

# V Semana de Estudos dos Problemas Mínero-Metalúrgicos do Brasil

## 3.a SESSÃO

DATA — 20 de maio de 1953.

LOCAL — Instituto de Engenharia de São Paulo.

ASSUNTO — SIDERURGIA BASEADA EM CARVÃO VEGETAL NO BRASIL. POSSIBILIDADES E PLANOS DE EXPANSÃO.

CONFERENCISTA — Eng. Louis J.ensch.

ORIENTADOR DOS DEBATES — Prof. Amaro Lanari Jr., Professor de Siderurgia na Escola Politécnica da U.S.P., Diretor Técnico da Siderúrgica Aliperti, S. P.

PRESIDENTE DA SESSÃO — Doutor Romulo de Almeida, Assessor Técnico da Presidência da República.

### ENG. LOUIS J. ENSCH

O Eng. Louis Ensch, falecido a 9 de setembro de 1953 no Luxemburgo, onde se encontrava desde junho tratando da ampliação da Usina de João Monlevade, da Companhia Siderúrgica Belgo Mineira, da qual era diretor-geral, era estimado e respeitado como a maior figura industrial de Minas Gerais, pioneiro que foi da grande siderurgia entre nós. Especiais homenagens lhe haviam sido prestadas há pouco, quando comemorou o 25.º aniversário de sua chegada ao Brasil, onde veio dirigir a Usina de Sabará.

Nasceu, Louis Ensch, em 25 de junho de 1895, no Grão Ducado do Luxemburgo, sendo seus pais o sr. Jean Pierre Ensch e da. Margarete Ensch. Fez os estudos humanísticos no Luxemburgo e graduou-se em engenheiro siderurgista na Escola Técnica Superior de Aachen, em 1920, iniciando logo a seguir a sua carreira de metalurgista na aciaria da Usina de Burgach, do consórcio ARBED (**Aciéries Réunies de Burbach-Eich-Dudelange**).

Após se destacar como siderurgista no Velho Mundo, o sr. Louis Ensch, bem jovem ainda, foi incumbido pela empresa de vir reorganizar uma usina siderúrgica em Minas Gerais. Isto se deu em novembro de 1927. A usina siderúrgica era a de Sabará, fundada entre 1917 a 1919 por um grupo de capitalistas mineiros, sob a presidência do eng. Cristiano França Teixeira Guimarães, e que, a partir de 1921, passara ao controle da Companhia Siderúrgica Belgo Mineira, constituída com o capital inicial de 15 milhões de cruzeiros, logo elevado para 20 milhões, dos quais a maioria pertencia ao grupo-belgo-luxemburguês.

Ao assumir o seu novo posto, o eng. Ensch encontrou a usina siderúrgica de Sabará em grandes dificuldades. Suas instalações compunham-se apenas de um alto forno, um forno de aço e um laminador, com a capacidade de produção de 6 mil toneladas anuais. A indústria nascente não contava ainda com mercado consumidor, acumulando-se em grandes estoques os seus produtos, mesmo depois de uma paralisação de seis meses.

A consórcio belgo-luxemburguês, que passou a dirigir a usina de Sabará, era o primeiro grupo industrial estrangeiro, que vinha colaborar com os nacionais, para estabelecer as bases da indústria siderúrgica no Brasil. Árdua se afigurava a missão do jovem siderurgista europeu, pois de seu êxito dependia não somente a sobrevivência da nova empresa como também, conforme a experiência dos fatos posteriores veio a demonstrar, a própria instalação definitiva da moderna indústria de aço em nosso país.

Foi aí, nessa eventualidade, que a personalidade do eng. Louis Ensck, como administrador e técnico siderurgista, avultou de forma extraordinária, projetando-se em definitivo como um dos grandes pioneiros do progresso industrial de Minas Gerais e do Brasil.

Realmente, vencendo todas as dificuldades naturais numa indústria pioneira, o dr. Ensck, entre 1927 e 1934, reorganizou inteiramente e ampliou a antiga usina Sabará, construindo outro alto-forno, dois fornos de aço aumentando as instalações do laminadouro, elevando, assim sua capacidade para trinta mil toneladas anuais.

Ao fim de cinco anos, a sua primeira tarefa estava brilhantemente cumprida. A usina de Sabará consolidada a sua situação industrial e financeira, conseguindo, ao mesmo tempo, que toda a sua produção fosse absorvida pelo mercado nacional.

O siderurgista luxemburguês já então se afeiçoava inteiramente ao país com o qual viera colaborar e, convicto das possibilidades industriais de Minas Gerais e do Brasil lançou-se, em seguida, à concretização de um empreendimento que o viria consagrar, definitivamente, como um dos maiores siderurgistas que o nosso país já teve. Esse empreendimento foi a Usina de Monlevade que ele próprio projetou e executou e que viria a se tornar pelas suas características técnicas, como uma verdadeira universidade siderúrgica, tal tem sido o decisivo papel que tem exercido no processo da instalação definitiva da indústria moderna do aço em nosso país.

A usina de Monlevade, que é hoje a maior siderurgia a carvão vegetal do mundo, é reputada como uma das indústrias siderúrgicas de mais alto padrão técnico e de mais sólido planejamento econômico.

Plantando a nova usina, em pleno sertão brasileiro, ali onde João Monlevade, há cerca de um século montara um pequeno forno catalão de ferro, o eng. Louis Ensck deu testemunho frisante das possibilidades da siderurgia em Minas Gerais.

Siderurgista apaixonado e entusiasta do progresso industrial do Brasil, o notável engenheiro não descansou com consolidação da Usina de Monlevade. Com o seu prestígio, com o seu discórdio industrial, com a sua capacidade administrativa, ligou, também, o seu nome a inúmeras outras iniciativas de vulto que, em Minas, como noutras partes do país, se votam hoje ao trabalho do desenvolvimento econômico de nossa terra.

Transcrito de «MINERAÇÃO E METALURGIA»

## ABERTURA DA 3.a SESSÃO

SR. SYLVIO DE QUEIROZ MATTOSO — Em nome do Centro Moraes Rego, declaro aberta a presente sessão, e convido o Dr. Romulo de Almeida, assessor técnico da Presidência da República, para assumir a presidência da mesma.

DR. ROMULO DE ALMEIDA — Convido para participarem da mesa o ilustre conferencista desta noite, Eng. Louis J. Ensck, Presidente da Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira, o Professor Amaro Lanari Jr., Orientador dos Debates, o Coronel Gutemberg Miranda, representante do Conselho de Segurança Nacional, o General Edmundo de Macedo Soares, presidente da ACESITA e representante do Conselho Nacional de Minas e Metalurgia, o Prof. Othon H. Leonardos, representante também do Conselho Nacional de Minas e Metalurgia, o Prof. Francisco J. H. Maffei, Diretor da Escola Politécnica e superintendente do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, o Prof. Eduardo Ribeiro Costa, um dos fundadores do Curso de Engenharia de Minas e Metalurgia da Escola Politécnica, o Eng. Heraldo de Souza Mattos, representante do Instituto Nacional de Tecnologia, e o representantes da Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais.

Vamos ter, agora, a grande oportunidade de ouvir um dos homens mais experimentados dêste país, o Eng. Louis J. Ensck, Presidente da Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira.

# Siderurgia a Carvão Vegetal no Brasil

## Possibilidades e Planos de Expansão

Meus caros Colegas:

E' para nós motivo de grande satisfação poder debater convosco, nesta oportunidade, o problema da siderurgia a carvão vegetal no Brasil.

Desejamos, todavia, antes de tudo, manifestar à direção do CENTRO MORAES REGO os nossos agradecimento pelo convite que nos endereçou e que nos concede uma participação mais direta e atuante no transcurso dêste certame.

Êste ensejo nos vem permitir, na qualidade de diretor da emprêsa que instalou a maior e mais completa usina siderúrgica a carvão vegetal do mundo, expôr a nossa firme convicção acêrca da viabilidade dêste sistema, na implantação definitiva da indústria pesada do ferro em nosso País.

Meus Senhores:

Si acompanhássemos a História do Ferro, desde a primeira utilização de um meteorolito encontrado pelo homem primitivo, até os nossos dias, em que perto de 200 milhões de toneladas são anualmente empregadas para impulsionar tôdas as formas do progresso, poderíamos afirmar, sem risco de exagero, que a Civilização seguiu o desenvolvimento da Siderurgia...

Passando pelas numerosas referências que dêle encontramos nas crônicas da China, da Índia e do Egito; pelas inúmeras vezes em que êle é mencionado no Velho e no Novo Testamento; encontrando-o produzido e trabalhado penosamente pelos Romanos, chegaríamos, saltando os séculos, aos primórdios da Revolução Industrial.

Era êle então produzido unicamente com o carvão de madeira, e as usinas se instalaram nos países possuidores de grandes reservas florestais, vizinhas de minerais de fácil redução, tais como a França, Alemanha, Inglaterra, Luxemburgo e Estados Unidos.

Veio depois o emprêgo do coque em fornos altos.

Suas qualidades físicas permitira ma construção de unidades de mais elevada capacidade produtora.

Deixou-se, assim, à siderurgia a carvão vegetal, a tarefa de produzir, de preferência, ferro de qualidades especiais. Naturalmente, restringiu-se ela aos países que possuíam matas em vastas extensões de terrenos não apropriados ou não aproveitados para a agricultura.

---

A Suécia é o exemplo característico dessa fase da siderurgia. Desejamos, agora, caracterizar a nova fase que se nos depara, sob as condições especiais do solo e clima brasileiros.

Ainda há poucos lustros, era convicção dos estudiosos que a indústria pesada só poderia subsistir nos climas temperados. Aos países tropicais e sub-tropicais, era reservada apenas a função de produzir matérias primas.

No século XX, e principalmente após a primeira Grande Guerra, os países da zona tropical, liderados pelo Brasil, demonstraram, praticamente, a falta de fundamentos reais para tal assertiva, ao avançarem decididamente no campo da industrialização.

Sabemos que nas regiões de clima temperado, a renovação das florestas nativas é feita entre 50 a 60 anos, ou mais.

Seria necessária, pois, a imobilização de enormes áreas para as florestas que assegurassem a continundade da indústria. Mesmo assim, nos países onde há terrenos impróprios à lavoura, como ocorre na Suécia, ela ainda persiste, com sucesso.

No entanto, sob as nossas condições, adotado o reflorestamento artificial à base de eucaliptos — aqui abrimos um parêntesis para render a nossa homenagem ao espírito pioneiro dos paulistas, tendo à frente o vulto admirável do engenheiro Navarro de Andrade — calcula-se agora o tempo de renovação das matas entre 7 a 10 anos.

Julgam mesmo, alguns mais otimistas, poder limitar êste prazo a 5 anos!

Por outro lado, o rendimento em lenha de igual área, replantada, é bem superior, assim como é maior a densidade do carvão por nós produzido, comparado ao combustível vegetal dos climas temperados.

Além disto, temos hoje, em pleno funcionamento, fornos com a capacidade de 150 toneladas de produção. Outros são executados, para 200 toneladas, e não consideramos seja êste o limite, nos dias vindouros.

Outro aspecto digno de consideração é o progresso na economia de carvão, cujo consumo a técnica moderna já reduziu a pouco mais de cinqüenta por cento.

Assim, se fizermos a comparação das possibilidades da siderurgia a carvão de madeira do século passado, localizada em países temperados, com as da nova fase, abrangendo a siderurgia que se instala no Brasil, teremos:

- 1 — Consumo de carvão, por tonelada de gusa produzido, reduzido a pouco mais da metade.
- 2 — Área necessária para as florestas que manterão o ritmo da indústria, reduzida de 15 a 20 vêzes.
- 3 — Capacidade de produção dos fornos, multiplicada por 10.

As considerações acima não podem deixar de pesar na mente dos estudiosos que, baseados na literatura existente, ainda raciocinam em termos dos nossos antecessores.

E' necessário que fique bem caracterizada esta nova fase e que, embora aproveitando a experiência e a técnica dos que nos precederam, europeus e americanos, adaptemos esta técnica às nossas condições, ao nosso clima, aos nossos recursos, criando o que se fizer indispensável.

Não podemos ficar restritos aos clássicos, embora talvez certos em outras situações. Na literatura européia e americana, não vamos encontrar todas as soluções para os problemas que se crearam com a revolução industrial de países tropicais.

---

Porém antes de entrarmos em assunto mais técnico, permitam-nos os nossos colegas ocupar o seu tempo opondo uma ligeira defesa às acusações que constantemente são lançadas à siderurgia a carvão vegetal, localizada principalmente no Centro de Minas.

Frequentemente, tem sido ela responsabilizada pela devastação das matas do País.

Refutamos integralmente essa afirmativa, pois, do enorme consumo de lenha no Estado de Minas Gerais, apenas 7 a 8% correspondem à parcela utilizada pela siderurgia!

Além disto, no aproveitamento organizado dessas matas heterogeneas, as companhias siderúrgicas preservam-nas da destruição desordenada.

E' perfeitamente conhecido que, no Rio Doce, há 15 anos, um alqueire de terra sem mata valia o preço de um alqueire com mata, mais a despesa de sua derrubada e queima.

Naquela época, o fogo corria livremente, por meses a fio, pelas matas, com regosijo dos poucos habitantes da região. Foi a siderurgia que deu valor a essas matas.

E' bem conhecido que no centro de Minas e, ainda mais particularmente, no quadrilátero ferrífero do nosso Estado, onde estão localizadas as principais usinas de carvão vegetal, as terras são pobres para a agricultura e mesmo a pecuária, além de fortemente acidentadas na sua topografia. São terras até hoje incapazes de produzir o suficiente para o sustento das suas próprias populações.

E já o eram, mesmo no auge da civilização do ouro, quando, como é perfeitamente sabido, deviam vir de fóra, de outras regiões, carnes e gêneros para os seus habitantes.

Com o esgotamento das jazidas auríferas, grande parte da descendência Bandeirante emigrou para o Vale do Paraíba, ou voltou para São Paulo, onde surgiu o ciclo do café, ficando o Centro de Minas relegado à mais franca decadência. Foram as usinas siderúrgicas instaladas nesta região que fizeram ressurgir o novo ritmo de progresso que atualmente sacode as velhas cidades.

Que melhor destino dar a estas terras, senão destiná-las à silvicultura? Que faz a Suécia com terrenos em semelhante situação?

Exporemos o plano de reflorestamento da nossa Companhia, e os colegas poderão ter uma idéia do pensamento médio, neste particular, dos siderurgistas mineiros.

Poderá alguém alegar que retardamos as realizações deste plano. E' mais fácil criticar e acusar do que realizar...

Enfrentando mil problemas num campo desprovido de técnicos e de mentalidade siderúrgica, não poderíamos resolvê-lo todos



de uma só vez. Não descuidamos entretanto de nossa situação, e temos reservas de matas nativas que, com sua renovação natural, permitiriam a vida indefinida da indústria que já realizámos.

Se nos decidimos pelo reflorestamento, é que nêle vimos outros méritos, que serão enumerados no decorrer desta palestra.

### COMENTÁRIOS SÔBRE ALTOS-FORNOS

E' geralmente conhecido o histórico desenvolvimento dos perfís e das dimensões dos altos-fornos a carvão vegetal, estimulado, de um lado, pela constante tendência de aumentar o volume do aparelho e a sua produção diária, e limitado, de outro, lado, pela pequena resistênciã e pouca densidade do carvão.

Pensamos que será mais apropriado, para os propósitos desta reunião, passar diretamente a contemplar algumas realizações destacadas que podem servir como base para as discussões sôbre as possibilidades dos altos-fornos.

Os dados relativos aos seis fornos que escolhemos são reunidos no quadro I e os seus perfís representados nas figs. 1 e 2.

Também apresentamos os perfís dos nossos fornos I e II de Siderúrgica, com o único objetivo de ilustrar a evolução dos perfís dos fornos numa mesma organização.

O forno norte-americano «Pioneer», construído em 1891, trabalhava com hematitas do Lago Superior, bem calibradas e de fácil redução. Notáveis foram, para um forno a carvão vegetal do século XIX, a sua temperatura de ar e a sua produção específica de 1, 17 t./24 h/m<sup>3</sup> de volume útil, produção esta só superada, até hoje, em duas usinas — a de Hofors, na Suécia, e a de Monlevade.

O forno n.º 2 da Usina de Fagersta (Suécia) empregã 94% de sinter autofundente na carga e trabalha de modo muito econômico. Especialmente notável é a sua composição do gás da coela: 18,1%-CO<sub>2</sub>; 21,4%-CO; 1,1%-CH<sub>4</sub>; 7,8%-H<sub>2</sub>; e 51,6%-N<sub>2</sub>. A relação CO/CO<sub>2</sub> é muito baixa, revelando uma redução eficiente. Os teores de hidrogênio e metana são elevados, indicando que o carvão empregado foi carbonizado em baixa temperatura. Os dados da Fagersta não mencionam se o hidrogênio interfere na redução, e em que proporção. Em consequência do alto teor de H-2 no gás e de oxigênio no carvão, o teor de azoto é muito baixo.

O forno n.º 1 de Hofors (Suécia) produz 135 t/24h com volume útil de apenas 103 m<sup>3</sup> e mantém sempre um consumo de carvão muito baixo. O forno recebe 100% de sinter autofundente e um carvão peneirado e secado até 6% de umidade.

Em Monlevade temos atualmente três fornos (n.ºs I, III e IV) com o mesmo perfil, que representamos à direita da fig. 2. Os fornos são carregados por pontes rolantes, alternando-se os «balões» de carvão, de 2,6 m<sup>3</sup> de volume, com caçambas conduzindo as matérias primas minerais, normalmente nas seguintes proporções: 1.000 kg de sinter, 400 de minério (itabirito bem calibrado), 60-100 kg de escória dos fornos de aço e 40-20 kg de calcáreo, num total de 1.500 kg por carga. A umidade do carvão é variável segundo o período do ano. O carvão é peneirado antes de ser carregado nos fornos, mas não é secado. Temos, em fase de estudos, uma instalação de secagem, da qual voltaremos a tratar adiante. As malhas das peneiras variam entre 8 e 15 mm, segundo a qualidade do carvão e as necessidades da sinterização, que aproveita a moinha imprópria para os altos fornos. Os dados do quadro I referem-se aos meses de inverno, quando a umidade do carvão é razoavelmente baixa. Geralmente, durante os meses de chuva, a umidade do carvão é mais elevada, atingindo às vezes 40% e mais, o que prejudica sensivelmente a marcha rápida dos fornos e a «mise au mille» do carvão.

O forno n.º II de Monlevade, cujo perfil foi recentemente modificado, tem a cuba mais alta e a rampa mais baixa. A blindagem da rampa é feita de chapa de aço soldada e resfriada exteriormente com água, para aumentar a sua estabilidade e a vida dos tijolos refratários. É ainda cedo para avaliar os méritos desta modificação, mas os resultados obtidos até agora parecem animadores. Reposto em marcha em 24-1-53, trabalha até agora com consumo de carvão mais baixo que os outros fornos.

Focalizando em conjunto os fornos representados nas figs. 1 e 2, notamos os seus perfís caracterizados por grandes ângulos das rampas e pequena altura do cadinho. O traço mais característico dos fornos a carvão de madeira parece ser a tendência de utilizar ao máximo a altura do forno, que é limitada pela resistência do carvão. Devido à pequena pressão do ar e à fácil descida da carga, os ângulos e as alturas relativas da cuba e ventre parecem de importância secundária.

QUADRO I

	Wkimans- hyttan	Fagersta n.º 2	"Pioneer"	Monlevade n.º I, III e IV	Hofors n.º 1
Volume útil ( $V_u$ )m <sup>3</sup>	65,05	100	107	120,7	103
Produção direta t/24 h	41,9	86,5	125	130	135
Produção específica	0,644	0,865	1,17	1,08	1,31
Consumo de carvão m <sup>3</sup> /t	0,4	4,38	~5	2,8	4,4
Densidade de carvão kg/m <sup>3</sup>	—	—	—	268(*)	155
Unidade de carvão %	—	—	—	12(*)	6
Consumo de carbono kg/t	—	—	—	530(*)	~545
Volume de escória kg/t	112	340	—	230	220
Pressão de ar mm HG	90	140	—	210	170
Temperatura de ar C°	550	650	650	750	600
% Fe na carga metálica	69	59,6	55	60	63
% de sinter na carga	99,4	94	0	70	100
Temperatura do gás C°	150	175	—	150	200
Composição do gás % CO <sup>2</sup>	15	18,1	—	15,0	15
% CO	24	21,4	—	25,8	25
% H <sup>2</sup>	5,5	7,8	—	—	6
Relação CO/CO <sup>2</sup>	1,60	1,18	—	1,72	1,67
Gusa produzido % C	4,3	4,1	—	4,0	4,5
% Si	0,3	1,0	Cinz.	0,4	0,85
% Mn	0,3	1,0	—	0,8	0,60
% P	0,015	0,025	—	0,25	0,025
% S	0,010	0,012	—	0,01	0,005
Eficiência de operação m <sup>3</sup> carga /24 h, m <sup>3</sup> v <sub>v</sub>	3,02	4,48	6,15	3,87	6,75

(\*) Os dados acima são típicos, mas tais são as alterações em vista da diversidade do carvão utilizado, que nem sequer podem ser considerados médios.

## POSSIBILIDADES DA ECONOMIA DE CARVÃO E AUMENTO DO RENDIMENTO DOS ALTOS FORNOS A CARVÃO DE MADEIRA

A despeito do seu impressionante tamanho e elementar simplicidade de construção, o alto forno é um aparelho extremamente delicado e sensível aos numerosos fatores que influenciam o seu funcionamento, sob as condições de equilíbrio aparente.

Pequeno é o número destes fatores que melhoram a marcha do forno sob todos os pontos de vista. Normalmente, devemos basear as nossas opiniões sôbre uma orientação da prática, de acôrdo com a soma das vantagens que dela resultam, sem perder de vista o balanço econômico. Afinal, cada problema deve ser tratado localmente para levar bem em conta as peculiaridades do forno estudado.

Tentaremos, todavia, generalizar as idéias mais importantes.

### 1.º — Condicionamento das matérias primas minerais. Emprego do sinter.

Nêste particular, a Belgomineira tem experiência quanto à calibragem do minério e ao emprego do sinter.

Um minério calibrado, britado e peneirado na dimensão de, por exemplo, 15 a 40 mm de diâmetro, permite uma marcha mais regular, mais rápida e mais econômica. As operações de britamento e peneiramento são simples e de custo moderado, e não introduzem problemas senão o da perda dos finos produzidos.

A sinterização se revelou um sistema muito mais vantajoso de condicionamento da carga. De um lado, os finos de carvão e os minérios pulverulentos podem ser aproveitados; de outro, há grande melhoria na marcha dos altos fornos. Em Monlevade, um aumento de produção até 50%, acompanhado de uma economia de 25% no consumo de carvão, constitui um certificado das vantagens da sinterização.

Quando se opera com os nossos minérios heterogêneos, torna-se difícil a arte de produzir um bom sinter, um sinter resistente, poroso e altamente oxidado, que tenha assegurada a sua boa redutibilidade. Granulação, pureza e um sem número de outros fatores físicos e químicos influenciam sensivelmente a qualidade do produto.

Em Monlevade, no início, sinterizávamos de preferência carga. Tiveram pouco êxito as nossas tentativas de sinterizar a

jacutinga, muito fina e pura. A partir de dezembro de 1950, passámos a produzir sinter semi-autofundente, adicionando à mistura a ser aglomerada 8 a 12% de escória granulada dos altos fornos. Com isto conseguimos sinterizar satisfatoriamente todos os minérios da nossa jazida e aumentar sensivelmente a produção da sinterização. O sinter tornou-se mais resistente e permitiu uma importante economia de calcáreo, pela sua recuperação.

Recentemente fizemos um curto ciclo de experiências no sentido de produzir, e empregar nos altos fornos, um sinter autofundente, feito com adições de escória granulada dos fornos de aço e dos altos-fornos. Pretendemos continuá-las, assim como estudar a fabricação do sinter autofundente com adição de calcáreo em pó.

## 2.º — Melhoria do tipo de carvão.

Duas questões merecem a nossa atenção particular:

- a) Influência da qualidade e tipo de lenha empregada;
- b) Condições de carbonização.

Muito pouco sabemos sobre a primeira questão. Notamos apenas que as essências do Sertão Mineiro, crescidas num solo seco, são mais densas que as do Vale do Rio Dôce, e em consequência dão um carvão mais pesado, resultante disto uma melhor «mise au mille» de combustível, pois a carga do carvão é feita com base, não no seu peso, mas no seu volume. A Belgo Mineira iniciou um vasto e detalhado programa de pesquisas sobre o eucalipto, a fim de determinar as espécies mais indicadas para a região; as que produzem melhor carvão; a idade e as condições de corte mais econômicas; e como deve ser conduzida a carbonização. O estudo levará alguns anos, mas esperamos que os seus resultados serão bem positivos.

A respeito das condições de carbonização, verificamos apenas que é pequena a diferença entre os carvões produzidos em medas, em fornos de tijolos ou em pequenos fornos metálicos, desde que a temperatura de carbonização fique aproximadamente a mesma.

## 3.º — Condicionamento de carvão.

Focalizemos três aspectos desta questão: eliminação dos finos, secagem e calibragem.

As experiências realizadas em Monlevade mostraram que:

- 1 — Nos casos de granulação variável do carvão, a densidade aparente aumenta com a sua finura.
- 2 — Nos casos das granulações controladas, a maior densidade aparente é obtida quando se mistura, em porções aproximadamente iguais, uma parte em tamanhos médios (40-50 mm) com outra parte em tamanhos menores (13-20 mm).

Mesmo para um forno com 100% de sinter, o volume de carvão é 4 a 6 vezes maior que o restante da carga. Este fato focaliza a existência do problema, que aliás constitui uma particularidade dos altos fornos a carvão de madeira.

O estudo de uma solução prática da calibragem do carvão parece-nos digno de toda atenção.

#### 4.º — Condicionamento do ar insuflado.

Além do aquecimento do ar, que geralmente é aplicado, quatro sistemas de condicionamento foram estudados e experimentados:

- a) Enriquecimento com oxigênio;
- b) Secagem;
- c) Marcha a umidade constante;
- d) Marcha sob pressão.

Exceto o ponto (c), todos os sistemas enumerados são de instalação ou exploração caras.

Os dados de operação dos fornos suecos e dos de Monlevade (quadro I) mostram que um alto forno com 100% de sinter autofundente e de boa qualidade, trabalhando com carvão seco calibrado e ar a 800°C, não deve consumir mais de 470-480 kg de carbono por tonelada de gusa. Satisfeitas estas condições, pequena margem fica para a economia que o condicionamento do ar pode trazer. Ao consumo de 475 kg C/t de gusa corresponde, no caso de redução de hematita pura, à relação CO/CO<sub>2</sub> de 1,50-1,20, aproximadamente, no gás da goela. Para abaixar o consumo de carbono de 20 kg, a fim de passar a 450-460 kg C/t, o coeficiente CO/CO<sub>2</sub> deve cair até 0,8-0,9, aproximadamente, o que é muito difícil, sinão impossível atingir.

Concluimos que, apesar de extremamente interessante, teòricamente, o condicionamento do ar é um problema mais econòmico que técnico; saber se a diminuição de consumo de carvão e um eventual aumento de produção compensam o custo de instalação e operação.

A secagem do ar e o seu enriquecimento com oxigênio têm grande semelhança nas suas características principais: alto custo, menor consumo de combustível por tonelada de gusa e grande aumento de temperatura em frente das ventaneiras e na rampa. Êste último fator permite marcha mais rápida do forno, mas favorece a produção de gusa quente e a redução direta; agrava a situação dos refratários e pode introduzir complicações mecânicas.

A marcha a umidade constante, experimentada com sucesso na Rússia e no Canadá (ar frio e sêco), diminui a temperatura de combustão no forno e aumenta as suas solicitações térmicas, mas aparentemente ajuda muito a sua marcha regular.

A marcha sob pressão favorece as reações de redução indireta, diminui a velocidade dos gases no forno e ajuda a descida regular da carga. Cerca de 20 fornos que operam, atulamente, sob pressão, nos EE. UU., Rússia e Inglaterra foram modificados com o objetivo principal de aumentar a produção com o mesmo consumo de coque, ou poder empregar um coque de qualidade inferior. Solucionadas as dificuldades mecânicas ocasionadas pelos cones de carregamento e válvulas de pressão, os resultados de todos os fornos foram considerados satisfatórios. As razões da aplicação de marcha sob pressão para os fornos a carvão de madeira são diferentes das dos fornos a coque. Nêste último caso, em ordem de importância, procura-se aumentar a produção através da diminuição das perdas da poeira, regularizar a descida da carga e enfim reduzir o consumo de combustível. No caso dos fornos a carvão de madeira não há problemas de poeira, nem praticamente de descida da carga. Pode-se esperar aumentar a produção através da intensificação das reações, que já são rápidas («eficiência de operação» muito alta), e diminuir ligeiramente o consumo de carvão.

Entre os sistemas de condicionamento do ar, a marcha sob pressão oferece as maiores possibilidades. Temos, todavia, a impressão de que, para alcançar um melhoramento sensível, será preciso empregar pressões bem mais elevadas que no caso dos fornos a coque. Os fornos americanos trabalham sob 0,7 atm.; na Inglaterra há um forno em construção que será operado sob

1,4 atm. Os fornos a carvão de madeira deveriam manter uma pressão de algumas atmosferas na goela.

## CARVÃO

### Reservas Florestais Nativas e Plano de Reflorestamento

No «Plano de Reflorestamento para as Usinas Siderúrgicas do Centro de Minas», a comissão elaboradora nomeada pelo Ministério da Agricultura, em Dezembro de 1950, constatou que a reserva de carvão vegetal da nossa Usina de Siderúrgica se elevava a 4.000.000 m<sup>3</sup> de carvão, o que lhe assegurava uma subsistência de 45 anos sem recorrer ao segundo corte.

A reserva pela referida comissão constatada para a Usina de Monlevade subia a 12.625.000 m<sup>3</sup> de carvão. Atualmente esta reserva sobe a mais de 18.000.000 m<sup>3</sup>.

Com o nosso programa de expansão, a Usina de Monlevade deverá produzir anualmente 250.000 ton. de gusa. Tomando-se um consumo básico de 3 metros cúbicos de carvão por tonelada de gusa, aquelas reservas assegurariam a Monlevade uma vida de 25 anos sem recorrer ao segundo corte.

Portanto, sob o ponto de vista de reservas carvoeiras, a nossa situação é tranquila.

Atendendo, entretanto, ao interêsse de racionalizar o serviço de produção de carvão e à circunstância de parte das reservas encontrar-se a longas distâncias, na dependência de transporte ferroviário, a Companhia organizou o seu Serviço Florestal.

Nos seus primeiros anos, êsse serviço lutou com a falta de técnicos e com as dificuldades peculiares à elaboração de um programa inicial. Hoje trabalha com plena eficiência e não se limita a plantar eucaliptos, o que faz em regime industrial, mas também estuda as possibilidades de reflorestamento com outras essências. Tem dado especial atenção à plantação de Peroba de Campos (Paratecoma Peroba-Record Kulhaman), evidentemente visando ao abastecimento de madeiras para obras.

A Companhia Belgo Mineira organizou um programa de reflorestamento visando a ir paulatinamente substituindo o carvão procedente das matas nativas pelo das matas de eucaliptos. Já no próximo ano começarão as florestas de eucaliptos e outras de Jacaré a concorrer na safra de carvão.

O quadro que se segue condensa o plano pré-estabelecido, que visará a colocar a Usina de Monlevade independente do



carvão das matas nativas, em 1970, ficando estas e as espontaneamente regeneradas como reservas.

Naquela data precisaremos ter a capacidade de produção anual de 750.000 m<sup>3</sup>. Na organização do programa, admitimos que, no fim do sétimo ano, 20 árvores produziram 1 metro cúbico de carvão. Uma poda, 5 anos após, produziria apenas 50%. Admitimos mais 7 anos para o 2.º corte, ou sejam 12 anos após o primeiro, com o mesmo rendimento dêste. Não cogitamos ainda de 2.ª poda e 3.º corte.

Na realidade, não há no Centro de Minas experiências relativas ao rendimento do eucalipto. De tôda maneira, as nossas reservas nativas nos põem a salvo de qualquer surpresa.

Não nos iludimos quanto às dificuldades técnicas que se antepõem ao referido programa, e é possível que a prática ou surpresas do futuro nos obriguem a modificá-lo.

### Fabricação

Até o presente momento o carvão utilizado nas usinas do Centro de Minas provém, na sua totalidade, das florestas nativas da região. Como ficou dito, as florestas adquiriram, com a siderurgia, valor econômico, e a sua preservação passou a ser de interesse, tanto nas propriedades das companhias siderúrgicas como nas particulares. Disto resultou a possibilidade do segundo corte, que já se faz em larga escala naquela região.

Atualmente caminha-se francamente para a racionalização da fabricação de carvão. Não se poderá fixar um único processo, pois a região é extremamente montanhosa e os métodos terão de acompanhar as características topográficas, as possibilidades de assistência permanente ao serviço, e a quantidade e qualidade da mata em cada ponto. Utilizam-se para carbonização os processos de meda e de fornos simples, vulgarmente chamados japoneses. As medas, pelas razões abaixo, tendem a desaparecer:

- a) **Menor rendimento** — Constata-se um menor rendimento da lenha neste processo, rendimento que depende de fatores incontrolláveis, tais como o homem, terra de cobertura, assistência, etc.;
- b) **Terra de cobertura** — As terras argilosas não satisfazem para a cobertura das caieiras, pois durante a carbonização elas se retraem, formando fendas e permitindo entradas de ar não controláveis, o que muitas vezes

diminui o rendimento de modo altamente prejudicial. O transporte de terra quase sempre é anti-econômico, dadas as condições topográficas locais;

- c) **Faxina** — A faxina é necessária para cobrir a meda, antes da camada de terra. Geralmente utiliza-se, para isto, o capim, de preferência capim-gordura. Como este não é encontrado nas matas, o seu transporte se torna caro e difícil;
- d) **Homem** — No processo de medas a influência do homem é decisiva. Um bom carvoeiro tira na meda o mesmo rendimento que num forno e fábrica um carvão de boa qualidade. Mas há falta de carvoeiros competentes. Além disto, a assistência a uma caieira, quando em cozimento, é extremamente penosa, pois se faz mistér dia e noite. Disto resulta, em vista do pequeno espírito de lucro do nosso homem rural, que, após queimar uma série de medas, êle entra em descanso, reduzindo a sua eficiência a cêrca de 50% do normal.

No processo de medas o transporte se resume no do carvão, pois as caieiras são localizadas nas derrubadas, junto à lenha. Das medas às estradas de rodagem ou estrada de ferro, o transporte é feito por tropas. Daí às usinas, por caminhões ou vagões. No processo de carbonização em fornos, caminha-se para o que poderemos chamar industrialização da fabricação de carvão, porque abandona-se o empirismo e a dependência total do carvoeiro. O processo cria dificuldades: além da construção dos fornos, há necessidade do transporte da lenha, mais caro e mais difícil que o do carvão. Exige a construção de maior quilometragem de estradas de rodagem, o que em terrenos acidentados é um problema difícil. O transporte da lenha se faz por todos os meios: por gravidade, aproveitando-se as escostas até o fundo das grotas, onde se localizam os fornos; com tropas; com caminhões; e principalmente com carretas especiais puxadas por bois ou pequenos tratores.

A fisionomia da fabricação do carvão irá mudar radicalmente quando se começar a exploração dos eucaliptais. As matas serão uniformes em essências e dimensões. As estradas, habitações, instalações de assistência já terão sido construídas durante a plantação da mata, sob planos previamente estudados, tendo em vista a exploração do carvão. Dispôr-se-à inclusive do homem

com melhor padrão de vida, que deixou de ser um nômade. Assim será possível um planejamento, com soluções próprias para cada local e com instalações definitivas, pois a exploração do carvão de eucalipto se fará cada 7 anos, num ritmo industrial. Infelizmente é muito pobre a literatura técnica em tudo que diz respeito à fabricação de carvão de eucaliptos.

Devemos consignar aqui as nossas referências aos trabalhos executados no Laboratório do Departamento de Produção Mineral de Belo Horizonte pelo Eng. Jaime Benedito de Araújo, sobre ensaios físicos, químicos e mecânicos em carvões de matas nativas e diversas variedades de eucaliptos. Aqueles trabalhos mais resultaram de um esforço pessoal do Eng. e, conforme advertência do próprio autor, visaram mais a levantar a discussão sobre tão momentoso problema.

A C.S.B.M. programou e está em vias de executar um ensaio técnico econômico, em larga escala, e que durará anos, tendo em vista determinar, entre outros, os seguintes dados:

- a) Derrubada da mata utilizando machado e serras mecânicas, a gasolina, elétricas ou a ar comprimido;
- c) Corte de lenha pelos métodos acima;
- c) Idade e umidade ótimas para a lenha a ser carbonizada;
- d) Processos de carbonização e tipos de fornos que melhor se adaptem às essências plantadas;
- e) Temperatura ótima de carbonização para cada espécie de eucalipto;
- f) Ensaios físicos, químicos e mecânicos nos carvões provenientes da cada espécie de eucalipto.

Ao lado disto far-se-ão pesquisas puramente florestais para determinar:

- a) Quais as essências de maior rendimento em volume e densidade de carvão por unidade de área plantada;
- b) Qual a idade ideal para os cortes;
- c) Como se comportarão na brotação as diversas espécies;
- d) As plantações serão estudadas sob ponto de vista entomológico para a sua defesa.

Com isto saber-se-á, no fim de alguns anos, quais as espécies que se devem plantar, como defendê-las, quando e como

cortá-las e principalmente como carbonizá-las, para, no fim, ter-se um bom carvão siderúrgico.

A questão dos fornos será, também, evidentemente, objeto de estudos, que serão uma continuação daqueles já iniciados pela C.S.B.M. Teremos no fim selecionado alguns tipos, tendo em vista principalmente as condições locais. Os fornos complexos para aproveitamento de sub-produtos da carbonização serão também estudados e a sua utilização em certos e determinados locais será provavelmente possível; uma generalização do seu emprêgo será com tôda a certeza anti-econômica.

### Armazenamento

A tendência é de evitar-se que o carvão receba chuva. Está provado que êste combustível vegetal, com mais de 15% de umidade, prejudica a marcha do forno. Há, além disto, maior peso a transportar e maior consumo de carvão por tonelada de gusa. O carvão pode absorver, exposto às intempéries, mais de 60% de umidade. O ideal seria transportar o carvão para as usinas, onde há depósito coberto, logo após a sua fabricação. No período de sêca isto é possível. No período chuvoso, somente onde há boas estradas. Com a racionalização da fabricação também êste ponto deverá ser considerado.

Outro assunto que deve ser levado em consideração no armazenamento do carvão é a questão da combustão espontânea. A carbonização a baixa temperatura (até 45.º), produz um carvão capaz de absorver oxigênio nas condições normais do ambiente. Forma-se algum gás carbônico praticamente sem importância. Entretanto, outras reações moleculares são constatadas, com elevação de temperatura. Devido a esta elevação, a propriedade de absorção do oxigênio aumenta ainda mais. Se o monte de carvão está isolado tèrmicamente, principalmente em depósitos de grande altura e onde há muita moinha provocando a dificuldade de irradiação do calor, as condições de ignição podem ser atingidas. E' aconselhável, assim, um pouco contraditòriamente no que respeita à umidade, que o carvão seja exposto ao ar por algum tempo antes de ser estocado. Ficará assim saturado de oxigênio e tornar-se-á estável. Também é aconselhável não fazer depósitos com mais de 10 metros de altura. Há essências nas nossas florestas nativas que têm a propriedade de absorver o oxigênio, mesmo carbonizadas a alta temperatura. Carvão daquelas essências constitui um perigo.

# PLANO DE REFLORESTAMENTO PARA A USINA DE MONLEVADE

FORMAÇÃO			EXPLORAÇÃO							
Ano	Lote	Arvores	Ano	1.º CORTE		1.ª PODA		2.º CORTE		Produção anual m³
				Lote	Produção do carvão	Lote	Produção m³ carvão	Lote	Produção m³ carvão	
1954	A	6.000.000	1960	A	300.000	—	—	—	—	300.000
1955	B	6.000.000	1961	B	300.000	—	—	—	—	300.000
1956	C	6.000.000	1962	C	300.000	—	—	—	—	300.000
1957	D	6.000.000	1963	D	300.000	—	—	—	—	300.000
1958	E	6.000.000	1964	E	300.000	—	—	—	—	300.000
1959	F	6.000.000	1965	F	300.000	A	150.000	—	—	450.000
1960	G	6.000.000	1966	G	300.000	B	150.000	—	—	450.000
1961	H	6.000.000	1967	H	300.000	C	150.000	—	—	450.000
1962	I	6.000.000	1968	I	300.000	D	150.000	—	—	450.000
1963	J	6.000.000	1969	J	300.000	E	150.000	—	—	450.000
1964	K	6.000.000	1970	K	300.000	F	150.000	—	—	450.000
1965	L	6.000.000	1971	L	300.000	G	150.000	—	—	450.000
1966	M	6.000.000	1972	M	300.000	H	150.000	A	300.000	750.000
1967	N	6.000.000	1973	N	300.000	I	150.000	B	300.000	750.000
1968	O	6.000.000	1974	O	300.000	J	150.000	C	300.000	750.000
1969	P	6.000.000	1975	P	300.000	K	150.000	D	300.000	750.000
1970	Q	6.000.000	1976	Q	300.000	L	150.000	E	300.000	750.000
1971	R	6.000.000	1977	R	300.000	M	150.000	F	300.000	750.000
1972	S	6.000.000	1978	S	300.000	N	150.000	G	300.000	750.000
1973	T	6.000.000	1979	T	300.000	O	150.000	H	300.000	750.000
1974	U	6.000.000	1980	U	300.000	P	150.000	I	300.000	750.000
			↓				↓		↓	↓

## COMPARAÇÃO DOS ALTOS FORNOS A CARVÃO DE MADEIRA COM OUTROS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE GUSA

Ao fazermos as comparações que se seguem, não é nosso objetivo preconizar êste ou aquele sistema. Somos de opinião que neste vasto Brasil todos os sistemas podem ter a sua aplicação, dependendo de outros fatores econômicos, e que também se pode pensar em usinas mistas.

Na confrontação dos méritos dos diferentes sistemas de obtenção de gusa líquido, que se seguem, tomamos como referência os altos fornos a carvão de madeira.

### Altos Fornos a coque

Devido à boa resistência mecânica do coque, os altos fornos podem alcançar enormes tamanhos — 1.500 ou mais toneladas de gusa por 24 horas, do que resultam:

- 1 — Menor investimento por tonelada de gusa.
- 2 — Menor custo de operação e de reparações por tonelada.
- 3 — Menores perdas de calor por unidade de produção.

A campanha do alto forno a coque é, normalmente, maior que a do forno a carvão de madeira.

Os fornos a carvão de madeira provavelmente não poderão ser muito maiores que 300 t/24 h. Em compensação apresentam vantagens sobre o forno a coque, que enumeramos em seguida:

- 1 — Gusa de melhor qualidade, com baixo teor de enxofre.
- 2 — Menor consumo de combustível, apesar de maiores perdas de calor por irradiação, condução, etc., por tonelada de gusa, devido à possibilidade de produzir um gusa mais frio, formar escórias mais fluidas e em menor quantidade, não havendo problema de enxofre.
- 3 — «Eficiência de operação» (quadro I) sensivelmente maior.
- 4 — Menor perda por poeira.
- 5 — Menor pressão do ar insuflado e menor volume de ar por tonelada de gusa, o que diminui o consumo de

energia pelos compressores e as perdas de ar nos condutos.

6 — Construção e manutenção do forno mais simples, sendo desnecessário o resfriamento da rampa e da cuba.

### Fornos Elétricos

Recentes desenvolvimentos na produção dos eletrodos Soederberg e na construção dos fornos permitem, segundo os dados da Elektrokemisk, na Noruega, elevar a capacidade dos fornos elétricos até 400 toneladas por 24 horas, para fornos com 6 eletrodos, e até 600 t/24 h para fornos equipados com 9 eletrodos. Anteriormente, 200 toneladas foram consideradas como limite, devido a excessivas perdas de energia elétrica. Comparando um forno elétrico com um alto forno a carvão de madeira, devemos considerar três tipos:

#### 1 — Fornos Elétricos a carvão vegetal.

- a) A pequena resistência mecânica do carvão não constitui um problema, nem limita o tamanho do forno como no caso de um alto forno;
- b) O consumo de **carbono** é da ordem de 350 kg/t de gusa;
- c) O forno elétrico oferece maior flexibilidade na regulação da composição do gusa;
- d) O investimento e a mão de obra são comparáveis para os dois sistemas, se considerarmos exclusivamente os fornos.

A desvantagem mais séria é o alto consumo de energia elétrica — 2.500 kw/h por tonelada de gusa. Para poder competir com um alto forno, na mesma localidade, o preço desta quantidade de energia deveria ser igual ao preço de 150 kg de C (carbono) ou 0,8 m<sup>3</sup> de carvão de madeira.

Não tomamos em conta nesta comparação geral o problema do gás do forno. O gás do forno elétrico tem maior poder calorífico, mas a sua quantidade é menor que a de um alto forno, mesmo, descontando o gás consumido pelos Cowpers.

## 2 — Fornos Elétricos a coque.

As vantagens dos fornos elétricos enumerados sob o item a aplicam-se igualmente aqui. Notemos que a eliminação do enxofre não constitui um problema grave, devido à menor quantidade do agente redutor e às temperaturas mais altas.

A qualidade do gusa é ligeiramente inferior à do gusa produzido com o carvão de madeira, mas em compensação é possível empregar um coque de má qualidade, com altos teores de cinzas e enxofre.

O consumo de energia elétrica é da mesma ordem que no caso anterior.

## 3 — Fornos elétricos operados com a mistura coque/carvão vegetal.

A maior vantagem deste sistema é a sua grande flexibilidade. A porcentagem de coque ou carvão de madeira na carga pode ser ajustada segundo a sua disponibilidade ou economia momentânea da usina. Misturado com o carvão, o coque pode ser de muito má qualidade.

### Fornos Baixos

O processo de obtenção de gusa num forno baixo, seja sem ou com enriquecimento do ar com oxigênio, sem ou com briquetagem das matérias primas, está ainda num estado de desenvolvimento e de experiências em escala semi-industrial. Em consequência, não se pode ainda fazer comparações que envolvam a construção e a operação do forno.

Limitar-nos-emos a abordar os aspectos mais característicos deste processo:

- 1 — Seu principal objetivo é operar com carvão não coqueificável e outros combustíveis impróprios para os altos fornos.
- 2 — Na Europa também visava ao aproveitamento de minérios de difícil trabalho nos altos fornos.
- 3 — Caracteriza-se por um consumo elevado de combustível, mas produz um gás com elevado poder calorífico.



Consideramos que é ainda cedo para podermos tecer outros comentários sôbre êste processo.

## POSSIBILIDADE DE INCREMENTO DA SIDERURGIA A CARVÃO VEGETAL NO BRASIL E BASES PARA A INSTALAÇÃO DE NOVAS USINAS

Já tivemos ocasião de tornar público o programa da Companhia Siderúrgica Belgo Mineira, em vias de execução, para ampliar a produção de aço da Usina de Monlevade para 300 mil toneladas anuais, o que exigirá uma produção da ordem de 250 mil toneladas de gusa.

Também cogitamos de elevar ligeiramente a nossa produção na Usina de Siderúrgica.

A Companhia Ferro Brasileiro cogita no momento de substituir os seus fornos atuais por unidades de 150 ton. diárias de produção normal e equipar-se com uma usina de sinterização.

No nosso modo de entender, novas usinas a carvão de madeira poderão ser razoavelmente previstas para a capacidade anual de 250 a 300 mil toneladas. E' nosso pensamento que usinas com tonelagens desta ordem podem concorrer em boa situação com os seus produtos no mercado nacional, em preços de base internacional.

Na vastidão do nosso país e atendendo-se ao aspecto ortográfico que dificulta o estabelecimento de uma eficiente rede de transportes, a descentralização das indústrias não deve deixar de ser levada em alta consideração.

Não devemos nos impressionar com as gigantescas usinas americanas, que sem dúvida trazem uma série de vantagens, mas outras tantas desvantagens. Na Europa, talvez a capacidade média das usinas não exceda de 300 mil toneladas.

A localização de novas usinas no Centro de Minas não teria problema nem de minério, nem de fundentes. Quanto à energia elétrica, apesar do extenso programa que o Governo Mineiro vem realizando neste campo, acreditamos que toda a energia prevista já estará comprometida antes de realizada. Mas ainda há muitas possibilidades econômicas nos caudais mineiros. Quanto às reservas florestais, dadas as condições econômicas atuais,

julgamos deverão as novas usinas basear-se em florestas cultivadas. O sólo do Centro de Minas em média é inferior ao sólo paulista, e não devemos esperar o mesmo rendimento das matas daqui, mas por outro lado o custo do alqueire é bem razoável.

Resta o problema do transporte dos produtos acabados. Devemos confessar ser êste no momento o problema n.º 1 dos industriais mineiros. Mas se acreditamos no progresso dêste País, é porque acreditamos na capacidade e patriotismo dos nossos homens públicos e assim devemos confiar em que saberão remover, em futuro próximo, êste entrave ao ritmo do progresso da Nação.

Uma usina situada nas proximidades de São Paulo teria que lutar com a mesma dificuldade de transporte para o seu abastecimento de minério, na razão de 50% a mais que o do produto acabado. Contaria com solo melhor para as matas de eucaliptos, mas provavelmente em terreno mais valorizado. Quanto à possibilidades de energia elétrica, talvez a situação, equivalha à do Centro de Minas.

A localização no litoral, contando com as possibilidades da Vitória a Minas para o transporte de minério e a via marítima para a irradiação dos produtos acabados, parece-nos digna de estudos.

Outros locais do País ficariam inicialmente na dependência do abastecimento de minério de ferro, eis que jazidas dêste mineral, com possibilidades econômicas, fóra do Centro de Minas, sòmente são conhecidas as de Urucum, em Mato Grosso, e as do Amapá, ambas muito longe dos centros de consumo nacional.

Prezados Colegas:

Ao darmos por encerrada esta palestra, sentimo-nos na obrigação de lembrar-vos que, ao elaborar o nosso trabalho, tivemos em vista vos apresentar, unicamente, o aspecto técnico do funcionamento e as possibilidades de manutenção dos altos fornos a carvão de madeira.

Pareceu-nos ser esta a finalidade para a qual fomos convocados, e, assim sendo, abstivemo-nos, propositadamente, da análise econômica ou — poderíamos mesmo dizer — político-econômica dêste sistema de siderurgia.

Com efeito, si fôssemos abordar também êstes outros aspectos da questão, deveríamos alongar demasiadamente a nossa exposição e teríamos, sem dúvida, material para uma semana inteira de debates — pelo menos!

Julgamos que não nos faltarão outras oportunidades, no futuro, para o exame dos demais problemas inerentes à nossa indústria siderúrgica, quando, então, poderão ser focalizados, com a devida amplitude, os problemas que hoje foram deixados à parte...

Desejamos, todavia, reiterar a nossa absoluta confiança na siderurgia baseada no carvão vegetal e na sua fatal expansão neste País.

Pela sua autosuficiência no que concerne às diversas matérias primas, consideramo-la a mais capaz de atender, mesmo em condições externas adversas, à própria segurança da Nação.

Todavia, devemos reconhecer que a siderurgia brasileira é hoje uma realidade — e nela se encontram, lado a lado, com as mesmas perspectivas de sucesso e crescimento, os altos fornos a coque e os altos fornos a carvão vegetal!

Ambos servindo ao Brasil, permitindo o desenvolvimento das suas indústrias e a expansão econômica do seu povo!

Com o progresso da ciência e da técnica, outros métodos poderão ainda vir a ser empregados, porque, nesse campo industrial, não vemos razão para a exclusividade absoluta de um sistema, com total supressão dos demais...

Permitimo-nos, por isso mesmo, apontar, à consideração dos que se interessam realmente pelo progresso da nossa siderurgia, um problema que reputamos da mais alta importância.

Aos estudiosos da metalurgia do ferro não pode ter passado despercebida a feliz solução que seria a redução dos minérios à base de hidrogênio. O problema está na cogitação dos técnicos pelo menos há décadas, mas ainda não atingiu, sequer, a etapa semi-industrial.

Cumprе todavia considerar que esta solução, de certo modo revolucionária, não pode interessar aos países que lideram o progresso da siderurgia no mundo, pois justamente êles é que possuem imensas reservas de bom carvão mineral e já têm empataados vultosos capitais na suas usinas.

Dispondo do melhor minério de ferro e de reservas inexgotáveis de potencial hidráulico, a situação do Brasil, com a vitória dêste processo, seria privilegiada e praticamente sem competição.

Assim, conclamamos os colegas presentes a se congregarem num movimento junto aos institutos técnicos de pesquisas, às escolas e às grandes organizações industriais, no sentido de se dedicarem com afinco à solução do problema.

De nossa parte, podemos afiançar que a Belgo Mineira está disposta a lançar capital, técnica e todo o seu entusiasmo na consecução deste objetivo, sem qualquer interêsse individualista, porém sinceramente devotada ao progresso constante do Brasil!

## DEBATES

DR. ROMULO DE ALMEIDA — Todos nos devemos congratular pela excelente conferência que acabamos de ouvir. Eu, agora, tenho o prazer de dar a palavra ao Prof. Amaro Lanari Jr., para encaminhar os debates.

PROF. AMARO LANARI — Inicialmente, eu pediria aos presentes que, ao pedirem a palavra, dêem o seu nome, falando claramente junto ao microfone, para que as palavras possam ser gravadas no aparelho. Para os debates de hoje, a palestra impressa do Dr. Ensich nos facilita muito o trabalho, de modo que nós seguiremos capítulo por capítulo a exposição feita. A 1.<sup>a</sup> parte, introdução, creio que pode ser deixada e os assuntos que merecem qualquer esclarecimentos poderão ser abordados, quando se tratar do restante dos capítulos. Começaremos, portanto, pelos comentários sobre altos fornos e, ao mesmo tempo, a possibilidade de economia de carvão e aumento do rendimento dos altos fornos a carvão de madeira. A 1.<sup>a</sup> parte trata do emprêgo do sinter no condicionamento das matérias primas. Está aberta a discussão neste assunto.

ENG. LOUIS J. ENSICH — Antes de iniciarmos os debates, quero agradecer aos engenheiros da nossa organização que ajudaram na elaboração desta Conferência. Todos eles terão grande prazer em darem os esclarecimentos que forem julgados necessários. Obrigado.

ENG. JOÃO GUSTAVO HAENEL — O Eng. Louis J. Ensich analisa muito bem os fatores que tenderiam a modificar a posição do alto forno a carvão de madeira, em relação a épocas anteriores e dá três fatores, um dos quais apenas seria, digamos, exclusivo das áreas tropicais e sub-tropicais, que é a rapidez com que se renovam as florestas naturais ou artificiais no Brasil, por exemplo, em comparação com a Suécia. Sempre que falamos em siderurgia a carvão vegetal, damos como exemplo a Suécia.

e ficou, por assim dizer, uma praxe comparar com, ou tomar-se como meta, o desenvolvimento suéco. Recentemente, eu tive uma surpresa muito desagradável, que foi a de verificar que, infelizmente, na Suécia, a situação é tão otimista quanto quer nos parecer e que lá há uma regressão muitíssimo acentuada da siderurgia a carvão de madeira, e, por exemplo, se, em 1938, a Suécia produzia 345.000 toneladas por ano de gusa a carvão de madeira, em 1949, já estava em 220.000 toneladas, em 1950, 173.000 e, em 1951, 137.000, quer dizer, uma redução, em 13 anos de 1/3; de 345.000 para 137.000. Esta publicação explica que um dos fatores seria a valorização da madeira para confecção de celulose, que teria desviado o interesse para a siderurgia mas, de qualquer maneira, é um fato, um tanto assustador, verificar que na Suécia há esta redução brusca acentuadíssima, para uma produção de apenas 137.000 toneladas de gusa a carvão de madeira, enquanto há um crescimento paralelo ainda que não tão acentuado, da produção de gusa a coque, que passou de, em 1949, 557.000 toneladas, e em 1951, 677.000. Eu queria que o Dr. Ensich explicasse se nós temos realmente razão somente pelo fato do reflorestamento mais rápido, em esperar uma tendência completamente oposta à do único país que nos poderia servir de base.

ENG. LOUIS J. ENSICH — Realmente, a produção de ferro gusa à base de carvão vegetal tem diminuído na Suécia, mesmo pela valorização da madeira destinada à fabricação de celulose, razão pelo senhor mesmo exposta. De outro lado, entretanto, a Suécia tem quasi a obrigação de fornecer parte de seu minério à Polónia, a qual, em retôrno, paga o minério com carvão. A produção siderúrgica da Suécia tem aumentado especialmente por causa desse intercâmbio minério-carvão. No norte da Suécia existe uma usina que funciona com base no cóque importado utilizando minérios da região. Esse minério é exportável e é até transformado em sinter em fornos elétricos. Nessas condições, a proporção de ferro gusa à base de cóque aumentou na Suécia e, pelas duas razões, a produção de gusa à base de carvão vegetal diminuiu. Agora, as condições na Suécia, como falamos aqui, são, naturalmente, bem diferentes das condições do Brasil.

ENG. JOÃO GUSTAVO HAENEL — 800.000 toneladas... Isto significa que a regressão é contínua e brusca e pergunto se não teríamos fatalmente a mesma tendência aqui no Brasil e, talvez, pelas mesmas razões.

ENG. LOUIS J. ENSICH — Bem. Não digo que seja impossível acontecer a mesma coisa aqui no Brasil. Ao contrário, acho que

será facilmente possível, uma vez tendo uma exportação de minério de ferro em larga escala e estradas de ferro que permitam o transporte, passar à siderurgia a cóque, o que nos permitirá utilizar o eucalipto que tivermos plantado até lá para fabricar celulose também. Neste caso a situação econômica do Brasil continuará favorável, provavelmente até mais favorável, porque não tendo necessidade de importar celulose, poderá importar carvão ou cóque em condições mais vantajosas. Provavelmente a economia que se fará em divisas naquela época será tão grande que permitirá importar cóque e fazer funcionar nossos altos-fornos com cóque ou carvão importado. É muito possível que esta possa ser um dia a situação do Brasil, mas acredito que ela não virá tão depressa como na Suécia.

PROF. THARCISIO D. DE SOUZA SANTOS — Antes de formular algumas perguntas sobre questões expostas, desejo cumprimentar o Eng. Louis J.ensch pela magnífica conferência. A sua conferência, que ouvimos com grande interesse, traduz o resultado dos trabalhos de cerca de trinta anos dedicados ao progresso da metalurgia no Brasil; o êxito da Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira pode bem ser avaliado pelos resultados — verdadeiramente extraordinários — que vem sendo obtidos, por um esforço continuado de sua excelente equipe de técnicos. No decurso dos últimos anos foi possível à Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira acumular uma enorme experiência aqui no Brasil, graças à qual acabaram por reduzir o consumo do carvão vegetal de cerca de 50%, ao mesmo tempo em que conseguiram elevar a produção de seus fornos de 40%. Tornaram assim comparáveis em eficiência seus altos-fornos a carvão vegetal de 150 t/dia aos grandes altos-fornos a coque de 1000 t/dia. Esses resultados são notáveis, porquanto a eficiência não é afetada pela proporção da escala, de 1 para 7. Orgulhamo-nos todos de que haja aqui, a equipe de técnicos liderada pelo Dr.ensch, conseguido obter em sua usina de Monlevade tão alta marca de progresso técnico.

Mostrou também o Eng.ensch que o carvão vegetal teve, tem, e terá, na metalurgia brasileira, um papel que não pode ser sub-estimado. É que, com a maneira nova de considerar o problema do carvão vegetal que a sua Companhia está realizando, que maiores perspectivas se abrem para o futuro da siderurgia baseada em carvão vegetal. Certamente, e como salientou o Dr.ensch, não será fácil a tarefa de promover meios eficientes e econômicos para a progressiva mecanização da pro-

dução de carvão. Essa será uma missão dos técnicos brasileiros: a de adaptar processos de mecanização que existam no exterior e que possam, modificados, vir a ser utilizados em crescente intensidade na exploração das florestas plantadas de eucaliptos para a produção de carvão vegetal.

Passando agora às questões puramente técnicas, gostaria de, em primeiro lugar, perguntar ao Dr. Ensck sôbre o problema da estabilidade à umidade atmosférica do sinter totalmente fluxado. Na nossa experiência pessoal de produção e utilização de sinter de chumbo na Usina Experimental de Apicá temos verificado que, em virtude da umidade atmosférica, o sinter auto-fluxado e que recebeu calcáreo na carga, não resiste à desintegração resultante da fixação da humidade pela cal presente no sinter por mais de cerca de 48 horas. Na redução de sinters de chumbo é também de grande conveniência a produção de um sinter auto-fluxado: nêsse caso tenho obtido velocidades de redução de 49,8 /dia/m<sup>2</sup> de área da secção do forno no nível das ventaneiras, velocidade idêntica à que tem sido registrada nos maiores fornos de chumbo do mundo, como em particular dos grandes fornos de 870 t/dia de carga da usina de Port Pirie, da Broken Hill Associated Smelters Proprietary Limited, Australia do Sul.

Apreciaria saber como a Companhia Siderúrgica Belo Mineira teria conseguido aumentar a resistência do sinter fluxado à ação da humidade atmosférica.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Realmente, a utilização de calcáreo na fabricação de sinter auto-fundente é muito discutida ainda até para o minério de ferro e o nosso especialista, em sinter, o Dr. Francisco Pinto, que tem mais experiência nêste caso do que eu pessoalmente, poderia esclarecer mais detalhadamente.

ENG. FRANCISCO JOSÉ PINTO DE SOUZA — Bem, nossa experiência até o momento, com sinter completamente auto fluxado foi feita com uso de escória granulada de fornos Martin, que depois de muitos esforços conseguimos granular. Realmente só granulamos a chamada escória de reação e para a nossa experiência preparamos cerca de 300 toneladas dêste material. O problema desta granulação está completamente resolvido dependendo apenas de detalhes mecânicos para sua utilização normal. Com êste sinter completamente auto-fluxado fabricado com adição de escória de forno Martin pudemos trabalhar uma semana em um forno utilizando exclusivamente sinter e carvão. Foi um brilhante sucesso, embora o prazo de uma semana para



experiência em Alto Forno deva ser considerado demasiado curto. Entretanto respondendo a pergunta do colega não tivemos nesta semana qualquer problema de desagregação do sinter. Ainda temos exemplar de sinter feito, se não me engano, há dois meses e sem qualquer indício de desagregação. Aproveito a oportunidade para me referir ao que poderíamos chamar sinter semi-auto fluxado e obtido com adição de escória granulada de Alto-Forno.

Trata-se do caso particular quando se opera com carvão de madeira (portanto sem enxôfre) e minérios extremamente puros. É exatamente o nosso caso. Como foi dito na Conferência, em Monlevade trabalhamos nos Altos Fornos com quantidades mínimas de escória por tonelada de gusa produzido. Tal é a pureza do minério que mesmo para obtermos o mínimo necessário, éramos sempre obrigados a adicionar sílica e calcáreo à carga dos Fornos. Outras Usinas mineiras em situação idêntica adotaram a prática de retornar certa quantidade de escória do próprio forno. Resolvemos em vez de empregar esta escória nos Fornos fazê-lo antes no sinter, granulando previamente em tanque de água, prática extremamente simples.

O sucesso foi completo: a capacidade média de produção da nossa panela de sinterização elevou-se de 50% e resolveu o problema de sinterizar jacutinga pura, que só o era feito de modo mais ou menos precário.

As adições são da ordem de 10 a 12% de escória. O teor de CaO no sinter varia de 2,5 a 3 por cento e por isso é que chamamos, talvez imprópriamente, sinter semi-auto fluxado. Com este produto não houve qualquer problema de desagregação e o sinter dura meses a fio mesmo imerso nágua. É prática corrente em Monlevade desde dezembro de 1950.

ENG. THARCISIO D. DE SOUZA SANTOS — Da forma que explicou o Eng. Francisco Pinto não tem a usina de Monlevade o problema de estabilidade para o seu sinter, uma vez que a carga recebe a adição, não de calcáreo, mas de escória contendo cal em solução. Dessa forma é evidente que não existe cal livre no sinter, e portanto, não existe o problema da eventual desintegração do sinter pela exposição, durante o tempo de armazenamento, à ação da umidade atmosférica.

Entretanto, como mencionou o Eng.ensch o uso de calcáreo na adição, pergunto se, nesse caso, não teriam sido encontrados os inconvenientes que aponte.

ENG. FRANCISCO JOSÉ PINTO DE SOUZA — Realmente com adição de calcáreo em pó não temos feito senão experiências tão

pequenas que não nos permitem responder com segurança a questão. Estamos entretanto justamente nos preparando para experiências mais completas e então poderemos voltar ao assunto.

NOTA — Em junho de 1953 fizemos mais prolongadas experiências produzindo 3.660 toneladas de sinter completamente auto-fluxado com adição de escória de alto-forno granulada e calcáreo em pó. Os resultados do emprêgo dêste sinter na proporção de 100% num alto-forno durante 13 dias foram excepcionais.

Não tivemos qualquer problema de desagregação e mantemos até o presente momento exemplares em perfeito estado e outros foram mantidos imersos nágua por dois meses. Realmente alguns pedacinhos de calcáreo com dimensões de alguns milímetros que se transformaram em cal desagregaram-se, mas isto em nada comprometeu a estabilidade do sinter.

ENG. MARIO DA SILVA PINTO — Dr.ensch, V. Excia. vai me permitir voltar à 1.<sup>a</sup> indagação que lhe foi feita pelo engenheiro João Gustavo Haenel. Eu tenho a impressão de que a interpretação à explicação dada pelo Dr. Haenel ou seja, diminuição da produção de gusa a carvão de madeira na Suécia por um uso mais nobre ou mais lucrativo da madeira, do que fazer-se carvão, é mais exata do que a que V. Excia. apresentou de uma barganha de minério de ferro suéco pelo carvão metalúrgico da Polónia e eu aproveito para dar um depoimento de negociações em que tomei parte recentemente. Há uma publicação também da ONU sôbre um balanço em carvão mineral da Europa e que chama a atenção de que a Polónia, que fornecia à indústria siderúrgica europeia cêrca de 10 milhões de toneladas de carvão, já não estava em condições de o fazer e alertava-se os países europeus sôbre êste ponto. E' uma publicação oficial da ONU, e, recentemente, a Carteira de Exportação e Importação, iniciou negociações sôbre a possibilidade de aquisição de carvão polonês para aliviar a pressão na área do dolar com a aquisição de tal combustível.

Verificou-se então, que a única possibilidade real, de negociações, seria no campo do fornecimento de carvão metalúrgico, para a Companhia Siderúrgica Nacional, ou para as Companhias de Gás, que são os grandes consumidores. E a resposta, que foi dada pela Polónia, que pretendia também minério de ferro Brasileiro, foi de que não podia dispensar nem uma tonelada de carvão metalúrgico. Qualquer negociação que pudesse ser efetuada, seria na base do fornecimento de carvão de vapor. De

modo que, parece-me que não deve haver, no momento de um grande esforço industrial polonês, uma entrega de carvão metalúrgico, e que portanto a explicação (eu não conheço a estrutura da importação do carvão na Suécia), dada pelo engenheiro Haenel de um uso mais nobre da madeira na Suécia, é mais viável do que essa de uma operação de barganha. Muito obrigado.

ENG. LOUIS J. ENSCH — A informação que dei se refere à Suécia da ocasião em que estive lá da última vez.

ENG. JOHAN PAULS — Em aditamento à controversia sobre a comparação da produção de ferro-gusa de carvão vegetal no Brasil, com a produção do mesmo ferro na Suécia, permito-me expressar alguns pontos de vista baseados nos conhecimentos e na experiência que adquiri durante os meus 15 anos de trabalho na indústria metalúrgica suéca.

Em primeiro lugar não considero justificada uma comparação direta do futuro da produção nacional de ferro gusa de carvão vegetal, com o desenvolvimento no decorrer dêste século da mesma produção na Suécia.

O fato é que nos últimos 50 anos dita produção na Suécia tem sofrido considerável baixa, tendo-se reduzido à quarta parte do que fôra antes. Considerando êste fato deve-se, todavia, ter em mente os fins aos quais se destinava o ferro-gusa suéco. Por volta do princípio dêste século usavam-se ainda em grande escala métodos metalúrgicos, como os processos Lancashire e Béssemer ácido, para a produção de aço, métodos êstes que não permitiam o emprêo de sucata e não possibilitavam o refino, o que por consequente, fazia necessário o uso de 100% de ferro-gusa de carvão vegetal em virtude do seu baixo conteúdo de fósforo e enxôfre. Além disto usava-se o ferro-gusa de carvão vegetal, em razão de sua análise, também para outros fins como p.ex. para fundição.

A introdução dos processos básicos — Siemens-Martin e fornos elétricos — reduziu o uso do ferro-gusa de carvão vegetal, o qual, sendo relativamente caro, foi então substituído pela sucata e pelo ferro-gusa de coque. O custo de produção do ferro-gusa de coque na Suécia é bastante mais baixo, em razão de permitir o emprêo de minérios mais baratos — além de o próprio coque ser mais barato do que o carvão vegetal — embora aqueles minérios, sendo inferiores dado o seu maior conteúdo de fósforo e enxôfre, resultarem num ferro-gusa igualmente de análise inferior, inconveniente êste que é eliminado, graças às possibilidades

que, no refino, oferecem os métodos metalúrgicos mais novos e modernos.

O desenvolvimento relatado resultou assim num declínio sucessivo do consumo de ferro-gusa de carvão vegetal, tanto nos mercados internacionais da Suécia — que consumiam a maior parte desta sua produção — como também no próprio mercado interno suéco, si bem que alí o declínio prosseguisse mais devagar.

Nos últimos anos, a redução do consumo na Suécia de ferro-gusa de carvão vegetal está continuando no que se refere à produção de aços finos, devido à rápida expansão da produção de ferro-esponja, graças aos processos que nos últimos anos se tem elaborado para a fabricação do mesmo.

Como é fácil verificar, a situação no Brasil, segundo o que foi exposto, difere completamente da situação na Suécia. — Aquí, pelo que concluí da palestra do prezado colega Dr.ensch, o ferro-gusa de carvão vegetal serve geralmente ao mesmo fim que o ferro-gusa de coque, ou seja para a produção de ferro comum. Na Suécia, ao contrário, o ferro-gusa de carvão vegetal não pode, nem poderá, pelas razões já expostas, competir em preço com o ferro-gusa de coque. Pelo que concluo, ainda, da palestra que ouvimos, a produção de ferro-gusa de carvão vegetal no Brasil é, em relação à do ferro-gusa de coque, mais barata do que na Suécia. Uma das várias razões dêste fato é sem dúvida que o eucalipto aquí empregado cresce de 5 a 10 vezes mais depressa que o pinho e outras árvores que fornecem a matéria prima para o carvão vegetal na Suécia. Por outro lado a obtenção de coque no Brasil apresenta várias desvantagens, em relação ao caso da Suécia, não obstante esta não dispôr de jazidas de carvão mineral. Além do fato de ser o carvão no Brasil de qualidade inferior ao europeu, representa o problema do transporte em geral e especialmente um verdadeiro obstáculo, em consequência das grandes distâncias entre as zonas carboníferas e os centros industriais, circunstância que encarece sobremodo o combustível. Ademais os fretes para coque de origem estrangeira são evidentemente mais elevados para o Brasil do que para a Suécia, também por efeito da maior distância.

Sòmente num único caso pode-se comparar a situação dos dois países e isto é no que diz respeito à influência que exerce a produção de ferro esponja sôbre o consumo de ferro-gusa. Ambos os países têm minérios ricos em ferro, condição essencial para a produção de ferro-esponja; ambos os países têm, no

entanto, falta de combustíveis. Considerando que para a produção de ferro-esponja se carece apenas cerca de 50% dos combustíveis necessários para o ferro-gusa e, além do mais, podendo ser empregado tanto carvão vegetal como coque ou mesmo outros combustíveis, o ferro-esponja é utilizável não somente no caso de aços finos mas também nos de aços comuns. Desta maneira o ferro-esponja tem um grande futuro nêstes dois países e, em conclusão do que tentei expôr, permito-me, pois, recomendar o estudo pormenorizado das possibilidades de produção e emprêgo de ferro-esponja no Brasil.

DR. AFRANIO DO AMARAL — Sr. presidente, eu tenho posição tomada diante do eminente público, em favor da exploração da Siderurgia a carvão vegetal, paralelamente aos outros tipos de exploração siderúrgica, inclusive os clássicos e os revolucionários, ultimamente se constituem de ferros elétricos, principalmente de fornos elétricos que consomem, como combustível, a mistura do carvão fossil com carvão vegetal. De sorte que me sinto bastante em liberdade para fazer dois pequenos comentários à margem do excelente trabalho de síntese, que nos foi apresentado pelo engenheiro Louis J. Ensch, sendo que, um desses comentários diz respeito à questão, justamente, da exploração do carvão vegetal. É o seguinte: Na página 6, parágrafo 1.º, a frase: «É bem conhecido que no centro de Minas, e ainda mais particularmente, no quadrilátero ferrífero de nosso Estado, onde estão localizadas as principais usinas à carvão vegetal, as terras são pobres para agricultura e mesmo a pecuária, além de fortemente acidentadas na sua topografia. São terras até hoje incapazes de produzir o suficiente para o sustento de suas próprias populações».

Eu acredito que esta informação dificilmente resistiria à análise científica, eu a tomo apenas como registro, de um fato, que consigna essa anomalia predatória da economia brasileira, em particular da agricultura. Nós sabemos que regiões do mundo, muito mais acidentadas do que aquelas que prevalecem em Minas Gerais, e com solo relativamente mais pobre, têm estado durante séculos sob cultivo intensivo. Nós temos exemplos disto na Grécia, na Bulgária, onde a produção é muito alta. Nós sabemos também, que nos Estados Unidos, perto da baixa Califórnia, à boca do Rio Colorado, antes da irrigação, a produção era absolutamente nula, essa região era arenosa. Depois da irrigação resultante do represamento do Rio Colorado, essa região passou a ter um dos índices de produção agrícola mais altos do mundo. Mas êsse não seria o caso naturalmente de Minas Gerais; há exemplos

de regiões muito mais acidentadas como a Cordilheira Andina e a Sierra Madre da Guatemala e do México, regiões que eu conheço e que percorri, e também, sôbre as quais há informações históricas relativamente ao desenvolvimento agrícola, que nêsses lugares, foi devido ao trabalho dos quichuas no Perú, dos toltecas e aztecas na Sierra Madre. Nêsses lugares, graças a processos não empíricos, mas de terraceamento e do uso sistemático de cordões para a retenção das águas de chuva, foi possível durante muito tempo, obter cultura agrícola e manter a fertilidade do solo. A minha impressão, é que, se na região de Minas, onde estão localizadas essas indústrias, a devastação das matas não fôsse seguida imediatamente da queima, que também queima a superfície do solo, destróe o humus, e assim há a interrupção do processo de lixiviação dos sais, que das folhas das árvores se formam no solo e se desagregam. Tenho a impressão, de que, nós poderíamos, mesmo nessa região, manter a fertilidade dêsse solo e realizar a cultura agrícola. Esse é apenas um pequeno reparo que faço a propósito do carvão vegetal, em face do aproveitamento da terra pela cultura agrícola. Ainda a propósito desta fase da discussão desta noite, que se relaciona com a utilização de matérias primas, volto a fazer uma referência que enunciei a noite passada, relativamente à questão da possibilidade da instalação de uma usina siderúrgica no litoral do Brasil, nas proximidades ,digamos, de São Paulo ou Rio de Janeiro, ou em outro ponto porventura considerado mais estratégico, sob o ponto de vista econômico. E' aquêle que se refere à utilização eventual da magnetita. Ontem soubemos que, contra a localização dessa indústria em tal situação, iríamos contar com o preço de exportação do minério que viria do Vale do Rio Doce. Ora, sabemos que êsse preço de exportação é muito alto, talvez já, na classe dos 16 dólares, mas justamente o fato de ser muito alto o preço dêsse minério para exportação, é que irá ensejar a exploração de outros minérios no Brasil. Sabemos que em condições um pouco diversas, mas também por dificuldades ocasionais, os Estados Unidos deixaram uma certa reserva de seus minérios, aliás de baixo teor ferrífero, na Cordilheira do Mesabi, na região do Lago Superior e passaram a explorar, por exemplo, a magnetita de Montana, a magnetita de Arkansas, e ultimamente até a taconita, que é um conglomerado, como todos sabem, de magnetita com uma ganga silicosa ,na região do lago Champlng. Grande parte dos minérios enriquecidos que a Suécia explora, têm como base a magnetita, como a magnetita também constitui uma grande parte da exportação dos minérios da Argélia. Ora,

no litoral do Paraná, na região de Paranaguá, em Santa Catarina e em São Francisco do Sul, existem jazidas de magnetita com baixo teor de titânio. Sabemos que o titânio hoje em dia, já não é aquele bicho de 7 cabeças que costumava ser há 15 ou 20 anos passados. Em todo o caso, esse baixo teor de titânio, provavelmente, não irá dificultar enormemente, ou encarecer de tal modo a produção siderúrgica, se ele for utilizado como um minério a ser reduzido. De qualquer maneira, volto a esclarecer esse ponto: O alto preço do minério do Vale do Rio Doce, poderá agora ensejar uma oportunidade excepcional, de uma série de perfurações nessas duas regiões do Paraná e Santa Catarina, afim de que se possa ajuizar perfeitamente, da possança dessas jazidas. É um ponto para o qual chamo a atenção desse auditório tão seletto.

PROF. AMARO LANARI JR. — Agradeço o aparte do Dr. Afranio Amaral. Pediria aos presentes, que, si possível, resumissem as suas observações ou apartes, para que nós possamos chegar ao fim do debate, a uma hora conveniente. Passamos agora à questão do carvão, condicionamento, melhoria. Há alguém que queira fazer alguma pergunta?

ENG. NILDEU RAMOS DE LIMA — Senhor Presidente, ouvimos ontem, na grande exposição feita pelo Eng. Renato Azevedo, a declaração de que há dificuldade para o encontro de excelente coque metalúrgico, dificuldade essa que, em parte superada por Volta Redonda, continua a preocupar os seus técnicos, no tocante à obtenção do material de melhor porosidade e de menor percentagem de cinzas. Ouvimos agora, nessa conferência do engenheiro Louisensch, que o condicionamento do carvão vegetal apresenta também algumas preocupações, no tocante à escolha das essências a serem tratadas, à maneira da fabricação do carvão, à sua secagem e calibragem, determinando cuidados, não só para as providências acima, como ainda, para a estocagem do carvão, liberto da ação das chuvas, e ainda no sentido de ser evitada a sua combustão espontânea. Vimos pois, que na questão de combustíveis e de redutor, os problemas siderúrgicos demandam também cautela, e têm as suas dificuldades, que a boa técnica vai resolvendo, não só com o estudo pormenorizado para adaptação às nossas soluções peculiares, mas também com a indicação de outros métodos de redução de minério de ferro, dentre os quais, o ilustre Dr.ensch, destaca o da hidrogenação, e o faz com felicidade, conclamando os técnicos e industriais, para um movimento maciço de estudos e observações

no assunto. Estamos certos de que, por sua incontestável autoridade, quer como técnico magnífico, quer como pioneiro da indústria siderúrgica nacional e como um grande brasileiro nascido no estrangeiro, obterá S. Excia., uma acolhida favorável ao seu apelo. Tratamos portanto já a esta altura, da evolução da indústria siderúrgica, e da admissão entre os métodos clássicos, de novos métodos e de novas providências favoráveis ao seu desenvolvimento. E nêsse mesmo sentido, tomamos a liberdade de apontar a atenção dos técnicos e industriais patrícios, as prováveis possibilidades do coque metalúrgico vegetal, partido do babaçu. Embora poucas referências e pouquíssimos estudos existam, sôbre a viabilidade do aproveitamento nêste particular, desta nossa grande riqueza abandonada, é impressionante o pouco que dela já se sabe. Segundo a Diretoria de Estatística da produção do Ministério da Agricultura, revelado no folheto do engenheiro Alfeu Diniz Gonçalves, «o babaçu na Economia Nacional», há no Brasil quasi sem aplicação, cêrca de 300 milhões de toneladas de amendoas, que poderão produzir coque metalúrgico, e se distribuem pelo Norte, nordeste e centro do país, sendo que uma parte ponderável, no Estado de Minas, Mato Grosso e Goiás, nas proximidades portanto da zona siderúrgica nacional. O estudo de carbonização da casca da amendoa, revelada a decomposição de cêrca de 35% de carvão, e o insigne Silvio Fróes de Abreu, indica como análise média do carvão do endocarpo o seguinte: umidade 4%, matérias voláteis 14%, carbono fixo 77%, e menos de 5% de cinzas, que é uma média entre 35,9. Uma análise do coque do babaçu procedido em amostra sofrível, não representativa do melhor produto, e realizada por iniciativa nossa em Oslo, acusou 20,3 de matérias voláteis, 72 de carbono fixo, 7,6 de cinzas com uma densidade de 492 gramas por litro. Traços de enxofre, traços de fósforo de poder calorífico 7.786 quilocalorias. Suas propriedades físicas são: pêsco específico 0,380, resistência à compressão do coque inteiro, no sentido maior de ambos, 75 kg/cm<sup>2</sup> e no sentido menor 74. À vista dêsses resultados, e com intuito de levantar a questão, agindo no assunto apenas como elemento catalizador, pois me faltam qualidades para fazê-lo com a autoridade do eminente conferencista, rogo a Sua Excia., permita juntar ao seu apêlo essa lembrança, para que se estude também, a aplicação do coque babaçu, na indústria siderúrgica nacional. Falo, no entanto, e isso é grato informar, sem nenhum interêsse dirêto na questão, porque não sou siderurgista, mas apenas um modesto fabricante



de aço, mas não possuindo interêsse, o faço tão sòmente porque sou brasileiro e sou nacionalista, muito desejando que com a aplicação de uma riqueza nacional até agora abandonada, mas útil, tenha o Brasil mais uma possibilidade de libertação, ou pelo menos de diminuição de quaisquer importações ligadas à nossa balança comercial, como o carvão estrangeiro no caso em apreço. Muito obrigado.

PROF. THARCISIO D. DE SOUZA SANTOS — A questão de eventual utilização do carvão de babaçú parece, à primeira vista, e num exame superficial, de grande interêsse, e isso motivado exclusivamente pela associação com o fato de que no Norte e Meio-Norte do Brasil existe enorme extensão onde ocorrem tais palmeiras.

Entretanto, e para ser realista, gostaria de lembrar apenas duas dificuldades principais: A primeira se refere à pequena densidade da produção de babaçú por unidade de área: o número de quilos de carvão de babaçú que se poderá obter por hectare, por exemplo, há de ser, necessariamente muito limitado; muitas vezes menor que o da produção média anual de carvão vegetal resultante da carbonização parcial de eucaliptos. A produção de carvão vegetal a partir de uma floresta de eucaliptos, se bem me recordo, equivale a obtenção de cêrca de 10 cm de carvão de espessura por ano. A obtenção de carvão de babaçú corresponderá então a lavra de uma camada bem mais delgada. . .

A segunda questão é a seguinte: a despeito das características citadas, lembraria que não é só poder calorífico que interessa ao se julgar sôbre a utilização de um dado combustível em forno de redução. Interessam também as suas propriedades físicas e a sua reatividade. Sob êsse prisma um exemplo poderá ser bem elucidativo. No Sul dêste Estado pode ser obtido nó de pinho, cujo carvão, no dizer dos caboclos, «é tão forte que rebenta os fundos dos tachos» . . . Entretanto, a despeito de seu grande poder calorífico, se combustível sólido existe que menos sirva para um forno de redução, êsse é o carvão de nó de pinho! E isso simplesmente porque é muito pouco reativo, em virtude de sua extrema compacidade.

Por isso, possivelmente, o carvão de babaçú, no qual muitos depositam tantas esperanças, pode vir a se mostrar totalmente inadequado para uso em altos-fornos.

ENG. PLINIO DE LIMA — E' só para um pequeno aparte. Parece-me que nesta questão do babaçú, estão esquecendo agora o principal que é o custo. E' só. . .

ENG. VICTOR CARLOS FELLINGER — Penso que na questão do coque babaçú, posso falar um pouco de cátedra, porquanto sou um dos pioneiros da fabricação do coque. Estando no Maranhão de 44 a 45, tive ocasião de fazer extensas experiências de coqueificação contínua, num forno vertical, e nessa ocasião remetemos para o IPT de São Paulo, uma partida aproximadamente de 2.000 kg dêsse coque, que foi ensaiado então pelo Eng. Marcio Ribeiro Rocha e Ferrucio Bociarelli num cubilô e foi publicado o trabalho na revista da A.B.M. de outubro de 1946. Podemos, assim, citar alguns dados correspondentes. O Eng. Lima citou agora mesmo, uma densidade de 380 kg por metro cúbico, o coque por nós produzido, tinha uma densidade, determinada no IPT, de 540 kg por metro cúbico. A umidade, revelou-se um pouquinho alta, 7,9% o que atribuí, pessoalmente, à demora na remessa de São Luiz do Maranhão a São Paulo, porquanto ficou armazenada no pôrto de São Luiz essa partida de coque, seguramente uns 2 meses, aguardando um navio que a trouxesse. As matérias voláteis são da ordem de 3,8%, o que revela uma coqueificação bastante completa, que foi realizada numa zona de temperatura entre 600 a 640°. Eu tive ocasião de preparar não somente o carvão, mas também o coque, isto é nós transformamos o carvão em coque, diretamente na mesma retorta, fazendo passar o carvão diretamente da zona de carbonização para uma zona mais quente de coqueificação, de onde passava então para a zona de resfriamento e era retirado da retorta. Para não alongar muito essa digressão, somente queria lembrar ao auditório que, nas conclusões finais do trabalho dos engenheiros Rocha e Bociarelli, êles falam que há boa possibilidade do aproveitamento do coque babaçú, na fundição em cubilô. Em relação a um alto forno, não tenho meios nem dados para poder responder. Mas eu sugeriria à Siderúrgica Belo Mineira, um caminho talvez de tentar a coqueificação do carvão vegetal, em retortas verticais contínuas, utilizando, vamos dizer, as retortas tipo Stafford ou qualquer outro tipo, utilizando em primeiro lugar o calor próprio da reação de pirogenação, para finalmente fazer a coqueificação pela adução de calor externo, elevando-se a temperatura à 600 ou 800, de acôrdo com o que a experiência revelar. E' o que tinha a dizer.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Em 1927 ou 28, nossa organização fez demoradas experiências para fabricar carvão em fornos verticais, cujo volume, não lembro exatamente, teria sido de uns 80 ou 90 metros cúbicos. Os resultados foram realmente muito

bons e bom foi também o aproveitamento da lenha; mas o custo de transporte da lenha, na topografia dos terrenos onde estavam situadas as matias, foi tão elevado, que mesmo com a recuperação do alcatrão o processo não pode ser julgado interessante. O assunto será re-estudado, porém, pois atualmente fabricamos carvão em região bastante plana, onde o transporte será mais econômico e onde poderemos abranger uma área florestal muito grande. Faz parte do nosso programa recomeçar as experiências futuramente, interrompidas que foram devido ao preço de custo.

GEN. EDMUNDO DE MACEDO SOARES — Desejo, em primeiro lugar, dizer que o Dr. Louisensch não nos trouxe apenas na sua conferência uma experiência que já vai por mais de 1/4 de século. Ele nos trouxe, também, um programa a seguir, e este, é, talvez, o aspecto mais importante da sua conferência, para aqueles que se preocupam com o futuro da siderurgia no Brasil. Assim, pela primeira vez, eu vejo discutidos neste ambiente problemas como o da secagem do carvão, problemas de sua granulação e outros como o da sinterização, que já foi trazido aqui o ano passado, havendo dúvidas sobre a sua aplicação econômica. Acredito que os resultados que nos foram trazidos agora pelo Dr. Ensch são resultados muito interessantes e muito concludentes. Quando discutimos o problema do futuro da siderurgia com carvão de madeira o ano passado, tendo tido eu a honra de ser o conferencista, manifestamos a nossa fé em que esse tipo de produção de gusa tinha futuro em nosso país, e existiria, concomitantemente, com o da siderurgia com coque. Aliás, dissemos porque havia sido construída a Usina de Volta Redonda com coque, suscitando um debate interessante que, talvez, se reproduza hoje, para que tenhamos esclarecimentos a respeito da parte de laminação. O problema da secagem do carvão é, realmente, um problema na ordem do dia e eu perguntaria ao Dr. Ensch, desde logo, se já foram realizadas experiências práticas em Monlevade a este respeito.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Até agora não foram realizadas experiências em escala industrial, mas apenas em laboratório. Acho, porém, que dentro de seis meses poderemos emitir opinião sobre a possibilidade econômica da secagem de carvão. Falo sobre possibilidade porque o General sabe muito bem que nosso carvão chega a conter até 40, 50 e até 60% de água. Se for econômica para carvões com tais teores de água, acredito que o resultado se tornará muito interessante relativamente ao consumo de carvão por tonelada de ferro gusa.

GEN. EDMUNDO DE MACEDO SOARES — Importantíssima será esta experiência e será realmente uma grande contribuição para o aproveitamento do carvão de madeira. Desejaria, também, saber se há experiência sobre a combustão espontânea para esta altura de 10 (dez) metros, que foi fixada com tanta precisão na sua conferência, Dr. Ensck.

ENG. LOUIS J. ENSCH— Realmente, nós já tivemos 2 (duas) vezes, e sem ter explicação nenhuma, num monte de carvão um fogo espontâneo.

GEN. EDMUNDO DE MACEDO SOARES — E esta altura de 10 (dez) metros é fixada pela experiência?

ENG. LOUIS J. ENSCH — É, justamente.

GEN. EDMUNDO DE MACEDO SOARES — Isto também tem uma importância muito grande e é um resultado prático de longos anos de observação e que poderá ser aplicado na construção dos nossos silos, para o armazenamento do carvão no vale do Rio Doce, e em Minas Gerais de uma maneira geral. Eram estas as perguntas que hoje desejaria fazer por enquanto, mas desejaria acrescentar apenas uma palavra sobre este problema do aproveitamento do carvão nacional para coque, e do carvão de madeira para a produção de gusa. Há, realmente, a impressão, no Brasil, de que nós somos os únicos a termos este problema gravíssimo do aproveitamento dos nossos recursos naturais, no que se refere a carbono de uma maneira geral, fóssil ou vegetal, para a produção de ferro gusa. No entanto, vemos que este problema existe em todos os lugares; mesmo nos países onde há carvão coqueificável, um estudo de melhores coques prossegue sempre. Na França, por exemplo, agora, eu tive notícias de estudos importantíssimos, para a coqueificação de carvões que não davam coque no passado. Da mesma maneira, onde o coque é friável, procuram-se, com novos métodos, tornar o coque mais denso, resistente a maiores colunas nos altos fornos, afim de que se possam construir fornos de maiores dimensões e, assim por diante. O problema não é só nosso; não deverá haver, portanto, pessimismo a este respeito. Nós temos um problema gravíssimo. Nós somos pobres em matéria de carvão. Temos esta facilidade da reprodução das florestas, mas todos têm esses problemas da melhoria do coque e da melhoria dos seus carvões para a produção do coque e aproveitamento na sua indústria. Muito obrigado.

ENG. PLINIO DE LIMA — Eu perguntaria ao Dr. Enesch qual é o aumento de consumo de carvão para cada % de aumento de umidade.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Bem; é difícil, relativamente, dar uma resposta precisa, pois o carvão entra nos depósitos todo misturado, partes com 10, outras com 40, outras com 30%; isso tudo já pôde vir misturado nos próprios vagões ou caminhões. A quasi impossibilidade de separar os carvões com diferentes teores de água não nos permitiu experiências a êsse respeito.

PROF. AMARO LANARI JR. — Quem sabe de um ponto de vista teórico, o Eng. Janusz poderia esclarecer alguma coisa?

ENG. JANUSZ WS'CIKLICA — A observação da operação dos altos fornos em Monlevade mostrou que o aumento de consumo de carvão devido a sua umidade é maior do que pode se prever e que pode ser aplicado pelo aumento das necessidades térmicas do forno para evaporação desta quantidade de umidade. Uma diminuição de ordem de 10% de umidade no carvão corresponde teóricamente a, mais ou menos, 50.000 kilo-calorias por tonelada de gusa, e que constitue 1,5 - 2% dos requerimentos térmicos do forno. Verificamos, contudo, que um aumento de umidade, especialmente na região de 15 a 25%, é bem mais desfavorável ao forno. Um forno que, com a mesma carga, consome 2,8 metros cúbicos de carvão com 15% de umidade, passa a requerer até 3,2 m<sup>3</sup> de carvão com 30% de umidade. Quer dizer, em prática um aumento de 10% de umidade eleva a «mise au mille» de carvão de 10%, ou que é desproporcional com o acrescimo dos requerimentos térmicos para a evaporação desta quantidade de água. Aparentemente êste fato é devido a uma desintegração parcial de carvão dentro da cuba do forno. Parece que a evaporação da umidade, que é feita de um modo violento, quando o carvão chega na zona das temperaturas elevadas do forno, arrebenta as fibras de carvão e produz uma certa quantidade de finos dentro do forno que prejudicam a sua marcha sob todos os aspectos.

PROF. AMARO LANARI JR. — Para apressar agora o debate, eu pediria, àqueles que o desejarem, fazer qualquer pergunta sobre o restante do condicionamento das matérias primas.

PROF. THARCISIO D. DE SOUZA SANTOS — Mencionou o Dr. Ensch que, quanto às condições de carbonização da lenha, pequena é a diferença entre carvões produzidos em medas, em fornos metálicos e em fornos de alvenaria, desde que a temperatura de carbonização fôsse aproximadamente a mesma. Gostaria de saber qual o teor médio de matéria volátil no carvão vegetal que recebe a usina de Monlevade.

ENG. JAIME ARAUJO — Não chegamos a notar em cerca de 50 ensaios sobre o carvão vegetal de Minas Gerais uma diferença no teor de matéria volátil entre o carvão fabricado em meda, porque isto depende da temperatura de carbonização. Tenho a impressão de que o carvão fabricado em forno poderá ser tão bom quanto o carvão fabricado em meda; todavia, verificámos o seguinte: alguns carvões especiais, feitos sob encomenda para os nossos testes, revelaram sempre um teor de matéria volátil muito mais elevado que os carvões que entram corretamente nas usinas. Dá a impressão que o carvoeiro, com medo de queimar o carvão, faz a sua carbonização a uma temperatura inferior. O carvão que entra nas usinas de Minas tem da ordem de 14% de matéria voláteis. Esses carvões especiais, entre eles alguns carvões fabricados pela Companhia Paulista de 10 tipos diferentes de eucaliptos, revelam cerca de 20% de matéria volátil. Dá a impressão que somente a técnica operatória de fabricação é que influe no teor de matérias voláteis.

PROF. ALBERTO PEREIRA DE CASTRO — Em trabalho do Dr. Amaro Lanari Jr., de alguns anos passados, sobre a indústria metalúrgica em Minas Gerais, ele chegou a estimar o número de homens-hora empregado por tonelada de carvão vegetal entre 40 e 50. Eu pergunto ao Dr. Ensich se este número concorda com a experiência da Belgo Mineira e, ainda mais, nos planos de carvão com florestas artificiais e com os métodos mais aperfeiçoados que o Dr. Ensich pretende por em prática aqui, qual é a esperança de reduzir este número para o futuro.

ENG. LOUIS J. ENSICH — O número de operários para fabricar uma tonelada de carvão pode atingir a 40, nele se incluindo picadores de lenha, carvoeiros e pessoal de transporte do carvão.

PROF. ALBERTO PEREIRA DE CASTRO — Eu me referi a homens-hora, 40 homens hora.

ENG. LOUIS J. ENSICH — E'. Justamente. De maneira que com as florestas artificiais será fatalmente possível reduzir este número. Agora estamos fabricando carvão numa região, pode-se dizer, virgem, onde se tem que fazer tudo. Futuramente teremos instalações muito mais aperfeiçoadas, estradas já construídas, o que tornará mais fácil a exploração do carvão. O trabalho ora em andamento não será para nossa geração ou, pelo menos, para a minha. Será para as gerações futuras que aproveitarão da organização que estamos criando.

ENG. PAULO GONZAGA — A fabricação de carvão na região do centro de Minas, atualmente, deixa muito a desejar quan-

to ao rendimento do homem hora. Isto porque o carvoeiro é também um agricultor, que aproveita o «humus» das derrubadas com culturas de subsistência. Para fugir disto será necessário uma industrialização da exploração da mata e do carvoejamento, o que com as matas heterogêneas de que dispomos e em condições topográficas ainda não foi possível. Acreditamos que dispondo-se de eucaliptos plantados em áreas previamente escolhidas a industrialização acima referida será realizável e com grande melhoria em homem hora.

PROF. ALBERTO PEREIRA DE CASTRO — Ainda sôbre a fabricação de carvão, eu me lembro que, em dados compilados pelo Dr. Tharcisio de Souza Santos, êle mostra que, entre o carvão fabricado em medas comuns e o carvão fabricado mesmo nos fornos dos chamados japonezes, existe uma diferença no aproveitamento da lenha da ordem, se não me falha a memória, de 25%, aproximadamente, 20 a 25%. Eu pergunto se isto é confirmado pela Belgo Mineira. O outro ponto que eu queria perguntar, para adiantar mais os trabalhos, seria o relativo a estudos de mecanização no modo de puxar a lenha para trazer junto dos fornos, que foi um dos pontos que, me parece, o Dr. Ensich não mencionou no seu trabalho.

ENG. LOUIS J. ENSICH — A fabricação mecanizada de carvão já foi experimentada pela Companhia Siderúrgica Belgo Mineira e continua a funcionar em escala reduzida. Não ampliamos unicamente por falta de tratores. Mas, futuramente, digamos numa área de 100 alqueires de mato, se colocará no centro o acampamento do pessoal, os fornos, metálicos e de tijolos. Então os tratores, vencendo uma distância relativamente pequena de 2 ou 2,5 quilômetros, trarão com relativa facilidade, por um preço de custo relativamente baixo, a lenha para junto dos fornos. Assim será possível baratear razoavelmente o carvão. Se isto não está sendo feito em grande escala é pela razão que expús.

ENG. THARCISIO D. DE SOUZA SANTOS — A pergunta feita acerca do teor de matéria volátil no carvão vegetal prende-se à nossa experiência pessoal em fornos de cuba de redução de sinters de chumbo, segundo a qual é altamente desejável que contenha o carvão vegetal elevado teor em matéria volátil.

E' sabido que os fornos de cuba de redução de sinters de chumbo constituem aparelhos muito mais sensíveis às características físicas e químicas do redutor que os altos-fornos. Por isso, acreditamos que os dados obtidos por nós em Apiaí possam ter algum interesse prático. Muito raros são hoje os fornos de cuba

de chumbo que empregam carvão vegetal como redutor, sendo quasi universal o uso de coque emetalúrgico. A literatura técnica especializada está cheia de exemplos de utilização antiga, nos Estados Unidos, no México e mesmo na Europa, de carvão vegetal; nessas referências verifica-se que era em geral muito elevado o consumo de carvão vegetal, entre 35 e 50% do peso da carga. Ainda recentemente um forno de cuba de chumbo instalado nas Filipinas apresentou consumo específico da ordem de 35% sobre o peso da carga, motivo pelo qual foi substituído esse redutor por coque.

Quando puzemos em funcionamento a primeira unidade de Apiaí, em 1940, empregamos carvão vegetal produzido em médias. Esse carvão encerra em geral teor muito baixo de matérias voláteis, menos de 8%, em virtude da impossibilidade prática de controlar o desenvolvimento da reação de carbonização. O comportamento desse redutor em Apiaí foi quasi desastroso: o forno tinha velocidade de redução extremamente baixa em virtude da rápida formação de crostas na coluna de redução, essas crostas determinavam, em curtos espaços de tempo, a interrupção da campanha.

Decididos a estudar cuidadosamente o problema, verificamos que as crostas eram formadas em volta de bolsas de moinha de carvão, que somente podia resultar da desintegração do carvão vegetal de médias na descida da coluna de redução, uma vez que todo o carvão carregado tinha diâmetro mínimo de 20 mm. Tendo obtido na ocasião uma partida de carvão vegetal produzido em fornos de alvenaria, cuja análise mostrou conter entre 18 e 23% de matéria volátil, verificamos que com esse tipo de carvão cessaram completamente todas as dificuldades com as quais, até então, nos defrontamos. Aprendemos, assim, que esse tipo de carvão vegetal, e que difere do carvão de meda, pela sua quasi nula absorção de água atmosférica, não desintegrava na descida da coluna, e em consequência, não determinava a formação de crostas, que limitavam a velocidade de descida das cargas e impediam mesmo o prosseguimento das campanhas.

Verificamos mais que esse tipo de carvão vegetal produzido em fornos de alvenaria nos quais as condições de carbonização podiam ser controladas — correspondia um consumo específico de redutor de apenas 13,9% sobre o peso da carga. Esse consumo é muito baixo comparado ao consumo mencionado nas antigas usinas que trabalhavam com carvão vegetal, e pode ser comparado perfeitamente ao consumo dos grandes fornos modernos a coque. Com efeito, para a base de 100% de carbono fixo,



o consumo equivale a 11% do pêsso da carga, quando o consumo médio do grande forno da Broken Hill Associated Smelters Proprietary Company, de Port Pirie, Australia do Sul, é de 10,6% para 100% de carbono fixo. Apesar da grande desproporção de capacidade (o forno de Port Pirie é de 900 t/dia quando o forno de Apiaí é de apenas 40 t/dia), os consumos são praticamente idênticos.

Além dessa diferença fundamental quanto ao funcionamento do forno de redução, verificamos também — e conforme lembrou o Eng. Alberto Pereira de Castro — que o rendimento na produção de carvão é consideravelmente maior nos fornos que nas médias. Para a produção de 1 t. seca de carvão em média são necessários de 10 a 11 metros cúbicos de lenha; nos fornos, apenas 7,8 m<sup>3</sup> em média, conforme os dados experimentais que obtivemos em dois fornos experimentais por nós construídos em Apiaí.

Nessas condições, além de produzir um redutor muito superior, sob o ponto de vista de comportamento na redução, o processo de produção de carvão vegetal em fornos de alvenaria assegura rendimento muito maior, correspondente a cerca de 20% a mais do que se obtêm nas médias.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Não resta dúvida que, nos fornos, a lenha é melhor aproveitada que nas caieiras. No norte de Minas, onde fabricamos carvão com madeira relativamente seca, consegue-se 1 (um) metro cúbico de carvão com 1,500 a 1,600 metros cúbicos de lenha, o que não se dá nas caieiras. Nestas, mesmo quando o carvoeiro toma todos os cuidados, o consumo de lenha é geralmente de 2 (dois) metros cúbicos. O forno permitirá, sem dúvida, um melhor aproveitamento da lenha.

DR. MIGUEL DE CARVALHO DIAS — Sobre esta questão da mecanização da produção de carvão, eu acho que seria, talvez, muito interessante o aproveitamento das experiências das companhias que, hoje em dia, em São Paulo, se dedicam à produção de celulose, assim como a experiência que a Belgo Mineira terá na produção de carvão de eucalipto. No momento, a Companhia Nitro Química Brasileira realizou um programa de plantação de eucalipto praticamente igual ao de Monlevade, quer dizer, a Nitro Química plantará, em 10 anos, 60 milhões de eucaliptos, tendo iniciado o ano passado e terminado esse ano a plantação dos primeiros 10 milhões. A contribuição que julgo interessante na experiência da Nitro-Química é o transporte, que será todo feito por teleféricos. Há poucos dias, tive ocasião de verificar exatamente o projeto deste teleférico, que será usado pela Nitro

Química. Tem 22 quilômetros de comprimento, o tronco com vários ramais secundários. Esses ramais secundários, extremamente móveis, podem ser rapidamente armados e colocados em funcionamento, talvez, dentro de um dia, não precisam de postes fixadores, podendo ser usado para fixação o próprio tronco de alguma árvore. Esse é o processo que vem sendo adotado com muito sucesso no norte da Itália e principalmente na Austria, e eu acredito que, principalmente numa região acidentada, como é a Belgo Mineira, lá no centro de Minas, esse processo podia ser realmente adotado de uma maneira muito interessante.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Seria interessante poder-se conhecer mais detalhadamente este processo. Será possível obter-se isto? Muito obrigado.

ENG. MARTINHO PRADO UCHÔA — Eu gostaria de perguntar, ao Dr. Miguel de Carvalho Dias, qual foi a firma que está estudando essa instalação de cabos aéreos, porque consultei uma firma e ela fez um orçamento, fez um estudo completamente fóra de propósito, chegando à velocidade da ordem de 6 metros por segundo ou coisa assim, para o transporte da lenha necessária para uma instalação para 800 toneladas diárias. Muito obrigado.

DR. MIGUEL DE CARVALHO DIAS — A firma que realizou esse projeto da Nitro Química, é a firma Antonio Badone da Italia, que no momento já montou uma sucursal em São Paulo, e se não me engano, chama-se Badone Brasileira.

ENG. AMINTHAS JACQUES DE MORAES — O Dr. Ensch antevê progresso na fabricação de carvão, resultante principalmente, da plantação do eucalipto, que oferecerá situação mais permanente para as instalações. Neste ponto, também concordo inteiramente com a exposição do Dr. Ensch, que já mereceu os aplausos de todos. Tenho que acrescentar um depoimento pessoal. Há muito tempo fiquei impressionado com a quantidade enorme de lenha que se queima no Brasil, sem o aproveitamento dos sub-produtos para a fabricação de carvão. E, investiguei o assunto melhor, com um engenheiro que durante mais de 25 anos, trabalhou numa fábrica de aproveitamento de resíduos de madeira, com uma produção de cerca de 600 toneladas por dia. Estive fazendo o cálculo, para o transporte da lenha num raio de 50 km, com caminhões, em estradas satisfatorias. Baseado no preço de custo do carvão nas imediações do mato e comparando o transporte do carvão em 50 km, com todas as perdas, a insegurança do carvão exposto à umidade, a incêndios, a desvios, pelos meus cálculos, o carvão produzido no local, dentro

de um raio de 50 km, ficou mais barato com o transporte da lenha do que com o transporte do carvão. Isso veio então, trazer-me um plano de se estabelecerem retortas semi-transportáveis, isto é, de pequena dimensão, mas não fixas, facilmente transportáveis dentro de certa região, tirando partido dêste transporte limite de 50 km. Nessas condições, poderíamos ter uma fabricação mais econômica, mais segura, com o produto mais uniforme e com o aproveitamento de alguns sub-produtos, tirando partido de parte do próprio gás para combustão, aproveitamento de alcatrão e de alguns produtos que seriam apurados, por exemplo, os ácidos piro-lenhosos. A propósito o Dr. Fonseca Costa teve uma experiência pessoal nêste campo, porque teve uma pequena fábrica de ácido acético no Rio de Janeiro, baseada em destilação de madeira. Parou esta fábrica quando o ácido acético sintético apareceu no mercado a preço mais baixo. Mas a situação do fabricante de carvão era inteiramente diferente, porque os ácidos piro-lenhosos seriam apenas um sub-produto, e não um produto principal. Além disso, as condições de uso da madeira no interior são muito diferentes das condições do uso no Rio de Janeiro. Êste fato, e mais a possibilidade de, dentro de um raio de 50 km, poder-se fabricar o carvão da lenha transportada, mais barato que o carvão produzido pelos processos rudimentares de mato, me deu agora o ensejo de apoiar mais uma vez as conclusões do Dr.ensch. E' o depoimento que quis fazer. Muito obrigado.

ENG. LOUIS J. ENSCH — O nosso ponto de vista está perfeitamente de acôrdo com o seu, Dr. Aminthas... Tendo estradas e de acôrdo com a topografia, pode-se levar o carvão numa distância de 50 km e destilá-lo seja em fornos verticais ou seja em retortas. Perfeitamente.

ENG. MARTINHO PRADO UCHÔA — Comparando a produtividade do homem, na exploração do carvão de madeira, chega-se a cifras que são extremamente baixas, da ordem de 300 kg por dia, por homem ou seja, 33 homens hora por tonelada. A nosso ver, êsse será o maior impecilho à expansão da Siderurgia baseada no carvão vegetal. O que queremos é elevar o nível de vida do nosso operário, e isso dificilmente poder-se-á conseguir com os recursos atuais.

A minha estimativa de 33 homens hora por tonelada, é bem mais favorável, que essa de 53, do Prof. Amaro Lanari Jr., mas, assim mesmo, acho que dá um salário muito baixo para o trabalhador. Agora, gostaria de fazer uma pergunta, Dr.ensch,: Qual a extensão de matas e reservas que a Belgo Mineira possui?

ENG. LOUIS J. ENSCH — Bom, a nossa usina de Monlevade foi idealizada no princípio para uma produção de 50 mil toneladas, depois foi aumentadas para 100 mil toneladas, e, estamos aumentando ainda mais. À medida que o programa de fabricação da usina foi aumentando, aumentamos também a área de matas. O Sr. pode considerar que, baseado no reflorestamento natural, um hectare de mata numa região onde o reflorestamento natural é possível, serve para abastecer uma usina durante séculos, porque um hectare de mata dá 25 toneladas de carvão, e, podemos contar, e temos experiência disto, que o mato se refaz em 25 anos. Assim é fácil saber qual deve ser a área para abastecer, eternamente, uma usina determinada.

ENG. MARTINHO PRADO UCHÔA — O Dr. Ensch disse que, propositalmente, não se refere a assuntos econômicos, de maneira que não sei se estou sendo indiscreto, em abordar mais um pouquinho êsse tema, que é o seguinte: O seu plano de reflorestamento, muito bem elaborado é para a plantação de 6 milhões de eucaliptos por ano, partindo de 1954 até 74, num total de 126 milhões de árvores, ao preço corrente aqui em São Paulo, de Cr\$ 1,80 por eucalipto. Isso representa um capital de Cr\$ 226.000.000,00 sem contar o valor da terra: Isso, só em amortização, representa Cr\$ 160,00 por tonelada. E' muito caro. O Sr. não me respondeu à primeira pergunta, que era: Qual é a área que a Companhia Belgo Mineira tem, porque tenho as minhas dúvidas se será possível duplicar o exemplo da Belgo Mineira.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Eu só poderia dizer êste algarismo, depois de ter consultado a nossa contabilidade; não tenho os algarismos na cabeça no momento.

ENG. MARTINHO PRADO UCHÔA — Muito obrigado.

PROF. AMARO LANARI JR. — Eu desejo dar um aparte à observação do Eng. Martinho Prado Uchôa.

Nêsse cálculo que êle faz, êle não considera que êsse plano de reflorestamento por eucaliptos, não corresponde a uma aplicação total dessa importância, porque a árvore vai sendo cortada. Em 20 anos deve ter havido alguns cortes, de modo que a aplicação não é completa, ou por outra, há uma recuperação nêsses 200 e tantos milhões, uma vez que a Belgo Mineira não vai esperar 20 anos para cortar o eucalipto.

ENG. GIOVANNI GIULIANI — O que eu vejo na questão do eucalipto, seja da Belgo Mineira, ou seja de quem fôr, é a economia no transporte. A Belgo Mineira tráz carvão de 600 km mais ou menos de distância da usina, não?

ENG. LOUIS J. ENSCH — Sôbre isto não estou informado.

ENG. GIOVANNI GIULIANI — Pirapora está mais ou menos a 500 kms de Monlevade, o Sr. traz carvão de lá. O Sr. irá plantar eucalipto lá, ou perto de sua usina?

ENG. LOUIS J. ENSCH — Não. Nós fazemos carvão numa região que se chama Vázea da Palma, que abastece a usina de Siderúrgica à uma distância de 300 km.

ENG. GIOVANNI GIULIANI — Bom, mas o eucalipto o Sr. poderá plantar mais perto.

ENG. LOUIS J. ENSCH — E' natural.

ENG. GIOVANNI GIULIANI — Quer dizer que, a diferença no transporte, que é a maior dificuldade, irá compensar o capital que o Sr. vai empatar. Em caso contrário, não vejo razão para plantar eucalipto, enquanto houver o natural. Aliás, eu queria em outro assunto dizer o seguinte: andando de avião aqui perto de São Paulo, chega-se a conclusão de que a devastação de matas não é feita pelo carvão, mas toda ela foi feita pela lavoura. Assim, primeiro derruba a lavoura, depois é que chega o carvão por lá. Ainda à 150 km, daqui, estive vendo matas derrubadas, para as quais não há aproveitamento nenhum. A 150 km... Ninguém reclama, é a lavoura que derruba. O dia em que alguém começa a fazer carvão, é estrilo na certa. De maneira que se devia estudar o problema em outro sentido, sendo o lavrador obrigado a aproveitar a área que derruba. Poder-se-ia estudar a possibilidade de trazer o carvão para cá. Essa é uma sugestão que eu acho que alguém deve ter obrigação de estudar, e resolver, si fôr possível. Muito obrigado.

PROF. AMARO LANARI JR. — Sôbre a questão ainda interessante, da industrialização da produção do carvão, constituindo essa industrialização uma verdadeira indústria aparte, na Indústria Siderúrgica, creio que o Prof. Alberto Pereira de Castro, nos poderá dizer alguma coisa. Ele tem algumas idéias. O assunto foi também discutido com o Prof. Roberto F. Mehl quando ele esteve aqui.

PROF. ALBERTO PEREIRA DE CASTRO — As idéias não são minhas, elas foram levantadas durante as discussões que prepararam a vinda do Prof. Robert F. Mehl. O Prof. Mehl tem um ponto de vista muito próximo, do que o Dr. Ensich hoje toma. Talvez o Dr. Ensich, hoje seja mais radical, mais entusiasta ainda, no sentido de que a plantação de eucalipto no Brasil poderá ser considerada uma mina de carvão. O Prof. Mehl recomendou muito, e com muito entusiasmo que se procurasse o aproveita-

mento integral dos sub-produtos, de maneira que o carvão é que viesse a ser o sub-produto de uma nova indústria de destilação. Talvez o Dr.ensch é que tenha melhores dados sobre isso.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Não tenho dados positivos. Como já expliquei, já fabricamos carvão em fornos verticais para recuperar os sub-produtos. Isso foi numa época em que não havia mercado para os referidos sub-produtos. A partir do momento, entretanto, que os sub-produtos forem procurados pela indústria química, será interessante industrializar o carvão em fornos verticais ou retortas, isso em determinadas regiões conforme referimos aqui no nosso relatório, regiões onde a topografia o permita.

ENG. GIOVANNI J. GIULIANI — Sempre que se fala em carvão, em geral vem a questão dos sub-produtos. Temos que lembrar o seguinte: a indústria química de hoje, não é a de 20,30 anos atrás, de maneira que, com as sínteses, a questão de aproveitamento do sub-produto ficou longe. Quem é que vai concorrer com a indústria sintética? A porcentagem de água é um colosso. Nas matas naturais, a dificuldade é enorme com a variedade colossal de essências. São dificuldades, que só quem está no lugar é que pode dizer. Essa parte de síntese de produtos químicos então, é decisiva porque, se a coisa não é econômica, não adianta discutir, porque não dá.

PROF. AMARO LANARI JR. — Acho que podemos entrar agora, na questão dos altos fornos, em comparação com outros sistemas de produção de gusa. Alguém tem alguma pergunta a fazer?...

GEN. EDMUNDO DE MACEDO SOARES — Dr.ensch, eu estive justamente na Europa, onde procurei investigar melhor, esta questão da redução em fornos elétricos, e, o problema da construção de um forno de mais de 200 toneladas, 220, ainda é um problema não resolvido.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Seria possível aumentar bem além de 200 toneladas a capacidade.

GEN. EDMUNDO DE MACEDO SOARES — Até 200 toneladas sim, mas mais de 200 toneladas, não.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Informações que recebemos, há relativamente pouco tempo... nos fazem crer na possibilidade de realizar no futuro próximo fornos até 600 toneladas.

GEN. EDMUNDO DE MACEDO SOARES — Porque no seu trabalho, há uma referência a fornos até 600 toneladas. Isso, evidentemente, seria muito desejável em nosso caso, mas infelizmente não encontrei informações a esse respeito. As informações,

que tive, na Brown Bowery e mesmo na Elektrokemisk foi de que os fornos acima de 200, 220 toneladas, são ainda um problema para o futuro. Os fornos existentes, não chegarão a atingir provavelmente 300 toneladas. Do mesmo tipo, dos americanos, não há nenhum construído, a não ser um forno no Canadá, que não faz gusa. A Lectromelt não tem nenhum construído desse tamanho.

#### Debates esparsos

GEN. EDMUNDO DE MACEDO SOARES — Mas não é para a produção de gusa, é para outro objetivo. A Electromelt não dá nenhuma garantia para um forno de 600 toneladas para gusa. Nós estivemos também, em outubro do ano passado, no Canadá, nos Estados Unidos, e, conversando com os engenheiros, não tivemos garantia alguma. Tudo é ainda cogitação teórica, isto é, a possibilidade teórica existe, mas não há nenhuma realização de ordem prática.

ENG. AMINTHAS JACQUES DE MORAES — Existe um forno que está funcionando no Canadá, produzindo, usando o minério de ferro de alto teor em titânio, isto é o processo é o mesmo, o minério de ferro é igual ao nosso, apenas o deles é mais impuro em relação ao titânio.

GEN. EDMUNDO DE MACEDO SOARES — Mas não há ninguém que tenha coragem de construir um forno de redução elétrica para produção de gusa, com mais de 200 e poucas toneladas. As dificuldades são enormes, e ninguém está pensando nisso. Eu fui em busca desse processo, e no dia em que se puder construir um forno elétrico de redução, de 350 toneladas acredito, e já acredito isto há 20 anos, não se precisará mais construir fornos de coque. No momento em que seja possível produzir energia elétrica barata, em que os investimentos sejam de uma ordem menor do que a que se supõe hoje, ou em que as quedas sejam bem aproveitadas, não precisaremos mais pensar em fornos de coque. Mas os construtores de fornos não afirmam isso. Pelo menos no meu inquerito pessoal, infelizmente, não obtive esta certeza. Estava perguntando ao Dr.ensch, si êle tinha afirmações categóricas, dessas emprêsas, de que êles fariam forno de mais de 200 toneladas.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Não. Ofertas categóricas nós não temos. A última oferta que nos interessou, para fornos elétricos para redução, foi em 1947. Mas depois disso tivemos informações,

porém não oficiais, sobre a possibilidade de aumentar a produção até 600 toneladas.

GEN. EDMUNDO DE MACEDO SOARES — Nós consultamos um antigo prof. meu, em França, que é um técnico que ultimamente teve grandes contactos com os construtores de fornos, e fez um estudo que possúo. Nêsse estudo está afirmado justamente o contrário, que no momento não há nenhuma possibilidade de se construir com resultados satisfatórios, seguros, um forno de mais de 200 a 220 toneladas. Os próprios fornos suecos não atingirão a mais do que isso, 200, 180, 185. E' verdade que lá houve uma dificuldade elétrica, foi imposta uma frequência imprópria para o aumento do rendimento do forno. O governo do país onde estão instalados os fornos, exigiu que a ciclagem fôsse a mesma do sistema nacional, e isso prejudicou extraordinariamente o funcionamento dos fornos. Mas, na verdade não se consegue obter uma proposta razoável, com garantias de funcionamento. Isso ainda não existe.

ENG. MARTINHO PRADO UCHÔA — Confirmando as declarações do Gen. Macedo Soares, tive ocasião em outubro, de conversar com os técnicos da Elektrokemisk e da Lectromelt em Bogotá, êstes me confirmaram que a potência seria a do forno que vai entrar em funcionamento agora na Noruega, que é da ordem de 23.000 kw, e além disso, só com 24 ciclos. Isto, evidentemente está fóra de cogitação para nós, porque precisaríamos então uma usina só para êsse fim, porque é uma ciclagem que cai completamente fora. Qualquer um deles se compromete a fazer um de 30 ou 40 mil, mas a nossa custa, sem nenhuma garantia. Se quiser, êles fazem.

PROF. AMARO LANARI JR — Existe, eu sei, um forno de 35.000 kw para carbureto de cálcio.

ENG. JANUSZ WS'CIKLICA — De fato, não existe atualmente nenhum forno para redução de minério de ferro a gusa que supere 200 toneladas. Existe um em construção na Noruega que está suposto fazer 200. Para mostrar a posição da Elektrokemisk vou citar as conclusões do trabalho do Dr. M. O. Sem, diretor da Elektrokemisk, entitulado «Os Eléttodos Sæderberg e sua Influência sobre o Projeto de Fornos Elétticos de Redução» que apareceu no Boletim da A.B.M. de Julho 1952, página 224: «Isso significa, no caso dos fornos elétricos para redução de minério de ferro, que já é possível se considerar um forno de 6 elétrodos para a produção de cêrca de 400 toneladas de gusa por 24 horas e mesmo um



forno de 9 eletrodos para produção de cerca de 600 toneladas por 24 horas».

PROF. AMARO LANARI JR. — Posso dizer também o seguinte: que conversando com o Eng. M. O. Sem da Elektrokemisk, em Bogotá, êle realmente não pode assumir nenhuma garantia, de um forno que nunca foi feito, de tamanho tão extraordinário. Mas êles não desaconselha a experiência de um tal forno, dependendo apenas de haver um interessado (foram as palavras dêle) na construção dêsse forno. Êle não vê impossibilidade nem desaconselha a tentativa de um forno elétrico dessas dimensões. O Dr. H. Walde da Demag é mais prudente, prefere ficar nos fornos de 3 elétrodos, de modo que, com isto, êle limita a capacidade a cerca de 20.000 kilowates.

GEN. EDMUNDO DE MACEDO SOARES — A êste respeito, não há dúvida alguma em que a colocação dos elétrodos em linha representa um progresso. No inquérito que realizamos, foi essa a opinião da maioria dos técnicos construtores. Agora, se é possível reunir 3 ou 4 fornos de 100 toneladas num só e chamar isto de um só forno e produzir 4 vezes mais, então, as possibilidades são infinitas.

PROF. AMARO LANARI JR. — E' justamente esta a opinião do Dr. M. O. Sem. Da discussão havida, discussão bastante viva, em Bogota, sobre a questão dos elétrodos em linha, ou dos elétrodos em triângulo, a conclusão tirada foi de que a melhor solução seria a dos elétrodos em triângulo, desde que fôsse possível a construção dêstes elétrodos enormes para fornos grandes. O limite, talvez, seria para fornos da ordem de 20.000 kilowats ou próximo. Para fornos maiores, só então é que os elétrodos em linha seriam aconselháveis à custa, segundo o engenheiro Sem e o engenheiro Walde, à custa de um rendimento um pouco menor. Se não me engano, foi esta a conclusão tirada da discussão em Bogotá. O forno com elétrodos em linha só seria aconselhável a partir de uma capacidade da ordem de 20.000 kwts.

ENG. MARTINHO PRADO UCHÔA — O professor Tharcisio, ontem, de uma forma muito elegante, já apontou os pontos de vista mais importantes, que são os meus também, a respeito da localização de novas usinas, que é a questão de transporte e, no momento, parece que a melhor solução seria de aproximarmos do litoral, procurando aliviar a E. F. Central do Brasil, porque tudo que temos no Brasil em matéria de siderurgia é a custa da pobre Central, que já é deficiente. Nós sentimos aqui não estar presente o Dr. Roberto Jafet, que se mostrou um tão ardoroso defensor da Central o ano passado.

Estudando a questão da localização das novas usinas, chegamos à conclusão de que o litoral seria de fato o local mais indicado e, já que estamos no litoral, a proximidade dos grandes mercados. Teríamos, então, o menor custo para a reunião tanto das matérias primas como para a distribuição dos produtos acabados. Os estudos que fizemos a respeito, indicam claramente, já que 65% do consumo brasileiro está em São Paulo, que o ponto mais indicado seria Piassaguera que, em matéria de transportes, oferece toda uma série de vantagens: 1.º) bitola larga; 2.º) bitola estreita, com ligação ferroviária até a Bolívia, Paraguai, Argentina, etc.; 3.º) Pôrto de Santos; 4.º) Via Anchieta. Enfim, em matéria de transporte, devemos aconselhar que é o ponto que reúne a maior concentração de meios de transportes do Brasil. Isto quanto ao ponto de vista de transportes, que é de importância capital. Conforme tivemos ocasião de verificar no Congresso de Bogotá, mais de 60, ou mesmo 70% do custo do produto é representado pelo transporte, de maneira que nunca é demais salientar a importância do transporte no projeto de novas usinas. Era o que eu tinha a dizer quanto à localização. Naturalmente que não somos contra a instalação de outras usinas em outros pontos do Brasil, como Vitória, Laguna, etc., que também tem razões econômicas interessantes, mas achamos que, no momento, a indústria que poderia, com menor dispendio, aumentar a produção nacional, seria em Santos. Outro ponto de vista interessante que o General Macedo Soares, nosso insigne mestre, tem sempre chamado a atenção, é sobre a capacidade das usinas. Conforme foi salientado na reunião da CEPAL, as usinas, a partir de 250.000 toneladas, têm um custo de produção bem menor. Tenho aqui alguns dados que gostaria de abordar ligeiramente. Quanto à produção de gusa, por exemplo, verificamos o seguinte: com os mesmos materiais, com os mesmos salários, para uma produção de 50.000 toneladas de gusa, que é, mais ou menos, a capacidade dos fornos a carvão vegetal...

PROF. AMARO LANARI JR. — Os materiais pelo mesmo custo?

ENG. MARTINHO PRADO UCHÔA — Sim, o material pelo mesmo custo. O custo de produção seria, para uma usina de 50.000 toneladas, de 53 dólares; para 250.000, já baixa para 36 dólares; e para 500.000 baixa para 34 dólares.

PROF. AMARO LANARI JR. — Para que produtos?

ENG. MARTINHO PRADO UCHÔA — Gusa. Esta proporção verifica-se em forma até mais acentuada em relação ao aço e, em forma ainda mais acentuada, em relação ao laminado, de maneira

que, sem discordar da opinião do Dr. Ensich, que a siderurgia à base de carvão vegetal ainda conta com possibilidade de expansão no Brasil, eu acho que o que mais nos interessa no momento, dada a falta de matérias primas como chapas, principalmente chapas largas que nós, dentro em breve, deveremos precisar para a fabricação de automóveis, de ônibus, para o aparelhamento de nossos meios de transporte, perfis pesados, etc., temos que começar com usinas não inferiores a 250.000 toneladas e essas tem que ser a coque. Eu não quero me estender demasiado sobre a parte econômica, porque não está no programa, mas tenho a absoluta convicção de que só uma usina a coque poderá produzir estes materiais em preços interessantes. Era o que eu tinha a dizer.

ENG. JOÃO GUSTAVO HAENEL — Desejo aproveitar o ponto localizado pelo Dr. Uchôa e a presença do Dr. Ensich para saber a opinião d'ele sobre o seguinte: Quando estamos tratando da possibilidade da expansão no Brasil da siderurgia a carvão de madeira, não haveria uma outra distinção a fazer, que é a seguinte: usinas para barras e perfilados seriam talvez econômicas, baseadas em siderurgia a carvão de madeira. Agora, quando se fala em produtos chatos, tenha a impressão que, neste caso, a siderurgia a carvão de madeira não é possível, devido à capacidade mínima de produção. A este respeito, por exemplo quando o Dr. Ensich cita que na Europa a média da capacidade das usinas é de cerca de 300.000 toneladas por ano, isto deve ser a média geral, incluindo as usinas de barras para concreto, perfilados, etc. Agora, se tomarmos só as usinas para chapas largas de 66 e 80 polegadas, como há agora 11 na Europa, vemos que a capacidade mínima, por assim dizer, de cada uma destas 11 usinas é cousa de ordem de 1 milhão de toneladas por ano, e que, portanto, o país, precisando agora de produtos chatos, para enveredar neste setor, teria forçosamente, que recorrer exclusivamente à siderúrgica a coque, para este objetivo. Aliás, este ponto de vista já foi definido pelo General Macedo Soares no ano passado, se não me engano. Queria, apenas, aproveitar a oportunidade do Dr. Ensich estar aqui, para saber se também esta é a opinião d'ele.

PROF. AMARO LANARI JR. — Eu pediria antes que o General Macedo Soares, que se manifestou sobre o assunto no último ano, ponderasse alguma coisa.

GEN. EDMUNDO DE MACEDO SOARES — Depois das nossas discussões do ano passado, eu tive ocasião de visitar 4 usinas

produzindo chapas pelo processo antigo, quer dizer, o laminador trio, trio Lauth e os duos que fazem o acabamento, e, naturalmente, baseado na produção de platina, da barra chapa e da platina; uma nos Estados Unidos, uma na Inglaterra e duas na Alemanha e tive ocasião também de conversar com os grandes construtores de laminadores e ter contacto com algumas usinas que estão em remodelação. O resultado destas observações confirma o que foi dito aqui o ano passado. As usinas para a produção de chapas comuns de aço carbono, baseadas no processo antigo, estão ou morrendo ou se transformando. Aquelas que produzem aços especiais estão mudando os seus laminadores tipo antigo por steckel, pelo laminador steckel reversível, que hoje é uma máquina perfeitamente adequada. Não o era antes da guerra, quando se discutiu, por exemplo, o problema de Volta Redonda. Não era aconselhável adotar-se o steckel, mas hoje, já se pode adotar o steckel, sobretudo para as produções médias da ordem de 150.000 a 180.000 toneladas. Entretanto, uma solução baseada no trio tem que ser uma solução de emergência. É uma solução que terá, fatalmente, que se modificar, porque é uma solução do passado. Eu cito um exemplo: TERNI, na Itália, está despedindo os seus operários, está se reorganizando porque outra empresa está introduzindo um laminador contínuo. Na França, os trens contínuos que lá foram introduzidos estão também causando um grande terror nas laminações manuais, nas laminações mecanizadas com os antigos laminadores. Eu tive ocasião de conversar com uma organização que faz chapas de aço inoxidável e que vai enviar mesmo estas chapas de aço inoxidável para serem laminadas em laminadores contínuos, porque não poderá suportar a concorrência, se se estabelecer entre ela e as novas usinas uma outra grande organização francesa, que faz aços especiais, neste momento, está estudando a adoção de um trem largo steckel. O trem steckel já foi adotado em outras usinas. Na Alemanha, a antiga fábrica de chapas de Krupp neste momento está com o seu laminador sendo estudado, laminador que dá para 1 metro. A Eisen-und-Stahlwerk substituiu para a parte de chapas, e está pensando também em ir para a bobina. Vemos que a solução do presente, e do futuro em matéria de chapas é a bobina. A outra solução é antiga. Entretanto, a bobina exige uma produção mínima de produtos acabados. A bobina com steckel, exige da ordem de 150.000 a 180.000 toneladas e, se se trata de aço comum, uma produção que deva ser muito maior do que isto, da ordem de 300.000 a 350.000. Foi uma felicidade que nós tivéssemos ado-

tado em Volta Redonda o trem contínuo porque, de outro modo, êste trem steckel seria um trem antigo e nós o estaríamos substituindo, nêste momento, por um trem contínuo. Êste foi o resultado das nossas observações. Quanto ao emprego dos perfís, numa usina de 250.000, eu acho perfeitamente possível, e, aliás, o Dr. Ensck já o afirmou e êle, eu não quero empregar para êle a expressão que envelhece bastante, chamar de mestre, com que eu fui honrado ainda agora, mas, na verdade, o Dr. Ensck tem uma grande experiênciã, preciosa e que aproveita a todos nós.

ENG. MARTINHO PRADO UCHÔA — Eu queria perguntar ao General Macedo Soares qual é a largura de um steckel.

GEN. EDMUNDO DE MACEDO SOARES — Pode-se laminar at 1 metro e 20. E' bem possível.

ENG. MARTINHO PRADO UCHÔA — 1 metro e 20.

GEN. EDMUNDO DE MACEDO SOARES — Eu tenho uma proposta de um steckel, para produzir chapas acabadas de 1 metro e 20. Quer dizer, êste steckel é um steckel de 56 polegadas.

ENG. MARTINHO PRA UCHÔA — Agora, considerando 60% do consumo de produtos siderúrgicos, hoje em dia, com o sentido de chatos, ou sejam, produtos laminados, chapas e folhas, temos necessidade de grandes usinas e, tirando Volta Redonda que tem programado o aumento da produção de chapas, nenhuma outra usina está cogitando disto, e, a nosso ver, a próxima grande usina brasileira terá que laminar chapas.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Queria responder ainda ao Dr. Haenel à respeito da possibilidade de fabricação de chapas numa usina de 250.000 toneladas, mesmo a carvão de madeira. Em Monlevade temos realmente uma instalação para fabricar chapas de 60 centímetros de largura. Isto foi feito por nos ser conveniente na ocasião e por causa da situação do mercado de chapas na época aquí no Brasil. Como para Volta Redonda estava previsto um laminador contínuo para chapas, Monlevade preferiu se limitar a 60 centímetros de largura. Poderíamos ter adotado também um «steckel» de 60 centímetros, de 1 metro ou até de 1 metro e 20; mas a usina de Monlevade naquela ocasião não era ainda a mesma de hoje e o programa de Monlevade é relativamente vasto. Não tivemos, na ocasião, aço suficiente para justificar um laminador de chapas mais largo, mas que seria perfeitamente possível se Monlevade fabricasse, por exemplo, só chapas, caso em que poderia funcionar e produzir em condições muito razoáveis e até ótimas. O laminador «steckel» é justamente a solução para pro-

duções médias; as despesas de primeira instalação são naturalmente baratas e dá bastante elasticidade na fabricação especialmente.

GEN. EDMUNDO DE MACEDO SOARES — Apenas, Dr.ensch, haveria o seguinte. Estabelecida a produção com o steckel para chapas de aço comum e supondo-se que Monlevade só fizesse chapas e produzisse, por exemplo, 150.000, 160.000 toneladas de chapas normais acabadas, ela teria a concorrência, pouco depois, dos laminadores contínuos e se veria numa situação bastante difícil, segundo eu penso.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Não sei...

GEN. EDMUNDO DE MACEDO SOARES — Os estudos econômicos realizados em torno disto demonstram que a vantagem do laminador contínuo, para o produto corrente, é enorme.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Não sei, general, se isso está completamente certo ou não. Na Europa têm sido montados muitos laminadores para chapas. Uns adotaram o laminador contínuo; outros adotaram o laminador «steckel». Na organização da minha terra, Dudelange, foi montado um laminador «steckel» cuja produção, segundo estou informado, se processa nas melhores condições, mesmo que o laminador contínuo. O preço de custo tem sido fóra do comum. E' pena que eu não tenha sabido, pois lhe teria aconselhado uma visita ao laminador «steckel» de Dudelange.

GEN. EDMUNDO DE MACEDO SOARES — Eu ví uma referência ao steckel de Dudelange. Ele possui um slabing, depois tem um trem intermediário preparador, e tem um trem acabador. Agora, é preciso dizer que as condições do Luxemburgo, no que diz respeito à técnica, sobretudo à habilidade, à técnica e à tradição, são condições, por exemplo, aqui, no Brasil, dificilmente reproduzíveis. Na própria Europa, eu vi, na Alemanha, uma homenagem prestada à técnica luxemburguesa, à sua tradição na produção siderúrgica, de uma maneira geral, que os alemães geralmente não fazem. Eles são avaros nisso, porque eles são austeros, são duros em fazer êstes elogios. Há condições excepcionais no Luxemburgo e é possível que as condições lá façam com que o steckel possa suportar a concorrência dos laminadores contínuos, mas eu desejo lembrar aqui que a Alemanha ainda não tem um laminador contínuo. Ela vai ter; a França está tendo agora, isto é, a concorrência ainda vai se estabelecer, ela ainda não se estabeleceu.

ENG. JOÃO GUSTAVO HAENEL — Êste laminador, justamente, de Dudelange, me parece que é o maior laminador steckel

que existe no mundo, porque a capacidade dêle é de 500.000 toneladas por ano.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Perfeitamente.

ENG. JOÃO GUSTAVO HAENEL — De modo que já estamos ingressando, digamos, no campo da siderurgia a coque, que é o caso de Dudelange. Êle, talvez, seja econômico, e mais econômico do que os demais, devido à grande produção dêle, anormal para um laminador steckel, o que não seria o caso do laminador steckel que teríamos que instalar aqui no país.

ENG. LOUIS J. ENSCH — O laminador steckel, mesmo para uma produção de 300.000 toneladas, se todo o aço da usina fôr transformado em chapas, se justificaria perfeitamente.

GEN. EDMUNDO DE MACEDÔ SOARES — O problema é um problema econômico de custos e eu tenho uma dúvida, e foi por ter esta dúvida que nós lançamos o trem contínuo em Volta Redonda. Assumimos uma grande responsabilidade, mas, neste momento, Volta Redonda se tivesse de caminhar para as 500.000 toneladas de chapas, ou mais do que isto, se ela tivesse um steckel, estaria transformando inteiramente o seu trem, nas condições presentes, o que seria uma perda. O máximo que nós pudemos fazer, ou o mínimo, em Volta Redonda, foi colocar antes dos laminadores contínuos, um laminador reversível para chapa grossa, porque, realmente, não poderíamos justificar economicamente 3 ou 4 cadeiras contínuas antes daquelas que fazem o acabamento a quente dos produtos que nós visávamos fabricar em Volta Redonda.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Perfeitamente. A solução do laminador contínuo de Volta Redonda foi a única lógica. Mesmo não tendo êle sido utilizado 100% ao princípio; mas com o crescimento do mercado brasileiro...

GEN. EDMUNDO DE MACEDO SOARES — Sim, mas nós sabíamos disto.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Nós verificamos que êle já é um tanto quanto pequeno.

ENG. WALTER LEUBSTEIN — Eu queria apenas levantar uma pequena objeção, que, certamente, não será decisiva, mas que eu acho que não deverá ser esquecida na localização de futuras usinas. Parece-me que Piassaguera ou Cubatão tem um clima que não é dos mais favoráveis para a localização de uma siderúrgica. Isto não é um fator decisivo. Para isto, hoje em dia, há meios de, apesar do clima, elevar a produtividade de mão de

obra do homem, mas eu noto isto na nossa fundição, em qualquer lugar, que, em tempo quente, a produtividade em uma usina é menor do que em tempo frio. E, certamente, isto não deverá ser esquecido.

GEN. EDMUNDO DE MACEDO SOARES — Se me permite, eu devo lembrar que estes argumentos são do passado, em que era preciso um homem louro e dolicocefalo para fazer aço. Estes argumentos eu os refuto inteiramente. Nós temos o exemplo nas fábricas de projetis do exercito no Rio de Janeiro, onde o nosso homem trabalha com o mesmo rendimento. O rendimento em Volta Redonda não é absolutamente inferior ao rendimento das usinas europeias. O rendimento, se ele é inferior em alguns pontos, é porque nós ainda não temos os homens treinados suficientemente. A tradição industrial é que ainda é pequena. Não acredito que este fator clima tenha hoje a importância que se lhe atribuiu no passado. Pelo menos aqui no Brasil, em outros países, nós estamos demonstrando isto e eu espero que os fatos acabem de demonstrar isto. Eu tive várias conversas, sobretudo na Alemanha, a este respeito, onde persiste uma certa idéa a respeito do clima. Evidentemente, não é possível transplantar um homem da Groenlândia e colocá-lo na Baixada Fluminense e fazê-lo viver da mesma maneira, mas os homens que estão adaptados e que lá vivem são capazes de produzir nas mesmas condições. O problema é de tradição e de preparação dos homens. Eu, hoje, tenho uma convicção baseada em 30 anos de experiência a este respeito no Brasil. Aquí no Brasil, pelo menos, eu não ví, em nenhum lugar, produção em prensa e laminadores, quando os homens são habilitados, um rendimento inferior ao que eu tinha visto em outros lugares.

ENG. WALTER LEUBSTEIN — Concorde plenamente, eu só quis chamar a atenção para que o problema de adaptação existe. Eu, desde o início, falei que não queria indicar obstáculos insolúveis.

ENG. AMARO LANARI JR. — Eu desejaria também apresentar uma pequena dúvida ao Dr.ensch. Os engenheiros europeus admitem muitas vezes a possibilidade de se fabricar produtos siderúrgicos de concorrência em pequenas usinas, da ordem de 100.000 toneladas ou equivalente. Neste caso, o laminador contínuo, assim como o laminador steckel, estariam fora de cogitação no caso desta usina querer fabricar chapa.

Eu queria saber a opinião do Dr.ensch, sobre a possibilidade de uma usina deste tamanho utilizar o trem trio e o duo acabador



mecanizado, para a fabricação de chapas, não em bobinas naturalmente, mas em chapas aparadas, retortadas, porque o Gen. Macedo Soares acha inviável, queria saber a opinião do Dr.ensch a respeito.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Bom, isso dependerá do preço de custo do aço e do preço de transformação deste aço em chapas, para saber se pode concorrer com estas maiores usinas como de Volta Redonda e outras que vão ser construídas. É um problema que é relativamente difícil de responder agora, porque é concorrência muito séria aqui no Brasil para a fabricação de chapas e temos aqui no Brasil, no fundo, o que há de mais moderno na fabricação de chapas, a última palavra. A meu ver, será difícil para uma usina de uma produção média, ou pequena concorrer com ela, a não ser talvez em algumas especialidades, algumas especialidades de qualidade de preferência.

GEN. EDMUNDO DE MACEDO SOARES — Nós temos um exemplo nos Estados Unidos, uma usina de cerca de 200 mil toneladas e que ainda aplica os laminadores antigos, mas ela só faz especialidades.

PROF. AMARO LANARI JR. — Que especialidades?

GEN. EDMUNDO DE MACEDO SOARES — Ela faz chapas ao silício, ela faz termoplates, ela faz chapas só para usos muito especiais, isto é ela não produz a chapa corrente, em concorrência com as grandes laminadoras. Foi uma das usinas que visitei, aliás, em outubro do ano passado.

ENG. ROBERTO ROCHA VIEIRA — Eu queria perguntar ao Dr.ensch, qual será o programa de produção da Belgo Mineira, na sua expansão para 300 mil toneladas.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Uma grande parte das instalações para aumentar a nossa produção, já está sendo montada; outra parte está encomendada e para outra parte estamos à espera da licença de importação. Mas se tudo correr mais ou menos normalmente, acho que para (não vou exagerar o prazo) 55 vamos poder produzir 250 mil toneladas.

ENG. MARIO DA SILVA PINTO — Eu desejava indagar ao Dr.ensch, uma questão sobre eucaliptos, que é a seguinte: há 10 anos atrás, que visitei Monlevade, e lá conversei com o Eng. Francisco Pinto de Souza, sobre a questão do eucalipto. Nessa época quasi me achou um fantasista, em lembrar a idéia do eucalipto para a obtenção de madeira para a produção do carvão vegetal. Dois anos depois, S. Senhoria me falou isso, conversando, de modo que a interpretação que eu dou, em face do próprio

texto da conferência do Dr.ensch, em que S. Excia fala nas dificuldades do eucalipto, e nas pesquisas que ainda tem que realizar, é que parece que a cultura, do eucalipto na zona de cerrado mineiro, é uma coisa inteiramente diferente do que foi estudado, por exemplo, em Rio Claro. E a única interpretação que eu posso dar. O que se tem verificado, é que a experiência notável da Paulista, se tem transplantado, até para zonas, como por exemplo o solo laterítico, na expressão geológica e não pelo-lógica da palavra, no solo laterítico de Poços de Caldas. Eu pergunto, se essa suposição é verdadeira, se a cultura do eucalipto nessa zona de cerrado, portanto, na zona das jazidas feríferas. Eu tenho uma fé semelhante ao Dr. Louisensch, na siderurgia a carvão vegetal, para soluções locais, para disseminação da produção e para um fortalecimento da siderurgia nacional, para que toda ela não seja baseada em coque, coque êsse, que tem que ser feito em geral, em porcentagem predominante de combustível estrangeiro. Portanto tem que ser uma produção diversificada. Mas, se êsses minérios ferríferos estão na zona de cerrado e si a Companhia Belgo Mineira, fala em tanta experiência, eu pergunto se é uma questão nova a de desenvolvimento do eucalipto em cerrados mineiros, ou, se é possível, transplantar a experiência da Companhia Paulista. Nêsse caso, não há tanta necessidade, tanta dúvida ao meio de tantas demoras, o problema não seria técnico e sim econômico ou industrial. E' essa a pergunta, Dr.ensch. Muito obrigado.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Se falamos em certas dificuldades para execução do programa de reflorestamento que consta dêste quadro, aquí, é pelo seguinte. No momento temos um programa de plantar 3 milhões de pés por ano e temos conseguido aproximações tais como 2 milhões e 500 mil, 2 milhões e oitocentos mil e até 3 milhões e 200 mil, dependendo naturalmente um pouco de São Pedro, pois quando nos mêses de outubro, novembro e dezembro chove o bastante, as plantações de eucaliptos tomam um desenvolvimento muito grande. Agora, aumentar para 6 milhões... não vai, naturalmente de um dia para o outro. E' justamente na execução dêste programa que podemos ter uma ou outra dificuldade.

ENG. MARIO DA SILVA PINTO — Mas não há questão técnica ou agrônoma, ou pedológica. E' uma questão de execução.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Perfeito. Só. E a respeito disto o nosso silvicultor, Dr. Laercio, pode dar esclarecimentos.

ENG. MARIO DA SILVA PINTO — Isso é importante definir, Dr. Enschede, é importante.

PROF. AMARO LANARI JR. — O Dr. Laercio talvez possa esclarecer...

DR. LAERCIO OSSE — Conforme o Dr. Enschede já disse, as dificuldades que nós prevemos são de ordem executiva, porque temos que subir de mais ou menos 3 milhões por ano, a mais ou menos 6 milhões por ano. As dificuldades, realmente são de ordem executiva. De ordem agrônômica não há dificuldades previsíveis, nós podemos ter surpresas, porque trabalhamos em áreas muito extensas, em diversas áreas e não em uma área só; mas, não acreditamos que vá aparecer alguma dificuldade de ordem pedológica, porque nós evitamos as áreas suspeitas em geral. Temos que nos precaver, e estamos nos precavendo, contra as surpresas de ordem entomológica, pois aí é que poderemos ter grandes surpresas; mas isto é uma incógnita e não adianta estar especulando em torno dela no momento. Em resumo, as dificuldades que presentemente existem, são realmente, de ordem executiva.

ENG. GIOVANNI GIULIANI — O eucalipto é plantado em área de cerrados ou em mata?

DR. LAERCIO OSSE — A zona onde estão instalados os nossos hortos, não é zona de cerrado, é uma zona de mata.

ENG. MARIO DA SILVA PINTO — Nesse caso conviria dar depoimentos, que em solo pior do que no cerrado, que é o de Poços de Caldas, o Eucalipto está medrando com grandes resultados.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Uma boa notícia.

PROF. AMARO LANARI JR. — Dr. Francisco Pinto de Souza, faça o favor de dar opinião.

ENG. FRANCISCO JOSÉ PINTO DE SOUZA — As impressões que se tem observando de avião os eucaliptos das cercânias de Poços de Caldas e aqueles de São Paulo e outras regiões do Sul do Brasil são bem diferentes: os de Poços de Caldas são mais irregulares e mais falhados. Refiro-me a impressões ligeiras porquanto não visitei a região. Mas o que reputo importante assinalar é o seguinte: o programa de reflorestamento estabelecido pela Cia. S.B.M. e exposto na conferência é baseado na experiência da Paulista e ainda conservador quanto ao rendimento. Não há entretanto experiência no Centro de Minas. Se o rendimento do eucaliptos naquela região for inferior, a C. S. B. M. não será alcançada de surpresa, porquanto as duas reservas

de matas nativas permitiriam mesmo a Cia. dispensar por muito tempo o reflorestamento artificial.

Quanto a palestra que tivemos ha cêrca de 10 anos com o Eng. Mario Pinto e a que o ilustre colega se referiu, só posso confirmá-la «in totun». Houve realmente de nossa parte enorme evolução no modo de encarar o problema de reflorestamento à eucaliptos e hoje na nossa Cia. o problema está fora de discussão.

Provavelmente devemos agradecer ao ilustre colega sua contribuição nesta evolução.

DR. MIGUEL DE CARVALHO DIAS — Nessa questão de plantação de eucalipto, nós temos que distinguir e analisar um dado, que julgamos, aquí, em São Paulo, essencialissimo; é a questão da precipitação pluviométrica. Eu pergunto, qual é a precipitação da zona onde vão ser feitas as plantações da Belgo Mineira?

ENG. LAERCIO OSSE — 1500 — Acreditamos que seja satisfatoriamente distribuida.

DR. MIGUEL DE CARVALHO DIAS — Bem, nós achamos extremamente séria essa questão da precipitação aquí. Nós vimos por exemplo aquí em São Paulo, uma região como a de Sorocaba, produzir um eucalipto melhor, apesar da qualidade má da terra, do que regiões aquí de terra muito boa e com precipitação insuficiente. Nós achamos também o seguinte: O engenheiro Martinho Prado Uchôa referiu-se há pouco, na questão do custo em São Paulo mais ou menos apontando Cr\$ 1,80 por pé de eucalipto; hoje em dia, algumas Companhias tem adotado com enorme sucesso a plantação totalmente mecanizada, abaxando muitíssimo êsse preço, e nêsse caso, eu acredito que nós poderemos exatamente conseguir muito melhores resultados com essa plantação mecanizada. A plantação mecanizada, só é possível aquí no Estado de São Paulo, em terreno de cerrado. Ninguém vai plantar eucalipto hoje em dia, nas terras que nos custam nunca menos de uns Cr\$ 10.000,00 o alqueire paulista. Em Itapetininga, onde estão sendo feitas as grandes plantações da Nitro Química, o terreno é todo de cerrado, mais do que isso, um cerrado extremamente pobre. A plantação da Nitro Química está sendo feita totalmente mecanizada; os tratores passam, preparam o terreno e só depois disso é que começam as sementeiras normais. Agora, nós aquí em São Paulo temos uma regra: plantar o eucalipto sem chuva, é perder a plantação, tanto que os nossos viveiros são sempre muito maiores do que as necessidades do que a máxima plantação possível num ano. Outra

coisa que nós temos aqui em São Paulo, em matéria de técnica de eucalipto, é a seguinte regra: o que não se faz de acôrdo, servilmente de acôrdo com a Companhia Paulista, está errado.

### Debates esparsos

DR. MIGUEL DE CARVALHO DIAS — E, nessa questão do eucalipto, está acontecendo um fato curioso, que realmente convém ser lembrado aqui. É que realmente as plantações de eucaliptos em várias regiões estão em crise, porque com a renovação das máquinas de nossas estradas de ferro, e, principalmente a aplicação do óleo no combustor das máquinas, muita plantação de eucalipto está sem comprador. Felizmente, aparece aqui com um sucesso extraordinário, a questão da celulose do eucalipto, e nêsse ponto, as Indústrias Matarazzo e a Nitro Química já estão com projetos muito grandes. Para dar uma idéia da possibilidade da celulose, eu queria apontar, que a plantação que o Dr. Ensich pretende fazer para a Belgo Mineira, poderia proporcionar a produção de 700 toneladas diárias de celulose, e eu deixo isso aqui como uma dúvida, como uma maldade para o Dr. Ensich, se valeria a pena êle fazer o carvão disso, ou seria melhor êle fazer celulose...

ENG. MARTINHO PRADO UCHÔA — Eu gostaria de responder ao Dr. Miguel Dias, sôbre a plantação mecanizada do eucalipto o seguinte: a plantação mecanizada presuppõe um terreno destocado, naturalmente, ou de cerrado ralo. A destoca do terreno fica mais cara que a plantação, entretanto com 6 mil pés de eucalipto por alqueire, a Cr\$ 1,80, serão Cr\$ 10.800,00, e a destoca não fica longe disso. Outro fator é êsse Cr\$ 1,80 inclúe a entrega do eucalipto depois de 30 meses, de maneira que êle tem pelo menos uma safra de feijão, o que é muito importante.

PROF. AMARO LANARI JR. — Êsse Cr\$ 1,80 não está muito barato?

ENG. MARTINHO PRADO UCHÔA — Não, é o preço normal de hoje em dia.

PROF. AMARO LANARI JR. — Parece que um último assunto de grande interêsse, seria referente ao apêlo que faz o Dr. Louis Ensich, para o estudo da redução pelo hidrogênio, e nós tivemos a grata surpresa de verificar que a Belgo Mineira vai entrar de corpo e alma nêsse assunto. Perguntaria si algum dos presentes não está interessado em esclarecimentos?

GEN. EDMUNDO DE MACEDO SOARES — Qual o preço do kilowatt é um dos problemas. Foi anunciado, por exemplo, num certo convênio, a produção de hidrogênio barato, como subproduto de associações atômicas; nêsse caso teríamos o hidrogênio extremamente barato, mas isto é ainda pior do que o forno de 600 toneladas, ainda está no domínio das cogitações. Evidentemente, uma siderurgia com o hidrogênio como redutor, será uma solução no Brasil, extraordinária, de uma elegância enorme e viria resolver o nosso problema brilhantemente. Mas si é para a obtenção do hidrogênio pelos processos correntes, creio que o problema principal é o preço do kilowatt. Pergunto ao Dr.ensch, si êle tem em vista a produção de hidrogênio pela eletrólise da água, ou em vista algum outro método.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Não, seria pela eletrólise da água, General. Nós já mandamos reduzir duas toneladas do nosso minério, numa pequena instalação experimental, e temos alguns dados a respeito disto. O material reduzido pelo hidrogênio foi fundido num forno elétrico e foi experimentado em todo o sentido, e o aço foi de ótima qualidade. Para reduzir uma tonelada do nosso minério, é necessário um total de 600 a 650 m cúbicos de hidrogênio. 1 m cúbico de hidrogênio 4,7 KWH, ou em algarismos redondos, 5 kw/hora, o que quer dizer, que para a redução em sí seriam necessários 3.000 kw/hora. Agora o material, quer dizer, o minério de ferro, deve ser aquecido à temperatura de mais ou menos 1.000° necessitam também mais ou menos 1.000 kw/hora. Quer dizer, que a redução do minério necessita 4.000 kw/hora. De maneira que encontrando um aparelho que permita utilizar êste hidrogênio, e conseguir uma produção razoável por dia, será um meio naturalmente indicado para o Brasil, em vista da grande falta do elemento carbono. O empate de capital será enorme, porque para uma usina, digamos da ordem de grandeza de um milhão de toneladas, para a redução do minério, para fusão do minério reduzido e para a laminação, em algarismos redondos seriam necessários 500 mil kw instalados. Mas será um problema definitivamente resolvido que não dará dôr de cabeça às gerações futuras.

ENG. AMINTHAS JACQUES DE MORAES — O Dr.ensch podia fazer a fineza de nos dar um esclarecimento importante? Qual é a porcentagem de redução que o Sr. conseguiu na experiência?

ENG. LOUIS J. ENSCH — 97%.

ENG. AMINTHAS JACQUES DE MORAES — Porque durante

a guerra, anunciou-se que tinha o problema resolvido, e, a Republic Steel, contratou então um engenheiro para realizar essas experiências, e segundo depoimento do próprio pesquisador gastaram nesta brincadeira, mais de 1 milhão de dólares e afinal não chegaram a resultado satisfatório, porque numa escala já maior, de certo ponto em diante, havia uma tendência em aglomeração do material ou êste ficava em estado pastoso, e, o hidrogênio não conseguia penetrar mais, de sorte que a porcentagem de redução era muito baixa. Assim, de um certo ponto em diante da operação, a porcentagem de redução tornava-se muito baixa, e não foi econômica a operação.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Bom, para o Brasil a meu vêr, é um problema dos mais interessantes. Mas eu acho que para o Brasil vale a pena gastar um, dois e 10 milhões de dólares, para tal fim.

ENG. AMINTHAS JACQUES DE MORAES — Não há dúvida, eu estou perfeitamente de acôrdo, eu quiz apenas mostrar que com essa experiência da Republic Steel, que chegou até a registrar patente baseada em trabalho de laboratório, quando foi para o campo prático, para o campo de industrialização, êle encontrou essa dificuldade. A última palestra que eu tive com êle, êle ainda estava esperançado de resolver o assunto, tanto que tinha contratado a instalação de uma usina de 10 toneladas por dia no Canadá. Mas depois, mais tarde, êle silenciou sôbre essa própria usina e não voltou mais ao assunto.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Êsses outros países, como já falamos, não têm o mesmo interêsse no desenvolvimento dêste processo que o Brasil. O Brasil, a meu vêr, é no mundo, nêste planeta, o país que mais interêsse tem, no desenvolvimento dêste processo. Não será um problema fácil para resolver, mas a utilização do oxigênio mesmo, digo, ou a produção do oxigênio em grande escala, também levou muito tempo. Hoje o problema acha-se resolvido e presta grandes serviços à Siderurgia.

ENG. AMINTHAS JACQUES DE MORAES — Eu tenho muita esperança nesta solução, não quero desencorajar, quis apenas fazer um depoimento de um fato que eu conheço, e acontecido com uma grande autoridade em matéria de siderurgia. Não quero com isso desencorajá-lo, eu apenas quis apontar uma das dificuldades que podem surgir.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Ah! Perfeitamente! O processo tem dificuldades. Até um colega, meu amigo velho, já resolveu

de certo quanto resolvermos nos aposentar, de estudar êste problema. E' só.

PROF. AMARO LANARI JR. — Eu perguntaria ao Dr.ensch, si o interêsse da Belgo Mineira se limitará ou se orientará de preferência, para os minérios pulverulentos, no tratamento pelo hidrogênio.

ENG. LOUIS J. ENSCH — Bom, é naturalmente mais interessante, obter minérios pulverulentos o mais fino possível.

PROF. AMARO LANARI JR. — Porque na reunião de Bogotá, estava presente o engenheiro Cavanagh do Canadá, e êle é um homem entusiasta dêsse processos e tem mesmo feito não propriamente redução pelo hidrogênio, mas redução por qualquer gás, de minério pulverulento, com aparêlhos idealizados por êle e com resultados aparentemente extraordinários. Êle nos mostrou em Bogotá um pedaço de chapa fabricada, cujo metal nunca ultrapassou à temperatura de  $1.100^{\circ}$  proveniente da redução por gás de minério pulverulentos, de granulometria média, controlada, de uma puresa inferior à das nossas Jacutingas, e êsse minério colocado num leito móvel dentro do fôrno, depois dessa redução, era imediatamente laminado e foi transformado numa chapa com propriedades mecânicas muito interessantes. Talvez isso viesse desbancar o laminador contínuo do General Macedo Soares...

GEN. EDMUNDO DE MACEDO SOARES — Infelizmente, o laminador contínuo não é meu...

PROF. AMARO LANARI JR. — Mas eu quero fazer sòmente a sugestão, de nêsse caso se considerarem as experiências do Prof. Cavanagh, sobretudo no que se refere ao desenho de aparelhos, que êle tem estudado bastante, e no sentido do aproveitamento de minérios pulverulentos...

ENG. MARTINHO PRADO UCHÔA — Seria interessante lembrar, que no México já existe uma instalação em escala semi-industrial, produzindo 30 toneladas por dia, por êsse processo.

PROF. AMARO LANARI JR. — É, justamente pelo processo do Cavanagh.

ENG. MARTINHO PRADO UCHÔA — Quer dizer, já é uma coisa que está mais ou menos, no terreno prático.

GEN. EDMUNDO DE MACEDO SOARES — Mas com que redutor, com que gases?

ENG. MARTINHO PRADO UCHÔA — Com gasogênio, anexo à redução em fase gasosa. E' um gasogênio anexo ao fôrno,



que o alimenta. Isso até nos interessou por causa do carvão brasileiro, por causa do enxofre que podia ser eliminado; o gás poderá ser purificado e em seguida utilizado para redução.

O caso do enxofre, que poderia ser, então, eliminado. O gás poderia ser purificado e, em seguida, utilizado para redução. Ele achava que êste processo só teria aplicação possível onde a mão de obra fôsse muito barata; era o caso dêles lá, desta região do México, para o Canadá, não era possível, mas êle estava disposto a estudar o caso brasileiro também.

PROF. AMARO LANARI JR. — Ninguém mais deseja fazer o uso da palavra? Nêste caso, passo a direção ao Presidente da Mesa, Dr. Rômulo Almeida.

DR. RÔMULO ALMEIDA — Meus senhores, só me cabe a honra de declarar encerrados êstes trabalhos em que nós ouvimos, além da conferência magnífica do Dr. Enschede, um debate tão esclarecedor como ordenado, aspecto que eu acentuaria com muito gôsto por não ser muito habitual nos ambientes tropicais do nosso país. Realmente, é admirável sentirmos que as horas se passaram; e durante quatro horas êste salão continúa repleto e os debates se mantiveram num clima de perfeita objetividade. Eu quero felicitar a São Paulo, porque um simples centro de estudantes é aqui capaz de empreender uma Semana de Estudos como esta que nós estamos aqui assistindo. Eu quero felicitar a mocidade paulista por êstes jovens que aqui estão representados por Sylvio de Queirós Mattoso e ao que me parece, naturalmente, muitas lições eu aprendi aqui e muitas não fui capaz de aprender, visto que sou homem de outra seara, mas algumas lições me parece que devem ser resumidas nas seguintes: Em 1.º lugar, que a utilização de diferentes processos tecnológicos depende essencialmente dos custos diferenciais dos fatores, portanto diferentes tecnologias podem coexistir, sobretudo num país em que os custos de transportes são tão grandes como o Brasil. Um país que é ainda um arquipélago e que, mesmo depois de deixar de ser um arquipélago, será sempre um país muito grande, com maior densidade e diversificação econômica, de sorte que isso me parece ser a indicação da provável sobrevivência da siderurgia a carvão vegetal, sobretudo se se especializar, ou melhor, se aproveitar melhor a sua capacidade de produzir aços mais finos no sentido de destiná-los a produtos mais nobres, especializados. Em 2.º lugar, o que me parece ressaltar dêste debate é de que estamos caminhando em matéria de tecnologia para uma relativa maturidade no Brasil. Êste é um fenômeno

altamente auspicioso, visto que nós não podemos aspirar a um desenvolvimento econômico mais largo, e sobretudo mais sólido, se não contarmos com um levantamento adequado dos nossos recursos. Não conhecemos os nossos recursos, nem mesmo na base dos critérios baseados na tecnologia transplantada e, muito menos, os conhecemos na base da tecnologia autoctone aquela que nós devemos criar, exatamente, para a estrutura dos nossos recursos naturais. O trabalho da Companhia Siderúrgica Belgo Mineira assume uma importância excepcional para o desenvolvimento econômico do Brasil e podemos compará-lo ao papel, naturalmente *mutatis-mutandis*, ao papel do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, instituição já benemérita e do Instituto Nacional de Tecnologia. Eu não quero, naturalmente, ocupar ainda mais o tempo dos senhores. Isto seria um despropósito, seria uma atitude predatória, mas eu quero aqui manifestar apenas a impressão que a um economista dá o fator altamente dinâmico da tecnologia na economia moderna e, em particular, na economia de um país cujos recursos ainda são praticamente desconhecidos. E, ao encerrar estas palavras que por sua vez encerram esta magnífica reunião, eu desejava fazer um apêlo no sentido de que as forças vivas da indústria e da engenharia de São Paulo e do Brasil procurassem ampliar as matrículas desta, já excelente, Escola de Minas e Metalurgia que aqui se criou. Muito obrigado pela grande honra, que tive de presidir essa reunião. (palmas).