

GARANTIA DE QUALIDADE NUMA SIDERURGIA MISTA

Dr. Walter Pfaff¹³
Eng.º Cleomir Motter¹⁴

Um desenvolvimento industrial tão rápido como o verificado no Brasil nos últimos anos, traz em consequência, devido à estreita dependência entre as indústrias, dificuldades que residem em sua maioria na falta de contato entre as usinas de produção, transformação e consumidores.

Seminários, como ora realizado, têm como fim esclarecer dúvidas existentes, através de trocas de informações e debates multilaterais. Apesar de temas específicos serem bastante interessantes e muitas vezes testemunharem o elevado grau de desenvolvimento de um empreendimento, interpretamos o tema deste seminário sob um ponto de vista mais amplo, escolhendo para nossa contribuição o título "Garantia de qualidade numa siderurgia mista".

Justificamos a escolha do tema "Garantia de qualidade numa siderurgia mista", pelo fato de que os senhores, como consumidores e vendedores de nosso aço, possuem um justificado interesse numa visão global sobre o tipo e alcance de nossas medidas internas para garantir um produto isento de objeções.

Nosso programa de produção engloba hoje tubos sem costura, prêtos e galvanizados, com pontas lisas ou com rôscas e luvas, tubos para rolamentos, peças tubulares forjadas, Line Pipe, Casings Tubings e trefilados de precisão.

No setor de aços, são produzidos aços de qualidade e especiais para todos os fins da indústria mecânica e automobilística em geral, sendo ainda iniciada no ano passado a produção de aço-ferramenta para trabalhos a quente e a frio.

Em São Paulo, a Cia. Siderúrgica São Caetano fornece aço Mannesmann, em todas as qualidades, nos estados laminado, trefilado, descascado ou ainda retificado.

Nossa Aciaria está equipada com 3 fornos elétricos e dois convertedores LD que utilizam ferro gusa líquido obtido em fornos elétricos de redução e alto forno.

É fundamental que, ao lado dos prazos de fornecimento e preços, também a qualidade do produto determina sua aceitação no mercado. Advém, daí, obrigatoriamente, a necessidade de garantir uma qualidade uniforme do produto através de um sistema de controle apropriado.

Ao se falar no título deste trabalho em garantia de qualidade, quer-se apontar com isso que o diversificado programa de produção de nossa usi-

na requer medidas que fogem do campo de atividades de um controle de qualidade puro. Como em toda siderurgia, também conosco a atividade do controle de qualidade está mais voltada à descoberta das causas de defeitos e sua conseqüente eliminação, do que à reparação dos defeitos propriamente ditos.

Isto já se inicia na escolha e no emprêgo das matérias primas.

O quadro I dá uma visão esquemática do fluxo de produção, estando assinalados todos os pontos onde são feitos controles ou testes. Fazemos distinção entre os controles executados pelo setor de produção e pelo Controle de Qualidade.

As linhas de ação, para execução e supervisão dos controles e critérios para os defeitos que aparecem, são estipuladas de comum acordo com os setores produtivos.

Ferro Gusa

As matérias primas, para emprêgo na usina de ferro gusa, são controladas quanto à composição e granulometria. Especial atenção é dedicada aqui à determinação do grau de umidade do carvão vegetal empregado, já que a sua forte variação tem grande influência sobre a homogeneidade do ferro gusa.

Aciaria:

O gusa líquido é enviado à Aciaria e processado nos convertedores LD. As adições e quantidades de sucata para a produção de uma determinada qualidade dependem da temperatura e da composição química do ferro gusa.

O controle sistemático e a supervisão de todas as matérias primas usadas na Aciaria, como sucata, elemento de liga, adições, lingoteiras e materiais de fundição são premissas para a produção de aço de superior qualidade.

Para tal fim, são tiradas amostras de todos os fornecimentos e testados em nossos laboratórios quanto à sua viabilidade de uso.

A supervisão do processo total de corrida e fundição é outra atividade primordial de nosso sistema de garantia de qualidade.

Baseados em computações contínuas de dados de produção e resultados de experiências, são

(13) Chefia de Controle e Pesquisas da Cia. Siderúrgica Mannesmann — Minas Gerais, Brasil

(14) Departamento de Controle de Qualidade — Cia. Siderúrgica Mannesmann — Minas Gerais, Brasil

expedidas para cada qualidade de aço determinadas ordens de serviço, tanto para a corrida em si, como para a fundição. Controladores de processo, subordinados ao Contrôlo de Qualidade e não à Produção, controlam a execução das ordens e anotam em fichas individuais todos os dados relativos ao processo metalúrgico e de fundição.

A liberação de uma corrida para determinado fim depende rigorosamente da efetiva execução das ordens expedidas, e é efetuada por pessoal versado em metalurgia, após verificação do conjunto de anotações.

Parece-nos de interesse geral descrever aqui um processo de trabalho introduzido em nossa Usina, após numerosas pesquisas, para a obtenção segura de faixas de análise pré-estabelecidas.

Ao lado da garantia de propriedades mecânicas dos aços estabelecidos pelas normas DIN, deverão ser mantidas faixas de análise na produção de aços de qualidade baseadas nas normas SAE. Frequentemente, tais faixas são ainda mais reduzidas por parte dos clientes para cobrir certas necessidades técnicas. Uma corrida sofre, entretanto, a partir do vazamento até a solidificação completa na lingoteira, uma série de modificações. Principalmente no aço acalmado ocorre logo de início reação entre o aço líquido e a escória da panela.

Isto se manifesta em primeiro lugar num acréscimo do conteúdo de fósforo e num decréscimo do conteúdo de alumínio. Após a fundição, a solidificação do aço na lingoteira se processa segundo determinadas leis. Aqui, principalmente, segregações dos elementos S, P e C levam a diferenças de concentração dentro dos lingotes. Tais segregações podem ser influenciadas pela composição do aço, pela temperatura de fundição, velocidade de fundição e formato da lingoteira. Como a composição do aço está estreitamente determinada pela qualidade exigida, e por outro lado as formas do lingote determinadas por condições próprias de produção, só resta a possibilidade da otimização da temperatura e da velocidade de fundição. A manutenção de uma determinada velocidade normalmente não oferece problemas, mas a manutenção de uma determinada temperatura de fundição é dificultada na maioria das vezes pela formação de zonas de temperaturas diferentes na corrida, condicionadas por diferentes quantidades de calor conduzido pelo revestimento da panela.

Há algum tempo todas as corridas de aços de qualidade e especiais são borbulhadas, após o vazamento, com um sopro de Argônio na panela. Pela movimentação do aço é conseguida uma rápida distribuição dos elementos de liga adicionados durante o vazamento e uma completa homogeneização de temperaturas. Além disso, procura-se vazar com pouca escória para evitar as perigosas interações entre a escória e o banho. Com essas medidas consegue-se obter para todas as placas de lingoteiras a mesma análise.

Para o controle da composição química, a análise da panela é efetuada durante o lingotamento, por imersão de uma coquilha em cada

placa, quando o aço atinge aproximadamente 3/4 da altura da lingoteira.

Estas análises apresentam os diversos valores efetivos. Se uma prova fornece valores fora das tolerâncias, a respectiva placa de lingoteiras não é liberada para o fim que se tinha em vista.

Um sistema de prêmios que leva em conta a participação percentual das corridas que se encontram dentro das faixas prescritas, dá um estímulo para o trabalho cuidadoso.

Laminação de Barras:

Depois de enviados à Laminação de Barras, os lingotes brutos são submetidos a um controle de superfície e de cabeça e só então são liberados para emprêgo ou despacho.

Os cortes de pé e cabeça, nas serras a quente, estão previstos em valores empíricos para cada qualidade e dimensão.

Tal processo permite um melhor aproveitamento nas serras a quente.

Como cada produtor ou processador do aço possui uma faixa de qualidade para seus produtos mais ou menos ampla no que se refere às dimensões, qualidades de superfície e grau de pureza, são válidas para nós as seguintes divisões de qualidade:

Aço Comercial:

T0 — O fornecimento é feito no estado azul de laminação, sendo feita uma inspeção por lotes.

Aço de Qualidade:

T1 — É feita a remoção dos defeitos de superfície no estado azul e mediante escarificação frontal nas barras de cabeça e pé, verificada a eliminação dos rechupes.

T2 — A limpeza é efetuada após decapagem, sendo a eliminação do rechupe constatada de modo análogo ao anterior.

Aço Especial:

T3 — A limpeza é semelhante ao tratamento anterior, porém todas as barras são controladas com ultra-som. A comprovação das indicações é feita por prova de quebra-azul classificada de acordo com H. Hoff (Houdremont). As provas de quebra-azul poderão em média alcançar o grupo 2 tolerando-se quando isolado o grupo 3.

T4 — A limpeza é mais rigorosa, sendo repetida após nova decapagem. O controle por ultra-som é semelhante, sendo acrescida a garantia da micro pureza até o valor 2 para os grupos A — B — C — D — determinado de acordo com ASTM E-45/63 método A.

Todas as palanquilhas são controladas individualmente, sendo o teste com ultra-som efe-

tuado em 90%; nas barras redondas o contrôlo abrange tôda semi-circunferência.

Antes da liberação para despacho, todos os aços especiais e de qualidade são submetidos ao contrôlo final de superfície, sendo os defeitos, por ventura existentes, removidos por inspetores do Contrôlo de Qualidade. Em tôdas as barras é feito o teste de fagulha para separar possíveis misturas.

Devido às crescentes exigências por parte dos clientes, conseqüência normal de u mdesenvolvimento tecnológico, prevemos uma expansão de nosso atual escalonamento de qualidades.

Na nossa atual classificação de T0-T4 existe uma estreita relação entre superfície e grau de pureza deixando ao cliente pouca alternativa para escolha.

Um escalonamento de qualidades, feito em separado por tratamento de superfície e grau de pureza, deve eliminar esta desvantagem. Dará aos clientes a possibilidade de especificar uma qualidade de superfície máxima, de acôrdo com o uso posterior do material, permitindo além disso escolher um grau de pureza ótimo, conforme a aplicação que se tem em vista.

Escalonar o material de tal modo permite aos setores de produção um tratamento mais dirigido e racional do material e facilita o cálculo de custos para os setores comerciais.

Estão previstos os seguintes grupos de qualidade:

I — Superfície S0 — S4

S0 — O material é fornecido no estado azul de laminação. O Contrôlo da superfície pelos setores da Produção se limita à sucata de pé e cabeça visível a olho nu;

S0 — especial — Idem S0, só que o material é controlado pelo CQ quanto a exigências especiais do cliente constantes nos pedidos no que se refere às dimensões e à retilidade;

S1 — O contrôlo das peças é feito pelo CQ no estado azul. São retirados os defeitos superficiais com marteletes pneumáticos e esmerilhadeiras;

S2 — As barras decapadas e os defeitos visíveis na superfície são removidos;

S3 — O material é tantas vêzes decapado e limpo quantas se fizerem necessárias para a retirada de todos os defeitos superficiais;

S4 — A ausência de defeitos de superfície é garantida pelo teste de Magna-flux

II — Grau de Pureza — (P0-P4)

P0 — Sem contrôlo;

P1 — Contrôlo visual por parte de pessoal da laminação. São eliminados os *rechupes* visíveis;

P2 — Mediante escarfagem frontal é ve-

P3 — As barras são testadas com US, rificadas a eliminação dos rechupes;

sendo o grau de macro pureza garantido, idêntico ao atual T3;

P4 — Idêntico ao atual T4.

Nas barras destinadas a nossa usina de tubos, as superfícies dos cortes são controladas nas serras e tesouras ante das prensas de extrusão e, nos maçaricos de corte, antes do laminador automático.

Durante o processo de laminação ou da prensagem dos tubos, é controlada por amostragem a qualidade de superfície do produto e as suas dimensões. Após o contrôlo feito pelos setores de produção nas Ajustagens, o qual consiste de um contrôlo unitário quanto a defeitos superficiais, sucata de pontas, diâmetros e espessuras de parede segundo amostragem, o material segue o fluxo de produção conforme seus fins de aplicação:

- a) Como material para forjaria de tubos de apoio;
- b) Como lupas p/trefilaria
- c) Como tubos em qualidade comercial;
- d) Como tubos com especificação de qualidade.

a) Forja

Tôdas as fases do forjamento, corte e acabamento são controlados em amostras retiradas durante o processo.

Após o tratamento térmico subsequente, ditado em cada caso pelo CQ e controlado pelo Departamento Térmico, os eixos chegam ao contrôlo final. Tal contrôlo engloba dimensões, defeitos internos e externos a olho nu e trincas detetadas com Magna-flux.

b) Trefilaria

As lupas que chegam para serem processadas são submetidas pela produção a contrôlo de superfície, dimensões e fagulha.

O recozimento subsequente, de preparação para o processo de trefilação, é controlado pelos setores produtivos. As dimensões e a superfície são controladas por amostragem durante a trefilação.

O segundo tratamento térmico é indicado pelo CQ de acôrdo com especificação dos pedidos. Os tubos são desempenados e cortados nos respectivos comprimentos do setor de ajustagem. O contrôlo final é executado pelo CQ de acôrdo com as normas ou exigências formuladas nos pedidos. Este contrôlo é extensivo a embalagem e despacho.

c) Tubos com qualidade comercial

Os setores de produção controlam a parte dos tubos que deverão ser galvanizados e rosqueados no que se refere a defeitos de galvanização e rôscas.

d) Tubos com especificação de qualidade

O tratamento térmico necessário para grande

parte dos tubos com exigências especiais é sempre determinado pelo CQ.

No controle que se segue são tiradas amostras para testes de tração, dobramento, amassamento, alargamento, dureza externa e composição química.

O controle dos setores de acabamento como galvanização e rosqueamento é também parte das atribuições do CQ;

Quando especificado pelo cliente, é feito um controle posterior por firmas classificadoras como American Bureau of Shipping, Lloyd's Register, Bureau Veritas, Foster Wheeler e Tuboscope.

“Como o problema de qualidade não representa exclusivamente um “problema” técnico, gostaríamos, ao concluir, de tecer ainda algumas considerações sobre o nosso tema, que possam esclarecer a afirmativa acima.

Muito já foi escrito sobre o conceito de qualidade, entendendo-se em geral por “qualidade de um produto o grau de sua possibilidade em atender as exigências dos consumidores”.

Como as exigências dos consumidores são bastante subjetivas, com fáceis tendências do con-

sumidor final em fazer exigências anti-econômicas, mudou-se hoje na definição a palavra “Consumidor” por “aplicação”. Entretanto, qualquer que seja o tipo da expressão usada, a tendência deveria se dirigir para uma fusão dos dois termos, pois, nesse caso, o consumidor ligaria suas exigências de qualidade à finalidade a que se destinam. Somente assim é ainda possível uma produção econômica de bens.

Com o decorrer do desenvolvimento da técnica, com suas justificativas de altas exigências em confiança e precisão, os custos de qualidade já representam hoje em dia uma respeitável parcela dos custos totais de produção, de tal modo que altas exigências desnecessárias simplesmente não são mais aceitáveis.

É portanto necessidade premente que sejam estabelecidas com o cliente linhas de ação mútuas que sejam flexíveis, para que possam ser modificadas de tempos em tempos. Para isto, é necessário naturalmente que se conheçam de um lado as demandas e de outro lado as possibilidades. Esperamos que este seminário seja mais um passo neste sentido.

DEBATES

*Ivan Carvalho Perdigão*¹⁵ — Gostaria de pedir um esclarecimento ao Sr. Motter: a respeito desse trabalho da Mannesmann, reparei que se dá ênfase à superfície e à condição interna do aço. Perguntaria qual a posição da Mannesmann referente à análise de verificação. Exemplifico: existem certos aços exigidos aqui no Brasil, de acordo com as normas DIN, em que o usuário normalmente não permite ou não reconhece o chamado “check-análise”, quer dizer, a variação permitida para análise de verificação no produto já entregue a ele. Como a Mannesmann tem resolvido esse problema?

Cleomir Motter (Orientador) — Os aços fornecidos de acordo com a norma DIN, normalmente exigem uma faixa de temperabilidade muito restrita, muito mais restrita do que as normas americanas. A DIN, por outro lado, fixa a composição química de um aço mas não dá normalmente, a tolerância admissível para a análise de verificação na barra. Porém, a DIN indica valores aproximados, desde que as propriedades mecânicas sejam garantidas. Por exemplo, num caso de um aço onde o senhor está com 1 ponto de carbono ou 1 ponto de manganês fora da faixa, mas as suas propriedades mecânicas estão dentro das exigidas pelo cliente, no nosso entender esse aço não pode ser recusado.

Ivan Carvalho Perdigão — Obrigado. Agora, um esclarecimento extra. Sei que isso é o real, que está escrito nas normas, mas sei também que existem compradores no Brasil, tenho conheci-

mento disso, que não dão como válida essa variação. Exemplifico com um tipo de aço que tem carbono de 23 a 28, e a gente tem de trabalhar com ele na aciaria, de modo que inclusive a análise nas barras não exceda isso. Pode haver e tem havido problemas.

A Cia. Siderúrgica Mannesmann tem esse tipo de problemas? Como tem encarado o assunto?

Cleomir Motter (Orientador) — Nós temos esse problema. A nossa linha de fabricação é semelhante à da Anhanguera. Quando há uma corrida nessas condições, onde a faixa de carbono fixada é 23 a 28, e ela se apresenta com 29 ou com 22, normalmente entramos em contato com o forjador. De modo geral, sempre que possível — porque ele também é pressionado pelo consumidor final — conseguimos a colocação do material. As exigências do produto final aqui no Brasil são um pouco exageradas. Nosso colega da Argentina, há pouco, nos deu uma idéia do controle que eles efetuam para aços de forjaria. Por exemplo, para peças forjadas e engrenagens, eles admitem até 3,5 de inclusão. Nenhuma forjaria nossa, para peça de responsabilidade, vai aceitar esse material; ela vai recusar.

Ivan de Carvalho Perdigão — Eu contestaria em parte, porque as forjarias de origem americana normalmente aceitam. Não são assim exageradamente exigentes. Esse problema, têmo-lo mais com as forjarias que fornecem para compradores de origem européia.

(15) Aços Anhanguera S.A. — São Paulo, Brasil

Cleomir Motter (Orientador) — Talvez sim, ou certamente sim.

*Walter Egon Ay*¹⁶ — Eu apenas gostaria de complementar a sua informação: existem duas propostas do DIN, uma, DIN 17/200, e outra DIN 17/210, que estabelecem, de forma semelhante à SAE, valores para “check-análises” e faixas de temperabilidade “Jominy” iguaisinhas como são as da SAE, somente adaptadas aos aços que obedecem àquelas normas. As normas deverão ser fixadas, quem sabe, dentro em breve.

Cleomir Motter (Orientador) — É uma boa notícia.

José Luiz Resende Pimenta — Gostaria de um esclarecimento da Mannesmann a respeito da qualidade P1. O que significa essa especificação “escarfagem frontal das barras”?

Cleomir Motter (Orientador) — Nas barras

de cabeça e pé fazemos uma escarfagem com maçarico, uma canaleta, com maçarico. Se encontrarmos uma descontinuidade interna, o corte será totalmente irregular e haverá abertura do rechupe, mesmo que êle tenha sido mascarado no corte da serra a quente.

José Luiz Resende Pimenta — Nesse caso, seria um corte a maçarico a vertical sôbre a barra.

Cleomir Motter (Orientador) — Seria um trabalho a vertical, passando pelo centro da barra.

Tem a palavra, agora, o Sr. Waldemar Gustavo Graf, para a apresentação do seu trabalho.

O Sr. Waldemar Gustavo Graf expõe o trabalho “Contrôle de qualidade em laminação”, de sua autoria, acompanhado da exibição de diapositivos.

CONTRÔLE DE QUALIDADE NA LAMINAÇÃO

*Waldemar Gustavo Graf*¹⁷

O Dr. Motter, da Companhia Siderúrgica Mannesmann, já explicou com palavras claras sôbre o assunto, a finalidade do valor de um contrôle na fábrica. Nós achamos que nada mais se pode acrescentar às palavras dêle, e por êsse motivo referimo-nos às nossas explicações sôbre as tarefas, o fluxo e os defeitos possíveis numa laminação de barras e de bitolas finas, como nós as temos na Companhia Siderúrgica São Caetano.

A Companhia Siderúrgica São Caetano possui dois trens de laminação: um de 340 mm com 4 gaiolas, e outro de 250 mm com 9 gaiolas. Nós laminamos barras e fio máquina, nos perfis:

redondo,
quadrado e
sextavado,

numa gama de bitolas de 1/4” até 3”.

As qualidades dos nossos aços são:

Aços comuns,
aços de qualidade e
aços especiais

que se destinam à indústria:

automobilística
petrolífera
construção de máquinas e
naval.

Para o ramo da construção civil fabricamos

CA-24 e CA-50.

Relaminamos aços Carbono até 1% de Carbono no máximo, e aços-liga até 1% de Carbono no máximo com elementos de liga até 4%. Além disso 20% dos nossos produtos laminados são aços de corte fácil, ressulfurados e ao chumbo. Sendo que 30 — 40% da nossa produção de laminados são beneficiados por nós pela:

trefilagem,
descascagem ou
retificação.

Os aços fabricados por nós são destinados à usinagem de peças para:

forjamento em matriz,
recalque à quente ou a frio e
trefilação.

Conforme o destino de cada material temos uma denominação e especificação, que caracterizam as qualidades garantidas por nós.

Tôdas as palanquilhas compradas por nós como matéria prima para laminação, são fabricadas e fornecidas pela COMPANHIA SIDERÚRGICA MANNESMANN. Os aços de qualidade e os aços especiais vêm acompanhados por um Certificado de Qualidade.

O processamento do nosso Contrôle de Qualidade começa no momento do recebimento do pedido e termina no do despacho do material ao consumidor.

(16) Volkswagen do Brasil S.A. — São Paulo, Brasil

(17) Chefe do Contrôle de Qualidade da Cia. Siderúrgica São Caetano — São Paulo, Brasil