

Fabricação de Fe - Mn no Forno Elétrico de Redução da ACESITA. Comportamento dos Revestimentos Refratários Usados no Forno⁽¹⁾

MAX FERNANDES ALVIN MACHADO⁽²⁾

ANTONIO FRANCISCO MARTINS BARRETO⁽³⁾

ALEIXO PEREIRA DE SOUZA⁽³⁾

RESUMO

São descritos os resultados obtidos numa campanha de fabricação de Fe-Mn, levada a cabo no forno elétrico de redução da ACESITA, usando minério e sinter de manganês.

1. INTRODUÇÃO

Durante a fabricação de ferro manganês em nosso forno elétrico de redução*, usamos dois tipos de minérios e sinter elaborado com os finos

dos minérios usados. As análises químicas dos minérios e do sinter encontram-se nas tabelas Ia e Ib e a análise granulométrica na figura 1.

Os gases gerados com um poder calorífico de 2100 Kcal/Nm³ não foram totalmente aproveitados por motivo de ordem técnica alheio ao processamento do Fe-Mn. A escória produzida durante a campanha foi em grande parte granulada e está sendo aproveitada como fundente na aciaria elétrica em lugar da fluorita. Na ocasião granulamos 1.000 t de escória.

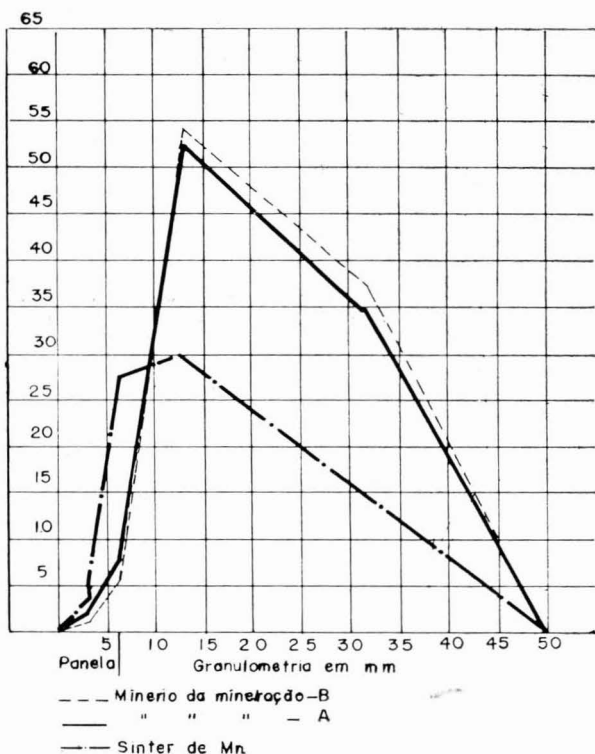


Fig. 1 — Análise granulométrica dos materiais usados na carga.

(1) Apresentada no Simpósio sobre Eletrosiderurgia; Salvador, BA., em setembro de 1968.

(2) Membro da ABM; Engenheiro Industrial Metalúrgico; Chefe do Departamento de Gusa da Cia. Aços Especiais Itabira ACESITA; Acesita, MG.

(3) Da Cia. de Aços Especiais Itabira ACESITA; Acesita, MG.

(*) Forno DEMAG de 17.500 kVA de potência aparente, fechado, com cadinho giratório e integral aproveitamento dos gases gerados no forno.

2. OPERAÇÃO

No dia 23 de junho de 1968 iniciamos o esvaziamento parcial do forno, para posteriormente no dia 27 carregá-lo com uma carga típica usada na fabricação de Fe-Mn.

O primeiro leito de fusão usado foi o da tabela II.

A carga foi posta no forno, estando o mesmo ainda com um terço do cadinho ocupado com carga para a fabricação de gusa. Por isso, nos quatro primeiros dias de operação, o ferro manganês saiu com um teor de manganês bem abaixo do normal. Depois desses quatro dias, à medida que basicificávamos mais a escória, aumentando o calcáreo e dolomita, o MnO passou a se fixar menos nela e o teor de manganês na liga subiu de 60 a 70%, enquanto a basicidade da escória $\frac{CaO + MgO}{SiO_2}$ ia de 1,25 a 1,73. Mesmo assim, a escória continuou bastante fluida.

Daí em diante mantivemos uma potência de aproximadamente 12 MW e $\cos \varphi \cong 0,83$. O consumo em kWh/t de ferro manganês subiu à medida em que a escória se tornou mais básica e o teor de manganês na liga aumentava. Esse

TABELA Ia — Análise do minério de manganês

	% Mn	% Fe	% SiO ₂	% Al ₂ O ₃	% P
Minério Mn tipo A	42,92	4,41	17,49	6,69	0,012
Minério Mn tipo B	37,46	6,71	19,15	10,28	0,106
Finos Mn para fabr. de sinter ..	34,67	8,03	16,41	11,89	0,130

TABELA Ib — Análise do sinter de manganês

SiO ₂	Al ₂ O ₃	P	FeO	Fe-met.	Mn	CaO	Fe-total	Fe ₂ O ₃
14,25	11,25	1,65	0,4	1,51	32,99	7,82	14,23	20,35

TABELA II — Composição do leito de fusão

	Pêso kg	Mn		Fe		SiO ₂		Al ₂ O ₃		CaO		MgO		Carb. fixo	
Min. Mn tipo N.	2.950	37	1090	6	177	20	590	11	324	—	—	—	—	—	—
Calcáreo	930	—	—	—	—	—	—	—	—	53	490	—	—	—	—
Dolomita	290	—	—	—	—	—	—	—	—	28	80	18	52	—	—
Carv. vezt.			1090	—	177	—	590	—	324	—	570	—	52	77	400
		%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg

consumo de energia que era de 2.000 kWh/t para o gusa, subiu até aproximadamente 4.600 kWh/t de Fe-Mn.

Na tentativa de aumentar o teor de Mn na liga, usamos os seguintes artificios:

- Basificamos a escória: no início lentamente, pois da nossa experiência na fabricação de gusa, sabemos que uma escória, com uma basicidade superior a 1,3 corre com bastante dificuldade. Ao contrário da fabricação de gusa, na fabricação de ferro manganês uma escória com 10% de MnO corre perfeitamente bem, mesmo que sua basicidade $\frac{(CaO + MgO)}{SiO_2}$ seja superior a 1,7.
- Trabalhamos com os eletrodos mais perto do banho.
- Aumentamos a quantidade de carvão por carga, passando de 350 a 490 kg carbono fixo/t de Fe-Mn. Entretanto notamos que o primeiro artifício era o mais eficiente.

Em marcha normal obtivemos uma boa produtividade no forno. Produzimos 1.100 t de ferro manganês em trinta dias de funcionamento do forno.

O volume de escória foi alto, variando entre 1.700 a 1.900 kg/t ferro manganês, porquanto os minérios usados tipo B e tipo A tinham respectivamente 19 e 17% de SiO₂; isto nos levou a carregar no forno grandes quantidades de calcáreo e dolomita, a fim de neutralizar a SiO₂ existente e ainda basificar convenientemente a escória.

Na produção de Fe-Mn usamos nas primeiras duas semanas, (do dia 28/06 ao dia 11/07) apenas minério de manganês tipo B (tab. III) cuja relação Mn/Fe era aproximadamente igual a 6.

Depois, do dia 12 ao dia 21, usamos minério do tipo A cuja relação Mn/Fe era aproximada-

TABELA III — Características da carga, produtos e operação

	MINÉRIO DE MANGANÊS TIPO B												MINÉRIO DE Mn TIPO A					SÍNER DE MANGANÊS											
	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Min. de Mn	Kg Carga												Kg Carga					Kg Carga											
Dolomita	Kg Carga												Kg Carga					Kg Carga											
Calceão	Kg Carga												Kg Carga					Kg Carga											
Carvão veg. grosso	Kg Carga												Kg Carga					Kg Carga											
Carvão veg. fino	Kg Carga												Kg Carga					Kg Carga											
Potência Média	M W												M W					M W											
Cos fi	Cos fi												Cos fi					Cos fi											
Carbão Fixo	Kg Carga												Kg Carga					Kg Carga											
Temperatura Sola	°C												°C					°C											
Temperatura Abóbada	°C												°C					°C											
Análise Fe-Mn	%												%					%											
C	%												%					%											
Si	%												%					%											
P	%												%					%											
Prod. Fe-Mn	t												t					t											
Alumina-002	%												%					%											
Co	%												%					%											
O ₂	%												%					%											
CH ₄	%												%					%											
H ₂	%												%					%											
N ₂	%												%					%											
An. escória. SiO ₂	%												%					%											
FeO	%												%					%											
MnO	%												%					%											
CaO	%												%					%											
Al ₂ O ₃	%												%					%											
N ₂ O	%												%					%											
Calor. kWh	kWh/t												kWh/t					kWh/t											
Eletr. Elétrica.	kWh/t												kWh/t					kWh/t											

TABELA IV — Análise granulométrica dos finos

Peneiras		Manganês	
mm	Mesh	Pêso	%
5,66	3,5	183,0	18,3
4,00	5	44,0	4,4
2,00	9	153,0	15,3
1,00	16	166,0	16,6
0,50	32	129,0	12,9
0,250	60	109,0	10,9
0,149	100	104,0	10,4
0,105	150	66,0	6,6
0,074	200	19,0	1,9
Fundo	Fundo	27,0	2,7
Totals		100,0	100,0

mente igual a 9,5. Com o minério tipo B conseguimos uma liga de 71,2% de manganês e um MnO de 12,43% na escória, como média diária.

Com o minério tipo A conseguimos uma liga de 79,6% de manganês e 6,07% de MnO na escória, média diária. A escória manteve-se bastante fluida durante todo o tempo.

O consumo de pasta Södeberg foi da ordem de 24 kg/t de liga produzida.

No terceiro período de funcionamento do forno, passamos a usar sinter de minério de manganês, que fizemos com os finos provenientes do britamento e peneiramento do minério em malha de 8 mm.

A análise granulométrica dos finos de manganês usados na fabricação do sinter é a indicada, na tabela IV.

Na fabricação de Fe-Mn a partir de minérios ou de sinter, pudemos observar que:

— Quanto maior o forno, maiores devem ser os cuidados com a matéria-prima, com relação à granulometria e ausência de pó.

— Quanto mais básica a escória, melhor o rendimento de manganês na liga, porém maior será o consumo de kWh/t de liga. Evidentemente o teor de SiO₂ e Al₂O₃ no minério deve ser o mais baixo possível assim como a relação Mn/Fe deve ser a mais alta possível.

Todo o Fe-Mn produzido (em média de 15 t por corrida) foi corrido numa panela de 40 t de capacidade e posteriormente lingotado em máquina.

3. REFORMA DO REVESTIMENTO DO FORNO

Após a campanha do Fe-Mn, paramos o forno com o intuito de reformarmos a parede lateral da região das bocas, pois na semana que antecedeu ao início da produção de Fe-Mn, o forno apresentou pontos vermelhos na chaparia, junto a uma das bocas. Porém, ao abrirmos o forno, constatamos que o revestimento não só junto às bocas como o da sola, estava bastante gasto, como mostram as figuras 2, 3 e 4.

Assim refizemos a sola com *doldam***, e a parede lateral com pasta carbônica, própria para revestimento.

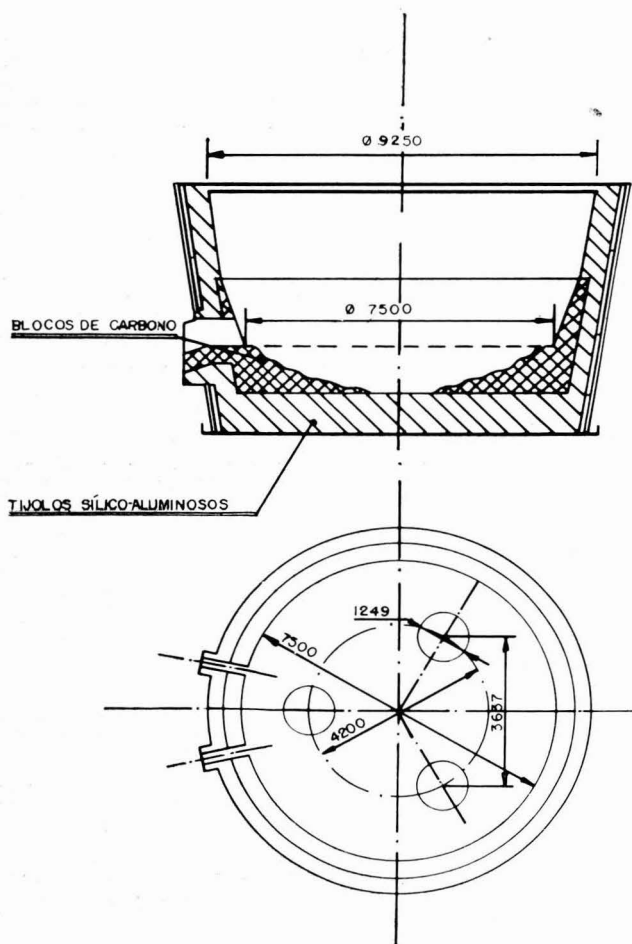


Fig. 2 — Esquema do estado do revestimento da sola do forno após a campanha do Fe-Mn.

(**) Dolomita sinterizada e alcatroada.

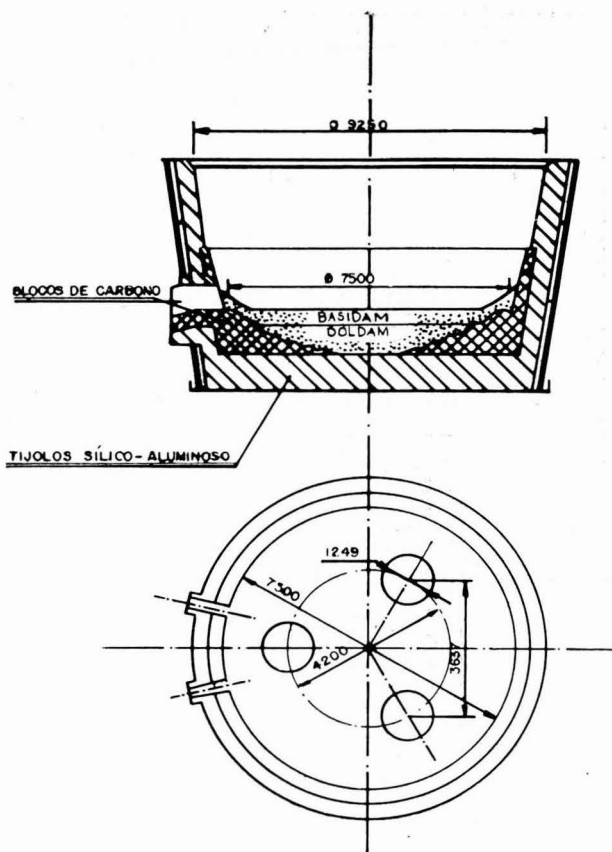


Fig. 3 — Recomposição do revestimento refratário da sola.

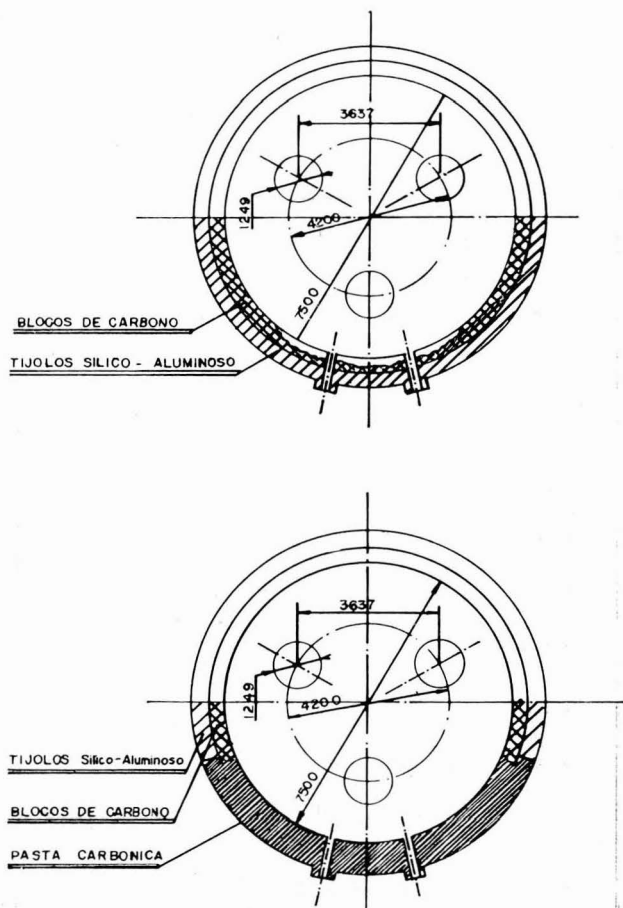


Fig. 4 — Situação do revestimento da parede lateral do forno ao fim da campanha e depois de terminado o reparo.

Tanto o reparo da sola como o da parede lateral foi feito aquecendo-se o material (doldam ou pasta carbônica) à aproximadamente 100°C e posteriormente socando-os com martelotes pneumáticos, no local.

Como é sabido, o revestimento lateral junto as bocas é o que está sujeito a maiores desgastes. Baseados nisto resolvemos revestir a frente lateral do forno unicamente com pasta carbônica até à chapa externa e submeter esta a uma refrigeração intensa por meio de um filme de água. Eliminamos desta forma, nas regiões da boca, o revestimento sílico-aluminoso que existia entre os blocos de carbono e a chaparia externa do forno. O nosso intuito é sem dúvida, aumentarmos a refrigeração do revestimento nessa região e com isso obtermos uma maior vida para a parede lateral da região das bocas.

AGRADECIMENTO

Agradecemos à Diretoria e à Superintendência Industrial da Cia. Aços Especiais Itabira ACESITA a permissão para a publicação deste trabalho.

DISCUSSÃO

WALTER JOSÉ von KRÜGER ⁽¹⁾ — Como introdução aos debates lembraria a conveniência de se aproveitar a oportunidade para discutir o mercado de ferro-ligas no Brasil. A ACESITA, produtora de aço e de gusa é um elemento que entrou na produção de ferro-ligas, seja para uso próprio, seja para possíveis vendas a terceiros. Isso dá possibilidade de se discutir esse assunto de magna significação; para ele o Instituto Brasileiro de Siderurgia tinha preparado elementos, os quais acabou por achar insuficientes. Poderemos, simultaneamente à discussão das vantagens e desvantagens, conveniências e inconvenientes da utilização do forno da ACESITA na produção de ferro-ligas, discutir sobre o mercado brasileiro.

MANOEL MENDES MESQUITA ⁽²⁾ — Querida esclarecimentos sobre a recuperação do revestimento do fundo do forno onde foi colocada dolomita sinterizada.

MAX ALVIM MACHADO ⁽³⁾ — Primeiro, foi colocada uma camada de "doldam" de cerca de 60 cm; em cima dela, foi colocado o "basidam". O primeiro, é uma dolomita sinterizada pichada e o último é uma magnésita sinterizada pichada.

M. M. MESQUITA — Depois, foram feitas as paredes com massa de carbono da mesma forma que os outros elementos? Gostaria de saber como foi cozinhada e coqueificada tanto a parede como a sola.

M. A. MACHADO — Não posso adiantar nada porque agora é que estamos iniciando o aquecimento da sola; posso dizer apenas como estamos fazendo. O Eng.º Rubens da Silveira, aqui presente, poderá dar maiores esclarecimentos por ter feito, por várias vezes, serviço idêntico nos fornos da Mannesmann. Na ACESITA, estamos agora iniciando a secagem da sola e a coqueificação desta e da parede, feita com pasta de carbono. Depois de feita a sola, antes do cozimento, foi ela revestida com chapas; em seguida, colocamos uma camada de gusa sobre a sola e baixamos bastante os eletrodos, ficando uma altura de 60 cm da ponta do eletrodo à camada de gusa. Depois, introduzimos um cilindro de chapa, enchêmo-lo com coque e ligamos o forno. Inicialmente, deixamos com a potência de 0,5 MW, depois com 1MW e assim sucessivamente até 5 MW. Esperamos que a sola esteja inteiramente sinterizada, pelo menos na camada superior, em 10 dias. Espero também que pelo menos a superfície da parede esteja coqueificada.

M. M. MESQUITA — Na reforma da boca a pasta carbônica foi colocada em contacto com a chapa; não haveria problema de isolamento elétrica?

M. A. MACHADO — Não consideramos isso porque nosso forno tem quatro ligações à terra.

JOSÉ C. DE CARVALHO FILHO ⁽⁴⁾ — É intenção da ACESITA manter esse forno de redução na produção de manganês, ou trata-se de uma produção esporádica?

JARDEL BORGES FERREIRA ⁽⁵⁾ — Quero trazer aqui uma palavra de confiança de que não é nossa intenção invadir o mercado de ferro-ligas. É, sim, nosso interesse, para nosso maior conhecimento do forno, produzir ferro-manganês em quantidade comercial, inclusive de exportação e termos a nossa própria fonte de abastecimento. É nossa intenção continuar fazendo novas experiências e, tanto quanto possível, experimentar os ferro-ligas de nossa conveniência. A ACESITA está para entrar num programa de expansão, onde iremos necessitar de enormes quantidades de ferro-ligas.

Nossa próxima experiência será fazer nesse mesmo forno ferro-ligas, embora tenhamos encontrado dificuldades. Esse forno, pelo consumo unitário de energia, nos permitiria usar cerca de 600 t de minério por dia. Isso já nos dá uma idéia da dificuldade de manuseio dessa escória. Evidentemente, com a experiência que temos com esse forno de redução, a produção de um ferro-liga não seria realizada nele. De maneira que não é intenção da ACESITA fabricar ferro-manganês ou ferro-ligas.

J. C. DE CARVALHO FILHO — Gostaria de lembrar o seguinte: dentro do quadro do mercado brasileiro de ferro-ligas, a ACESITA é computada como um grande cliente. É evidente que a produção própria de ferro-ligas pela ACESITA representaria, de qualquer forma, uma produção num mercado estudado, num mercado programado, num mercado em que se tem investido até demais, porque já estamos visualizando até um prenúncio de excesso tremendo de fabricação de ferro-ligas no País.

O Ministério do Planejamento e Coordenação Geral, através de estudo específico, sobre a questão, recomenda três pontos para a política nacional de ferro-ligas, que vou sintetizar aqui: primeiro, não deverá o Governo estimular a ampliação de novas usinas que visem à produção de ferro-ligas convencionais; segundo, procurar reformular a atual estrutura de tarifas de alfândega, di-

(1) Orientador do debate. Engenheiro Civil, de Minas e Metalurgia; Professor da EFMOP; da ALUMINAS; Ouro Preto, MG.

(2) Membro da ABM. Engenheiro Civil; da Cia. de Cimento Portland Maringá; Itapeva, SP.

(3) Membro da ABM e co-autor do trabalho. Engenheiro Industrial Metalúrgico; Chefe do Departamento de Gusa da Cia. Especiais Itabira ACESITA; Acesita, MG.

(4) Membro da ABM e na Presidência da Sessão. Engenheiro Civil, de Minas e Metalurgia; Diretor Presidente da FERBASA; Salvador, BA.

(5) Membro da ABM. Engenheiro Civil, de Minas e Metalurgia; Vice-Presidente da ACESITA; Rio de Janeiro, GB.

minuindo as alíquotas que incidem sobre os ferro-ligas; terceiro, dar incentivo à exportação desses ferro-ligas, pelo menos até se obter um equilíbrio entre demanda e oferta internas.

Dessa forma quer-me parecer que essa tentativa da ACESITA virá ainda mais conturbar esse mercado de ferro-ligas. Pelos dados conhecidos, a ACESITA consome 17% dos ferro-ligas nacionais. Se a eliminarmos do mercado consumidor e considerando a ameaça das indústrias que normalmente fabricam carbureto, de entrem no campo de ferro-ligas, com o início de funcionamento no próximo ano da SIBRA, com mais 20.000 kW instalados, e estes fatos aliados à impossibilidade de exportação de ferro-ligas em termos rentáveis, eu perguntaria à ACESITA se realmente nessa política que está exercendo, se essa tentativa com tantas dificuldades de operação, como foi revelado aqui, dentro de um conjunto de pensamento nacional, realmente está certa ou errada.

J. B. FERREIRA — Nosso forno elétrico de redução é destinado à produção de gusa. Temos na ACESITA um alto-forno que tem sido, graças à técnica do Eng.^o Max Machado, altamente melhorado, em condições tais, que o forno elétrico, na atual situação está praticamente ocioso. No entanto, em nossa próxima expansão — deveremos dobrar a nossa capacidade — certamente o forno elétrico de redução irá ficar simplesmente disponível para gusa.

Desejo salientar que esse movimento no sentido do fabrico do ferro-manganês, além do sentido de aprendizagem da tecnologia foi também um recurso que tivemos de lançar mão no fim do ano passado e no início deste ano, porque a indústria siderúrgica estava em situação crítica, como empresa de aços especiais, produzindo gusa de alto silício para exportação, a fim de obter fontes de recursos. Não foi nossa preocupação simplesmente conturbar o mercado ou modificar os dados citados. Mas, a tecnologia aprendida, a possibilidade de recursos, o melhor aproveitamento e a rentabilidade de nossos equipamentos é uma preocupação que devemos ter, de início, antes de pensar mais vagamente.

J. C. DE CARVALHO FILHO — Gostaria de ressaltar dentro da resposta dada pelo Eng.^o Jardel, o seguinte: nós todos, siderurgistas brasileiros, acompanhamos com o máximo interesse o esforço desenvolvido pela ACESITA para resolver problemas de base, problemas de estrutura. Temos acompanhado de perto essa luta, que é muito bonita e temos também verificado os resultados já melhores que a ACESITA tem alcançado. Para nós, na condição de brasileiros, esse é um fato altamente saudável.

Dentro de seus equipamentos, dentro de suas possibilidades, a empresa procura uma alternativa de produção; colocar em funcionamento determinados equipamentos que são ociosos, tenho a impressão de que é uma aspiração mais do que justa, mormente quando se trata de equipamento caro. O forno da ACESITA, salvo engano, é o maior forno elétrico de redução da América do Sul. De modo que compreendemos perfeitamente essa parte.

O que não compreendemos é esse esforço de adaptação, de paralisar-se determinados fornos que dão rendimento, digamos, de 95% de ferro-manganês, em prol de outro forno que, devido a suas características, devido ao seu dimensionamento, daria um rendimento menor. E sobre esse ponto teremos que encarar o problema do mercado, como nacional. O problema de ferro-ligas é um problema brasileiro; é um problema da siderurgia brasileira. Hoje estamos constatando um excesso muito grande de produção, e os produtores já se movimentam no sentido de fazer algumas exportações, para aliviar a tensão do mercado, a preços irrisórios, preço de competição num mundo em que está sobrando ferro-ligas. E nossas condições não são as mais favoráveis, mesmo se conseguíssemos índices de custo bastante razoáveis.

A ABM tem se preocupado com esse problema de mercado e já abordou esse problema de ferro-ligas no Brasil no XXI Congresso (*); o que se deseja é evitar que com os ferro-ligas venha se reproduzir o problema do gusa de Minas Gerais. As perspectivas que temos pela frente é que realmente isso ocorrerá novamente. Fábricas são feitas, podemos dizer, até com alguma leviandade, porque não encontram mesmo através dos estudos mais otimistas, nenhuma margem em potencial dentro do mercado interno; não contam com a mínima possibilidade de exportação — e isso já foi discutido no congresso da ABM. Verificamos que o Brasil, dentro da sua infraestrutura, não permite aos fabricantes de ferro-ligas fabricar nada a preços rentáveis. Essa situação que já é grave, vem se agravando cada vez mais.

O apelo que fazemos é que a ACESITA, representando as firmas nacionais, representando de certa forma o espírito nacional na fabricação de aço, reexamine o estudo da aplicação desses fornos, verificando que ela depende dos fornecedores de ferro-ligas; que os produtores têm procurado atendê-la de maneira toda especial. E esse forno em funcionamento representa um desfalque tremendo para esse mercado de ferro já tão conturbado.

FELIPPE J. V. AZEVEDO FRANCESCHINI (6) — Desejo fazer algumas indagações sobre o comportamento dos refratários nessa experiência que foi feita.

Essa reforma do revestimento foi feita no fim do mês de julho e no mês de agosto. Foi efetuado o prosseguimento da produção de ferro-manganês nesse forno, depois da reforma?

M. A. MACHADO — O forno está em aquecimento e não vamos fazer, por enquanto, ferro-manganês.

F. V. A. FRANCESCHINI — No XVIII Congresso da ABM, foi apresentado pelo Eng.^o Fred Woods de Lacerda, um trabalho sobre revestimento com blocos de carbono, nesse mesmo forno (**). Naquela ocasião, nos debates, tivemos oportunidade de comentar o aparente paradoxo de se intercalar refratários silico-aluminosos entre blocos de carbono de alta condutividade e a couraça externa que é refrigerada. Vejo, nessa experiência, um caminho novo, perfeitamente lógico do ponto de vista de consecução de um perfeito equilíbrio devido à refrigeração.

Foi citada, entre os dados do trabalho, a temperatura de sola; como é tomada essa temperatura?

M. A. MACHADO — A temperatura da soleira é tomada por três pirômetros que se encontram inseridos na sola de silico-aluminosos, em torno de 60 cm dentro dela.

F. V. A. FRANCESCHINI — A temperatura de vazamento desse ferro-liga como se compara com a do gusa de produção normal?

M. A. MACHADO — O gusa corre com 1.370°C, e a do ferro-liga em torno de 1.420°C.

F. V. A. FRANCESCHINI — É consideravelmente mais elevada. Nesse caso, inclusive, com maior teor de carbono, que pode ficar contido nessa liga, é de se prever mesmo um desgaste bastante considerável de uma soleira de diâmetro tão grande, porque a refrigeração

(*) *Mercado de Ferro-Ligas no Brasil*; publicado em METALURGIA, vol. 23, n.º 111, mar. 1967, p. 101.

(6) Membro da ABM. Engenheiro Civil e Metalurgista; Livre Docente da Escola Politécnica da USP e Diretor da Cerâmica São Caetano; São Paulo, SP.

(**) *Nota sobre o Revestimento de Carbono do Forno Elétrico de Redução da ACESITA*; ABM-BOLETIM, vol. 20, n.º 80, jan. 1964, p. 5.

central é sempre um problema bastante grave. Nesse sentido, se o "bode" é mais profundo na parte central, como aparenta ser no desenho, pareceria lógico um pirômetro colocado exatamente no centro do forno, que é a parte mais passível de um abate profundo devido ao gradiente térmico.

M. A. MACHADO — Os três pirômetros colocados nessa posição, exatamente debaixo do arco submerso do eletrodo, parece-me ser a melhor posição.

F. V. A. FRANCESCHINI — Eu me referia à figura do "bode" apresentada, em que o desgaste mais profundo teria sido exatamente na parte central.

Outra pergunta se refere à refrigeração intensa por meio do filme de água, o que é perfeitamente óbvio e necessário e que agora será muito mais útil com esse revestimento de pasta carbônica. Como é feita essa refrigeração intensa com filme d'água, se a chapa aparentemente tem uma inclinação para fora?

M. A. MACHADO — Exatamente para que a água não saia, existem pequenas aletas de chapa. Mesmo assim a água cola relativamente bem na chapa, porque a inclinação não é assim tão grande.

MIGUEL SIEGEL (7) — Desejaria apenas formular uma pergunta, com relação ao aumento de consumo no caso da escória básica para a produção de ferro-manganês de mais alto teor. Qual foi a redução de produtividade do forno na produção de ferro-manganês?

M. A. MACHADO — Não tenho esse dado para lhe fornecer agora. Notamos apenas que houve uma quebra na produção, mas eu não poderia lhe fornecer esse dado.

M. SIEGEL — A pergunta se prende ao seguinte: se esse aumento de consumo se dá exclusivamente pelo maior peso de escória ou devido ao aumento de perdas pela diminuição de produtividade.

M. A. MACHADO — Esse aumento pensamos que se dá, no caso específico da escória, devido ao fato que se se utiliza escória mais básica ela terá um ponto de fusão maior e, portanto, o consumo de energia será maior. Não é bem uma diminuição de produtividade. Pelo menos, se existe, o assunto não entrou em nossa cogitação.

RUBENS CORRÊA DA SILVEIRA (8) — Gostaria de dar uma contribuição no que diz respeito a essa pergunta. Foi fornecido o valor de consumo de energia por tonelada de ferro-manganês e o valor do fator de potência. Se a pergunta foi no sentido de saber qual a produção obtida, quando se produzia gusa ou ferro-manganês, o cálculo é simples. Em função da potência que normalmente se tem para a produção de gusa e do consumo de energia, da ordem de 2.000 kWh/t, seria facilmente deduzível a produção de ferro-manganês e, naturalmente, o decréscimo de produtividade.

Sobre o outro aspecto que o Eng.º Siegel abordou, de qual teria sido a causa principal do acréscimo de energia, devo dizer que seria devido unicamente ao volume de escória. Parece um ponto bastante importante a quantidade muito grande de carbonato na carga. Realmente essa quantidade de calcáreo e dolomita provoca

um consumo muito grande de energia. Dependendo do volume de escória, chega a ser três vezes superior àquele existente, quando se produz ferro gusa.

M. A. MACHADO — Na fabricação de ferro-manganês como na de gusa a quantidade de carbono fixo por tonelada, a condutividade elétrica do minério de manganês e do redutor, o grande volume de escória e, a basicidade da mesma, são fatores que, variando contribuem para que haja essa variação no consumo de energia. Por termos tantas variáveis, passando de um processo a outro, é que não tivemos a preocupação de mostrar no trabalho esses dados, porque, caso os compitássemos, seriam dados sem muita precisão.

ERNANI A. COTRIM (9) — Preparamos no Instituto Brasileiro de Siderurgia um trabalho sobre as perspectivas do mercado brasileiro de ferro-ligas e suas possibilidades de exportação (*). Esse trabalho está baseando no Plano Siderúrgico Nacional; através da projeção de oferta das companhias siderúrgicas, face àquele Plano, procurou-se fazer estimativa da provável demanda interna de ferro-ligas. Infelizmente, foi feito muito rapidamente e, depois de datilografado notaram-se alguns erros. Por isso, não foi aqui distribuído.

As conclusões a que se chega, analisando-se a capacidade de produção atual e os projetos conhecidos para os próximos três anos, são a de apreciável "superavit" de produção para os próximos oito anos, o que sugere a imperiosa necessidade de se incentivar as exportações de ferro-ligas, com vistas a evitar a subutilização da capacidade de produção instalada, com conseqüente elevação dos custos de produção e inevitável agravamento da situação financeira das empresas.

Vale assinalar que as possibilidades de exportação de ferro-ligas são altamente promissoras, desde que a utilização da capacidade de produção instalada seja feita da melhor maneira possível, o que quer dizer, uma produção ótima. Com relação à proteção interna, as tarifas aduaneiras que incidem sobre os ferro-ligas importados evidenciam a existência de condições favoráveis para os produtores nacionais, quanto aos efeitos de "dumping", naturalmente exigindo uma permanente fiscalização do mercado internacional, tendo em vista a grande oferta desse mesmo mercado.

O Brasil vem exportando ferro-ligas a preços inferiores aos do mercado interno nacional e internacional, isto devido a falta de tradição exportadora. O Brasil tem-se caracterizado por manter uma posição de fornecedor esporádico, face à oscilação de mercado interno do aço. A produção de ferro-ligas está intimamente ligada ao crescimento futuro da produção interna de aços e de ferros fundidos. O comportamento da demanda interna de ferro-ligas está sujeita a pronunciadas variações, como decorrência direta da dependência desse mercado, do ritmo de crescimento da economia do País. A produção interna de aço, que é condicionante da evolução do consumo interno de ferro-ligas, está sujeita a imprevisíveis e pronunciadas flutuações do mercado, pois seu crescimento depende diretamente da formação bruta de capital, que são produtos, equipamentos, máquinas etc., e bens duráveis de consumo, geladeiras, automóveis etc., responsáveis pela alta elasticidade de renda do aço.

A retomada do crescimento econômico do País, cujos reflexos sobre o consumo interno do aço são os mais positivos, conduzem a melhor utilização da capacidade instalada, diminuindo seus custos de produção, e isto vem

(7) Vice-Presidente da ABM. Engenheiro Civil e Eletricista; Diretor de Equipamentos Industriais EISA Ltda.; São Paulo, SP.

(8) Membro da ABM. Engenheiro Civil de Minas e Metalurgia; Chefe do Serviço de Alto-Forno da Cia. Siderúrgica Mannesmann; Belo Horizonte, MG.

(9) Membro da ABM. Engenheiro; Chefe do Departamento de Tecnologia do Instituto Brasileiro de Siderurgia; Rio de Janeiro, GB.

(*) *Perspectivas do Mercado Brasileiro de Ferro-ligas e suas Possibilidades de Exportação* — Boletim IBS, ano V, n.º 37, set. 1968, p. 12.

ocorrendo em 1968. Se o consumo interno do aço se mantiver nos níveis que vem alcançando atualmente, as perspectivas são as mais promissoras para a demanda interna de ferro-ligas.

A produção média mensal dos aços em lingotes, no primeiro semestre de 1968, atingiu a níveis tais que conduzem à expectativa de que, neste ano, a produção brasileira atingirá a 4,2 Mt de aço em lingotes, previsto pelo Plano Siderúrgico Nacional.

Nas conclusões a que se chegou, após o trabalho, verificou-se que, com exceção do ferro-cromo de alto carbono, os preços do mercado interno são inferiores ao preço CIF, pôrto brasileiro, do mercado externo, tomando para comparação o mercado americano, porque trata-se de um mercado de comprovada sanidade financeira, não havendo subsídio à exportação e, portanto, com inexistência de "dumping". Isso não ocorre, naturalmente, com outros países.

Com base na análise realizada, seria recomendável estabelecer as seguintes diretrizes para desenvolvimento das atividades do setor de ferro-ligas e manutenção de suas condições de estabilidade financeira: primeiro, incrementar os projetos prioritários recomendados, assegurando assim um "superavit" que permita a conquista de parcela do mercado externo, suficiente para manter uma posição que não caracterize o Brasil como fornecedor esporádico de ferro-ligas; segundo, efetuar novos investimentos somente naqueles períodos em que a completa absorção do excesso de oferta, afetar a parcela mínima de exportação necessária à manutenção das condições de concorrência no mercado internacional; evita-se, assim, a impossibilidade de recuperação a curto prazo dos mercados externos perdidos no período de redução de exportação, causados, principalmente, pelo aumento do ritmo de crescimento de nossa economia, que é previsto no Programa Estratégico do Governo; terceiro, sugerir ao Governo Federal o estabelecimento de medidas de incentivo à exportação desses ferro-ligas, durante o período de desbalanceamento de demanda e oferta internas; para tanto, o Governo Federal poderia adotar um esquema de reembolso à empresa que comprovasse a exportação de ferro-ligas, do valor da diferença entre a tarifa interna do kWh e a tarifa internacional. Vale acrescentar, neste ponto, que em inúmeras oportunidades, o Governo vem demonstrando sensibilidade favorável a medidas de natureza como a citada, desde que fique comprovada a sua essencialidade econômica. Por fim, sugerir permanente fiscalização do comportamento do mercado internacional, com vistas à caracterização da existência de "dumping", assegurando desse modo a adoção de medidas de proteção adequadas à produção interna. Para tanto, as usinas produtoras devem ajustar os custos internos. Este, para o IBS, é o ponto fundamental: o ajustamento dos custos internos dos ferro-ligas aos preços internos de países de comprovada sanidade financeira, que não promovem subsídios à exportação.

Em última análise, as conclusões sobre as perspectivas do mercado brasileiro de ferro-ligas e suas possibilidades de exportação nos próximos anos, naturalmente sugerem a necessidade de as empresas nacionais, reunidas em torno de um mesmo objetivo, assumirem uma posição de perfeito entrosamento com o Governo Federal, com vistas à criação de clima propício ao seu desenvolvimento, como área de essencialidade estratégica do País.

W. J. von KRÜGER — Creio que o assunto foi convenientemente debatido e o orientador julga-se no direito de tecer algumas considerações.

A comunicação do Eng.^o Max Alvin Machado e dos demais membros de sua equipe foi extremamente interessante sob o ponto de vista técnico. Deve-se lembrar que um forno elétrico é um aparelho dimensionado para determinada produção. E, coincidentemente, a escolha do tipo de liga a ser feita foi, sob esse aspecto, a

pior possível. Ferro-manganês é a liga que tem o maior número de exigências e particularidades, quando do dimensionamento do forno. Basta dizer, por exemplo, que o forno da FERBASA, de 7.000 kVA para ferro-silício, possivelmente poderá trabalhar em ferro-manganês em tórno de 4.500 ou 5.000 kVA. A redução não tem nada a ver com o fator de potência ou com a condutibilidade; são mais devidas à concentrações de potência limitada, seja na carga, seja no eletrodo, constituindo pontos que são essenciais quando se vai fazer o dimensionamento do forno. Um forno de gusa, que é talvez o mais facilmente dimensionável, evidentemente não iria servir muito bem para fazer ferro-manganês, mesmo em potência reduzida. Por outro lado, tendo-se potência apreciável — 17.500 kVA — aqueles problemas de explosões que existem em todos os fornos de ferro-manganês, mesmo com os cuidados extremos que se possa ter com as matérias-primas, é evidente que com as dimensões desses fornos redundarão em conseqüências muito maiores, muito mais sérias do que num forno de menor dimensão, principalmente aberto, como é comum aqui no Brasil. A FERBASA tem um forno de 7.000 kVA; a ALUMINAS tem um forno de 8.100 kVA, mas não operam normalmente em ferro-manganês. O maior forno de ferro-manganês, assim, é o da Companhia Siderúrgica Nacional, de 4.500 kVA, onde os problemas de explosões são menores ou talvez, nem existam. Na Alumínio Minas Gerais temos explosões com fornos de 2.400 kVA monofásicos. Na operação do forno de 8.100 kVA, com ferro-manganês, tivemos também esse problema, que não se pode dizer esteja limitado exclusivamente à granulometria do material. Existem outros fenômenos a serem esclarecidos.

Infelizmente, na pesquisa científica estabelecida pela ACESITA, alguns fatores já eram demasiadamente conhecidos. Aquilo que a Alumínio Minas Gerais aprendeu há mais de 28 anos, quando começou a fazer ferro-ligas, sem nenhuma literatura disponível, foi tudo repetido aqui. Tentar tirar todo o manganês do minério de manganês, só resulta em consumo alto de energia. A produção do forno cai, o consumo de energia aumenta e, ao invés de se ter uma produção mais barata, vai-se ter uma produção mais cara. Isso foi aprendido, a duras penas, ainda em 1940-1941.

Outro ponto que desejaria abordar, é o de se tentar fazer ferro-manganês de teor um pouco mais alto, de minério onde a relação ferro/manganês é da ordem de seis. Também não é possível.

Vemos que alguns pontos obtidos nessa experiência da ACESITA são extremamente importantes para nós. Podemos até chegar à conclusão de que esse forno não serve para fazer ferro-manganês.

Outra experiência bastante conhecida é a de que o revestimento do forno da ACESITA sofreu bastante com a produção de ferro-manganês. Era de se esperar, pois essa liga não respeita nenhum revestimento; é preciso trabalhar com muito cuidado; a técnica de operação tem que ser muito cuidadosa. Seria muito interessante se a ACESITA não nesse forno, que é muito grande e a experiência seria cara — utilizasse vários tipos de revestimento para se ver qual aquele que melhor se comportaria na presença de ferro-manganês.

O Eng.^o Jardel mencionou o fato de que a ACESITA, como toda indústria siderúrgica, estava passando por uma crise e deveria utilizar-se do equipamento existente, a fim de poder abastecer-se. Na presença da usina elétrica de Sá Carvalho, que fornece os kWh de graça porque ou são eles utilizados ou se os joga fora, o preço de energia para a produção de ferro-manganês pode ser considerado nulo. Nessas circunstâncias, podemos admitir que a produção de ferro-manganês tenha sido ligeiramente mais barata. Assim mesmo tenho algumas dúvidas; seria preciso fazer uma apropriação correta. Se computarmos o gasto maior de material, o re-

vestimento — que me parece, já se apresentava em estado semiprecário, e que se não estivesse naquele estado, fatalmente a êle chegaria se cuidados especiais não fôsses tomados — é possível que a economia da ACESITA tivesse sido negativa. Mas, em se tratando de forno com revestimento já próximo do final de sua vida, com energia de graça, então o consumo para a produção de ligas deve-se reduzir a minério, calcáreo e carvão de madeira, da qual a ACESITA também é produtora. No final, obtém-se ferro-manganês mais barato do que o comprado de um terceiro fornecedor. Se essa solução da ACESITA vai trazer problemas para os outros produtores, é uma infelicidade para êstes; não é problema da ACESITA. Entretanto, sendo uma entidade de quase que paraestatal, a economia global brasileira deveria ser considerada também.

Dou perfeita razão à ACESITA por ter feito essa experiência, e ninguém pode condená-la de querer progredir, querer produzir, querer experimentar, não só nesse ponto de vista do ferro-manganês, mas também em qualquer outro ponto de vista industrial. Acredito que algumas experiências teriam sido dispensáveis. Mas, de qualquer forma, o pessoal que operou o forno ganhou mais experiência e, no futuro, se a empresa entrar no ramo de ferro-ligas, já terá um conhecimento maior. Assim, podemos nos congratular com êsse pioneirismo de experiência.

Poder-se-ia indagar: se o forno foi projetado para fazer gusa, porque não estava fazendo? Mas essa pergunta já foi respondida. Sendo a produção de gusa da ACESITA superior às suas necessidades, justifica-se — desde que o forno está parado — a sua utilização em outra finalidade.

M. A. MACHADO — As respostas que eu ainda teria a dar já foram dadas pelo Eng.^o von Krüger, mas, mesmo assim, queria voltar a elas.

Com relação ao consumo de energia êle foi, realmente alto porque trabalhamos com escória muito básica no forno. É preciso lembrar que a energia elétrica por nós utilizada é própria de uma usina elétrica de 48.000 kW e essa energia elétrica nos custa NCr\$ 0,0005/kWh. Então, fazendo ferro-manganês no forno, — entre perder manganês na escória, procedendo como outros fabricantes que fazem escória com mais de 20% de MnO — fizemos ferro-manganês com MnO a 10%. Êste é um sistema de recuperação. Comercialmente acho que não pecamos e tivemos lucro.

Sobre o revestimento quero dizer que quando nos dispusemos a fazer ferro-manganês a parede frontal já estava bastante gasta e, de qualquer maneira teríamos de parar para revesti-la. Fabricando gusa no forno, com revestimento de blocos de carbono, importado de firmas tradicionais européias, também constatamos — pode ser que a montagem não tenha sido bem feita — que os blocos se desgastavam bastante. Assim, não acredito que tenha sido a fabricação do ferro-manganês a causa do desgaste do revestimento do forno em apenas um mês de operação. Aproveitamos o fato de o revestimento já estar gasto, para fazermos a operação com ferro-manganês.

O Eng.^o Krüger referiu-se, também, a experiência que teriam sido dispensáveis. Gostaria que êle esclarecesse melhor êsse ponto.

W. J. von KRÜGER — Quero observar que, conforme a operação com ferro-manganês, é perfeitamente possível acabar-se com a sola. não num mês, mas, talvez mesmo numa semana. Quanto a experiências dispensáveis que mencionei, uma delas foi que com maior teor de manganês na escória tem-se menor consumo de energia. Parece-me que a explicação foi dada indiretamente. Os motivos foram expostos. Realmente, a experiência valeu nesse ponto: deve ter havido um balanço econômico, em que computou maior consumo de ener-

gia, que não custava nada, e menor consumo de minério de manganês para se obter mais liga, não se considerando que a produção seria necessária. Desde que não se precisaria utilizar tôda a potência do forno, poder-se-ia produzir menos, e deve ter havido uma apropriação correta para se verificar que era mais vantajoso gastar mais energia e menos minério, si é que houve realmente redução no consumo de minério. Essa seria uma das experiências que eu considerei dispensável, por ser tradicional.

Outra experiência, diz respeito à utilização de minério com relação ao ferro-manganês, mais baixa do que um certo valor. Isso também já é muito conhecido. Não se consegue obter ferro-liga de alto teor com elevado teor de ferro no minério.

CÉSAR ABAURRE (10) — Notei que houve aumento de consumo unitário de 2.500 para 4.600 kWh/t. Para essa potência de forno de 17.000 kVA como se comportou a sua usina própria? Qual foi o balanço que deu na rede? Houve algum balanço no comportamento elétrico do sistema?

M. A. MACHADO — Desequilíbrio na rede não houve. O pessoal da parte elétrica não se opôs a nada. Não houve variação nenhuma.

Utilizamos o forno normalmente para fazer gusa, e êsses 2.000 kWh são o consumo específico de energia por tonelada de gusa. Evidentemente, fazendo gusa a produção é muito maior, e o consumo de energia no cômputo geral é semelhante.

C. ABAURRE — A ACESITA usa para êsse forno somente sua usina própria ou interligada a CEMIG?

M. A. MACHADO — Usa apenas energia própria.

W. J. von KRÜGER — Parece-me que o problema que está sendo levantado diz respeito às variações de carga no forno em relação à usina que está abastecendo. Não é isso?

C. ABAURRE — Exatamente. O problema é quanto ao comportamento da usina. Queria justamente chegar ao problema dos "deeps", junto ao sistema concessionário.

W. J. von KRÜGER — O forno de redução é de operação extremamente tranqüila sob o ponto de vista elétrico, de modo que não dá nenhum problema. O forno que traz problemas em relação ao sistema elétrico é o de aço, em que existem oscilações muito grandes. O forno de redução é praticamente uma resistência. Pode dar origem a distúrbios se é desligado instantaneamente. Uma carga de 15.000 kW, numa usina de 48.000 kW vai dar origem a uma ligeira sôbretensão perfeitamente controlável.

FERNANDO JORGE LARRABURE (11) — Foi mencionado o preço de NCr\$ 0,0005/kWh. Gostaria de saber como é computado êsse preço, se nele está incluída a despesa de capital, juros do investimento feito nessa usina e se êsse capital foi reavaliado. Enfim, os fatores de custo considerados nesse preço.

J. B. FERREIRA — A questão do custo do kWh, na ACESITA, é muito controversa, mesmo dentro dos nossos limites. Após várias considerações, foi resolvido que o preço do kWh é tomado para todos os custos, comó sendo de NCr\$ 0,015.

(10) Da ESCELSA Espírito Santo Centrais Elétricas S.A.; Vitória, ES.

(11) Diretor da ABM. Engenheiro Eletricista; Diretor de Aços Anhanguera; São Paulo, SP.

PROTEÇÃO, CONTRÔLES E AUTOMAÇÃO

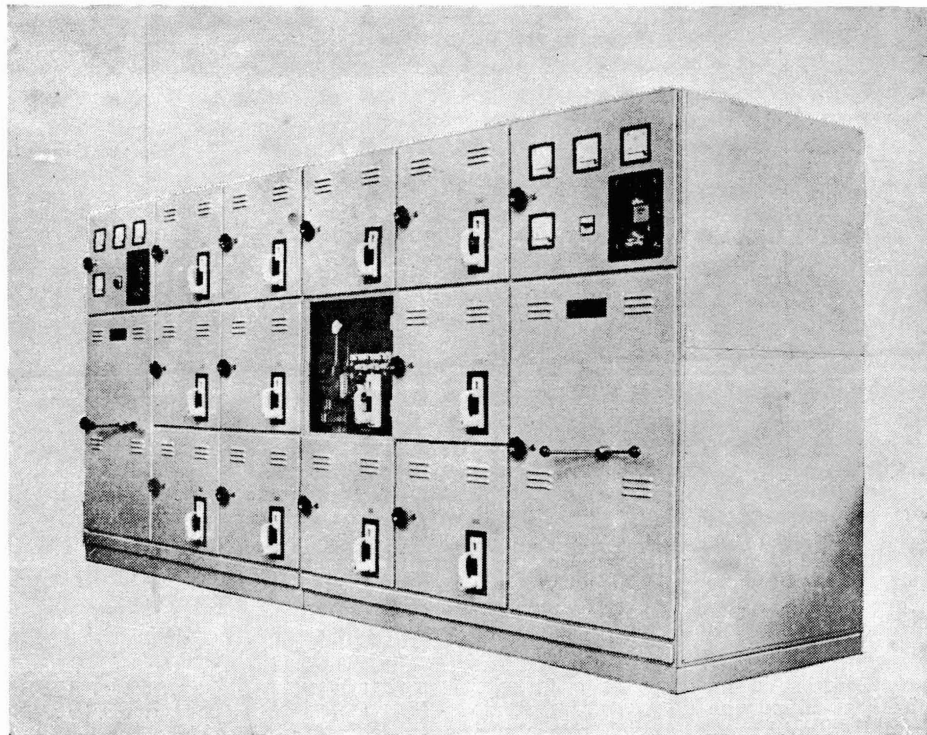
20 anos de EXPERIÊNCIA em planejamento e execução dos mais modernos sistemas de distribuição de energia elétrica.

- SEGURANÇA
- FACILIDADE DE
- MANUTENÇÃO
- ECONOMIA DE CUSTO
- ECONOMIA DE ESPAÇO

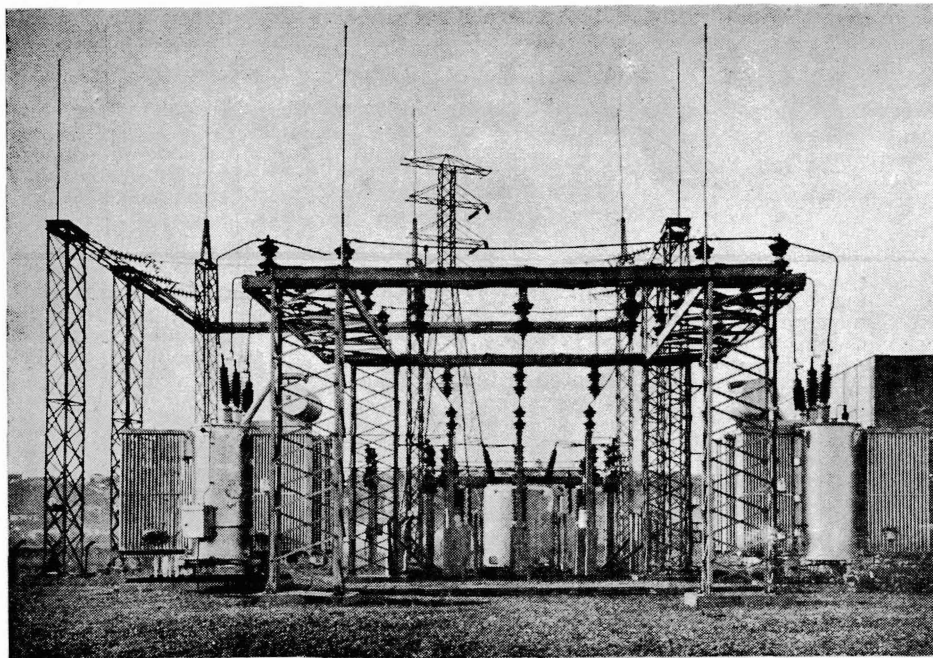
Não sendo apenas fabricante, mas possuindo uma equipe de engenheiros especializados em estudos e aplicações, a SPIG S.A. toma em consideração tôdas as necessidades e exigências especiais de cada indústria, escolhendo, projetando e fabricando o equipamento mais adequado para cada caso, oferecendo ainda assistência técnica permanente.

FABRICAÇÃO PRÓPRIA

- subestações blindadas
- quadros de manobra e controle
- estruturas metálicas



CHESF — Cia. Hidro Elétrica do São Francisco — 2 quadros gerais de B.T. para subestação de 1000 kVA — 220 V e 2000 kVA — 440 V.



Subestação ao tempo de 88 kV — 20 MVA, projetada e instalada pela SPIG S.A. para a Ford Motor do Brasil S.A., em Osasco, SP.

Entre outros destacamos os seguintes clientes: Metal Leve S.A.; Indústrias Klabin do Paraná de Celulose S.A.; Toga, Indústria de Papéis de Arte José Tcherkassky S.A.; Ministério da Guerra (Comissão Especial de Barueri); General Motors do Brasil S.A. (São José dos Campos); Cidade Universitária (Reator Atômico — São Paulo); Universidade de São Paulo (Laboratório de Pesquisas Atômicas); Ford Motor do Brasil S.A.; Pirelli S.A. Cia. Industrial Brasileira; Jockey Club Brasileiro; Willys Overland do Brasil S.A.; IAP S.A. Indústria Agro-Pecuária; Força Pública do Estado de São Paulo; Cia. Docas de Santos; Fábrica de Aço Paulista S.A.; Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobrás); CEASA — Centro Estadual de Abastecimento S.A.; Orniex S.A.; CHESF Cia. Hidro Elétrica do São Francisco; Banco do Brasil S.A.; Dürr do Brasil S.A.; Ultrafertil S.A.; Brasimic S.A.; Cofap S.A. Cia. Fabricadora de Peças; Plagon S.A. Plásticos Goyana do Nordeste; Ministério da Aeronáutica; Aeroporto Internacional do Galeão; Fuller — Soma Cia. Sorocabana de Materiais Ferroviários; DAE, São Paulo; Construtora Rabello; Icopasa Ind. e Com. de Produtos de Aço S.A.; Itap S.A.; Aeroquip S.A., Rio; SURSAN, Rio; Equipamentos Industriais Eisa Ltda., ASEA S.A.

SPIG S.A.

SOCIEDADE PAULISTA DE INSTALAÇÕES GERAIS

Escritório, Depósitos e Fábrica:

Rua Margarida, 415 (Esquina com Alameda Olga) — Barra Funda — Tel.: 52-1105

Enderêco Telegráfico: «SPIGERAL» — São Paulo - SP