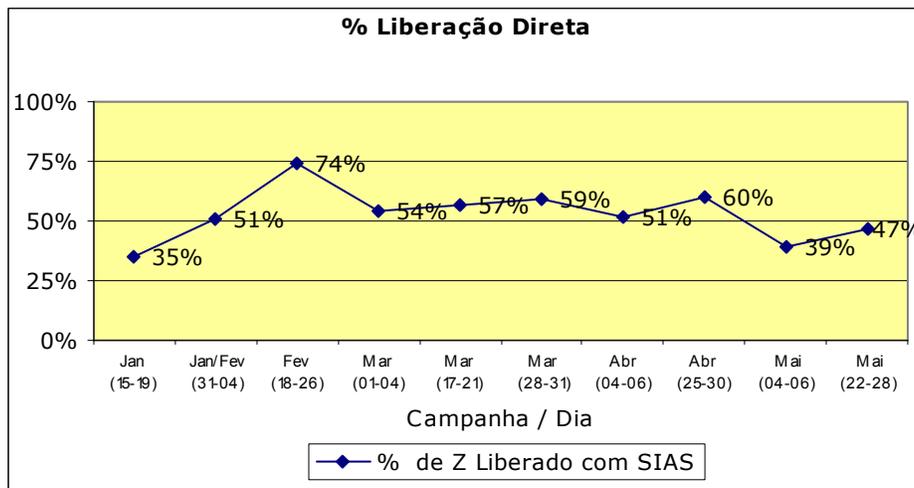


Figura 6. Evolução do volume liberado vs. produção total de aspecto Z

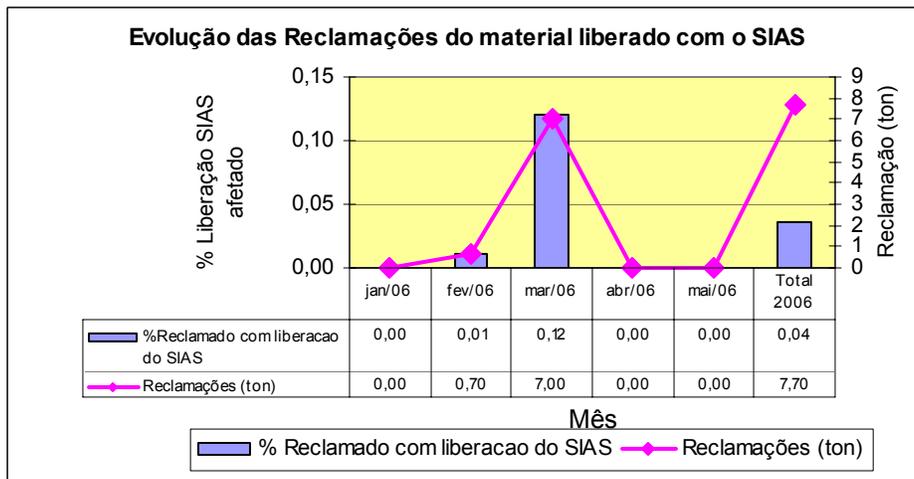


Figura 7. Evolução do % de material liberado afetado nos clientes

Figura 8 apresenta a redução dos custos de produção devido à não incidência dos custos de processamento na linha de inspeção, o que representa um total de R\$1.140.340,00 em cinco meses de produção. O gráfico também apresenta o aumento na disponibilidade da linha de inspeção, no período em análise 770 horas, ou seja, 154 horas/mês (6 dias e meio), o que representa uma maior agilidade para o cumprimento

dos prazos de entrega e redução do estoque de produtos acabados (não quantificado em R\$ até o momento). O acréscimo de 10% na velocidade média da linha em aspecto Z nos traz um aumento médio de 800 toneladas/mês.

Portanto, a utilização do sistema de inspeção traz um retorno mínimo para a VEGA do Sul de R\$700.000,00 por mês (aproximadamente 300.000,00 U\$/mês), ou seja, um pay-back inferior a 6 meses de utilização.

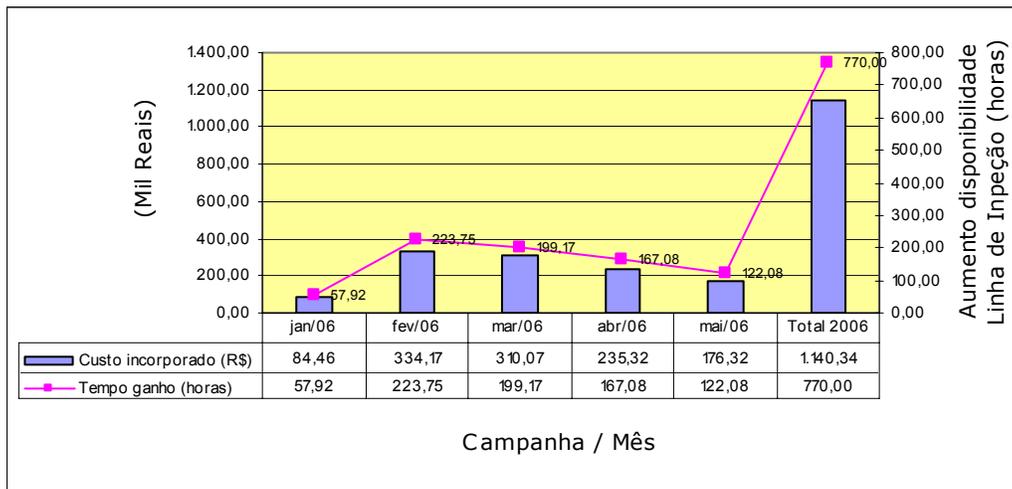


Figura 8. Disponibilidade da linha de inspeção e redução no custo de produção

CONCLUSÕES

O sistema de inspeção automático de superfícies SIAS VAI-Siemens foi implantado na linha de galvanização da VEGA do Sul durante o ano de 2005. Os primeiros resultados sobre a performance do sistema são apresentados neste artigo, o que demonstra ser uma ferramenta importante para o auxílio da inspeção em linha e para o controle do produto final.

Algumas ações ainda são necessárias para o desenvolvimento do sistema, particularmente a criação das regras de classificação para o produto Galvalla. Entretanto, devido às observações em linha de novos defeitos, à produção de novos materiais e algumas confusões em termos de classificação, evidenciam a dinâmica do sistema, necessitando de um ajuste e controle permanente. É também observado que produto liberado versus n° de reclamações nos dá uma visão da confiabilidade e ajuste de sistema.

Objetiva-se ainda com o sistema evoluir na liberação direta dos materiais aspecto Z.

Agradecimentos

A toda a equipe de técnicos e engenheiros da VEGA do Sul – ARCELOR Brasil que participaram da implantação do sistema, a Jean-Michel ARBIOL da direção técnica ARCELOR pelas assistências prestadas e corpo técnico da VAI-Siemens.