

SISTEMA DE JULGAMENTO AUTOMÁTICO DE SUPERFÍCIE PARA BOBINAS A QUENTE - CGSIS¹

*Leandro de Lucas Mendes²
Jose Díaz Alvarez³
Luiz Alberto Martins⁴
Roberto Dalmaso⁵
Leonardo Zuchi Guio⁶
Amarildo Gomes Dutra⁷*

Resumo

Desde o início de 2013 a ArcelorMittal Tubarão vem trabalhando junto com a ArcelorMittal Global R&D visando a instalação de um sistema de julgamento automático de qualidade denominado "CGSIS" - "Coil Grading Surface Inspection System". Para isto, uma série de melhorias foi necessária no sistema de inspeção automática de superfície e no seu entorno visando obter maior performance detecção e classificação de defeitos. Como resultado, atingiu-se acerto de classificação de defeitos superior a 80%, condição básica para a utilização da ferramenta. O "CGSIS" tem como objetivo principal o julgamento automático da qualidade superficial do produto conforme a quantidade, características e intensidade dos defeitos recebidos do sistema de inspeção de forma que decisões possam ser tomadas para liberação, descarte do defeito ou a desclassificação do material. Como todo o processo é realizado por via computacional, melhor repetibilidade e reprodutibilidade de resultados podem ser obtidos se comparado com a inspeção humana. Outra funcionalidade importante do CGSIS é o apoio à realocação de materiais já que pode qualificar a superfície para diferentes aplicações. Além da padronização do controle de processo e qualidade, a uso da ferramenta tem possibilitado ganhos da ordem de 300 k€ em instalações anteriores.

Palavras-chave: Inspeção; Qualidade; Bobina; Laminação.

COIL GRADING SURFACE INSPECTION SYSTEM

Abstract

Since the beginning of 2013, ArcelorMittal Tubarão has worked with ArcelorMittal Global R&D to deploy an automatic coil grading system called as "CGSIS". So, some improvements were required in the automatic surface inspection system and environment to obtain higher detection and classification performance. By consequence, defect classification rates higher than 80% have been reached. The main objective of CGSIS is automatically grading the quality aspect of products according to the amount, characteristics and intensity of defects received from the inspection system so that decision can be taken to release, cropping or downgrade of material. As all processes are executed by computer, better repeatability and reproducibility of results can be obtained if compared to the human inspection. Another important feature of CGSIS is the aid for reallocating materials as it grades the surface aspect for different applications. Besides standardizing quality and process control, the use of the tool has enabled gains up to 300 k€ in previous installations.

Keywords: CGSIS, Inspection System, Quality Control, Parsytec, Hot Coil

¹ *Contribuição técnica ao 50º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 18 a 21 de novembro de 2013, Ouro Preto, MG, Brasil.*

² *Engenheiro de Controle de Qualidade de Produto – ArcelorMittal Tubarão- Serra-ES*

³ *Engenheiro de Pesquisa e Desenvolvimento – ArcelorMittal Global R&D Asturias – Espanha*

⁴ *Líder de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento – ArcelorMittal Global R&D- Montataire-França*

⁵ *Engenheiro Especialista em Automação – ArcelorMittal Tubarão- Serra-ES*

⁶ *Engenheiro Especialista em Automação – ArcelorMittal Tubarão- Serra-ES*

⁷ *Técnico de Controle de Processos do LTQ – ArcelorMittal Tubarão - Serra – ES.*

1 INTRODUÇÃO

O CGSIS: “Coil Grading Surface Inspection System” é um sistema desenvolvido pelo Centro de Pesquisa da ArcelorMittal Europa que permite o julgamento automático da qualidade das bobinas com base nos defeitos recebidos de um sistema de inspeção automática.

O principal objetivo do sistema é propiciar suporte à tomada de decisão ao avaliar os defeitos de superfície em confronto com os requisitos de liberação pré definidos para cada cliente e aplicação.

Como principais benefícios, podemos citar:

- decisões baseadas em regras pré estabelecidas, o que permite maior confiabilidade nas avaliações;
- redução do número de imagens avaliadas pelos inspetores via sistema de inspeção automática;
- julgamento “on line” reduzindo o volume de bobinas a serem analisadas pelo controle de qualidade (apenas casos mais complexos);
- auxílio ao aproveitamento de bobinas uma vez que todo julgamento leva em conta o cliente/aplicação final;
- simulação de plano de corte para eliminação de defeitos e realocação de produto; E
- maior repetibilidade e reprodutibilidade no que tange o resultado de inspeção e julgamento de bobinas, uma vez que todo processo é realizado por via computacional.

O CGSIS já é utilizado a mais de 14 anos em linhas de galvanização, no entanto para linhas de tiras a quente seu desenvolvimento é recente. Isto se deve à complexidade das condições de processo, onde temos interferência de vapor, água, temperatura, entre outros.

Abaixo algumas plantas do grupo onde já é utilizado o sistema.

Deployment of CGSIS

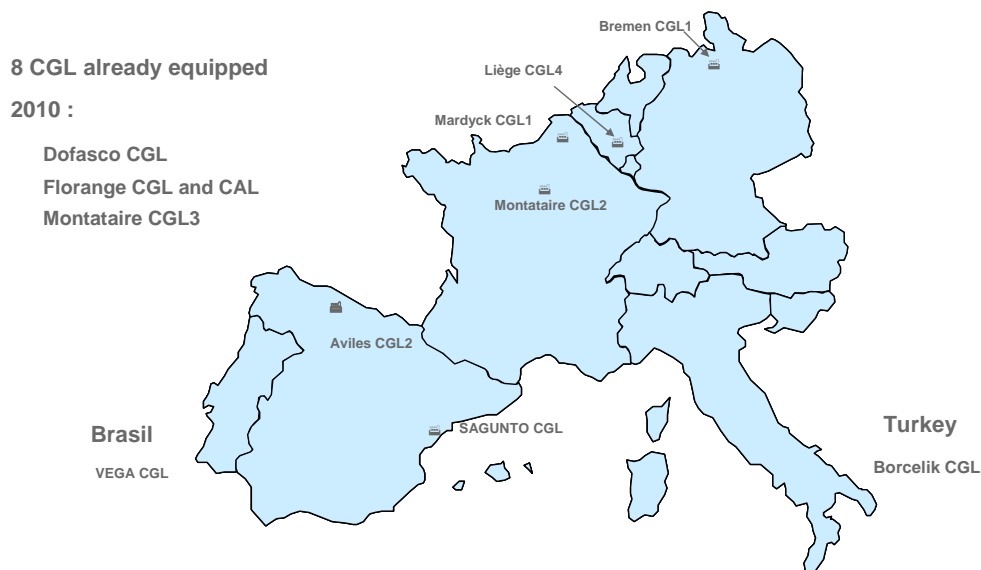


Figura 1: Instalações de CGSIS na ArcelorMittal.

2 PREPARAÇÃO PARA O CGSIS

Uma série de adequações é necessária para o funcionamento efetivo do sistema de julgamento automático de bobinas. A mais complexa e crítica delas está relacionado ao ajuste do sistema de inspeção automática e ao ambiente no entorno do equipamento. Certos problemas que são toleráveis com a avaliação humana das imagens de defeitos podem tornar a utilização da ferramenta inviável. Abaixo seguem alguns exemplos de problemas críticos nos quais tivemos que atuar prioritariamente.

2.1 Detecção de Rolo

Em algumas condições desfavoráveis de iluminação, devido à sujeira nas lentes dos refletores ou ondulação da tira, por exemplo, o sistema de inspeção apresentava dificuldades em detectar a borda do material implicando na captura de imagens da mesa de rolos.

O problema foi solucionado utilizando arquivos de configuração do sistema e alterando-se parâmetros da ferramenta “Edge Detection” do Parsytec.

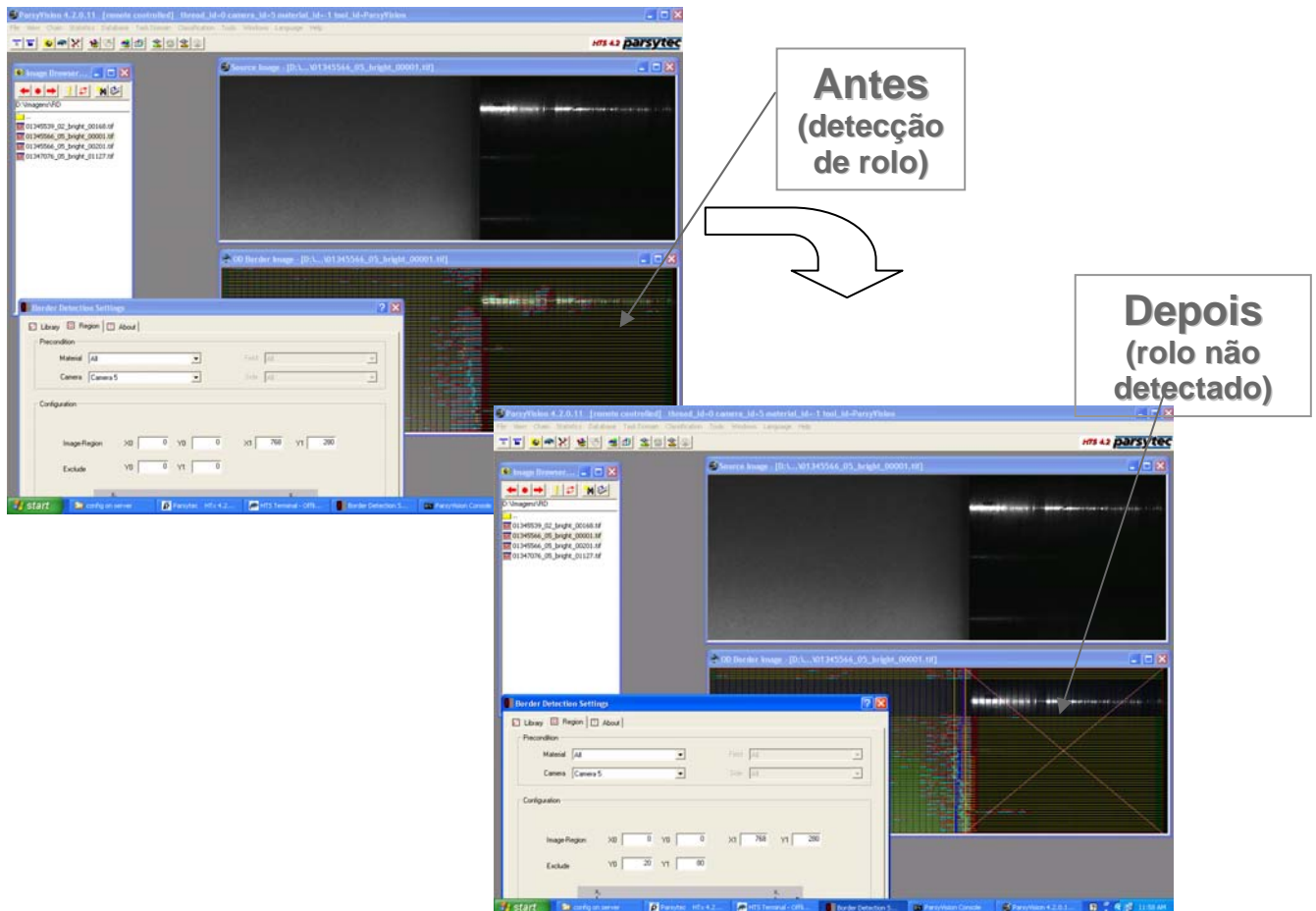


Figura 2: Ajuste de parâmetros de detecção .

Abaixo é possível observar que em alguns casos chegávamos a ter mais de 1.000 imagens (eixo Y do gráfico) de rolo até que ajustes na configuração do sistema fossem realizados reduzindo a níveis irrisórios estas ocorrências.

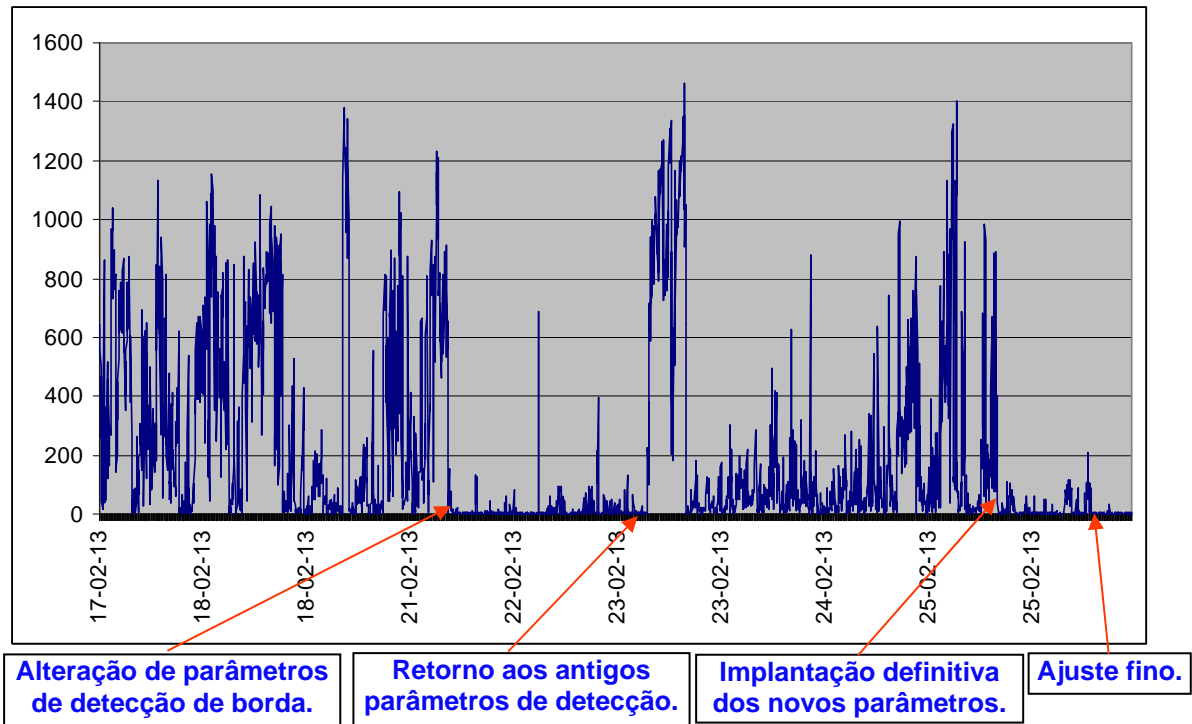


Figura 3: Gráfico de detecção de rolos.

2.2 Interferência de Água

Outro tipo de ocorrência observada e que impactava no bom funcionamento do sistema de inspeção automática estava relacionada à detecção de imagens de água. Esta anormalidade é mais crítica do que a situação anterior uma vez que sobrecarrega o sistema e o inspetor de qualidade de imagens desnecessárias. Além disto, quando em grande volume, a água gera um número de imagens tão grande que o sistema se torna incapaz de processar todas as informações, resultando em “flood” com consequente descarte de imagens, as quais poderiam conter algum defeito relevante.

No gráfico da Figura 4 é possível notar que em alguns casos chegamos a ter mais de 2.000 imagens de água detectadas por bobina, sendo as ocorrências mais comuns em materiais largos e finos (extensos).

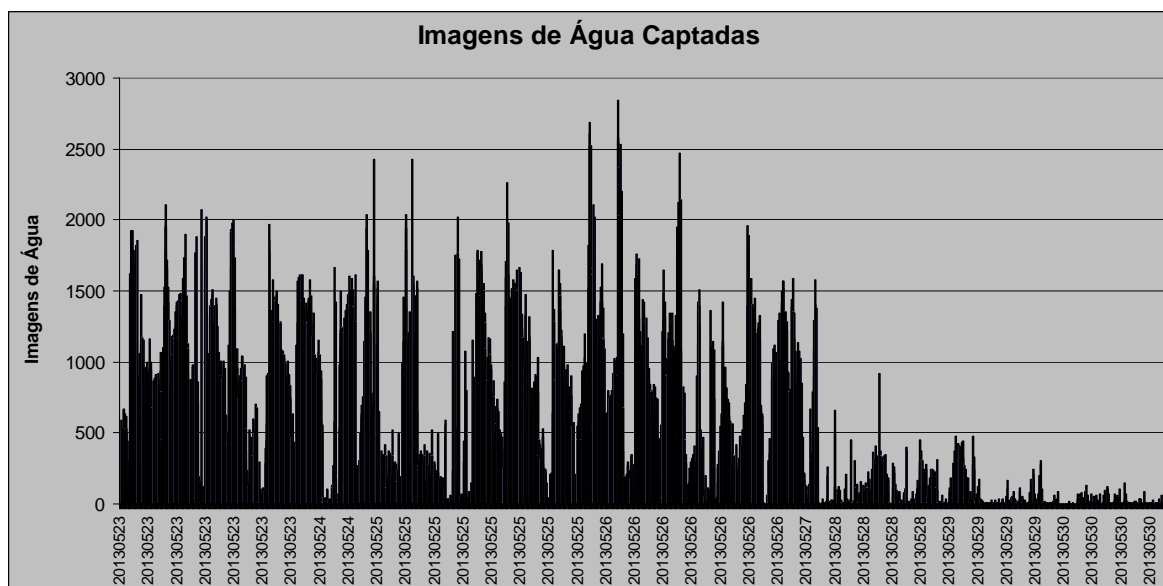


Figura 4: Gráfico de detecção de água.

Neste caso, os ajustes foram realizados na linha de processo com ajuste/instalação de “cross sprays” e reposicionamento de ventiladores na saída da cadeira F6 do Trem Acabador.

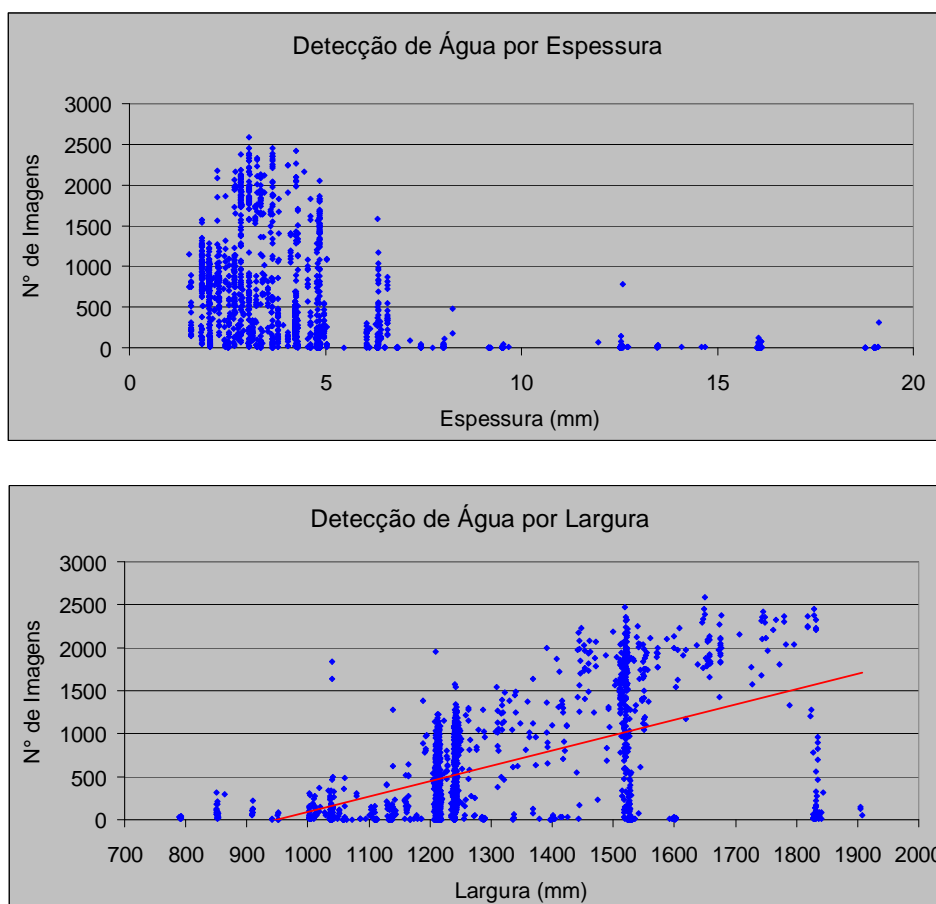


Figura 5: Gráfico de detecção de água por espessura de largura.

2.3 Determinação da Severidade de Defeitos

O CGSIS é completamente dependente da correta classificação do defeito e de sua severidade proveniente do sistema automático de inspeção. Com base nisto, foram alterados uma série de parâmetros de detecção e criados classificadores mais robustos no que tange a identificação dos defeitos. Com isto, saímos de um acerto classificação de 21% para cerca de 80% e aí ainda continuamos trabalhando na melhoria destes resultados.

OBS: Até então o acerto de classificação não era crítico para o controle de qualidade, pois todas as imagens no sistema de inspeção automática eram avaliadas pelos inspetores que corrigiam as anormalidades quando necessário.

Um dos grandes desafios no que tange a implantação do CGSIS é criar condições para que o próprio sistema de inspeção faça a avaliação da severidade dos defeitos. Esta informação é de suma importância para que o sistema possa avaliar quais materiais podem ser liberados, necessitam corte de defeito ou devem ser desclassificados para determinado pedido.

Abaixo seguem exemplos de com a classificação correta do defeito e sua intensidade.

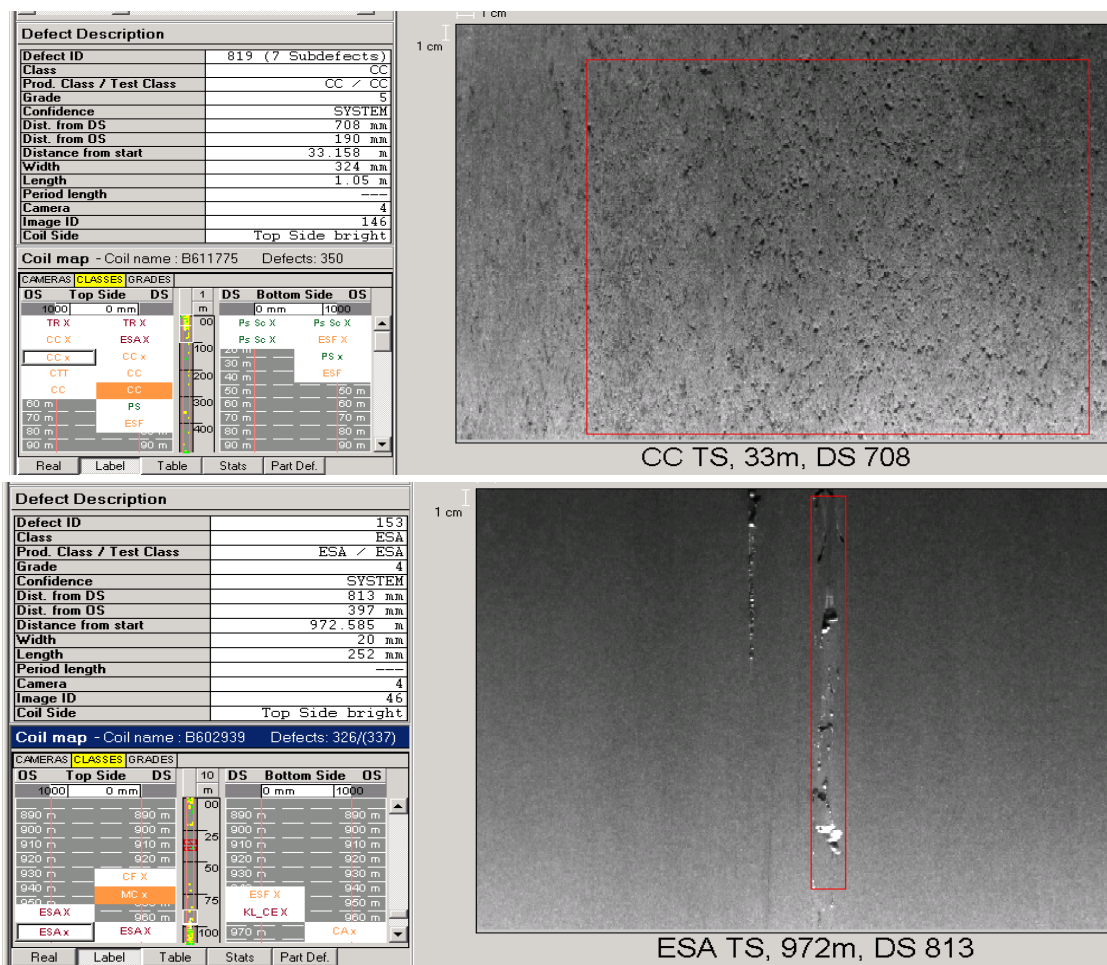


Figura 6: Classificação de Severidade de Defeitos via Parsytec.

3 SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE BOBINAS - CGSIS:

3.1 Estrutura do Sistema

O sistema consiste de um computador ligado às redes de níveis 2 e 3 e ao sistema de inspeção automática, conforme fluxo abaixo:

Arquitetura Geral do Sistema

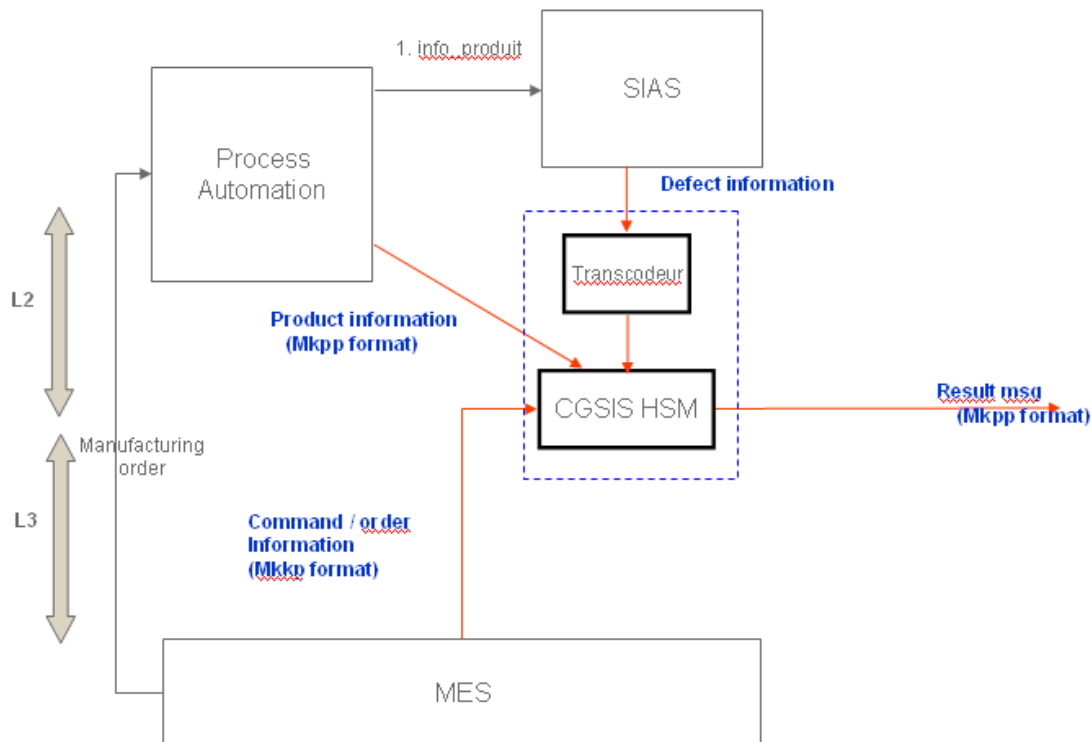


Figura 7: Interligação de Sistemas ao CGSIS.

3.3 Funcionalidades do Sistema

Com base nas informações de processo provenientes do Nível 2 associadas a dados de clientes/aplicações do Nível 3, o sistema automaticamente qualifica a bobina para a liberação ou não, conforme o fluxograma da Figura 8.

Note que antes de avaliar os defeitos de uma bobina e decidir pela sua liberação ou não, o sistema o “CGSIS” checa a confiança da informação proveniente do sistema de inspeção. Um número muito elevado ou reduzido de imagens, por exemplo, pode ser um indicativo de interferência do ambiente ou falha do sistema inspeção e por segurança estas bobinas ficam bloqueadas para avaliação do inspetor.

Fluxograma do Sistema

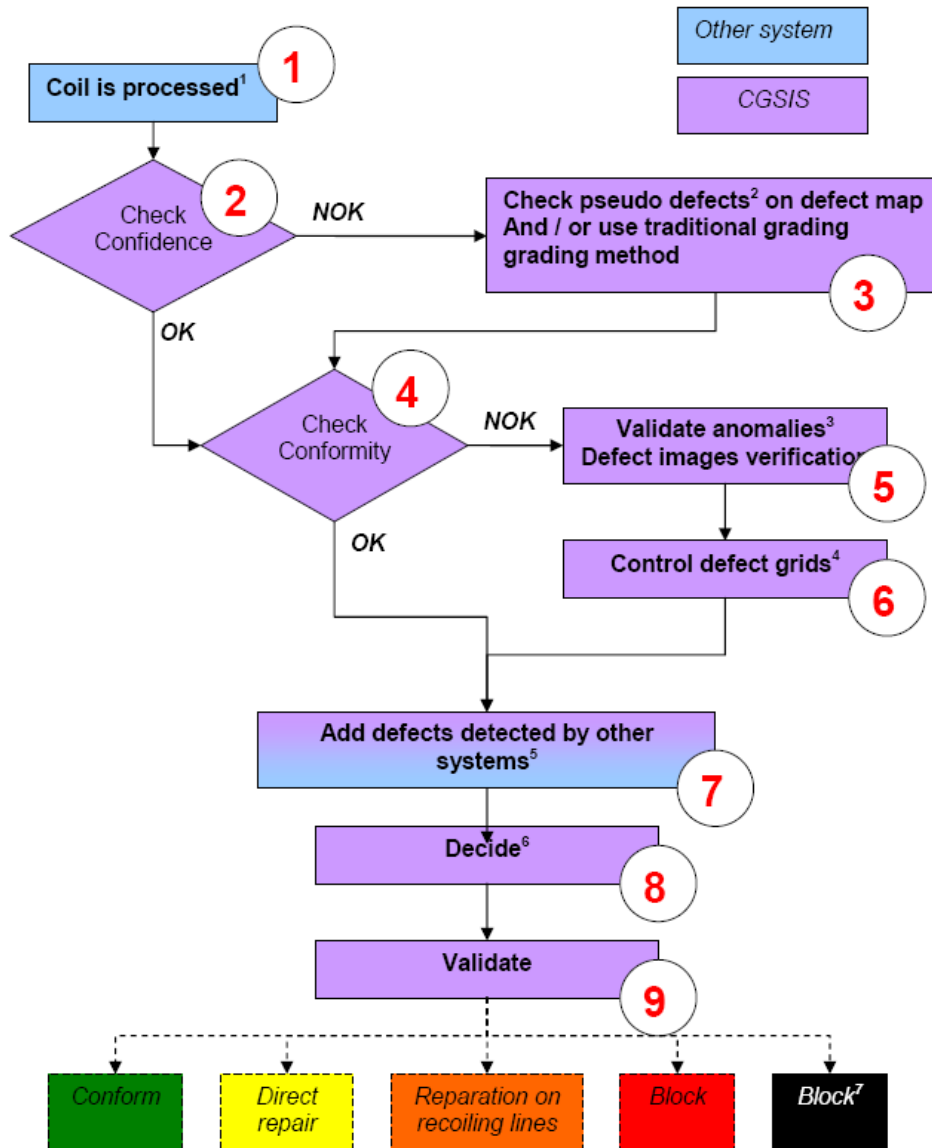
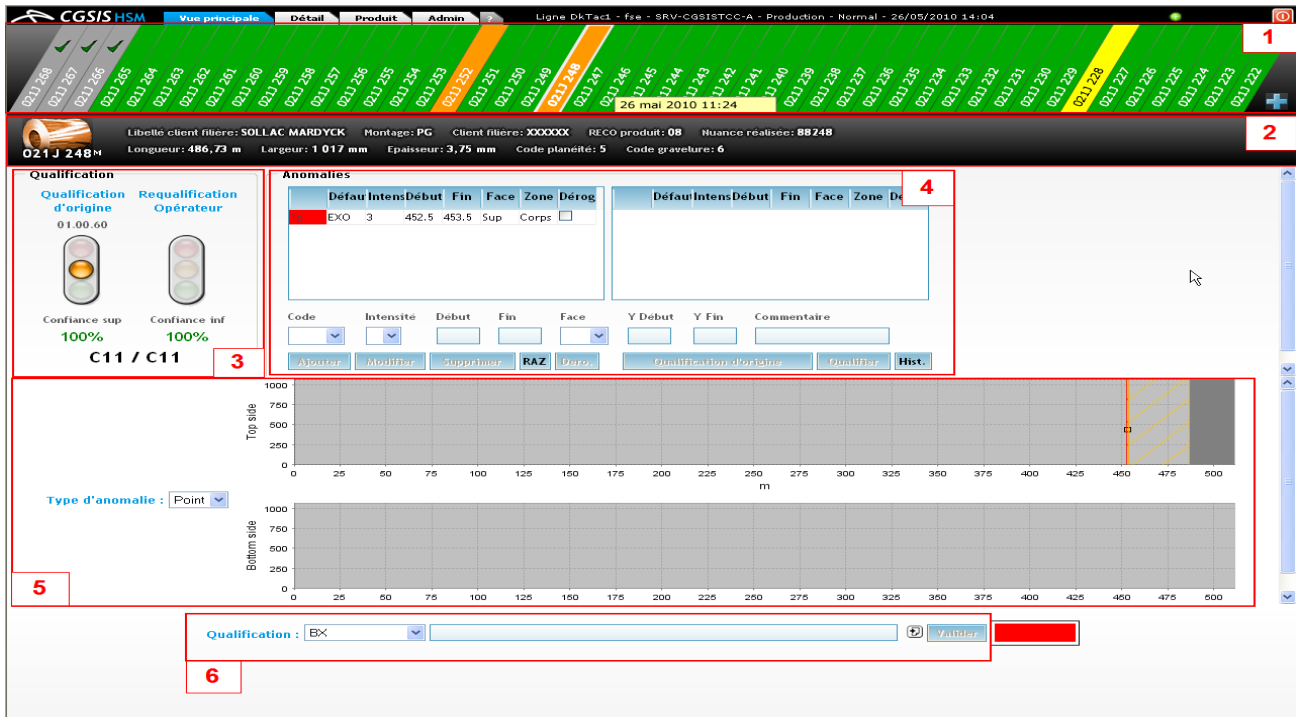


Figura 8: Fluxograma de decisão do sistema.

3.2.1 Interface principal

A interface principal, como pode ser visualizada abaixo, apresenta a sequência de bobinas em produção e o resultado da avaliação do CGSIS com relação a qualidade. Nesta tela, é ainda possível visualizar os defeitos e sua posição via cartografia.

Esta é a principal interface de trabalho dos inspetores de qualidade.



Legenda: 1: Histórico; 2: Informações sobre o produto; 3: Classificação; 4: Defeitos identificados; 5: Mapa dos defeitos na tira; 6: Área de decisão

Figura 9 - Interface principal do sistema.

De acordo com a classificação do CGSIS, as bobinas são apresentadas em cores diferentes indicando sua condição em termos de qualidade superficial ou situação durante o processo.








SIS data not yet received	Coil not yet graded	Coil conform	Coil conform if repaired. Direct cropping possible	Coil conform if repaired. Reparation on recoiling line.	Coil not conform due to line defects.	Coil not conform due to upstream defects.
						

Figura 10 - Status de Classificação do CGSIS.

Para tiras que apresentaram problemas, o sistema disponibiliza a imagem dos defeitos via cartografia permitindo melhor avaliação das anomalias detectadas e auxiliando na atuação dos inspetores de qualidade.

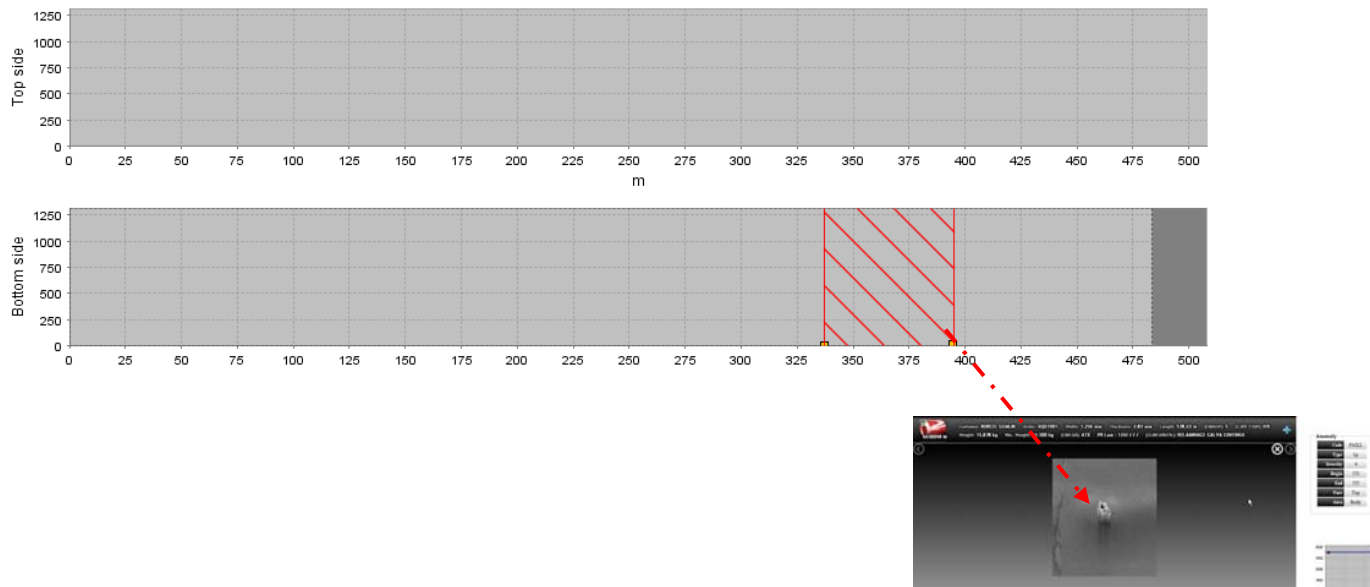


Figura 11: Cartografia de defeitos.

3.2.2 Código de aspecto

Para que cada material receba tratamento diferenciado em acordo com sua aplicação final, uma série de códigos de aspecto de superfície é utilizada como mostrado no exemplo abaixo:

Tabela 1. Tabela de Código de Aspecto

Product (the status of the metal as processed by the final customer)(1)	Aspect code	Typical applications
B (Black)	10	Exposed parts & specific customers
	40	Non re-rolling critical (Wheel rims (truck), gas cylinders, construction)
	90	Standard quality (+electrical steel, candelabrum, small tubes...)
Pickled coils (P)	10	Exposed parts, Specific customer, painted panels
	20	Other exposed parts (+wheel disk)
	40	Non re-rolling critical (tubing, wheel rims, tubing, deep drawing)
	80	General products
Cold rolled (C)	20	Exposed
	70	Not exposed
	80	Electrical steel
Hot Rolled Galvanized (H)	10	Specific customer
	90	standard quality
Tin plate (T)	20	DWI, easy open, tin plate

Cada código possui características bem definidas e são muito úteis para definir se determinado material atende aos requisitos do cliente e suas aplicações.

4 CONCLUSÃO

O sistema de CGSIS ficará em funcionamento paralelo às práticas correntes de inspeção até o ajuste de todos os parâmetros e avaliação final de suas funções. Após este período espera-se uma redução de pelo menos 85% do número de imagens visualizadas pelos inspetores de turno. Em condições normais, os inspetores de qualidade avaliam centenas de imagens por bobina via Parsytec. Como a produção gira em torno de 500 bobinas/dias, esta se torna uma tarefa árdua e sujeita a falhas. Com o desenvolvimento contínuo do CGSIS espera-se cada vez mais reduzir o tempo despedido na inspeção de imagens o que permitirá eliminar um inspetor de turno por equipe e movimentá-los para tarefas de maior valor agregado. Mais do que uma ferramenta no auxílio ao processo produtivo e ao controle de qualidade, o CGSIS nos impôs a missão de melhorar o sistema de inspeção automática. Hoje temos um sistema mais robusto e confiável e executando funções que não eram realizadas no passado.

Em um mercado tão competitivo em relação à excelência no atendimento ao cliente, tanto no que tange a qualidade dos produtos como o prazo de entrega, sistemas como o CGSIS se tornam um diferencial competitivo. É neste contexto atual de constante elevação de produtividade e redução de custos que esta ferramenta está inserida, visando a automatizar processos que anteriormente eram realizados exclusivamente pelo ser humano.