

CONTRÔLE DE QUALIDADE NUMA USINA SIDERÚRGICA⁽¹⁾

JOSÉ ABRÃO⁽²⁾
LUÍS ALONSO YAGÜE⁽²⁾

JEAN HERCK⁽³⁾
PAULO CORDEIRO⁽³⁾

RESUMO

Organização e funcionamento do Contrôlo aplicado na Usina de Monlevade (CSBM) nas diferentes fases do processamento do aço (lingotamento, laminação e expedição).

Destaca-se em particular, o contrôlo executado sobre produtos laminados, inclusive os métodos empregados na remoção dos defeitos superficiais.

1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é a descrição do contrôlo de qualidade executado na Usina de Monlevade, da Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira. Este contrôlo foi introduzido paulatinamente, em caráter de rotina, a partir de 1960. Até então os controles esporádicos eram executados pelo Laboratório Metalográfico (inclusive ensaios físicos e mecânicos), o qual agora é um setor da Secção de Contrôlo Metalúrgico e na qual também foi incluído o setor de Contrôlo na Fabricação.

Convém ressaltar que o Serviço ora em marcha não abrange o contrôlo de processos, mas apenas o registro das ocorrências durante a fabricação e transformação do aço. É óbvio encarecer que há uma conseqüente contribuição para o melhoramento dos processos através dos estudos estatísticos, que são levados a efeito pela própria secção.

Com o fito de não tornar extenso este trabalho, será abordado sucintamente, no capítulo 2, a organização geral da secção

(1) Contribuição Técnica n.º 488. Apresentada ao XVII Congresso Anual da Associação Brasileira de Metais; Rio de Janeiro, GB, julho de 1962.

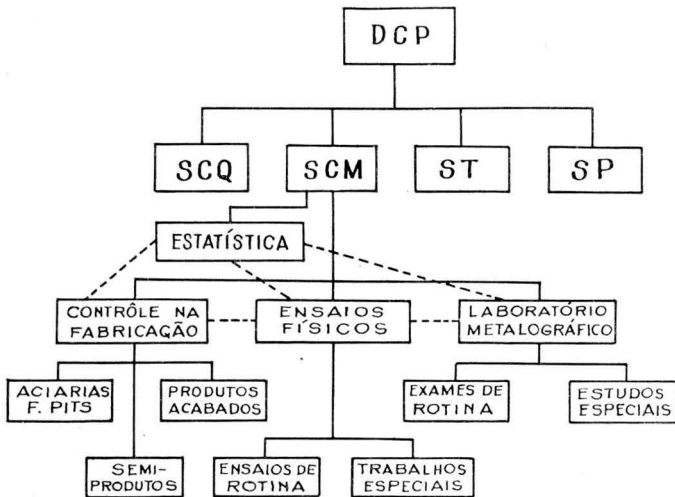
(2) Membros da ABM; Engenheiros do Departamento de Contrôlo e Pesquisas da Usina de Monlevade da CSBM; Monlevade, MG.

(3) Engenheiros do Serviço de Laminadores da Usina de Monlevade da CSBM; Monlevade, MG.

e seu funcionamento; no capítulo 3 destacar-se-á o contrôle apenas sôbre os produtos laminados. Oportunamente, far-se-á, em continuação, a apresentação detalhada dos demais setores de trabalho. Finalizando êste trabalho, o capítulo 4 indica as ampliações para o futuro e as conseqüentes modificações a introduzir.

2. ORGANIZAÇÃO E FUNCIONAMENTO

O contrôle Metalúrgico (SCM) é uma secção que faz parte do Departamento de Contrôle e Pesquisas (DCP). Encarrega-se de aplicar um contrôle direto sôbre os produtos fabricados, observando os dados técnicos sôbre os processamentos e suas anormalidades e reunindo-os. Por meio de estatística, estuda-se a sua influência sôbre a qualidade e o rendimento dos produtos. O organograma abaixo, mostra as subdivisões desta secção:



a) *Contrôle na Fabricação* — Neste setor procedem-se as observações metalúrgicas durante o processamento do aço, inspeção, limpeza e seleção do material. Seu trabalho compreende desde a corrida do aço até a expedição do produto acabado. Divide-se em três partes: Aciarias-Fornos Pits; Semi-Produtos e Produtos Acabados. Cada um destes serviços caracteriza-se por um tipo de trabalho específico e sua realização não seria possível sem um pessoal fiscal perfeitamente treinado.

C.S.B.M. DCP - SCM

Usina de Montevideu CONTR. ACIARIAS-F.PITS

Boletim nº

ACIARIA / FORNO		SM /	LD /	
CORRIDA		DATA		
TIPO				
DESTINO				
ANÁLISE QUÍMICA	CORRIDA	SEMI-PRODUTO	VAZAMENTO DO FORNO	
			Início h min	
			Duração min - seg	
			da corrida	
			na cacamba	
			TEMPERATURA °C	
			Forno	Cacamba
			Início h min	
			Término h min	
			Altura da lingota - m	
			Tempo de lingotamento min	
			Reposo nos latas h min	

Lingotes	Lingoteiras					Vazamento				Comportamento					
	Estado		Cabeça			Modo	Tempo	Temperat	Jato						
	B	P	S	O	A	D	I	min - seg	°C	N	C	D	A	-	-
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
Velocidade de lingotamento m/min						TONELADAS LINGOTADAS			Fiscal						

ENFORNAMENTO DOS LINGOTES										Obs:	
Lingotes	Estrafamento	Seleção		Pre-apuramento	FORNOS PITS						Temperatura
		Bons	Limpar		Entrada	Forno	Entrada	Saída	Arma		
h-min	h-min	Pontas	h-min	h-min	Celula	h-min	h-min	h-min	h-min	°C	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
Fiscal										Data	
										/ /	

Fig. 1 — Modelo de ficha de controle nas aciarias e nos fornos Pits.

O serviço de Aciarias-Fornos Pits segue tôdas as corridas desde o vazamento do forno até a laminação no trem desbastador de lingotes. É constituído por três turnos de trabalho, durante os quais se fazem as necessárias anotações. São observados todos os dados que caracterizam cada corrida bem como as anormalidades ocorridas durante o processo, que se registram na ficha de contrôle mostrada na figura 1. Uma das faces desta ficha apresenta os dados relativos ao lingotamento: estado das lingoteiras, tipo de cabeça dos lingotes, modo de vazamento, temperatura, velocidade, tempo de lingotamento, etc. Na outra face anotam-se indicações sôbre os lingotes: sua seleção, permanência nos fornos de aquecimento e temperatura de laminação. As anormalidades ocorrentes registram-se no espaço reservado às observações.

A segunda parte, que é o Contrôle de Semi-Produtos (placas "slabs" e "blooms"), compreende a inspeção dos mesmos e remoção dos defeitos existentes, segundo diversos métodos de limpeza. Pela ficha apresentada na figura 2 pode seguir-se o curso dêste trabalho de contrôle aplicado às placas. No verso anotam-se os dados relativos aos defeitos encontrados e a quantidade de placas que será desviada quer para outra qualidade quer para a sucata. No reverso indicam-se os dados que permitam posteriores estudos, como a localização de defeitos e tempo de limpeza.

A seguir tem-se o Contrôle de Produtos Acabados que se encarrega da seleção dos produtos provenientes dos trens de laminação de chapas, ferros chatos e perfis. Na figura 3 aparece o boletim usado no contrôle de chapas endireitadas, no qual merece destacar a indicação dos defeitos graves por chapas e por bobinas, assim como o tempo consumido na limpeza. O material uma vez escolhido, é marcado com uma letra indicativa do fiscal, ficando à espera dos resultados dos ensaios físicos para a sua expedição.

b) *Ensaios Físicos* — Como um dos complementos do Contrôle na Fabricação, têm-se os serviços de Ensaios Físicos que consta de uma oficina mecânica para preparação de corpos de prova e de uma sala de máquinas para ensaios e provas tecnológicas, a saber, tração, dureza, embutimento, dobramento, torção e recalque. Mediante os resultados dos ensaios libera-se ou não a corrida para a expedição. Prepara-se, então, o certificado de ensaios químicos e físicos que deve acompanhar o material até o cliente. A figura 4 mostra o certificado utilizado nos ensaios das chapas.

C. S. B. M.
Usina de Marlevade

DCP SECÇÃO DE CONTRÔLE METALÚRGICO

Certificado de Ensaio Químicos e Físicos N.º

Corrida N.º

Bobina N.º

Dimensões:

Tipo:

Cliente:

Análise Química	% C	% Mn	% P	% S	% Si				
Corrida									
Amostra									

Corpo de prova		Limite de escoamento	Limite de resistência	Redução de área	Alongamento	Dureza	Dobramento 180° (*)	Embutimento	
N.º	Espessura mm	kg/mm ²	kg/mm ²	%	%		diam. =	Carga kg	Profundidade mm

Obs.:

DATA

Ass.

(*) B - bom; I - início de trinca (superficialmente); R - rachou (profundidade menor que 1/2 da secção); Q - quebrou (maior que 1/2 da secção).
Os dois primeiros corpos de prova (tração e dobramento) foram solicitados segundo direção longitudinal de laminação e os dois últimos, segundo direção transversal.

Fig. 4 — Modelo de Certificado de ensaios químicos e físicos da Secção de Contrôlo Metalúrgico.

A parte dêste contrôle ligado à produção, a oficina de ensaios incumbe-se da determinação de características físicas de refratários, de teste ultra-sônico sôbre peças não compreendidas na linha de fabricação e, em geral, de todos os ensaios esporádicos que são solicitados por qualquer secção da Usina.

c) *Laboratório Metalográfico* — Também o Laboratório Metalográfico, à parte dos trabalhos e estudos especiais solicitados pelas diversas secções da Usina, presta sua colaboração complementar ao Contrôle na Fabricação. Assim, são colhidas amostras de produtos nas diversas fases de fabricação, para exames macro e micrográficos. Tais exames são em caráter de rotina para os produtos em que se exige alta qualidade. Outra contribuição caracteriza-se por estudos de amostras provenientes quer da fabricação quer de reclamações de clientes, com a finalidade de buscar a origem dos defeitos e procurar evitá-los.

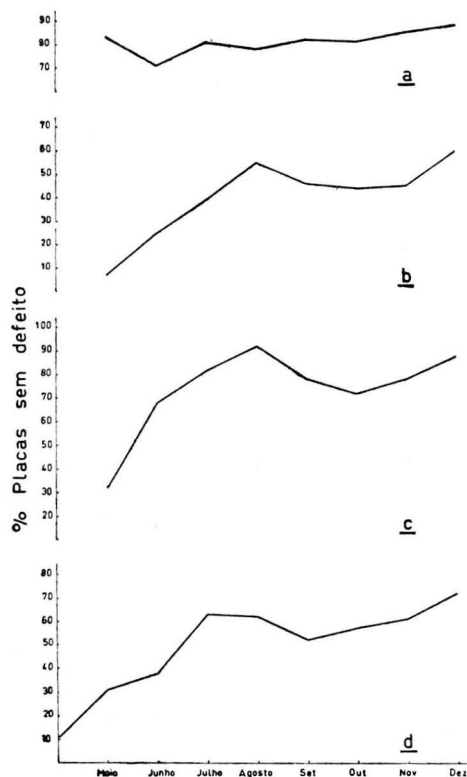


Fig. 5 — Melhoria da qualidade das placas. Gráficos referentes ao ano de 1961, considerando-se isoladamente cada tipo de defeito: a) incrustações não metálicas; b) trincas; c) rachaduras; d) palhas.

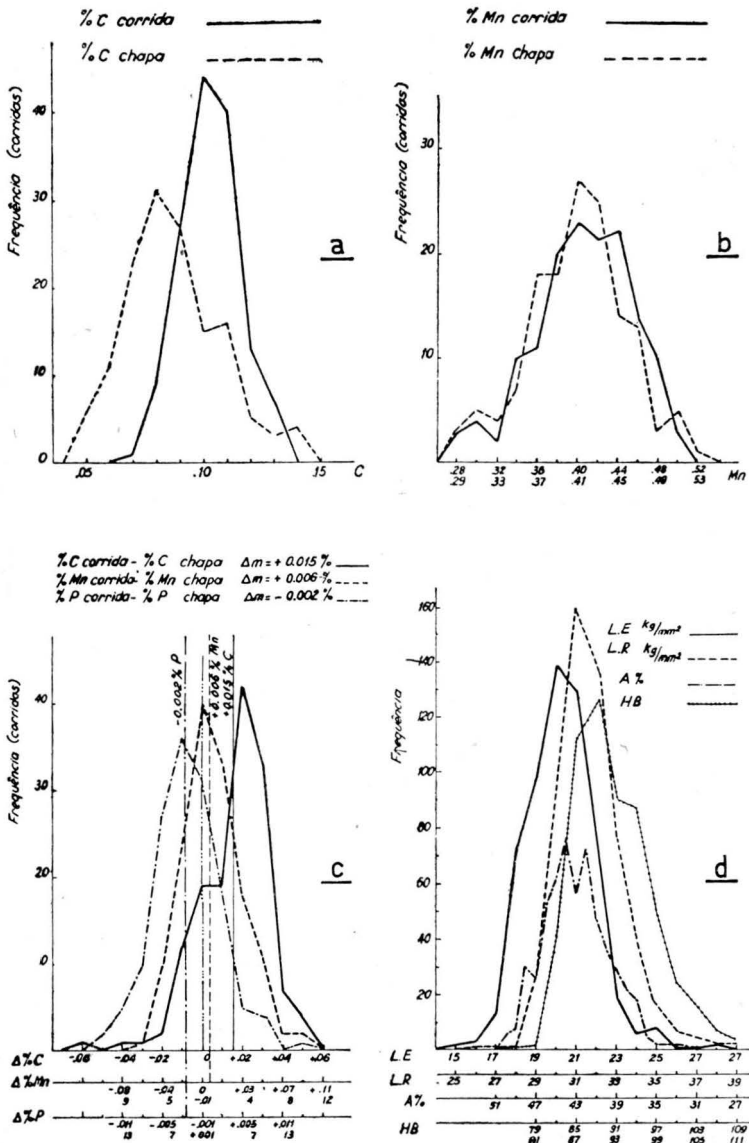


Fig. 6 — Curvas de frequência relativas ao aço SAE 1010 (LD) efervescente; a) e b) Teores de carbono e de manganês em amostras da corrida e da chapa; c) Diferenças na composição química entre corrida e chapa; d) Características mecânicas da chapa no estado laminado.

e) *Estatística* — Indubitavelmente é êste o serviço mais importante do contrôle de qualidade. A seleção do material, remoção dos defeitos e ensaios mecânicos, só têm por objetivo impedir a expedição de um material fora da qualidade exigida. O estudo das causas que dão origem aos defeitos, padronização de métodos ou sistemas que garantam uma boa qualidade junto a altos rendimentos — é o trabalho que corresponde ao “*Escritório de Estatística*”. Tôdas as fichas que acompanham o contrôle na fabricação, assim como os certificados de ensaios, convergem para êste Escritório, onde os dados são examinados e convenientemente reunidos em tabelas, gráficos ou curvas de distribuição de freqüência.

As figuras 5 e 6 apresentam resultados de alguns dêstes estudos. A figura 5 mostra a eficiência do contrôle de qualidade para melhoria obtida nas placas, no transcurso do ano de 1961. O material foi classificado segundo quatro tipos de defeitos mais ocorrentes. Assim, no gráfico (a) consideram-se as porcentagens mensais de placas isentas de incrustações não metálicas. De modo análogo, nos gráficos seguintes, levou-se em conta a ausência de trincas (b), rachaduras (c) e palhas (d).

As curvas de freqüência apresentadas na figura 6 informam sôbre as diferenças encontradas na composição química, na fossa e no produto acabado, e as características mecânicas do nosso aço SAE 1010, LD efervescente, no estado laminado. Êste estudo, realizado sôbre 150 corridas, mostra as seguintes curvas de freqüência:

- (a) A curva de teor de carbono na chapa acha-se deslocada de aproximadamente 0,02% para esquerda da curva do teor de mesmo elemento na corrida.
- (b) Curvas construídas de modo análogo às anteriores em relação aos teores de manganês. Não se notam diferenças apreciáveis entre as duas curvas. Tanto o máximo como a faixa de manganês, coincidem.
- (c) Nestas curvas estão representadas as diferenças de teores de carbono, manganês e fósforo entre a corrida (fossa) e a chapa. Estas curvas confirmam os resultados obtidos nas (a) e (b); mostram uma perda média de 0,015% de C durante o lingotamento.
- (d) As propriedades mecânicas extraídas dêste gráfico são:

Limite de escoamento	17-23 kg/mm ²
Limite de resistência	29-35 kg/mm ²
Alongamento em 2"	37-48%
Dureza Brinell	79-105

Caracterizam o aço em lide; revelam condições regulares de laminação.

A fim de que as secções de produção estejam a par das observações e primeiros resultados do contrôle, em reunião diária, são comunicados e discutidos os dados das fichas de Aciarias-Fornos Pits, correspondentes ao dia anterior. Nesta oportunidade faz-se especial menção às anormalidades ocorridas por negligência de contra-mestres e encarregados e àquelas reinidentes.

Também, mensalmente, reúne-se a Comissão de Qualidade na qual se expõe o movimento do contrôle, aproveitamento e recusa de material, defeitos e sua ocorrência, rendimentos parciais e totais, estudos realizados e, enfim, todos os assuntos decorridos no mês em pauta, concernentes à qualidade e rendimentos dos produtos da Usina.

3. CONTRÔLE NA LAMINAÇÃO

Depois de dar uma idéia geral sôbre a organização e funcionamento do contrôle na Usina de Monlevade, nos parágrafos seguintes passa-se a expôr, com mais detalhe seu funcionamento na laminação e seus produtos. Para isto, êste contrôle será considerado em duas partes: "*Linha de "blooms"*" e "*Linha de placas*". Ambas serão tratadas em separado, seguindo-se o curso da fabricação e apresentando suas atividades em Semi-produtos; Trens de laminação e Produtos acabados.

1.º — LINHA DE "BLOOMS"

a) *Semi-produtos* — O material, prèviamente decapado, é disposto sôbre as bancas de contrôle e, verificada a bitola, procede-se ao teste ultra-sônico, a fim de desviar os "blooms" que encerram rechupe. Um estudo levantado com os resultados dêste exame orientou o pessoal do "blooming" sôbre o corte na tesoura.

Outro aspecto importante do contrôle ultra-sônico é a indicação que fornece se o corte na tesoura se fêz corretamente ou se o sucatamento aí foi demasiado. O aparelho usado é o reflectoscópio Krautkrämer, modelo USK 3, muito adequado para êste contrôle, por ser de simples manêjo, leve e de pequeno tamanho.

A seguir marcam-se os defeitos com giz, separando-se os "blooms" segundo o tipo de limpeza que deve ser aplicado. Os sistemas de limpeza empregados são: com martelete, esmeril e

“scarfing”, o desvio de material para um ou outro se fazendo segundo a extensão e gravidade dos defeitos. Assim, um “bloom” que apresenta muitas trincas será “escarfado” se estas forem profundas e esmerilhados, se leves. Rachaduras pouco ocorrentes são removidas com martete. Últimamente têm-se experimentado o emprêgo conjunto dêsses métodos de limpeza com resultados satisfatórios, até agora.

b) *Trem de laminação* — O contrôle de temperaturas é feito à saída dos fornos de reaquecimento, com pirômetro de contacto (Land) e depois, na última passagem, com o pirômetro ótico Pyropto (H. Braun). Na tesoura são cortadas amostras para verificação de bitola, de rachaduras e dobraduras por decapagem e forjamento. Estas provas, além de orientar o curso da laminação, servirão para uma primeira seleção do material.

c) *Produtos acabados* — O contrôle de billetes, molas e perfis, realizado em bancas apropriadas, consiste na verificação das dimensões, marcação dos defeitos e sua remoção por meio de esmerilhadores. A limpeza de billetes também se realiza com martete, segundo sua transformação posterior seja por forjamento ou relaminação. Dos perfis especiais são retiradas amostras representativas de 10% do lote, as quais são enviadas ao Laboratório Metalográfico para exame macro e micrográfico. Com o visto da Metalografia os perfis passam às bancas para inspeção e eliminação dos defeitos como o indicado anteriormente.

O contrôle de fio-máquina é executado por meio de provas de torção alternada e de recalque. Uma pre-seleção é feita no próprio parque de bobinas e consiste na verificação da bitola e ovalização. Aí são colhidas cêrca de 300 amostras por corrida, cada uma representativa de uma bobina, amostras estas destinadas às provas de recalque e torção segundo o destino do material. Após o exame as bobinas são classificadas por qualidades e liberadas quer para a Trefilaria quer para expedição como fio-máquina.

2.º — LINHA DE PLACAS

a) *Semi-produtos* — O pátio destinado a êste serviço situa-se próximo ao forno de reaquecimento; consta de duas bancas que permitem o contrôle simultâneo de duas corridas. O transporte do material e seu movimento nas bancas são feitos

por meio de pontes rolantes providas de eletro-ímã. A inspeção e limpeza está a cargo de um fiscal, um ajudante e um maçariqueiro, por turno, podendo alcançar uma produção de 4.000 t/mês.

A execução dêste serviço é similar à de "blooms". O material é colocado nas bancas, comprovada a bitola, testado ao ultra-som, marcam-se os defeitos com giz, os quais são eliminados por "scarfing". A gravidade e extensão dos defeitos são designadas com as letras A, B e C. As duas primeiras indicam os pequenos defeitos por sua extensão e a terceira significa um defeito grande. Também são anotados na ficha de controle a localização dos defeitos e o tempo consumido na limpeza. Como cada placa corresponde a um lingote, estas anotações apresentam um valor inestimável na apreciação sôbre a possível origem dos defeitos.

b) *Trem de laminação* — Independentemente do controle interno conduzido pelo Laminador — atmosfera do forno de reaquecimento e correspondente espessura da carepa, espessura a quente da chapa antes do bobinamento, etc. — o Controle de Fabricação toma conta unicamente das temperaturas de laminação e velocidade de resfriamento.

As medidas de temperatura realizam-se nas primeiras e última passagens e antes do bobinamento. Empregam-se pirômetros registradores de irradiação total (Honeywell), cujos gráficos passam diáriamente ao escritório do Controle para aprovação da corrida e indicação das bobinas que fornecerão amostras para ensaios mecânicos.

c) *Produtos acabados* — O controle de produtos acabados consiste na seleção do material e verificação de suas características mecânicas. Esta última se faz para todo o material que sai do trem reversível. Tomam-se duas amostras por corrida para comprovação de composição química e coleta de corpos de prova de tração, dureza e embutimento. O material expedido em bobinas é liberado mediante os resultados dos ensaios acima.

O material endireitado deve, ainda, passar pelas bancas de controle para sua seleção e limpeza. Esta, feita à esmeril, tem por objetivo, apenas a remoção dos defeitos que não interferem na qualidade das chapas, mas sim no aspecto de sua apresentação. Êste trabalho, executado em quatro bancas de controle, é realizado por quatro fiscais, um ajudante e 8 esmerilhadores, por um turno, podendo atingir a capacidade de 3.000 t/mês.

4. PERSPECTIVAS FUTURAS

É óbvio que, mediante um contrôle como o acima exposto, onde o fator humano muito contribui, há causas inevitáveis de erros e imperfeições. Visando reduzir ao máximo êste fator e também contar com melhores rendimentos de contrôle, a tendência é a automatização do trabalho em determinados setores. Assim são previstos alguns equipamentos, que serão aqui apenas lembrados por fazerem parte de planos futuros mais ou menos próximos:

- a) Está prevista a instalação de uma cabine para limpeza de lingotes, por "scarfing". No trem desbastador de lingotes acha-se em fase de montagem um pirômetro registrador que eliminará da rotina as tomadas de temperatura dos lingotes pelo fiscal dos fornos Pits.
- b) Estuda-se uma instalação para contrôle automático de defeitos superficiais dos biletos, por meio de teste magnético. Outro equipamento a introduzir é o contrôle contínuo de espessura no trem de chapas.
- c) Aguarda-se a chegada de uma prensa para contrôle de fio máquina, por recalque; será instalada ao lado da corrente de transporte das bobinas.

Afora estas ampliações em estudo, intensifica-se dia a dia o contrôle, que sempre se preocupa em aprimorar os métodos atualmente aplicados, procurando satisfazer ao máximo as exigências do mercado.

*

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Direção da Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira, pela permissão concedida na realização e publicação dêste trabalho. Agradecemos, também, a todos aqueles que nele prestaram sua colaboração.

DISCUSSÃO (1)

A. Lemos Rache (2) — Quero apresentar à equipe de engenheiros da Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira, especialmente ao Eng. José Abrão, as minhas congratulações pelo trabalho que acaba de ser apresentado. Franqueio a palavra a quem queira debater assunto tão interessante.

J. B. Ferreira (3) — De início, quero também apresentar minhas congratulações aos autores, pela apresentação de trabalho de grande interesse e utilidade. Do organograma apresentado, vê-se que a Secção de Pesquisas fica em um dos extremos do ramo. Pergunto qual a interligação do serviço de Pesquisas — que é de investigação — com o Contrôlo de Qualidade de rotina.

J. Abrão (4) — Praticamente, não há interligação. A Secção de Pesquisas divide-se em dois setores: Pesquisas Químicas e Pesquisas Metalúrgicas. Aliás, não foram detalhadas as outras secções do Departamento, por não fazerem parte da Secção de Contrôlo Metalúrgico. Há laboratórios no que concerne às pesquisas em pauta. Quando necessário, a Secção de Pesquisas recorre à Secção de Contrôlo Metalúrgico, por exemplo, para um estudo metalográfico, pois aquêle não possui equipamento para tal.

J. B. Ferreira — Não vi mencionado no organograma a parte de Contrôlo de Qualidade do material recebido. É feita também por aquêle órgão? Refiro-me a matérias primas, material de consumo, como óleos lubrificantes, etc.

J. Abrão — O contrôlo de matérias primas minerais, carvão, refratários, etc. é feito pela Secção de Contrôlo Químico. Quanto aos óleos combustíveis (consumo, balanços térmicos, etc.), encarrega-se a Secção Térmica.

J. B. Ferreira — A Secção de Contrôlo Químico pertence ao Contrôlo de Qualidade?

J. Abrão — Não. Pertence ao Departamento de Contrôlo e Pesquisas no mesmo nível da Secção de Contrôlo Metalúrgico e das demais secções discriminadas no organograma.

J. B. Ferreira — Na ficha de contrôlo de placas, não vejo nenhuma referência à área de limpeza, quanto a defeitos. Aqui foram relacionadas medidas de escafagem?

J. Abrão — Não fazemos determinação de área de escafagem. Julgamos mais representativo o tempo gasto na limpeza, que é anotado nas fichas, assim como a tonelagem escafada/homem/hora.

J. B. Ferreira — Como é ajuizado se uma placa é de categoria boa, de categoria regular ou sucata?

(1) Trabalho discutido na Comissão "I" do XVII Congresso Anual da Associação Brasileira de Metais; Rio de Janeiro, GB, julho de 1962.

(2) Membro da ABM e Presidente da Comissão; Engenheiro e Professor; da Companhia Siderúrgica Nacional; Rio de Janeiro, GB.

(3) Membro da ABM e Engenheiro da CSN; Volta Redonda, RJ.

(4) Membro da ABM e autor do trabalho; da CSBM; Monlevade, MG.

J. Abrão — De modo geral, os defeitos não são tão graves que motivem a desclassificação das placas e sim permitem sua remoção por escarfagem. As pontas que encerram vazios ou defeitos profundos é que são sucata. Um ponto importante é quanto à escarfagem nos bordos, que não deve prejudicar a largura do produto final.

J. B. Ferreira — No decorrer de sua exposição, o senhor mencionou uma Comissão de Qualidade. Essa Comissão é formada por participantes do Departamento de Contrôlo ou é de nível mais elevado?

J. Abrão — Nessa Comissão, mensalmente convocada pelo Departamento de Contrôlo e Pesquisas, além dos engenheiros dêste, tomam parte engenheiros dos diversos serviços da produção.

J. B. Ferreira — Finalmente, mais uma pergunta: não me sendo familiar o nome de «palha», gostaria que me fosse explicado o seu significado.

J. Abrão — Chamamos de «palha» e «lasca» a qualquer apêndice metálico que apresente o produto laminado; em geral provem do lingotamento, por exemplo, gôtas-frias laminadas.

H. Maeder ⁽⁵⁾ — O senhor separou, durante o contrôlo dos semi-produtos, exatamente os defeitos do aço dos defeitos da laminação? Constatou de onde são oriundos os defeitos? A constatação de qualquer defeito nos semi-produtos tem por fim, simplesmente, saber-se de onde êle provém, para dar-se o devido remédio e a fim de que o defeito não apareça mais no futuro. Então, acho que é necessário, para ter-se certeza, separarem-se os defeitos vindos no aço, seja na fusão, na fundição, na temperatura ou no tratamento; ou, então, são defeitos de laminação e podem ser bem determinados.

J. Abrão — Em geral, registramos o defeito e, em se tratando de defeito de maior gravidade, procuramos averiguar de onde provém. Nem sempre são bem determinados. Em certos casos, é difícil dizer-se se o defeito é da laminação ou da fundição.

L. A. Yague ⁽⁶⁾ — Segundo falou o colega Abrão, é difícil conhecer-se a origem de certos defeitos. Primeiramente, devemos observar a sua reprodutividade, ou verificar se se trata de um defeito esporádico da fundição ou da laminação.

Num caso particular que o Eng. Hans Maeder citou, temos já comprovado um defeito que, inicialmente, não sabíamos se proveniente da aciaria (devido a bôlhas superficiais nos lingotes) ou se provenientes do trem «blooming». Posteriormente, fizemos a limpeza dos lingotes, tirámos quase todos os defeitos que apareciam nos mesmos e comprovámos que os «blooms» continuavam saindo com uma série de trincas localizadas em faces opostas e compreendidas numa faixa delimitada por duas linhas. Êsses eram defeitos que, indubitavelmente, provinham do trem «blooming». Uma vez conhecida a sua origem, foi feita a devida correção. Pequenas trincas, freqüentes nas placas de aço efervescente, provêm de bôlhas junto à superfície dos lingotes. Provêm das condições de efervescência que são anotadas na coluna «comportamento» da ficha da aciaria (fig. 1 do texto).

Últimamente, temos comprovado através de muitas corridas, que estas observações sôbre o comportamento dos lingotes é muito eficaz

(5) Membro da ABM e Engenheiro da CSBM; Belo Horizonte, MG.

(6) Membro da ABM e Engenheiro da CSBM; Monlevade, MG.

para avaliar-se a existência de defeitos. Assim, baseados nestas observações, nós já desviamos o material para uma ou outra qualidade.

M. Tulio Viana (7) — Queria perguntar alguma coisa a respeito do enquadramento desse órgão na usina. Em primeiro lugar, desejaria saber de que maneira esse órgão está ligado à produção; segundo, qual a interferência de autoridade que pode causar na linha de produção; terceiro, se ele pode determinar, por si só, o sucataamento de parte ou de toda uma corrida.

J. Abrão — O Contrôlo Metalúrgico faz parte de um departamento (DCP), cuja chefia se acha atualmente acumulada com a do Departamento de Produção (DP). Entretanto é um órgão neutro, que indica, em cada fase da fabricação, o produto que deve ser desviado para outra qualidade ou sucataado. É óbvio ressaltar que, quando a secção interessada se julga injustificada ou num caso extremo de sucataamento total da corrida, retorna-se ao assunto, para discuti-lo em conjunto.

M. T. Viana — De maneira mais concreta, suponhamos um caso que o colega citou: o contrôlo de corte no «bloom». O senhor disse que há o contrôlo por ultra-som «a posteriori». Neste caso, o senhor tem um inspetor de contrôlo na tesoura, que faz com que a produção corte a mais ou a menos?

J. Abrão — A Secção de Contrôlo não tem um homem na tesoura. Através de estudos sobre os resultados do ultra-som, fixou-se um máximo a ser cortado na tesoura. Os possíveis restos de vazios serão eliminados no exame ultra-sônico de rotina.

M. T. Viana — Outra coisa que gostaria fosse esclarecida é a seguinte: se a Produção executa esse serviço, a qualidade, posteriormente, fica sob a responsabilidade dos senhores ou da Produção e os senhores são simplesmente controladores?

J. Abrão — Sômente a qualidade do material selecionado pelo Contrôlo é que é de sua inteira responsabilidade.

A. Lemos Rache — O contrôlo é feito sobre todo o material ou é sob forma de amostragem?

L. A. Yague — É total, quanto a defeitos e limpeza.

M. P. Zeitlin (8) — Inicialmente, quero salientar que o trabalho, a meu ver, versa mais não sobre o contrôlo de qualidade total da usina, mas, sim, sobre um dos setores da usina, que seria o Departamento de Contrôlo de Qualidade, que os autores chamam de Secção de Contrôlo Metalúrgico.

Em segundo lugar, faria esta observação: vejo o setor de estatística subordinado ao de contrôlo metalúrgico. Queria saber se há outros setores de estatística subordinados, por exemplo, ao setor de contrôlo químico, que, parece-me, é o primeiro da subdivisão do Departamento de Contrôlo e Pesquisas, ou se a estatística só é feita para o contrôlo metalúrgico.

O Eng. José Abrão mencionou também, durante sua exposição, que o setor de pesquisas, que é o último de subdivisão, tem os seus pró-

(7) Membro da ABM e Engenheiro da Acesita, MG.

(8) Membro da ABM e Engenheiro da Cobrasma; São Paulo, SP.

prios laboratórios, separados do laboratório que pertence ao controle Metalúrgico e Químico. Quer dizer que há um outro laboratório de ensaios, um outro laboratório químico, ou o setor de pesquisas é constituído por determinado grupo de pesquisadores que utilizam o mesmo laboratório?

Quanto à parte de limpeza dos «blooms» e essa parte de corte, queria saber se os inspetores do Controle Metalúrgico indicam como devem ser feita a limpeza e se esta é feita pela Produção ou se é o próprio pessoal do Controle Metalúrgico que a executa.

A respeito do corte, o autor disse que examina o material considerado bom pela Produção e que foi cortado pelo ultra-som. Então, pergunto: não seria preferível executar um controle também — segundo a observação feita há pouco pelo Sr. Presidente — da outra parte?

Ainda gostaria de ter uma idéia aproximada de quantas pessoas trabalham na limpeza dos «blooms», seja da Produção ou do Controle, que procedem a essa limpeza que é feita por maçarico ou esmeris ou mateletes e em que condições, mais ou menos, essas pessoas trabalham.

Desejaria, agora, formular uma pergunta já feita e cuja resposta não ficou clara para mim. É a seguinte: os senhores são totalmente independentes do Departamento de Produção, isto é, são juizes do que sai e do que não sai? É o Controle de Qualidade que diz «Isto está bom e pode sair» ou «Não está bom e deve ser sucata e recuperado»?

Faria ainda uma pergunta, com vistas ao colega de ACESITA: quando um cliente reclama um defeito, o culpado não é o Controle de Qualidade, ou continua a ser a Produção? No meu entender, a Produção é sempre a responsável pela qualidade do produto que se fabrica.

M. T. Viana — Exato. Na usina da ACESITA, a nossa organização tem como princípio geral que a Produção é a responsável pela qualidade. O Controle constata o defeito e tem autoridade de sucataamento. Essa ocorrência do sucataamento é comunicada ao chefe da Produção, que toma as providências necessárias. Outra coisa que temos introduzido em nossa usina é que essa qualidade no controle é sempre decidida em grau superior. Mas, na informação do processo, o Controle de Qualidade, sempre presente, tem autoridade suficiente, inclusive a alterar o programa, se necessário, quando a qualidade do produto não condiz com o pedido.

A. Lemos Rache — Pediria ao congressista Michael Paul Zeitlin que repetisse, uma a uma, as suas perguntas, a fim de que os autores do trabalho pudessem respondê-las.

M. P. Zeitlin — Primeiramente, queria saber se o setor de pesquisas, que é o último da divisão do organograma aqui apresentado, possui seus próprios laboratórios, ou se é constituído por um grupo de pessoas, 2 ou 3 engenheiros ou técnicos de grau médio, que se utilizam das instalações de outros laboratórios.

J. Wscieklica ⁽⁹⁾ — Posso dizer que a Secção de Pesquisas tem um propósito ou uma finalidade um tanto diferente dos trabalhos de controle. É o que se poderia chamar de pesquisa direta de fabricação. A Secção de Pesquisas dispõe de um equipamento, por exemplo, um forno de alta frequência, com duas faixas de resistência; um forno rotativo de redução direta; um número de aparelhos para determinações físicas e químicas e um grupo de aparelhos que não fazem parte da rotina de uma usina siderúrgica.

(9) Membro da ABM e Engenheiro da CSBM; Monvelade, MG.

Esta secção trabalha essencialmente, tendo em vista pesquisas tecnológicas, ligadas à produção, mas não diretamente à linha de fabricação, assim como estudos e problemas ligados com a operação de altos fornos.

Quando a Secção de Pesquisas ataca um problema e encontra, por exemplo, um assunto relacionado com metalografia, recorre ao Laboratório Metalográfico (Secção de Contrôlo Metalúrgico). No caso de precisar de análises de carvão, minérios, etc., solicita ao Laboratório Químico (Secção de Contrôlo Químico), para que proceda a tais análises. Queria ainda dar uma explicação a respeito de cortes, tanto de placas como de «blooms». Parece-me que um ponto fundamental não foi levantado nesta reunião. Em caráter de rotina, o contrôlo ultrassônico e limpeza de material são aplicados comumente apenas para produtos de alta qualidade, isto é, para material destinado a repuxamento a frio, estampagem profunda, recalque a frio, forjamento, etc.

Primeiramente, a Secção de Contrôlo Metalúrgico indica, por estudo ultra-sônico, qual a incidência normal de vazio no lingote, para certos grupos de aço. Em rotina, trabalha-se do seguinte modo:

- 1.º) Para produtos que possam ser desviados para outra aplicação, por exemplo, «blooms» de aço efervescente, cortam-se na tesoura as pontas de sucata evidentes. Após, separa-se um determinado número de «blooms» da cabeça e do pé, que serão desviados para qualidade comum (ferro para construção, arame farpado, etc.). Os «blooms» restantes passam pelas bancas para exame ultra-sônico e limpeza.
- 2.º) Para «blooms» que não permitam desvios para outras qualidades, o contrôlo recebe a totalidade do material, exce- tuando-se a sucata evidente da tesoura.

M. P. Zeitlin — Quantas pessoas trabalham na limpeza dos «blooms»?

L. A. Yague — Por turno, trabalham 5 operários na limpeza com marteletes, 2 com esmerís, 2 maçariqueiros e um fiscal. O serviço é feito em dois turnos. A produção que estamos atingindo ultimamente é da ordem de 700 t/mês.

M. T. Viana — A respeito do pessoal, queria saber quantas pessoas a usina de Monlevade possui no Contrôlo Metalúrgico; quantos operários estão englobados.

L. A. Yague — Na Secção de Contrôlo Metalúrgico, temos um total de 49 pessoas, das quais 1 técnico, 2 encarregados e 33 fiscais, trabalhando no Contrôlo da Fabricação. O número de operários para a limpeza, pertencentes a secções de produção, é da ordem de 40. O fiscal deve ter, no mínimo, o curso ginásial. Passa por um período experimental de aprendizagem de 2 a 3 meses. Fazemos também cursos especializados de treinamento, às vèzes, acompanhados de apostilas.

Ivica Matunic ⁽¹⁰⁾ — Queria voltar a uma pergunta já formulada. É a respeito das trincas superficiais. Os senhores disseram que, em Monlevade, fizeram ensaios para indicar o caráter dessas trincas. Que tipos de ensaios foram feitos? Ensaio metalográfico? Nesse caso, que critério foi seguido?

(10) Membro da ABM e Engenheiro da Acesita; Acesita, MG.

J. Abrão — As corridas para êsse estudo foram convenientemente tratadas, conforme explicou o colega Alonso. O caráter das trincas foi também evidenciado através de exames macrográficos com ataque clorídrico a quente e, após, por meio de estudos micrográficos.

I. Matunic — Mas isso não nos permite dizer se a trinca é causada por defeito na aciaria ou na laminação, ou, ainda, possivelmente, no resfriamento. A única possibilidade é a seguinte: em caso de termos bôlhas em aço acalmado — e trabalhos antigos já indicam isso — junto a essas bôlhas, há também uma segregação de fósforo. No caso de manifestarem-se bôlhas durante a laminação, realizamos um ensaio metalográfico, por meio de um ataque específico para fósforo. Êsse ataque não foi feito?

J. Abrão — Para êste caso, não.

A. Lemos Rache — Há casos também, em que podemos ter uma bôlha com muito baixa segregação de fósforo, e não podemos diferenciar a causa da trinca.

I. Matunic — Suponhamos que, em Monlevade, os senhores tenham uma corrida de 20 t com 1 t de sucata não uniforme, sucata cuja providência é mais ou menos conhecida. Os senhores têm observações feitas nos lugares críticos, que indicam, no momento das observações, em cada setor da transformação do aço, a causa da sucata, por corrida e pêso?

J. Abrão — Sabe-se isso por meio das fichas.

I. Matunic — Mas como o senhor acumulou êsses dados? Quando do produto final ou durante a fase de produção?

J. Abrão — O sucatamento é feito nas diversas fases da fabricação. Há observadores durante a produção.

I. Matunic — Quer dizer que há uma ficha para cada fase e essas fichas são enviadas ao Departamento de Qualidade? Existem fichas sôbre a corrida total, nas quais anotem o tipo do aço, total dos tarugos, etc.? Há isso? Fichas por corrida e por lugar de contrôle?

J. Abrão — Há. Temos fichas que fornecem êsses dados, por corrida e por local de contrôle, aliás, mencionadas no texto do trabalho.

I. Matunic — Tenho outra pergunta a fazer: como os senhores preparam a superfície para o exame pelo ultra-som? Ou não fazem nenhuma preparação? Que tipo de fluido usam?

J. Abrão — Não temos necessidade de prepará-la. Nos «blooms», há certa facilidade, porque decapamos antes, para evidenciar defeitos superficiais. O fluido que usamos é água, simplesmente.

I. Matunic — Quanto aos «blooms», no caso de não ter contrôle na tesoura e precisar-se de ensaio com ultra-som em cada parte da cabeça — porque às vêzes não podemos dizer se há rechupe — não há dificuldade para localizá-lo?

J. Abrão — Quando se fazem os feixes para enviar ao Contrôle, já se fazem em separado os «blooms» correspondentes à cabeça dos lingotes, de maneira que basta determinar-se até onde vai o vazio.

A. Lima e Silva ⁽¹¹⁾ — Gostaria de saber a opinião do Eng. Maeder sobre o ultra-som.

H. Maeder — Pelo que entendi, os senhores, em Monlevade, fazem o controle de «blooms» e placas com ultra-som. Qual a espessura das placas e dos «blooms»?

J. Abrão — As placas são em torno de 85 mm de espessura.

H. Maeder — Vou fazer mais algumas perguntas, para estabelecer as condições do seu controle. Qual é o cabeçote e de que frequência os senhores está utilizando?

L. A. Yague — De 4 a 2 Mhz. Normalmente de 4; algumas vezes, nos efervescentes, de 2 Mhz. A dimensão dos lingotes é de 500 × 500 mm, aproximadamente. A do «bloom» é de 120 mm.

M. Tulio Viana ⁽¹²⁾ — Queria esclarecer o seguinte: no caso de Monlevade, considero o ultra-som satisfatório e plenamente justificável, sem outro exame* comprobatório, porque, como disse o Eng. Janusz Wscieklica, eles, rotineiramente, retiram da cabeça um determinado número de tarugos, que são desviados para a produção de arame farpado ou ferro comum. Mas a dúvida do Eng. Ivica Matunic persiste com relação ao nosso caso, que é de aço especial, porque aí não há possibilidade do desvio da produção para outra linha que permita a utilização do material que possuir defeito dessa natureza.

Para possivelmente esclarecer o assunto, poderia dizer ao Eng. José Abrão que, para o caso de Monlevade, o ultra-som é realmente um aparelho que resolve o problema. Não resolve o problema no caso da ACESITA, da Mannesmann, da Villares, porque não há possibilidade de desviar a produção para um produto menos nobre. Para tais casos, pois, é que há necessidade, como disse o Eng. Ivica Matunic, de se verificar o resultado do ultra-som.

H. Maeder — Mas seria o caso de se comprovar o defeito. É sempre necessário cortar-se um disco, para se averiguar se há defeito.

M. Tulio Viana — Mas, se o ultra-som não diz nada, podemos quase acreditar que a coisa vai bem.

I. Matunic — O Eng. Hans Maeder abordou um ponto que pode esclarecer o assunto muito bem. Trata-se da escala de frequência.

H. Maeder — Naturalmente, é sempre necessário conhecer o defeito pelo critério do eco de fundo, porque regulamos sempre o primeiro eco de fundo, por exemplo, na quarta linha da tela.

L. A. Yague — Queria esclarecer melhor o assunto: a classificação dos defeitos, pelo exame ultra-sônico, nós a fazemos, primeiramente, pelo eco do defeito; só consideramos os defeitos cuja altura do eco é superior à metade do eco de fundo. O segundo critério que usamos é o da extensão do defeito. Segundo a extensão que tenha o defeito detectado pelo ultra-som, é que desviamos ou não o material. Além disso, periodicamente, colhemos amostras para comprovar metalograficamente se os resultados fornecidos pelo ultra-som estão certos.

(11) Membro da ABM e Engenheiro da CSBM; Monlevade, MG.

(12) Membro da ABM e Engenheiro da Acesita; Acesita, MG.

J. Wscieklica — É interessante notar que, em Monlevade, de tôdas as comprovações, só encontramos um caso de falha.

L. A. Yague — E mesmo êsse único caso ficou bem explicado. Trabalhavam-se de «blooms» com duas faces opostas, curvas, e o vazio se dispunha, em corte transversal, segundo uma linha paralela a estas faces, as quais não permitiam contacto perfeito do cabeçote. Compreende-se que sômente nos era permitido examinar na outra direção ortogonal e o defeito não era registrado, por se orientar na mesma direção do feixe ultra-sonoro.

Temos também comprovado que, quando a altura do eco interdiário é inferior à metade do eco de fundo, o defeito é sem importância para a qualidade do nosso material.

H. Maeder — Só posso dizer, enfim, que não podemos deixar passar indicações que são apenas um pouco menos da metade do primeiro eco de fundo. Essas indicações poderão ser inclusões graves.

L. Vieira da Silva — Desejo fazer uma pergunta, sôbre o contrôle de estatística em si. Foram-nos mostradas essas fichas tôdas, que são feitas quanto às corridas, outras quanto aos lingotes, outras quanto às placas e outras ainda quanto aos produtos acabados. Desejo saber se há uma identificação, no processo, entre tôdas essas fases. Isto é, se de um produto se podem saber as características, quando é placa e quando é chapa, um processo, digamos, dinâmico e não estático. Pergunto: essas fichas são referentes ao mesmo material, que passou em diversas fases, ou são de materiais distintos, em fases distintas?

J. Abrão — Cada corrida consta de um conjunto de fichas representando cada fase de fabricação. Temos, assim, um histórico completo de cada corrida, ao qual recorreremos quando necessário.

L. Vieira da Silva — Quer dizer que há uma identificação?

J. Abrão — Perfeitamente.

L. Vieira da Silva — É possível então, uma vez pronto o produto, saber-se como êle passou nas diversas fases? E cabe ao Departamento de Contrôle essa estatística? Parece-me que, neste caso, faz-se uma seleção. Há uma seleção dos diversos processos ou uma pesquisa estatística para se descobrirem as causas dos defeitos?

J. Abrão — Como disse anteriormente, cada corrida tem um conjunto de fichas, que representa o seu histórico. Para o caso de um estudo estatístico, baseamo-nos nessas mesmas fichas e, se fôr o caso, também nas amostras colhidas durante a fabricação, para efeito de estudos metalográficos, ensaios mecânicos, etc.

L. Vieira da Silva — No caso dêesses estudos, como nos mostra a figura 5, aparecem melhores percentagens de placas sem defeitos, incrustações não metálicas, rachaduras, trincas e palhas. É possível saber-se a causa dessa melhora?

L. A. Yague — Ela provém de um estudo estatístico feito pelo mesmo Contrôle.

L. Vieira da Silva — Esta melhora foi obtida por especificação das diversas fases ou por modificações de processo?

J. Abrão — Por modificação de processo.

L. Vieira da Silva — Outra pergunta que desejo formular é a seguinte: nas distribuições de frequência que nos mostra a figura 6, notamos que há um deslocamento. Esse deslocamento é significativo, ou aconteceu por acaso?

J. Abrão — No gráfico «A»? No aço efervescente, há uma perda normal de carbono, durante o lingotamento. Foram feitas análises das amostras da corrida e do produto acabado, para conhecermos a perda média durante o lingotamento, em nossa Usina.

L. Vieira da Silva — No gráfico «B», quase que não houve perda de manganês. Aí é que a análise se confunde. Já no gráfico «C» temos diferença do manganês entre a corrida e a chapa. Nesse caso, há um deslocamento.

J. Abrão — Há um deslocamento de 6 milésimos por cento. Isso se esconde na precisão da análise que foi feita.

L. Vieira da Silva — Desejo formular outra pergunta: os senhores usam quadro de controle, gráficos, para controle de fabricação?

L. A. Yague — Não temos controle de processo, ainda.

L. Vieira da Silva — Mas os senhores têm especificações a serem cumpridas nas diversas fases da fabricação?

J. Abrão — Temos algumas normas para produtos que reputamos de alta qualidade, mas é um número praticamente restrito.

L. Vieira da Silva — Quer dizer que o controle é mais do produto acabado?

L. A. Yague — Atualmente, o controle abrange mais o semi-produto e o produto acabado. Registramos, porém, uma série de dados que orientam a produção, como, por exemplo, temperaturas da laminação, permanência nos fornos, temperaturas de lingotamento, etc.

L. Vieira da Silva — Certo. Porque o verdadeiro espírito do Controle é evitar a produção de defeitos e, não o de saporar os defeitos. Estão no início, ainda?

J. Abrão — Iniciamos em 1960.

L. Vieira da Silva — Quer dar um esclarecimento quanto a se o Controle de Qualidade tem, ou não, autoridade para segurar um produto, aspecto este, aliás, já abordado. Quero informar que, na Magnesita, o Controle tem autoridade para reter o material e não deixá-lo sair. Voltamos, portanto, ao mesmo ponto, o de que a responsabilidade do material com defeito é da operação. Na Magnesita, são dadas normas de fabricação para cada fase do processo; só há defeito, quando o produto foge dessas normas. Lá, o controle de produtos acabados é feito por gráficos estatísticos e a identificação é executada de tal maneira que, quando um produto qualquer sai da faixa, podemos correr o processo e, em determinada operação, encontramos o defeito. De modo que temos pontos-chaves, que devem ser controlados. Esses pontos são descobertos por pesquisas. Há um entrosamento entre pesquisa e inspeção. Uma parte é pesquisa; outra é inspeção. A pesquisa dita normas e a inspeção fiscaliza o seu cumprimento. De todas as normas

que são ditadas, a fábrica tôda toma conhecimento e as discute. E tudo é controlado. Se a uniformidade do processo foi seguida, se a uniformidade do produto acabado está no ponto desejado, tudo se discute. Isto também dá condições, na parte de pesquisa, para características fora da rotina. E a pesquisa tem dados para como alterar o processo, a fim de conseguir as características desejadas.

A. Lemos Rache — Desejo fazer uma pergunta a respeito da hierarquia. Diretamente a que autoridade está sujeito o Departamento de Contrôle de Pesquisas?

J. Abrão — Ao superintendente da Usina.

H. Maeder — Na figura 1, em que os senhores apresentam a ficha de controle na aciaria, consta, acima da primeira linha, que as temperaturas são medidas nos fornos e na caçamba. Mas, nos fornos, são medidas como, a que horas e a quantos minutos do vazamento?

J. Abrão — Mede-se a temperatura com pirômetro de imersão e providencia-se imediatamente o vazamento do forno, se essa fôr correta. Não medimos prôpriamente temperatura na caçamba, mas o jato da bica, com pirômetro ótico.