

FERRAMENTAS DE CONTROLE DE QUALIDADE DE BOBINAS A QUENTE NA ARCELORMITTAL TUBARÃO¹

Leandro de Lucas Mendes²
 Anderson Peter Morelato³
 Lázaro de Avelar Portela⁴
 Vitor Bogaci Ney⁵
 Claudemir Dassie⁶

Resumo

Um bom sistema de controle de qualidade precisa ser ágil e preciso o suficiente para garantir velocidade de reação, melhorando os resultados e minimizando perdas. O Parsytec como ferramenta de inspeção automática de bobinas já é utilizado desde 2002. Em uma fase inicial, o equipamento era utilizado primordialmente para feedback ao processo de produção, devido sua capacidade de identificar defeitos como marcas e carepas instantes após a sua ocorrência. Isto permite a ação da equipe de Operação de maneira rápida, reduzindo o número de bobinas com problemas de qualidade. Com o passar do tempo, melhorias foram realizadas o que permitiu utilizar o Parsytec como uma ferramenta abrangente no controle de qualidade. Com base nas informações coletadas automaticamente pelos sistemas de controle (Parsytec e outros), ou manualmente pelos técnicos de inspeção, relatórios automáticos de controle estatístico foram elaborados antecipando a detecção de desvios e indicando tendências de crises de qualidade. A utilização de CEP- Controle Estatístico de Processo e de ferramentas automáticas de medição e inspeção são de suma importância neste cenário característico de aumento de produtividade associado à redução de custos de produção.

Palavras-chave: Controle estatístico de processo; Sistema automático de inspeção; Controle de qualidade.

TOOLS FOR HOT COILS QUALITY CONTROL IN ARCELORMITTAL TUBARÃO

Abstract

A good quality control system must be agile and accurate enough to ensure speed of response, improving results and minimizing losses. Parsytec as a tool for automatic inspection of surface in hot strip mill has been used since 2002. In its initial stage, the equipment was used to provide feedback to the Production Area, due its ability to identify defects such as marks and scale moments after its occurrence. It allowed the operational team to act quickly, reducing the number of coils with quality problems. This equipment has been continuously improved, allowing the use of Parsytec as an effective and broad quality control tool. Based on information acquired automatically by the automatic control system, or manually by the inspectors, statistical controls were developed to anticipate the detection of quality deviations. The use of Statistical Process Control (SPC) associated with automatic measurements and inspection are very important in the current scenario that demand increased productivity and decreased production costs.

Key words: Statistical process control; Automatic surface inspection system; Quality control.

¹ *Contribuição técnica ao 49º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 22 a 25 de outubro de 2012, Vila Velha, ES, Brasil.*

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

³ *M.Sc, Gerente de Controle Integrado e Inspeção- ArcelorMittal Tubarão- Serra-ES*

⁴ *Técnico de Controle Integrado de Produtos – ArcelorMittal Tubarão- Serra-ES*

⁵ *Engenheiro Especialista de Controle de Qualidade de Produto – ArcelorMittal Tubarão- Serra-ES*

⁶ *Engenheiro Especialista de Controle de Qualidade de Produto – ArcelorMittal Tubarão- Serra-ES*

1 INTRODUÇÃO

No atual cenário siderúrgico de aumento de produtividade associado à redução de custos de produção, a área controle de qualidade de bobinas a quente da ArcelorMittal Tubarão vem desenvolvendo ferramentas que permitem obter respostas mais rápidas e precisas no intuito de evitar crises de defeitos e melhorar continuamente a qualidade dos produtos entregues aos clientes. Para isto, utiliza além de controles básicos como os de medição de dimensões e temperaturas de processo, um equipamento de inspeção automática de defeitos superficiais no Laminador de Tiras a Quente e controles estatísticos de processo para controle da ocorrência de defeitos. Com a inspeção automática é possível inspecionar *on line* 100% das bobinas processadas no LTQ, atuando de maneira mais ágil e eficaz quando da ocorrência de defeitos. Isso não é possível no modelo clássico de inspeção quando se tem apenas inspeção aleatória de pequena extensão do produto após o bobinamento. Adicionalmente a este controle automático, foram desenvolvidas ferramentas estatísticas que permitem o acompanhamento das ocorrências dos defeitos tanto para a linha de tiras a quente quanto para os processos seguintes de acabamento e corte.

2 PRINCIPAIS FERRAMENTAS UTILIZADAS PARA CONTROLE DE QUALIDADE

Com o objetivo de garantir um amplo controle de qualidade das bobinas, a ArcelorMittal Tubarão dispõe de diversos dispositivos de controle, destacando-se:

2.1 Medidor Multifunção

Conjunto de sensores atuando online que permitem a medição do perfil, dimensões e forma das bobinas. Principais medições realizadas:

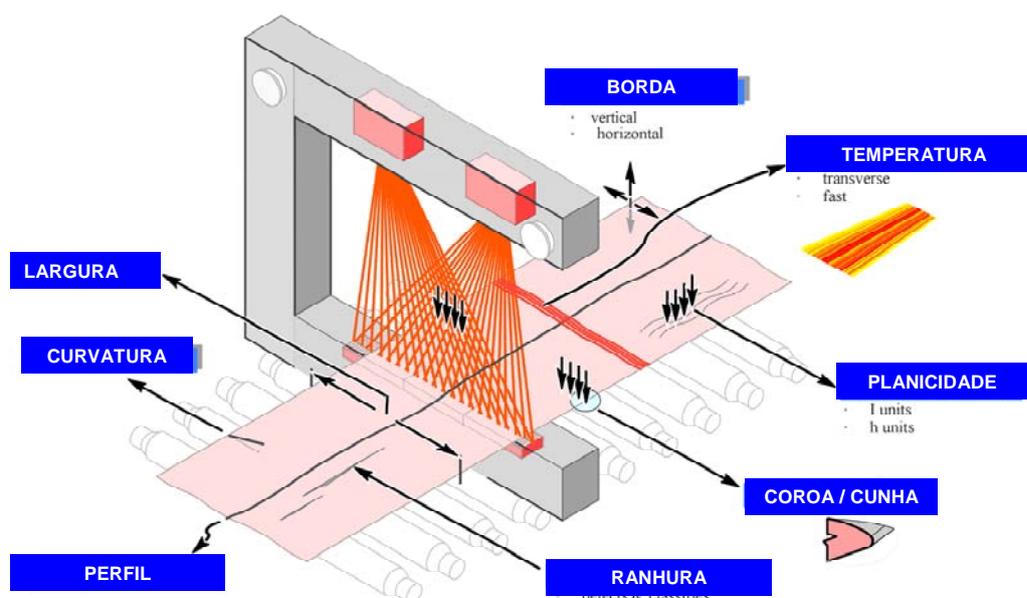


Figura 1: Ilustração do Sistema Multifunção.

Este controle realiza medições a cada metro de bobina laminada permitindo o julgamento de qualidade em toda a extensão da bobina e não apenas por meio de valores médios ou visados.

A Figura 2 exemplifica o controle de Temperatura de Bobinamento de uma bobina com desvio da especificação no topo.



Figura 2: Controle de Temperatura de Bobinamento através do Multifunção.

Esta bobina fica automaticamente retida na malha de controle de qualidade, evitando despacho de material fora do especificado aos clientes.

A Figura 3 ilustra uma bobina com excelente resultado de controle de espessura.

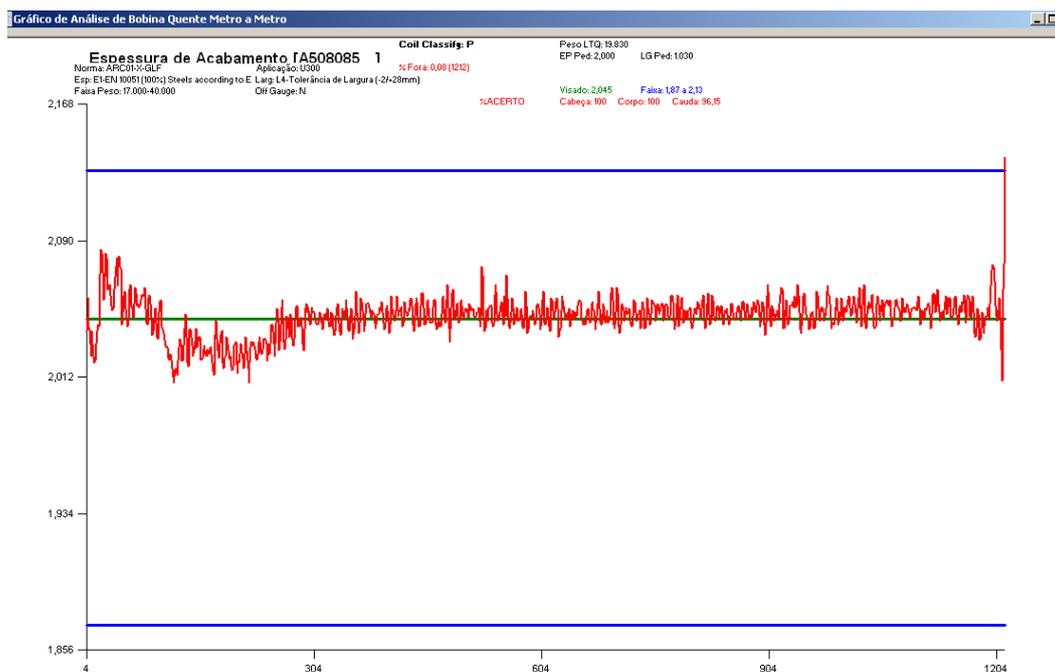


Figura 3: Controle de Espessura através do Multifunção.

2.2 Eventos de Qualidade

Consiste basicamente num software de aquisição e tratamento de dados com a finalidade de identificar eventos anormais ocorridos durante a laminação de uma bobina a quente.

Para a geração destes eventos, são determinadas condições limites de processo para cada variável operacional com impacto na qualidade. Por exemplo, pressão mínima de descarepação. Caso a pressão de descarepação fique abaixo do valor limite em alguma posição da bobina esta receberá o *flag* relativo à pressão de descarepação.

Estes eventos fornecem aos profissionais responsáveis pela análise e julgamento de produtos, informações preditivas para garantia de qualidade ao cliente final.

2.3 Medidor de Telescopicidade

Sistema de lasers e câmeras digitais, capaz de medir a telescopicidade presente nas bobinas, onde as imagens serão capturadas e processadas através de algoritmos, sendo possível obter o perfil lateral da bobina e sua variação de cota.

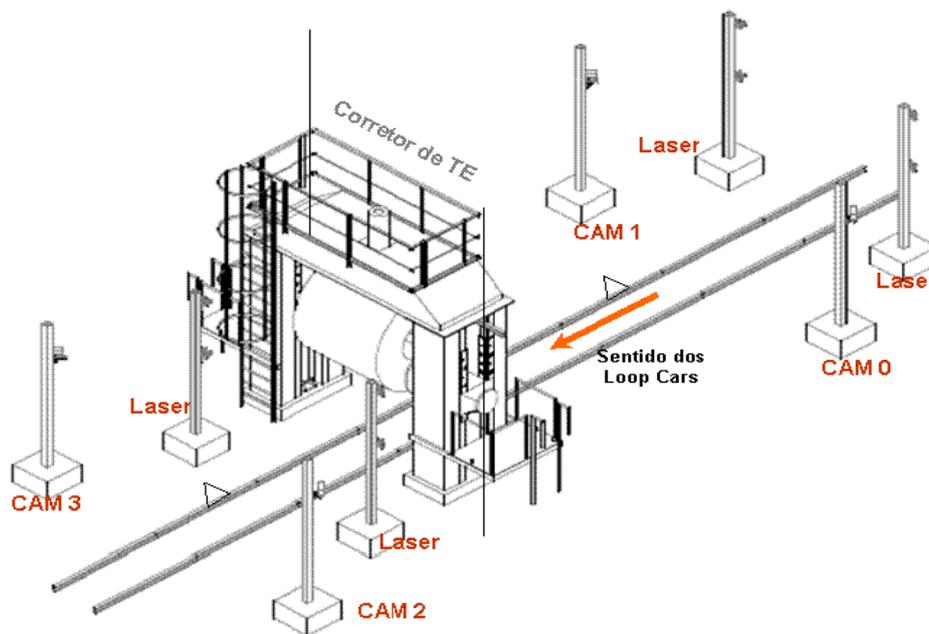


Figura 4: Desenho esquemático do sistema de medição de telescopicidade^[1].

Este sistema encontra-se atualmente em fase de comissionamento e será totalmente integrado aos sistemas produtivos existentes, fazendo parte da malha de controle de qualidade e servindo de feedback para o processo produtivo.

2.4 Inspeção Automática de Superfície

Sistema especialista que garante a inspeção de superfície em ambas às faces das bobinas, em 100% do seu comprimento e em tempo real. Permite a detecção e confirmação mais rápida da ocorrência de um defeito, o que possibilita atuar em contramedidas antes mesmo de ter o resultado final da inspeção de qualidade. Minimiza o processamento de material nas linhas de acabamento para inspeção

preventiva e possibilita a inspeção superficial em bobinas que não podem ser processadas (e inspecionadas) nas linhas de acabamento devido restrições dimensionais dos equipamentos.

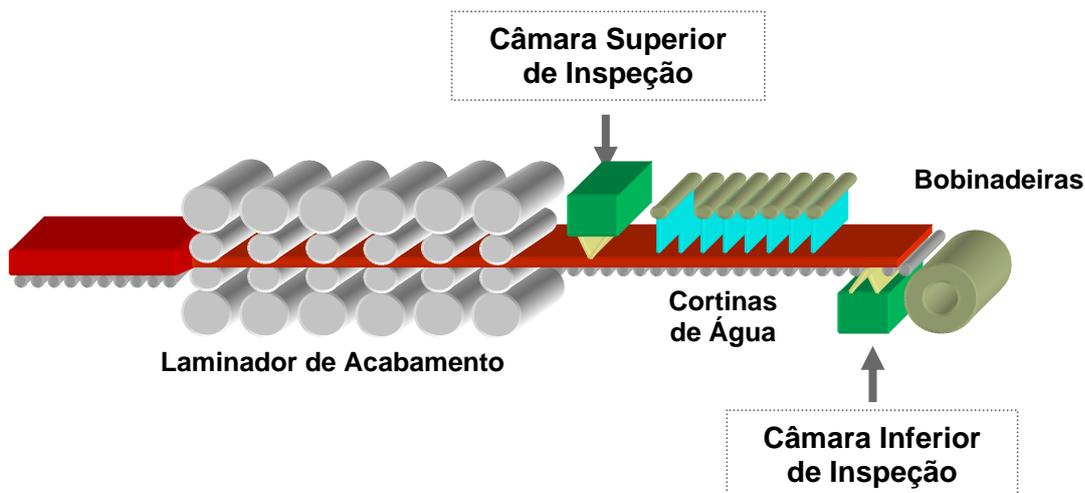


Figura 5: Disposição do sistema de inspeção automática de superfície.

Esse equipamento passou em 2011 por um processo de atualização tecnológica incorporando novas funcionalidades em termos de ferramentas e equipamento conforme descrito a seguir.

2.4.1 Iluminação de LED

Substituição da iluminação convencional por lâmpadas de LED, permitindo melhoria na qualidade das imagens com redução de custo.



Figura 6: Iluminação de LED - sistema de inspeção automática de superfície.

2.4.2 Câmeras digitais

Substituição das câmeras analógicas por digitais melhorando a detecção de defeitos e a qualidade das imagens visualizadas.



Figura 7: Câmeras Digitais - sistema de inspeção automática de superfície.

2.4.3 Coil Grading Surface Inspection System (CGSIS)

Sistema em desenvolvimento junto à ArcelorMittal Europa que permitirá o julgamento automático de defeitos de superfície bem como a reaplicação do material. Espera-se com esta ferramenta maior precisão na classificação de defeitos bem como maior agilidade de avaliação/julgamento das bobinas laminadas a quente.

Figura 8: Tela do CGSIS – sistema de julgamento automático.

3 UTILIZAÇÃO DO CEP COMO FERRAMENTA DE CONTROLE DE QUALIDADE DE BOBINAS A QUENTE

O Controle Estatístico de Processo é uma das muitas ferramentas utilizadas pela área de qualidade para facilitar a identificação de mudanças de comportamento dos mais diversos tipos de dados. Para o controle de qualidade têm-se utilizado prioritariamente o controle por atributos descrito a seguir.

Segundo Montgomery,^[2] muitas características de qualidade não podem ser convenientemente representadas numericamente, e para esses casos, usualmente os itens avaliados são classificados como conforme ou não-conforme. Esse tipo de característica é chamado de atributo.

A classificação por Atributo é aquela na qual o resultado pode assumir somente dois valores conforme e não conforme.

Exemplo:

1. Dentro ou fora da faixa de alguma medição
2. Existência de defeitos;

Existem 4 cartas principais relacionadas à atributos, são elas:

1. "P" - Para proporções não-conforme
2. "NP" - Para número de itens não-conforme
3. "C" - Para número de não-conformidades
4. "U" - Para não-conformidades por unidade

A carta "P" mede a proporção de itens "Não Conforme" em um grupo de itens sendo inspecionados, o que a torna a mais adequada para a forma com a qual os dados estão disponibilizados através do atual procedimento de inspeção.

A ocorrência de um ou mais pontos fora dos limites de controle, além de uma tendência não aleatória ao redor da média, ajuda a evidenciar instabilidades ou mudanças de comportamentos de processos estáveis, ou seja, um processo que possua um histórico de ocorrência relativamente previsível.

A fórmula utilizada para obtenção dos limites de controle pode ser vista logo abaixo.

$$P = \frac{\text{Quantidade de ocorrências não conforme}}{\text{Quantidade de elementos inspecionados}}$$

$$LSC = P + 3\sqrt{\frac{P(1-P)}{N}}$$

$$LIC = \text{MÁX}\left(P - 3\sqrt{\frac{P(1-P)}{N}}, 0\right)$$

Onde:

P= Proporção histórica do defeito

N= Quantidade de elementos inspecionados.

LSC= Limite superior de controle

LIC= Limite inferior de controle

Através da fórmula acima (LSC, LIC), podemos perceber que os limites de controle irão variar de acordo com a quantidade de elementos inspecionados, de forma a terem limites de controles mais abertos quando se tem menos dados, ou mais estreitos diante de um maior volume deles.

3.1 Laminação de Tiras a Quente

A forma pela qual os dados relativos ao Sistema de Inspeção Automática de Superfície estão disponíveis no banco de dados permite que a ocorrência dos defeitos seja acompanhada através de cartas de controle atributos. Os dados são atualizados diariamente e possuem informações de todos os defeitos, juntamente com a classificação de sua intensidade.

Dessa forma foi possível criar cartas de controle, com os principais motivos a serem avaliados. A atualização dessas informações é feita de forma automática.

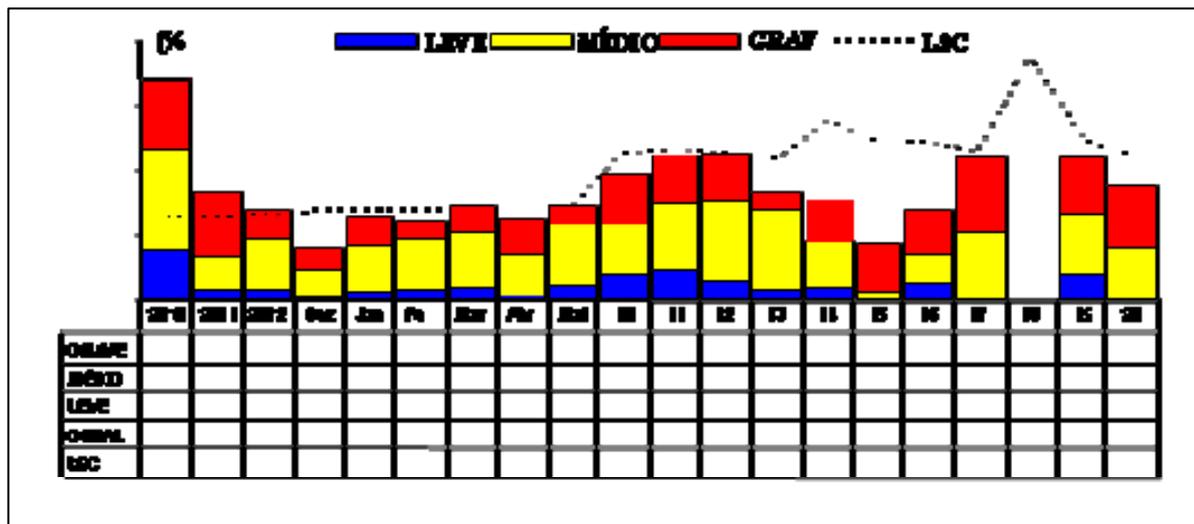


Figura 9: Carta de controle "P" para o defeito "DB".

3.2 Linhas de Acabamento – Inspeção Visual

Como o equipamento de inspeção automática de superfície fica localizado fisicamente após o trem acabador, defeitos de geração posterior não seriam rapidamente identificados. Portanto, associado ao monitoramento já existente, também é realizada a avaliação das ocorrências registradas pelos inspetores nas linhas de acabamento e de inspeção intermediária. Este tipo de controle já demonstrou ser capaz de antecipar em até sete dias a detecção de um problema de qualidade posterior ao Sistema de Inspeção Automático de Superfície.

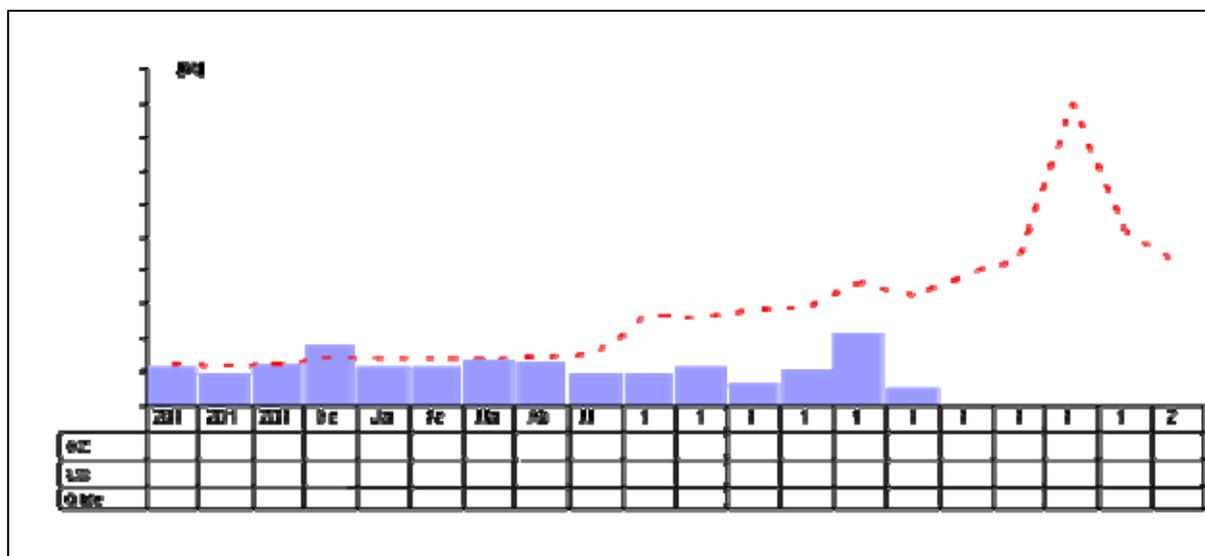


Figura 10: Carta de controle "P" para o defeito DZ.

4 CONCLUSÃO

Uma boa gestão de qualidade de produtos deve estar sempre alinhada com a elevação da produtividade e a redução de custos. Para isto, é de suma importância



o desenvolvimento de novos equipamentos e novas ferramentas de controle que possam gerar informações mais precisas e eficazes.

A adoção deste conjunto de ferramentas de controle de qualidade permite à ArcelorMittal garantir elevados níveis de qualidade aos seus clientes com baixos níveis de reclamação. Além disso, o foco em ferramentas online de controle de qualidade permite a atuação rápida nos processos, minimizando variabilidade para os clientes e reduzindo perdas internas em desclassificações e retrabalhos.

Em um mercado tão competitivo pela excelência no atendimento ao cliente, tanto no que tange a qualidade dos produtos como o prazo de entrega, equipes bem treinadas e motivadas além de equipamentos de alta tecnologia capazes de inspecionar e medir variáveis automaticamente, associados a controle estatístico de processo se configura como um diferencial competitivo para as empresas.

REFERÊNCIAS

- 1 MENDES, L. L.; ZORZANELLI, L.; KLEIN, G.; Implantação de Sistema de Medição de Telescopicidade de Bobinas a Quente por Dispositivo Óptico na Arcelormittal Tubarão . In: XIV SEMINÁRIO DE AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS DA ABM, BELO HORIZONTE – MINAS GERAIS – BRASIL, 06 A 08 DE OUTUBRO DE 2010.
- 2 MONTGOMERY, Douglas C. INTRODUCTION TO STATISTICAL QUALITY CONTROL. Singapore: Ed JOHN WILEY & SONS, 1991.