

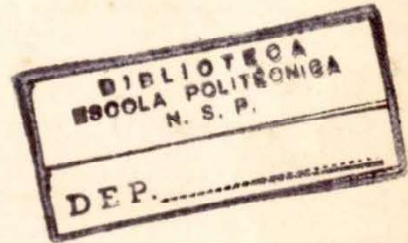
# GEOLOGIA

e

# Metallurgia



*duplicata*



## SUMÁRIO

N.º 10

1953

|                                                                                                                   | Pág. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Abertura da V Semana de Estudos .....                                                                             | 5    |
| Industrialização do Xisto Betuminoso de São Paulo e Paraná                                                        |      |
| Introdução — Cel. Renato Imbiriba Guerreiro .....                                                                 | 11   |
| Mineração — Eng. José Menescal Campos .....                                                                       | 14   |
| Processamento — Dr. José Schor .....                                                                              | 25   |
| Debates sobre a Industrialização do Xisto Betuminoso .....                                                        | 35   |
| Siderurgia baseada em coque no Brasil. Possibilidades e Planos de<br>Expansão — Eng. Renato Frota Azevedo .....   | 61   |
| Debates sobre Siderurgia baseada em Coque .....                                                                   | 83   |
| Siderurgia baseada em carvão vegetal no Brasil. Possibilidades e<br>Planos de Expansão — Eng. Louis J.ensch ..... | 117  |
| Debates sobre Siderurgia baseada em Carvão Vegetal .....                                                          | 147  |

## Benjamim Abrahão

Repercutiu dolorosamente a notícia da súbita morte do Eng. Benjamim Abrahão, ocorrida em 19 de Julho de 1953.

Só quem conviveu com êle poderá dizer da magnificência de sua obra, da sua perspicácia no trato dos assuntos ligados à mineração, do seu caráter íntegro, afável e cavalheiresco, criando em torno de si uma atmosfera de amizade que sempre recordaremos com saudade.

Viu-se assim a engenharia de minas nacional, desfalcada de uma das suas marcantes figuras e de um dos seus mais brilhantes servidores.

Formado em 1947 pela Escola Politécnica de São Paulo, desde logo predominou sempre o seu interesse de engenheiro pelos problemas novos e pelas soluções engenhosas. Exemplo típico é a sua contribuição, cujo valor na época é indiscutível, ao estudo dos minérios radioativos associados aos minerais de zirconio do Planalto de Poços de Caldas.

Fez parte do corpo docente da Escola Politécnica, onde ocupou com raro brilhantismo a assistência da cadeira de Lavra de Minas e Tratamento de Minérios.

Foi um dos fundadores do Centro Moraes Rego, a quem deu sempre os melhores de seus esforços.

Nos postos ocupados, revelou sempre seus assinalados predicados, quer como profissional, quer como cidadão dotado de espírito associativo e amável.

Ao ilustre engenheiro, tão cedo desaparecido, esta homenagem que aqui lhe rendemos, mostra claramente que a sua figura continua a viver no coração daqueles que tiveram a ventura de conhecê-lo.

### ENGENHEIRANDOS

Pelo curso de Engenheiros de Minas e Metalurgistas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, colaram gráu, em 1953: Syvio de Queirós Mattoso e Mario Eugenio Boehm.

O Centro Moraes Rego ofereceu aos formandos o tradicional jantar de despedida a 29 de Outubro de 53, quando foram homenageados os professores: Alceu Fabio Barbosa e João Mendes França.

Nessa ocasião foi empossada a diretoria do C.M.R. para o ano de 1954.

### DIRETORIA PARA 1954

Em eleição realizada a 15 de outubro, ficou assim constituída a nova diretoria do Centro Moraes Rego:

Presidente — Isaac Berezin  
Vice-Presidente — Enio de Figueiredo  
1.º Secretário — Shiguemi Fujimori  
2.º Secretário — Waldemar Schick  
1.º Tesoureiro — Vincenzo G. Mazzarella  
2.º Tesoureiro — José Martinelli  
Diretor de Publicações — Renato Rocha Vieira  
Bibliotecário — Eloy Alves Ferreira  
Representante no Conselho Deliberativo — José do Vale Nogueira Filho.

### BOLETIM N.º 11

Os trabalhos, realizados durante a V Semana de Estudos, sobre «Exportação e Exploração de Minerais Estratégicos» e «Exportação de Minérios de Ferro e Manganês», serão publicados brevemente no Boletim n.º 11.

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
ESCOLA POLITÉCNICA



# **GEOLOGIA E METALURGIA**

---

PUBLICAÇÃO DO  
CENTRO MORAES REGO

---

**BOLETIM N.º 10**  
**1953**

---

**C. M. R.**

---

Praça Cel. Fernando Prestes, 74 – São Paulo – Bra

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

Biblioteca Central

**NA REALIZAÇÃO DA V SEMANA DE ESTUDOS FORAM:**

**Presidente do Centro Moraes Rego:**

Sylvio de Queiroz Mattoso

**Consultores:**

Prof. Alberto Pereira de Castro  
Prof. Amaro Lanari Jr.  
Prof. Tharcisio D. de Souza Santos  
Eng. Roberto Rocha Vieira  
Prof. Othon Henry Leonardos  
Prof. Silvio Fróes de Abreu

**Presidentes das Sessões:**

Prof. Nilo Andrade Amaral  
Dr. Romulo de Almeida  
Prof. Francisco J. H. Maffei  
Eng. Alvaro de Souza Lima

**Orientadores dos Debates:**

Prof. Othon Henry Leonardos  
Prof. Alberto Pereira de Castro  
Prof. Amaro Lanari Jr.  
Prof. Tharcisio D. de Souza Santos  
Prof. Ephigênio Soares Coelho

**Representantes do Centro Moraes Rego:**

Sylvio de Queiroz Mattoso  
Renato Rocha Vieira  
Isaac Berezin  
Vincenzo G. Mazzarella  
Enio de Figueiredo  
Shiguemi Fujimori  
Mario E. Boehm

# V Semana de Estudos dos Problemas Mínero-Metalúrgicos no Brasil

## 1.a SESSÃO

DATA — 18 de maio de 1953.

LOCAL — Instituto de Engenharia de São Paulo.

ASSUNTO — INDUSTRIALIZAÇÃO DO XISTO BETUMINOSO DE SÃO PAULO E PARANÁ.

CONFERENCISTAS — Cel. Renato Imbiriba Guerrero, Eng. José Menescal Campos, Dr. José Schor, membros da Comissão de Industrialização do Xisto Betuminoso.

ORIENTADOR DOS DEBATES — Prof. Othon Henry Leonardos, membro do Conselho Nacional de Minas e Metalurgia.

## Abertura dos Trabalhos

ENGDO. SYLVIO DE QUEIRÓS MATTOSO — Em nome do Centro Moraes Rego declaro aberta a sessão e convido para assumir a presidência da sessão ao Dr. Henrique Pegado, presidente do Instituto de Engenharia e para tomarem assento à mesa o Cap. Osvaldo Feliciano representante do Governador de São Paulo, Dr. Othon H. Leonardos, representante do Conselho Nacional de Minas e Metalurgia, Dr. Heraldo Souza Mattos representante do Instituto Nacional de Tecnologia, Cel. Guttemberg de Miranda representante do Conselho de Segurança Nacional, Cap. Milton Marques Rodrigues, representante do Secretário da Saúde e do presidente da VASP, Eng. Durval Ribeiro representante do diretor da Produção Industrial, Eng. Vicente Chiaverini representante do presidente da Associação Brasileira de Metais, Eng. Jorge de Rezende representante do Centro das Indústrias, e da Federação das Indústrias do Est. de S. Paulo.

O êxito das Semanas de Estudos tem sido evidenciado pelo número crescente de estudiosos interessados que acorrem anualmente às salas do Instituto de Engenharia de São Paulo. Confirma-se, pois, a existência de espírito empreendedor nos brasileiros.

Esta iniciativa dos rapazes da Diretoria do «Centro Moraes Rego», de 1947, continuada pelas seguintes, permitiu a reunião de todos aqueles preocupados em promover o fortalecimento econômico do Brasil, afim de sinceramente debater questões vitais para o planejamento racional de nossa indústria.

A discussão de problemas básicos e a apresentação de dados inéditos, sem formalismos prejudiciais, são um estímulo para que se encare com otimismo o futuro de nossa terra.

O apôio que vimos recebendo dos meios particulares e do govêrno e a confiança depositada na atuação do Centro Moraes Rego garantem que doravante serão encarados com mais realismo os problemas concernentes à geologia, mineração e metalurgia.

Aliás, é universalmente reconhecida a importância desses três campos onde se desenvolvem variadas atividades práticas, às quais se ligam os múltiplos afazeres do Homem.

A agricultura, numerosas indústrias químicas e os problemas de engenharia em geral, dependem de maneira insofismável da geologia, da mineração e da metalurgia.

Com as Semanas de Estudos temos conseguido despertar o interesse pelas questões fundamentais de nossa economia, apresentando para debates temas cuja atualidade apaixona a todos. Somos, então, levados a adotar pontos de vista, não rígidos, mas evoluindo de ano para ano, permitindo julgamento mais acertado quando acompanhamos essa evolução. A discussão dos diversos aspectos de cada problema específico levanta o véu de dúvida que pairava sobre os mesmos, facilitando melhor visão de conjunto. Tem-se, então, ponto de partida para o estabelecimento de sólido arcabouço capaz de sustentar todas as fases de nossa expansão.

Pretendemos, ainda, por esse processo, fornecer aos verdadeiros Homens de governo e industriais de ampla visão, invulgar acervo de dados de onde possam tirar proveitosas conclusões para a elaboração e cumprimento de planos de grande envergadura. Além disso, se as Semanas de Estudos servirem para encorajar os particulares a executar empreendimentos arrojados no setor mineiro-metalúrgico, teremos dado largo passo no sentido de formar vigorosa retaguarda que impulsionará nossa economia e nosso progresso.

Hoje, com a exposição para debates, do tema «exploração do xisto betuminoso de São Paulo e Paraná», damos início à 5.<sup>a</sup> Semana de Estudos certos de ir ao encontro das necessidades nacionais em combustíveis.

Matéria prima básica para o transporte e a indústria, pouco tem sido feito, no país, em relação aos combustíveis. Importados de longa data para movimentar as fontes brasileiras de produção, vêm se transformando em insaciável sorvedouro de nossas divisas.

DR. HENRIQUE PEGADO — Meus Senhores.

Foi pelo Século XV que Karsten descobriu a possibilidade de obter uma composição de ferro e carbono, a qual se deu o nome francês de «fonte», descoberta essa destinada a exercer influência decisiva na civilização, pois, serviu para constituir o documento básico na indústria metalúrgica, com as inúmeras aplicações às necessidades da vida moderna.

Como consequência, tornou-se indispensável o desenvolvimento de outras atividades industriais correlatas, como a do carvão e da mineração de vários metais, para, em liga com o ferro, serem utilizados em finalidades diversas. Tratando-se de produtos pesados e elaborados em grandes quantidades, os meios de transporte constituem também problema a ser encarado como um dos não menos importantes elementos da equação econômica, cuja evolução deve conduzir a um resultado de custo mínimo.

São assuntos a serem encarados e discutidos pelos técnicos especializados em reuniões periódicas coordenadas, como as que vêm sendo realizadas anualmente, com grande sucesso, pelo «Centro Moraes Rego» organizadas pelos alunos do curso de Minas e Metalurgia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, sendo a que hoje se inicia a V dessas semanas.

O Instituto de Engenharia tem grande satisfação em receber os cientistas, técnicos e alunos em sua sede, sob o patrocínio do referido Centro, para debaterem os problemas minero-metalúrgicos do Brasil, levando aos órgãos governamentais competentes, aos industriais e as escolas de engenharia o resultado dêsses seus estudos e, como Presidente dêste Instituto, apresento-lhes as boas vindas, fazendo votos pelo sucesso dos seus trabalhos, aproveitando para exprimir-lhes que êste órgão de classe põe a disposição do Centro Moraes Rego tudo o que esteja ao seu alcance, para que maior seja o brilho de tão importante conclave, procurando assim estimular e emprestar a sua contribuição aos que, com tanto interesse e entusiasmo, dedicam a sua inteligência, preparo e experiência, ao aprimoramento da ciência em favor da técnica, para o bem estar da humanidade.

Infelizmente para mim e com muito pesar, eu tenho que comunicar que vou retirar-me por quanto eu acabo de vir de uma reunião, eu fiz questão de vir aqui para instalar, dizer algumas palavras em nome do Instituto de Engenharia e vou para outra reunião a qual não posso faltar porque também tenho que presidir. Portanto peço muitas desculpas, principalmente ao sr. conferencista. Peço portanto licença. Muito Obrigado.

ENG. SYLVIO DE QUEIROZ MATTOSO — Dou pois a palavra ao orientador de debates desta noite, o Prof. Othon Leonardos que na ausência do Dr. Henrique Pegado presidirá a sessão.

O conferencista desta noite é o Ten. Cel. Renato Imbiriba Guerreiro.



# Industrialização do Xisto Betuminoso de S. Paulo e Paraná

## INTRODUÇÃO

TEN. CEL. RENATO IMBIRIBA GUERREIRO — Senhor representante das autoridades federais estaduais e municipais, Senhor Presidente do C.M.R., Srs. Diretores da Escola de Engenharia e Instituto de Tecnologia, minhas senhoras, meus senhores.

1. Em primeiro lugar devo justificar perante a Diretoria do Centro Moraes Rego e ao seletto auditório a ausência do Coronel Gabriel Rafael da Fonseca, Presidente da Comissão de Industrialização do Xisto Betuminoso, em virtude do mesmo se achar ainda convalescendo de enfermidade que o atingiu. Lamentamos duplamente tal fato não só porque nos vemos privados de sua presença como também porque outros seriam o brilho e o realce desta conferência, fôsse o Coronel Gabriel o conferencista.
2. Procurando substituí-lo, eu e meus colegas nos esforçaremos por transmitir aos presentes uma idéia tão clara quando possível da origem da Comissão e das bases e princípios que presidiram e presidem aos trabalhos desenvolvidos e em andamento no seu âmbito. E, com êste intuito, esta palestra será dividida em três partes:
  - a) Uma parte geral, a meu cargo;
  - b) Uma parte relativa ao problema de mineração, a cargo do Dr. José Menescal Campos, Engenheiro Civil e de Minas, Diretor de Mineração da Comissão, Ex-Diretor do Instituto de Geografia e Geologia de São Paulo e Engenheiro do Departamento da Produção Mineral do Ministério da Agricultura;

- c) Uma parte relativa ao processamento do xisto, nela compreendidas as fases de retortagem e refino, a cargo do Dr. José Schor, Químico Industrial, Diretor de Retortagem da Comissão, ex-membro da equipe de técnicos da Refinaria de Petróleo em Cubatão e químico do CNP.

#### PARTE GERAL — Assim:

1. Em primeiro lugar devo dizer que a Comissão de Industrialização do Xisto Betuminoso foi criada pelo Decreto n.º . . . 28.661 de 19 de setembro de 1950, com o objetivo precípua de estabelecer no Vale do Paraíba um conjunto industrial para produção e refino de 10.000 bpd de óleo de xisto, tendo em vista a obtenção de combustíveis líquidos e, eventualmente, a de asfalto. Este encargo, embora perfeitamente definido pelo decreto de criação, não impede que a Comissão considere as indústrias dos sub-produtos nem tampouco que preste sua colaboração a outros órgãos e entidades ligadas a problemas de outros xistos, como, por exemplo, o da Série Iratí.

A limitação do objetivo principal ao xisto do Vale do Paraíba é uma consequência da decisão do Governo de chamar a si os problemas e responsabilidades de firmas que, estabelecidas no Vale do Paraíba na região Taubaté-Tremembé, se debatiam em crises contínuas, quer técnicas, quer financeiras, por deficiência de capital para enfrentar o vulto do investimento necessário à industrialização do xisto, sobretudo na fase dispendiosa das experimentações e pesquisas.

2. A orientação imposta pelo Coronel Gabriel aos trabalhos da Comissão que preside, com tanta elevação e eficiência, tem exigido que procuremos atingir a um custo do óleo de xisto, no máximo igual ao do petróleo de poço importado, posto no Rio ou em Santos.

Nos estudos que se têm desenvolvido para a solução do problema base da C.I.X.B. foram aproveitados todos os anteriormente procedidos pelas companhias particulares, assim como os obtidos com o concurso valioso de firmas altamente especializadas e, até mesmo, os de órgãos governamentais estrangeiros como o «Bureau of Mines».

É interessante registrar que a confiança na solução satisfatória do problema do xisto do Vale do Paraíba é constantemente expressa na documentação proveniente das fontes especializadas referidas.

3. Não podemos ainda afirmar que obteremos combustíveis líquidos por preço de produção competitivo com o dos importados, com o dólar ao câmbio oficial. Podemos, porém, dizer que é possível produzir tais combustíveis por preço bastante mais baixo que o da sua venda no Brasil. Como sabem os ilustres ouvintes, o preço do litro de gasolina trás no seu bôjo Cr\$ 0,882 de impostos de consumo e a cada litro são adicionados até 15% de álcool anidro ao preço de Cr\$ 4,50 o litro. A adição de álcool em porcentagens variáveis, segundo as regiões do país (cêrca de 5% para São Paulo e 15% para Pernambuco) resulta num aumento **médio** de Cr\$ 0,12 por litro de gasolina.

A C.I.X.B. tem como ideal — e está trabalhando ativamente para atingi-lo — produzir os combustíveis líquidos provenientes de refino do óleo do xisto a preço realmente competitivo com os dos produtos importados; e só se afastará dêsse objetivo se as condições do país, financeiras ou de segurança nacional, obrigarem o Govêrno a determinar tal atitude. Mesmo assim, caso a primeira instalação industrial, sem levar em consideração os sub-produtos, não forneça os combustíveis líquidos de sua produção por preço realmente competitivo, a CIXB continuará estudando e experimentando, com o fim de atingir preços de produção que correspondam ao seu ideal econômico.

4. Mais outro motivo intervém a favor do imediato aproveitamento do xisto pirobetuminoso, tendo em vista a produção de combustíveis líquidos. Pedimos a atenção do seletto auditório para o fato de serem as reservas de petróleo de poço limitadas e inseguras e que, muito provàvelmente, a idade do combustível sintético antecederá de muito a da energia atômica aplicada à indústria. E, talvez, com êsse pensamento em mira, o Govêrno do maior produtor de petróleo de poço do mundo, os Estados Unidos, já investiu pelo menos uma centena de milhão de dólares em experiências e estudos para a produção de combustíveis líquidos sintéticos, utilizando as grandes reservas de xisto do Colorado, estudos êsses que agora já tendem a sofrer grandes reduções porque foram considerados satisfatórios e econômicos os resultados atingidos. A título de informação, citamos o quadro comparativo entre os investimentos necessários às indústrias de petróleo de poço e óleo de xisto, publicado em «The Mines Magazine», de dezembro de 1952, como parte do artigo da autoria do Sr. W. C. Schroeder, vice-diretor do Bureau of Mines.

Dêsse quadro vê-se:

|                                      | Petróleo | Xisto |
|--------------------------------------|----------|-------|
| Investimento industrial US\$ B/D/cru | —6.500   | 3.720 |
| Aço necessário T/B/D                 | 3,6      | 2,6   |
| Mão de obra Bbl.de cru h/d           | 15       | 20    |

Êsses números incluem mineração, retortagem e refinação, para o caso do xisto, e exploração, perfuração, transporte e refinação para o caso do petróleo.

Terão sucessivamente a palavra o Dr. Menescal e o Dr. Schor, e após suas exposições estaremos prontos para os debates.

Tem a palavra o Dr. Menescal.

### PARTE RELATIVA AO PROBLEMA DE MINERAÇÃO, A CARGO DO DR. JOSÉ MENESCAL CAMPOS

Das ocorrências de rochas betuminosas no país, as que mais interêsse despertaram, na esfera das cogitações industriais, foram as de Maraú, as do grupo Irati e as do Vale do Paraíba, se bem que estudos e até mesmo algumas análises de laboratório, tenham sido feitas em outras distribuídas pelo território nacional, tais como de Alagoas, Sergipe e Maranhão.

1. A história de Maraú nasceu em 1859 com o privilégio dado pelo Governo Imperial ao capitão da marinha mercante portuguesa, José Antonio do Nascimento, para a exploração do combustível contido na região de Maraú. Passando tal privilégio a Eduardo Pelow Wilson e posteriormente a John Grant & Co., montou esta firma uma usina para a destilação da turfa e a obtenção de velas, óleo de iluminação, parafina, sabão e ácido sulfúrico. Iniciado o funcionamento em 1891, a usina paralizou definitivamente os trabalhos em 1893, depois de um gasto total de cerca de 500.000 libras esterlinas.

Dez anos mais tarde Gonsaga de Campos procedeu o reconhecimento geológico da bacia de Maraú, concluindo por um potencial de 450.000 toneladas de turfa de teor muito variável, obtendo no material mais rico até 430 litros de óleo por tonelada de turfa.

Entretanto, só quando, cerca de 1936, o governador Juracy Magalhães focalizou novamente a questão de seu aproveitamento industrial, foi a bacia do Maraú definitivamente estudada pelo Departamento Nacional da Produção Mineral, resultando a avalia-

ção do cubo de óleo com cêrca de 64.000 toneladas, o que corresponde ao consumo nacional atual de cêrca de 4 dias.

2. Da formação Iratí, sem entrarmos nos detalhes da sua geologia, sabemos que, em território brasileiro, ela aflora desde a fronteira com o Uruguiaí até o norte de São Paulo, apresenta uma espessura média de 60 metros e se constitui de folhelhos com fracas camadas de calcáreos e leitões de sílex ora maciços, ora de seixos. Inúmeras sondagens têm acusado grande extensão dessa formação, não havendo, contudo, um estudo econômico sistemático, mesmo da parte da jazida, de modo a se poder aquilatar com segurança das suas possibilidades industriais. Os resultados dos ensaios, que de há muito vem sendo realizados sobre amostras isoladas dessa formação, são muito animadores pois têm revelado teor elevado de óleo e porcentagem relativamente baixa de umidade. Entretanto, torna-se indispensável um trabalho de prospecção em regiões escolhidas da jazida do Iratí, nos moldes do estudo executado pelo Conselho e pela Comissão de Industrialização do Xisto Betuminoso no Vale do Paraíba, para se conhecer tôdas as características solicitadas pela industrialização. O Govêrno do Paraná, interessado últimamente pelo problema, entrou em entendimento com o Conselho Nacional do Petróleo, no sentido de desenvolver o estudo econômico da formação, ou melhor de uma sua parte, o que leva a acreditar que, dentro de algum tempo, ter-se-á uma definição fiel das possibilidades industriais econômicas dêsse folhelho.

3. Até 1949, época em que o Conselho Nacional do Petróleo encetou os trabalhos de prospecção na região pirobetuminosa do Vale do Paraíba, essa jazida, até então a mais demoradamente estudada, era praticamente desconhecida; praticamente eram desconhecidas a sua coluna estratigráfica, a forma das suas camadas, a distribuição dos teores de óleo na jazida, a sua estrutura, a sua espessura econômica, etc. A falta de um estudo racional responde pela concepção lenticular de suas camadas, segundo uns; pela generalização a toda a jazida dos altos teores revelados por análises em amostras escolhidas, segundo outros; e por espessuras de material econômico enormemente exageradas.

Por sugestão do Conselho de Segurança Nacional, ouvido o Estado Maior das Fôrças Armadas, e com base nas conclusões e recomendações do CNP, deliberou o Govêrno Federal mandar proceder, por intermédio dêsse órgão, ao estudo das jazidas pirobetuminosas do país, iniciando a prospecção pela jazida do

Vale do Paraíba; seguiu-se a criação da C.P.X.B. com a finalidade precípua de estudar o seu aproveitamento numa produção diária de 10.000 kms, era indicada essa preferência não só pela situação geográfica privilegiada da jazida, como pelas condições técnicas, reveladas por estudo realizado por Foster Wheeler Corporation para a PANAL — cobertura relativamente fraca e material de fácil desmonte, condições muito propícias à mineração a céu aberto.

4. Assim decidido, foi iniciada em junho de 1949 a prospecção da região pirobetuminosa do Vale do Paraíba, sendo dado por concluído o arcabouço básico do estudo econômico em outubro de 1951, após um trabalho representado por 81 sondagens que somaram um total de perfuração de cerca de 6.800 metros, cerca de 16.000 amostras devidamente analisadas, extensão de área prospectada de cerca de 200 km<sup>2</sup> entre Quiririm de Caçapava e Roseira de Aparecida do Norte e encaixada entre as serras do Mar e da Mantiqueira; dessas sondagens, 51 foram distribuídas na faixa entre Taubaté e Pindamonhangaba, justamente uma zona de cerca de 90 km<sup>2</sup> onde apresenta maior interesse ao aproveitamento, a jazida pirobetuminosa.

Para atender às necessidades desse estudo, foi inicialmente lançada uma poligonal básica para amarração dos furos de sondagem e procedido ao nivelamento das bôcas dos furos, como base do estudo e interpretação da disposição estratigráfica, estrutural e econômica da jazida. Posteriormente foi providenciado pela Comissão de Industrialização do Xisto Betuminoso o levantamento aerofotogramétrico da região, do qual já se acha pronta a zona compreendida entre Taubaté e Pinda.

Deduzida dos trabalhos já realizados a área mais interessante à industrialização e que se situa, na faixa estudada, entre o Rio Una e o Ribeirão do Moinho, foi programado um trabalho de detalhes, ora em execução, tendo em vista a coleta de dados necessários ao plano de minerações cujo número já se eleva a um total de 300 que nos fornecerá dados da capa estéril, regime de águas subterrâneas, disposição dos horizontes de material econômico e delimitação das áreas economicamente mineráveis.

Os estudos iniciados pelo Conselho em meados de 1949 e continuados a partir de abril de 1952 pela Comissão trouxeram, como contribuição fundamental, a definição morfológica da bacia — uma única bacia ocorrida, dando lugar a deposição de leitos contínuos, com continuidade de caracteres litológicos idênticos; revelaram, ademais, que a formação terciária apresenta espes-

sura superior a 280 ms e é constituída de camadas argilosas e arenosas e de delgados leitos de natureza marmosa, na forma de calcáreo argiloso ou de argila calcárea. A parte argilosa do pacote terciário tem como elementos litológicos conspícuos camadas de folhelho e argilito.

O estudo litológico das camadas de folhelho observado nas colunas de testemunho foi baseado antes no modo de fratura da rocha, visto como a constituição detrográfica é praticamente a mesma, e, dêste modo, estabelecemos a seguinte classificação, enquanto aguardamos os resultados dos estudos de duas colunas completas de testemunhos que submetemos a exame da Divisão de Geologia e Mineralogia do Departamento Nacional da Produção Mineral e da Faculdade de Filosofia da Universidade de São Paulo:

a) **Folhelho Papiráceo** — Caracterizado pela sua separação em lâminas centimilimétricas, de grande resistência à tração; é o tipo mais rico em fósseis, cuja disseminação lhe dá um aspecto pigmentado, o que lhe valeu o nome de «carijó» entre os mineradores. O seu teor sobe às vêzes a mais de 20% em óleo, constituindo, entretanto, camadas pouco espessas, entre 20 e 60 cms.

b) **Folhelho Semi-papiráceo** — Desintegrando-se em lâminas mais espessas que o anterior, quando sêco, possivelmente devido a intercalação de lamínulas de papiráceo. É, por vêzes, em certos trechos, tão rico quanto o anterior.

c) **Folhelho Semi-conchoidal** — Exibindo fratura conchoidal, quando quebrado. E' extremamente pobre em fósseis. E' um têrmo de passagem ao argilito que é material completamente estéril em fósseis e em óleo.

O **argilito**, apresentando-se em camadas de espessura variável, alcançando potência de até 10 ms, é o material mais abundante no terciário e passa, comumente, na parte inferior da coluna, a argilito arenoso.

Como consequência dos trabalhos até agora realizados, constituídos de estudo stratigráfico e estrutural, levantamento topográfico, sondagens, testemunhagem, amostragem e ensaios de laboratório, além da coleta de cêrca de 500 toneladas de material remetido, para estudos industriais, aos Estados Unidos, à Alemanha e à Suécia, damos, nos itens que seguem, as conclusões mais interessantes dos trabalhos do Conselho e da Comissão:

1. A análise dos perfis do teor de óleo das colunas de testemunho dos diferentes furos mostrou que a riqueza de quero-

gênio é mais ou menos uniforme na mesma camada; fortemente variável, porém, de camada para camada no sentido vertical. Tal fato responde por uma distribuição praticamente uniforme num mesmo horizonte e grandes e bruscas variações de teor na vertical.

2. Na parte superior da coluna terciária encontram-se, intercalados com o argilito e folhelhos semi papiráceo e semi conchoidal, leitos de folhelho papiráceo, que constituem as mais características camadas-guias da coluna, se bem que como tal funcionem também, além dos outros folhelhos, as camadas do próprio argilito.

3. Na zona inferior os papiráceos desaparecem, estando presentes além do argilito e dos demais folhelhos, bancos de argila muito arenosa, ou melhor, de areia argilosa, onde se armazenam espessos lençóis de água, com casos de artesianismo nos furos de sonda, de até 10.000 litros por hora, como foram os casos das sondagens n.ºs 3 e 8.

4. Apesar da grande variação do teor de querogênio ao longo da coluna terciária, foi verificada uma zona contínua de camadas, de cerca de 35 ms de espessura, onde se concentra todo o interesse econômico da jazida, pois acima e abaixo dessa zona, que é denominada de «coluna econômica», é diminuto e praticamente nulo o teor em óleo.

5. O pacote de sedimentos correspondente a essa coluna econômica apresenta cinco camadas de folhelhos papiráceo características, as mais expressivas camadas-guias da coluna, comuns a toda a região pesquisada. Muito marcante na caracterização da continuidade da bacia, é a constância de espessura dessas camadas, sendo de 45 cms para a 1.<sup>a</sup> e 2.<sup>a</sup>, no sentido descendente, de 20 cms para a 3.<sup>a</sup>, de 50 cms para a 4.<sup>a</sup> e de 60 cms para a 5.<sup>a</sup>, o que dá um total de cerca de 2,20 ms de papiráceo para toda a coluna econômica.

6. A grande riqueza em querogênio dessas cinco camadas de papiráceo revela a ocorrência de cinco épocas de maior proliferação da matéria orgânica, matriz do elemento pirobetuminoso do folhelho.

7. O «climax» dessa proliferação ocorreu na parte superior da coluna econômica, em época correspondente à deposição das camadas compreendidas entre a base do segundo papiráceo e o topo da coluna, cerca de 4 ms acima do primeiro papiráceo.

8. Da base do 5.<sup>o</sup> papiráceo para baixo, o fraco teor em óleo, e, portanto, a pobreza em querogênio, indica condições



desfavoráveis ao desenvolvimento da matéria orgânica. E' o reino do argilito e do arenito argiloso.

9. A riqueza em querogênio, e portanto em óleo, decresce com a natureza do sedimento na seguinte ordem: folhelho papiráceo, folhelho semi-papiráceo, folhelho semi-conchoidal e argilito, podendo-se considerar praticamente estéreis êstes dois últimos.

10. A grande variação na distribuição dos teores de óleo ao longo da coluna econômica obrigou a um estudo de seleção dos grupos de camadas em que o teor médio de óleo se mostrasse mais elevado, possibilitando, talvez, o seu aproveitamento industrial economicamente.

11. Na coluna econômica de cerca de 35 ms de espessura, cujo teor médio gira, no material como minerado, em torno de 3,6% de óleo, foi possível selecionar 9 «isópacas» que, chamadas de «pacotes econômicos», assim se definem:

**Pacote A** — Do tópo da coluna econômica para baixo, com espessura média de 1,80 ms constituído de folhelho semipapiráceo, acusando teor médio de 7% de óleo.

**Pacote B** — Da base do primeiro papiráceo até o tópo da coluna econômica, com espessura média de 3,80 ms, constituído do primeiro papiráceo e de folhelho semipapiráceo, com teor médio de 5,5% de óleo.

**Pacote C** — Do tópo do 1.º papiráceo para baixo, com espessura média de 2,30 ms, constituído do primeiro papiráceo e de folhelho semipapiráceo, com teor médio de 6,5% de óleo.

**Pacote D** — Da base do 2.º papiráceo para cima, com espessura média de 2,70 ms, constituído do 2.º papiráceo e de folhelho semipapiráceo, acusando teor médio de 8% de óleo.

**Pacote E** — Da base do 2.º papiráceo ao tópo do 1.º papiráceo, com espessura média de 5,5 ms, constituído do 1.º e 2.º papiráceos e do folhelho semipapiráceo nêles intercalados, com teor médio de cerca de 6,5% de óleo.

**Pacote F** — Da base do 2.º papiráceo ao tópo da coluna econômica, constituído do 1.º e 2.º papiráceos e do folhelho semipapiráceo, com espessura média de 9 ms e teor médio da ordem de 6,2% de óleo.

**Pacote G** — Do tópo do 3.º papiráceo para baixo, com espessura média de 2 ms, constituído do 3.º papiráceo e de folhelho semipapiráceo com teor médio de cerca de 5% de óleo.

**Pacote H** — Do tópo do 4.º papiráceo para baixo, com espessura média de 1,70 ms, constituído do 4.º papiráceo e de folhelho semipapiráceo, acusando teor médio de 7,5% de óleo.

**Pacote I** — Da base do 5.º papiráceo para cima, com espessura média de 1,6 ms, constituído do 5.º papiráceo e de folhelho semipapiráceo, acusando um teor médio de cerca de 8,5% de óleo.

Tôdas essas porcentagens se referem ao folhelho natural, como minerado, e não à base sêca, condições em que então cresceria o teor de cerca de 25% dos figurados como minerado, o que daria 8,75% para o Pacote A, 6,9% para o Pacote B, 8,1% para o Pacote C, 10% para o Pacote D, 8,10 para o Pacote E, 7,75% para o Pacote F, 6,25% para o Pacote G, 9,4% para o Pacote H e 10,6% para o Pacote I.

O aproveitamento do minério correspondente a êsses pacotes econômicos está condicionado, naturalmente, aos tipos de mineração e retortagem a serem empregados na industrialização da jazida.

12. O exame das colunas de testemunho, representadas nos perfis das sondagens, revelou que o depósito terciário era bem mais espesso; o trabalho da erosão eliminou, entretanto, grande parte do folhelho, inclusive boa parte da coluna econômica. Essa erosão que em alguns lugares ultrapassou a base da coluna econômica, atingindo, portanto, até o 5.º papiráceo, foi, contudo, benéfica à exploração da jazida, visto como, sendo muito pobre em óleo a parte superior da coluna terciária, diminuiu consideravelmente a cobertura, favorecendo, dêsse modo, a mineração a céu aberto.

13. Os perfis das sondagens permitiram a elaboração dos mapas estruturais das camadas de papiráceos, revelando uma suave movimentação do terciário, cuja estrutura, em traços largos, pode ser assim resumida: Mergulho suave para S., a partir da Mantiqueira, com um «nose» central que passa, por um «saddle», a outro «nosse», vindo da Quebra-Cangalhas; do «saddle» dirigem-se para E. e para W. duas bacias sinclinais suaves. Outra bacia sinclinal ocorre na região entre Pinda e Aparecida, mergulhando o seu «pitch» para N, até encontrar a Mantiqueira, o que vem confirmar a idéia de reavivamento da falha da Mantiqueira após o terciário, conforme admite Washburne.

14. Os mapas estruturais permitiram traçar de modo aproximado os limites da erosão atingida por cada papiráceo e nêles figurar as áreas resguardadas. Dêste modo, considerando as áreas resguardadas, as espessuras dadas para os pacotes econômicos, o valor de 1,6 para o pêso específico médio do folhelho, o valor de 0,85 para densidade média do óleo e os teores médios

de óleo dados para os diversos pacotes, foi possível fazer a «grosso modo», a cubagem do óleo dos diferentes pacotes econômicos entre Roseira e Quiririm, assim distribuídos:

| Pacotes | Volume de óleo em barrís |
|---------|--------------------------|
| A ..... | 243.000.000              |
| B ..... | 403.000.000              |
| C ..... | 289.000.000              |
| D ..... | 448.000.000              |
| E ..... | 691.000.000              |
| F ..... | 1.075.000.000            |
| G ..... | 230.000.000              |
| H ..... | 281.000.000              |
| I ..... | 338.000.000              |

15. Os cubos de óleo fornecidos pelos pacotes econômicos F, G, H e I, exclusivamente e sem incluir a orla de erosão recuperável, dão para a coluna econômica um volume de óleo de cerca de 2.000.000.000 de barrís, o que corresponde a uma distribuição média de dez milhões de barrís por quilômetro quadrado, na área de duzentos quilômetros quadrados prospectados.

5. A viabilidade econômica da industrialização do folhelho pirobetuminoso depende, em última análise, do custo das duas operações fundamentais, incluída em cada uma a quota correspondente a investimento, juros e amortização: Mineração e Retortagem. Resolvido que seja o problema técnico e econômico da retortagem, em estudo de experiências atualmente nos Estados Unidos e da Alemanha, e sobre o qual dirá, dentro de poucos minutos o meu colega Dr. José Schor, cabe-nos focalizar alguns aspectos do problema da mineração no vale do Paraíba.

Os elementos básicos para a discussão da questão são os seguintes: Tonelagem de folhelho para a produção de dez mil barrís de óleo por dia. Compacidade e dureza do folhelho e da capa da jazida. Espessura da cobertura. Espessura do folhelho útil. Camadas de estéril intercaladas. Mineração seletiva a céu aberto.

Dada a grande variação de teor de óleo ao longo da coluna econômica de 35 metros e a ocorrência de estéril nela intercalado, está naturalmente indicado o estudo da escolha das camadas aproveitáveis, portanto mineração seletiva, de modo a se ter um teor de óleo, não máximo, mas compatível com as condições

técnicas e econômicas da industrialização. Dessa escolha resultam dois fatores que se contrapõem: o maior teor de óleo da matéria prima, corresponde maior volume de estéril e folhelho a movimentar e a teor mais baixo, menor volume de estéril e folhelho a extrair, obrigando o 1.º caso a menor número de retortas e vida mais curta da jazida e o 2.º caso a maior número de retortas e vida mais longa da jazida. Em qualquer dos dois casos, o montante de investimento é questão a determinar. Importa-nos, porém, no momento, o problema da mineração.

Considerando os dois casos extremos em que aproveitaríamos ou toda a coluna econômica, livre do material estéril intercalado, com espessura útil de 28 metros e teor médio de óleo de 4,82%, ou apenas A + D + H + I os pacotes com espessura útil de 7,75 ms e teor médio de 7,86% de óleo, chegamos à conclusão de que no 1.º caso teríamos que movimentar, para uma cobertura média de dez metros, cerca de 42.000 toneladas de material por dia, teríamos que empregar 56 retortas de 500 toneladas diárias, sendo a vida da jazida de 95 anos para a área parcial compreendida entre o rio Una e o ribeirão do Moinho e que no 2.º caso a remoção de material atingiria cerca de 100.000 toneladas por dia, o número de retortas passaria a 35, encurtando-se a vida da jazida para 40 anos, naquela mesma área parcial.

Isto nos mostra que à mineração é solicitada a extração diária de uma tonelagem mínima de 42.000 toneladas de folhelho e estéril.

Passemos, agora, a escolha do sistema de mineração a empregar.

a) A própria disposição das camadas da jazida, constituída de pacotes econômicos e camadas estéreis, de espessura variável entre 1,70 ms e mais de 10 ms, condenaria o emprego da mineração subterrânea, em que o sistema de salões e pilares abandonados já provocaria uma perda de cerca de 50% de minério. Demais, a fraca consistência do folhelho não permite o emprego de gabarito amplo para as galerias, com enorme prejuízo para a mecanização das operações de extração e para o transporte.

b) Ao contrário, a espessura relativamente fraca da cobertura, fornecendo uma relação de capa para minério de ordem, em média, inferior a 0,5 e a consistência branda não só dessa capa mas do próprio folhelho, aconselham o sistema de mineração a céu aberto. Demais, para uma extração diária mínima de 42.000 toneladas teríamos fatalmente que multiplicar as bocas

de galeira, com enorme aumento de pessoal, maquinária e transporte, enquanto num «open pit» todas essas operações se concentram em uma única frente de trabalho, com aproveitamento integral do corpo da jazida, pela concentração e mecanização obrigatória das operações de extração e transporte, simplificando e desafogando extraordinariamente o campo de trabalho.

Possivelmente eleita, por essas razões, a mineração a céu aberto resta-nos examinar o tipo de maquinária de extração.

Quatro são os tipos principais de máquina empregada em mineração a céu aberto: «shovel», «drag-line» e as dragas alemãs «Schaufelradbagger» e «Eimerkettenbagger», estas duas de uso quasi exclusivo na extração de «Braunkehle», ou carvão marron da Alemanha e aquelas de âmbito universal.

Naturalmente o uso de qualquer desses tipos está condicionado à natureza de material a extrair e ao tipo da jazida.

No caso do folhelho de Tremembé, a consistência do material pode-se equiparar, talvez, a de uma rocha de duresa pouco superior a 2.

Os estudos até agora realizados por técnicos de Foster Wheeler e da Lübecker Maschinenbau, concuiram pelo emprego da «drag-line», segundo aqueles ou da «Radbagger» segundo estes, sem o uso de explosivo.

Ao considerar o caso da nossa jazida, de mineração seletiva, temos encarado as duas modalidades de desmonte: com ou sem explosivo.

No 1.º caso, com o menor número possível de degraus, acreditamos na possibilidade da extração em uma única frente longitudinal de degraus de minério e de degraus de estéril intercalado, de modo a, feito o desmonte a fogo, serem levados diretamente o minério à usina e o estéril ao despejo, ou lançado este no vazio de material já extraído, juntamente com o folhelho já exgotado proveniente da retortagem.

A julgar pelo rendimento verificado nas minas de salitre de Pedro Valdivia, no Chile, onde vimos um rendimento de 50 toneladas de minério por quilo de dinamite, não nos parece exagerada a hipótese de um rendimento duplo para o nosso material brando, mas compacto. Este rendimento está subordinado, naturalmente, aos ensaios de determinação dos «ótima» de carga de explosivo, de distribuição dos furos de tiro e de tempo de retardê das explosões, para o nosso folhelho.

Testes no local poderão dizer, ainda, da possibilidade de remoção de argilito e de semiconchoidal estéreis intercalados entre o 3.º e o 4.º e entre o 4.º e o 5.º papiráceos, sem o emprego

de explosivo, sob a ação exclusiva da «shovel» ou, caso possível, da «drag-line».

No 2.º caso, devemos declarar, de começo, que não temos observações sobre a atuação de qualquer das máquinas já citadas em material da categoria de folhelho pirobetuminoso do vale do Paraíba, devendo-se considerar, antes dos ensaios de mineração, como meras conjeturas as nossas digressões.

Nos trabalhos que temos visitado, em que são empregadas a «shovel» e a «drag-line», verificamos a ação dessas máquinas sempre sobre material já desmontado, ou sobre material desagregado, solto ou friável, neste último caso não passando a rocha de uma areia ou de uma argila consolidadas, sem a consistência, porém, de um folhelho como o da nossa jazida. Só a experiência «in-situ», ou observação em trabalho de material comparável poderá dizer da sua eficiência e do seu rendimento no nosso folhelho.

O trabalho das duas outras máquinas, só o conhecemos através da literatura de seu país de origem. Grande é a sua divulgação através das revistas especializadas de mineração de carvão da Alemanha, «Glückauf» e «Braunkehle», onde se podem encontrar interessantes dados práticos.

Nascidas das características de mineração fornecidas pelas jazidas de carvão marron, o «Braunkehle», e seu aperfeiçoamento tem sido tal que entrou nas nossas cogitações a possibilidade de sua aplicação à extração de folhelho do vale do Paraíba. Características especiais daquele combustível não permitem, contudo, anteciparmos a viabilidade do seu emprego aqui, indispensáveis se tornando conhecer o seu comportamento em material análogo ao nosso folhelho. Pela literatura ao nosso alcance, apenas parece-nos ineficiente às nossas jazidas pirobetuminosas e «Eimerkettenbagger», ou escavadeira de cadeira de caçambas, mais própria a escavação de material solto ou pouco coerente. Outra atenção merece, entretanto, as «Schaufelradbagger», ou escavadeira de roda de caçambas, que nos parece possibilitar, graças à sua pesada estrutura, a desagregação do nosso folhelho sem o emprego de explosivo e simplificar muito as operações na mineração seletiva.

Julgamos, entretanto, que se faz mister a verificação do comportamento de qualquer dessas máquinas sobre material semelhante ao folhelho de Tremembé, porque não é de extranhar que se chegue à conclusão de que se torna mais econômica, mais barata ficará a tonelada de material extraído, com o uso de explosivo, pelo maior rendimento proporcionado por um maior

volume de desmonte e por um mais rápido movimento da máquina em material já desmontado.

A Comissão de Industrialização do Xisto Betuminoso supervisor e fiscal do empreendimento, desenvolve os seus trabalhos, no campo técnico, no sentido de coletar todos os elementos necessários ao projeto final. Com bases nesses elementos e nos dados que estamos colhendo em visitas a minerações a céu aberto de grande porte, dirigimo-nos para um estudo cuidadoso do plano de mineração, de modo a alcançar as duas condições fundamentais a empreendimento de tal natureza: Técnica racional e produção econômica.

## PARTE RELATIVA A RETORTAGEM E REFINO A CARGO DO DR. JOSÉ SCHOR

1. A exigüidade do tempo disponível não nos permitirá tratar de todos os aspectos técnicos e econômicos do processamento do xisto, nem entrar em minúcias técnicas. Tomamos, por isso, a liberdade de restringir o assunto de nossa palestra, abordando apenas a questão da complexidade do problema, a especificação de sua solução e o estado atual de nosso programa de trabalho.

2. As rochas pirobetuminosas são assim chamadas para distinguí-las de outras rochas oleígenas, cujo óleo pode ser extraído por meios meramente físicos, tal como o uso de solventes.

No xisto pirobetuminoso, a matéria orgânica, comumente chamada de querogênio, encontra-se intimamente ligada à parte mineral, e por aquecimento a uma temperatura que oscila entre 400 e 500°C, desprendem-se vapores de óleo, condensáveis, e uma certa quantidade de gases combustíveis incondensáveis, restando ainda uma parte da matéria orgânica no xisto retortado, que constitui o que se chama carbono ou coque residual.

Esta operação de extração do óleo por aquecimento é que constitui em essência a retortagem. À primeira vista, pode parecer que ela é extremamente simples e, de fato, pode ser realizada quase que com os recursos de uma cozinha doméstica. Isto constitui uma das razões pelas quais muitos elementos leigos, no Brasil e em outros países, se lançaram cheios de entusiasmo no empreendimento que lhes parecia tecnicamente tão fácil, para encontrar, na fase industrial, obstáculos intransponíveis diante de sua falta de recursos econômicos ou técnicos.

Com efeito, das operações industriais de processamento químico, a da retortagem é uma das que apresentam número mais elevado de patentes independentes (que sóbem a muitas centenas) e, sobretudo, de empreendimentos fracassados.

Em nossa experiência pessoal neste campo, e também em visitas e informações colhidas em quase todos os centros de indústria de xisto na América e na Europa, tivemos a oportunidade de constatar que cada xisto constitui um problema peculiar, ao qual, via de regra, não se aplicam as soluções encontradas para outros casos, por melhores que sejam.

Há, como disse acima, inúmeras maneiras de aquecer o xisto à temperatura de pirólise, isto é, à temperatura em que se desprende o seu óleo. Em uma indústria, porém, só pode ser utilizada aquela que o realiza com recursos térmicos e mecânicos compatíveis com a constituição do xisto e as condições do mercado onde a indústria está situada. Isso explica por que encontramos em diferentes partes do mundo processos em uso tão radicalmente diversos.

3. Abordaremos primeiramente os fatores de ordem térmica. Dêstes, o primeiro a considerar é o balanço térmico.

Para elevar o xisto à temperatura de retortagem cumpre atender não só ao consumo de calor correspondente ao seu aquecimento mas também a processos diversos, como sejam: evaporação da umidade, desidratação de argilas, decomposição de carbonatos, dissociação de vapor d'água, etc., que em certos casos podem absorver mais calor do que o próprio aquecimento.

Essas reações ocorrem em alguns xistos em magnitude muito variável, podendo deixar de existir completamente em outros.

Para atender ao consumo de calor da retortagem, dispomos, geralmente, de quantidades variadas de carbono residual e gases combustíveis incondensáveis produzidos na retortagem. Isto, sem considerar a adição de combustível externo, praticada em algumas indústrias, como a escocesa, e em uma das retortas em uso na Suécia (o forno túnel).

Em alguns casos, uma dessas duas fontes é por si só suficiente para atender às necessidades do processo, como no caso da retorta Kvarntorp, com xisto suéco, em que há abundância de carbono residual. Para outros xistos, essas duas fontes somadas podem não ser suficientes, precisando-se fornecer a diferença por combustível estranho ao xisto, ou por queima de uma parte de óleo no processo, baixando-se, assim, o seu rendimento.



As condições variam, no mesmo xisto, para cada retorta, sendo um exemplo frizante êsse da indústria suéca, onde, para um mesmo xisto, encontramos uma retorta tèmicamente auto-suficiente e outra que exige combustível adicional. A decisão é determinada pela riqueza de cada xisto e pelo valor de seus produtos.

Serve ainda de exemplo marcante a retorta de Kvarntorp, que constitui uma das melhores soluções que se poderia ter encontrado para o xisto suéco e que, entretanto, quando sugerida a sua aplicação ao xisto do Colorado, verificou-se, de ambas as partes, após os devidos cálculos de engenharia química, que não se justificava nem a pequena despesa que se teria que fazer em tal experiência.

4. O segundo fator de natureza tèmica a considerar é o mecanismo de transporte de calor na retorta. Mesmo quando se dispõe de um balanço tèmico favorável, podem as quantidades disponíveis de calor não estar presentes nas zonas onde são necessárias. E' verdade que para corrigir isso há recursos, como sejam a injeção de vapor ou a raciclagem de gás; seu uso, porém, envolve certas complicações que limitam a sua aplicabilidade.

Falamos acima nas reações de decomposição de carbonatos ou na evaporação de umidade.

As temperaturas em que elas se realizam são muito diferentes, sendo por isso impossível, às vêzes, utilizar um certo tipo de retorta, porquanto o perfil de temperatura em que ela pode operar não se adapta às necessidades do material que se deseja retortar.

Temos um caso típico com o xisto do Colorado e o de Taubaté. No primeiro a decomposição de carbonatos consome uma quantidade de calor por tonelada quase igual à exigida para a evaporação da elevada umidade do segundo. Entretanto, a decomposição dos carbonatos se realiza à temperatura muito elevada, o que foi utilizado como meio de contrôle da temperatura na zona de combustão de certas retortas de combustão interna projetadas para aquêle material.

Essas mesmas retortas, se alimentadas com xisto do Vale do Paraíba, ficariam impossibilitadas de funcionar nas mesmas condições de operação, pelo fato de não haver, na zona de combustão, a decomposição de carbonatos que necessitam para contrôle da temperatura da zona de combustão. Há, pois, um excesso de calor livre, tendo, por outro lado, uma elevada demanda de

calor na fase de secagem, que precede a de retortagem, o que não estava previsto ao se projetar aquela retorta. Nêsse caso especial a adaptação pode ser feita empregando raciclagem de gás.

Citamos êste como mais um dos inúmeros exemplos que mostram que a retorta para cada xisto pode ser uma solução tão específica como a roupa para cada talhe.

5. Um outro fator a considerar, de natureza térmica, é a fusibilidade das cinzas, diferente para cada xisto. Ela constitui, geralmente, um fator de limitação no pico do perfil térmico da retorta, exceto nas retortas do tipo da Union Oil, que são especialmente projetadas para enfrentar êste fenômeno.

Há casos em que a clinkerização é evitada, não tanto pelas exigências mecânicas do processo, como pelos fins a que se destina o resíduo. Isto se dá na usina de Dotternhausen, em Wurtemberg, Alemanha, onde o resíduo é usado como matéria prima na fabricação de cimento, e esta matéria prima seria prejudicada se tivesse sido submetida a temperatura demasiadamente elevada.

6. Também as características mecânicas do xisto constituem importante fator a considerar, pois uns resistem mais do que outros aos choques mecânicos e térmicos que sofrem durante o processo.

Certas retortas admitem uma porcentagem muito pequena de formação de finos e por isso alguns xistos não podem nelas serem usados.

Desenvolveram-se, recentemente, processos em que o material é inicialmente reduzido a uma granulação muito fina. Emprega-se para sua movimentação a técnica dos leitos fluidizados, desenvolvida na indústria de refinação de petróleo («cracking» catalítico).

A principal vantagem dêsses processos é a alta capacidade de produção em equipamento relativamente pequeno, e a possibilidade de um contrôle muito preciso de temperaturas.

Apezar dêsse tipo de operação já ter sido muito usado nas indústrias de petróleo, carvão e linhito, ainda não se chegou, para o xisto, ao ponto de aplicação industrial.

7. A espécie de produtos a obter e sua qualidade influenciam preponderantemente na escolha do processo de retortagem. Isso se aplica também à possibilidade de obtenção de certos sub-produtos.

Já citamos o caso da indústria alemã, e podemos mencionar, ainda, para ilustração, o caso da indústria sueca, onde o enxofre

recuperável é em tal quantidade que se justifica a eliminação de todos os processos de aquecimento direto, por dificultarem a separação posterior daquele produto.

São poucas, aliás, as indústrias — daquelas com que tivemos contato — que consideram exclusivamente a produção de combustíveis líquidos como finalidade precípua.

Na Espanha o produto principal seriam lubrificantes, cujo valor elevado admite o emprêgo de processos dispendiosos em calor e dinheiro.

Na Alemanha, a finalidade principal é a produção de matéria prima para cimento.

Na Suécia produz-se, além de combustíveis líquidos, enxofre, materiais de construção em quantidades consideráveis, e, futuramente, fertilizantes.

Para o xisto norte-americano do Colorado e o xisto do Vale do Paraíba, tem-se em vista, primariamente, a produção de combustíveis líquidos, sobretudo gasolina de automóveis, óleo diesel e óleo combustível.

8. No caso do xisto do Vale do Paraíba, temos tido diversas propostas de retortas já desenvolvidas comercialmente para outros xistos. Consideramos, porém, uma leviandade adotar qualquer delas antes que possamos avaliá-las preliminarmente por cálculo de engenharia química, e posteriormente, em caso de resultado favorável, por experimentação direta.

Sabemos que uma pequena diferença de rendimento em óleo pode decidir o sucesso ou insucesso de tal indústria. Sabemos ainda que o mesmo pode ser motivado por diferença de custo de operação, pois os custos de mão de obra, energia, manutenção e depreciação, são tão diferentes para cada retorta.

O investimento do capital necessário também varia muito. Para uma usina de retortagem que produza 10.000 barris diários, oscila entre 12 e 60 milhões de dólares, conforme os diferentes processos — isto só a usina de retortagem, sem contar as fases de mineração e refinação.

9. A C.I.X.B. tem seguido, na procura da solução para este problema de escolha, a orientação seguinte:

Por um lado, têm-se feito estudos para determinação das propriedades básicas de nosso xisto, tais como sua composição, os diferentes rendimentos e qualidades de produtos obtidos em diversas condições de tratamento, curvas de capacidade calorífica do xisto e de seus produtos nas diferentes fases de processamento, problemas de escoamento de sólidos em vasos de di-

ferentes formas, influência de diversos fatores nas reações de secagem, pirólise e combustão, coeficientes de transmissão de calor, resistência a escoamento de gases em leitos de sólidos, precipitação de neblinas de óleo, fenômenos de emulsão do óleo com água, clinkerização nas diversas condições de operação, resistência mecânica do xisto e seus resíduos em diferentes condições de escoamento e temperatura, e muitos outros dados que se tornaria monótono enumerar aqui.

Já possuímos alguns desses dados, e para completá-los estamos terminando o projeto de uma instalação especial, um verdadeiro laboratório especializado de engenharia química que nos deverá dar todos eles.

De posse desses dados poderemos, então, preliminarmente, mediante simples trabalho de gabinete, excluir a grande maioria dos processos propostos, selecionando os mais adequados ao nosso xisto, e também projetar retortas novas, especiais para o nosso caso.

Este foi o caminho seguido pelo U. S. Bureau of Mines, onde trabalharam no problema de industrialização econômica do xisto do Colorado mais de 150 engenheiros e químicos. Tive oportunidade de verificar, num estágio de 5 meses ali feito, como um grupo de cerca de uma dúzia de engenheiros especializados fazia a seleção prévia de processos de retortagem, de posse dos dados sobre seu xisto, antes de qualquer gasto de tempo e dinheiro em trabalhos experimentais.

Por outro lado, não desejando deixar de aproveitar a experiência adquirida em outros países, já temos efetuado experiências com plantas piloto estrangeiras, tendo ainda várias outras programadas.

A primeira das retortas por nós experimentada no exterior foi a da Union Oil Co., pela razão principal de ser, na época em que a experiência foi contratada, a retorta que parecia ser a mais vantajosa sob todos os pontos de vista, técnico e econômico, apesar de ter sido projetada para um xisto bastante diferente do nosso.

Desses trabalhos, feitos e a fazer, com retortas, com ou sem sucesso, obtemos dados valiosos que poderão afinal proporcionar a melhor solução para o nosso caso, mediante modificação adequada de tais retortas.

Tais experiências, no exterior, são dispendiosas em tempo e dinheiro; a elas nos lançamos só depois de estudos que nos indiquem uma boa chance de sucesso, ou de obtenção de dados valiosos sobre um certo tipo de operação.

Para aquelas retortas que, em experiências, apresentem razões fortes para acreditarmos na sua aplicabilidade ao nosso xisto, pretendemos construir aqui plantas piloto que forneçam os detalhes necessários à construção, com absoluta segurança, de uma usina de tamanho comercial, tirando dêsse empreendimento qualquer sombra de aventura, inadmissível quando se trata de uma obra de tamanha importância para o país, e que exige o dispêndio de várias dezenas de milhões de dólares.

10. Sabemos, pelos dados de que já dispomos sôbre o nosso xisto, que em princípio há uma solução para o nosso problema. Várias retortas já foram mesmo experimentadas com resultados satisfatórios. Nosso problema, porém, não é de achar uma solução, mas sim a solução melhor possível, dentro de um prazo razoável.

Visitamos indústrias que, apesar de funcionarem há muitos anos, só podem se manter a custa de subsídios, sob forma, geralmente, de proteção fiscal, como na Escócia, onde são da ordem de 4 ou 5 dólares por barril de gasolina, em virtude dos elevados custos de operação que implicam os métodos adotados.

Por outro lado, encontramos custos de investimento (Escócia, Espanha, Alemanha, França) que oscilam entre 1,5 e 2 mil dólares por tonelada diária tratada, na fase de retortagem.

Verificamos, entretanto, também como um estudo cuidadoso e orientado pôde reduzir êsse investimento para a ordem de 600 dólares por tonelada diária tratada (Union Oil), e até a 300 («gás combustion», do U. S. Bureau of Mines).

Acreditamos que, com o esforço de nossos técnicos e com a colaboração de entidades especializadas estrangeiras, governamentais e privadas, possamos também, em nosso caso, atingir a soluções técnica e economicamente favoráveis.

11. Do xisto do Iratí conhecemos apenas o que consta da literatura. Não pudemos, até agora, com êle empreender trabalhos específicos, porque isto escapa à nossa missão precípua. Isso não significa porém, que dêle nos desinteressemos. No projeto do nosso laboratório de engenharia, fizemos previsões que o tornam também adequado para o estudo dêsse xisto.

Os problemas técnicos do xisto do Iratí são, naturalmente, diversos dos do Vale do Paraíba. As considerações que fizemos anteriormente, porém, também a êle se aplicam, e seguramente serão levadas em conta pelos técnicos que dedicarem os seus esforços e conhecimentos à sua industrialização econômica.

12. **REFINAÇÃO** — A refinação faz a transformação do óleo em derivados diversos como: gasolina, óleo diessel, querosene, óleo combustível, coque, asfalto, etc.

Os processos utilizáveis para óleo de xisto são, em essência, os mesmos utilizados na indústria de petróleo. Cumpre notar, porém, que não há processo padrão algum, para refinação de petróleo. Cada refinaria emprega métodos e condições de operação especialmente adequados para o crú a refinar e para os produtos que se desejam obter.

E' mesmo muito difícil encontrar entre as muitas centenas de refinarias do mundo, duas que sejam exatamente iguais, sob o ponto de vista do processamento.

O projeto de uma refinaria é ainda determinado por fatores especiais, como sejam: a flexibilidade desejada na qualidade e proporção dos diferentes produtos, a disponibilidade local de certos catalizadores e produtos químicos, a necessidade de comprar ou não a energia elétrica necessária, a capacidade de absorção dos diferentes derivados pelo mercado, etc.

Sabemos, por experiências feitas em diversos laboratórios, que, do óleo do nosso xisto, podem-se obter os derivados habituais, do petróleo, satisfazendo em qualidade às especificações do nosso mercado.

Conhecemos mesmo vários esquemas de processamento que nos poderão fornecer êsses produtos. Nossos estudos sôbre os métodos de refinação, porém, não se acham tão adiantados como os de retortagem, porque a escolha final do processo de refinação dependerá, em grande parte, do processo de retortagem adotado, já que as características do óleo a refinar variam com o tipo de retorta.

Já foram, entretanto, feitos vários ensaios de refinação, e deverá ser atacado, em breve, um programa de estudo, nêsse setor, no laboratório do U. S. Bureau of Mines e em plantas-piloto de companhias especializadas.

De modo geral, consideramos que a escolha do processo de refinação se poderá fazer mais rapidamente do que a do processo de retortagem pois, para a refinação, dispomos da experiência riquíssima e extremamente variada da indústria de petróleo e de firmas de engenharia especializadas, que utilizam eficazmente centenas de processos diferentes, em uma gama de óleos crús variadíssima quanto à sua composição química e suas propriedades físicas.

Apezar de sabermos que certos processos de refinação terão que ser, forçosamente, excluídos, consideramos ainda prematura qualquer indicação dada agora sôbre os processos que serão finalmente utilizados.

Estas são as considerações que tínhamos a fazer. Infelizmente não foi possível, por falta de tempo, descer a detalhes e exemplos que poderiam tornar a exposição mais interessante. Teremos, entretanto, o máximo prazer em dar quaisquer esclarecimentos adicionais que nos sejam pedidos.

## Debates

PROF. OTHON HENRY LEONARDOS — Antes de dar início aos debates, eu desejaria precisar um pouco mais qual é o problema que deveremos discutir. O tema abordado pelo conferencista refere-se exclusivamente à produção do óleo de xisto, partindo dos folhelhos piro-betuminosos, sobretudo os do Vale do Paraíba, mas é evidente que está em discussão o problema do petróleo em si no Brasil. O petróleo pode ser obtido diretamente da natureza, através de poços, petróleo de poço, petróleo natural, e, sinteticamente, partindo-se de um carvão ou de uma rocha piro-betuminosa que, neste caso, são folhelhos. De modo geral, me choca muito quando se pronuncia a palavra «xisto» em lugar de «folhelho»; em inglês é «oil shale», de maneira que «shale», em português, é folhelho e não xisto; xisto seria «schist», mas isso é um pequeno pormenor de geologia. Antes de mais nada, convém acentuarmos porque este interesse especial que está havendo em relação à questão do petróleo de folhelho. A razão é simples: é que o Brasil até hoje se mostrou com reserva extremamente pequena de petróleo. Com a nossa área de oito milhões e meio de quilômetros quadrados, cerca da metade é constituída de terrenos sedimentares, dos quais uma parte marinha que interessa à pesquisa de petróleo, mas, infelizmente a técnica que possuímos, os recursos em dinheiro que temos, no momento, não nos permitirão, na presente geração, ou, mesmo para as próximas gerações, encontrar petróleo de poço em quantidades substanciais. Só apaixonados poderão querer enxergar o contrário, ou jornalistas, meus colegas. Alguns pequenos dados para insistir sobre a não fantasia desses dados. O Conselho Nacional de Petróleo que, há cerca de 12 anos, gasta verbas vultuosíssimas, já gastou, provavelmente, mais de 1.000.000 (um milhão) de contos. Conseguiu determinar a reserva na fossa tectônica da Bahia, de cerca de 50.000.000 (cinquenta milhões) de barris. Essa reserva daria para o consumo americano durante



apenas uma semana, de maneira que podemos contar com o petróleo natural, conhecido no Brasil, dará apenas para um prazo muito curto, para os estados do nordeste, Bahia, Sergipe e Alagoas. Ainda mais, ainda que o govêrno vote verbas tremendamente grandes, é muito pouco provável que apenas com dinheiro possamos descobrir petróleo, porque êsse petróleo implica em técnica muito aperfeiçoada e não se conseguiria com geólogos nacionais, cujo número total não passa de algumas dezenas, em contraposição com os Estados Unidos, onde existe cêrca de 12.000 geólogos. Ainda mais, no momento presente não existe nenhum curso de geólogos no Brasil, o que existe são cursos de engenheiro de minas, e confundir engenheiro de minas com geólogo é a mesma coisa que confundir petróleo de poço com xisto no terreno. Eu não quero desmerecer os engenheiros de minas, ao contrário, acho que a posição dêles é bastante mais adiantada que a do geólogo. O geólogo é o pioneiro que tem de entregar a jazida estudada para o engenheiro de minas explorá-la. Foi esta razão que levou, sobretudo, o Estado Maior do Exêrcito a levantar o problema do xisto betuminoso. Foram chamados vários técnicos, eu cito a palavra xisto-betuminoso porque é o termo que êles usam. Sylvio Froes Abreu e outros e, sobretudo, o General Bina Machado que se apaixonou imensamente pelo problema, sentindo, como oficial brilhantíssimo do Estado Maior, de que seria possível, já que não temos petróleo de poço no momento, supri-lo, sobretudo numa nova emergência de guerra. Por um certo momento, houve um grande receio de que nós fôssemos lançados num terceiro conflito mundial, daí êles procurarem criar imediatamente a Comissão de Industrialização do Xisto-Betuminoso, cuja presidência foi entregue a um dos oficiais mais brilhantes do exêrcito, Coronel Gabriel Rafael da Fonseca, o qual, infelizmente, devido a uma enfermidade muito grave, por excesso de trabalho, na questão do petróleo, não pôde comparecer hoje. Está substituído por 3 dos seus assistentes: Tenente Coronel Renato Imbiriba Guerreiro, oficial de artilharia muito modesto, com curso técnico realmente brilhante, que estará à disposição dos senhores para discutir êsses problemas econômicos, e os assistentes: o Engenheiro de Minas José Menescal Campos, que foi, longo tempo, do quadro do Departamento da Produção Mineral, e o Engenheiro Químico José Schor que, nêstes últimos anos, tem examinado, nas principais usinas do mundo, problemas de distilação de óleo de xistos -betuminosos. Existem outras rochas betuminosas, como os pequenos depósitos de Maraú, onde a rocha piro-betuminosa é extremamente rica, mas em vo-

lume bastante baixo, por conseguinte de interêsse muito restrito. Verificamos que há duas grandes áreas no Brasil em que há possibilidades de reserva de material piro-betuminoso: uma se estende desde o Rio Grande do Sul até São Paulo e encerra uma das maiores reservas mundiais de petróleo; a segunda é um depósito bastante mais restrito, mais espesso, situado entre os dois grandes centros consumidores do Brasil, Vale do Paraíba, entre o Rio de Janeiro e São Paulo. Estes folhelhos são de idade muito recente, talvez do terciário, sendo muito impregnados de água, de maneira que tem problemas bastante diversos dos que foram verificados em outros países, de sorte que estas idéias comuns de que podemos copiar os processos de distilação dos folhelhos betuminosos da Suécia ou da Espanha, ou da Escócia, ou do Colorado, não têm o menor sentido. Talvez tenha sido esta a idéia inicial da própria comissão do xisto de que seria possível, num prazo curto, industrializar estas rochas, aproveitando os estudos já pormenorizados feitos pela Foster William, para uma companhia particular chamada Panal. Esses estudos mais recentes vieram mostrar que estão muito aquém, ainda, de uma solução definitiva. Foi o que os três ilustres representantes da Comissão de Industrialização do Xisto acabaram de mostrar nas suas palestras, de sorte que está também em discussão o que foi dito e espero que, no fim desta discussão, eles possam precisar alguns pontos, de maneira que, ao sairmos desta sala esta noite, possamos ter idéia se de fato haverá vantagem para o Brasil, sobretudo para o govêrno, investir quantias vultuosíssimas para a produção industrial de óleo de xisto-betuminoso de Taubaté, Tremembé. Os que agora combatem esta solução têm em mente que as verbas do govêrno são extremamente restritas, de maneira que o fato do govêrno empenhar esta verba na exploração de xisto implica em retirar esta verba da pesquisa de petróleo. Os outros, favoráveis à questão do xisto, insistem em que não é possível prever, ou precisar, qual é a quantia, qual é o tempo necessário para nós termos petróleo para a nossa geração. Por conseguinte, há a solução petróleo de poço que, se existir, provavelmente é barato, e deve existir porque a nossa área de terrenos sedimentares é muito grande. E há a outra solução de um petróleo mais caro, mais positivo, cuja produção decorre apenas de estudos técnicos que já estão sendo feitos e estão bastante adiantados, podendo ser terminados por esta mesma comissão em colaboração com companhias estrangeiras. Recordo uma frase célebre de um geólogo, da Standard Oil que, na ocasião em que se aposentou, escreveu um livro notável di-

zendo que existe petróleo nos países que têm capacidade para extraí-lo. Infelizmente, nós não estamos no estado de senilidade, de idade adulta bastante para nós mesmos extrairmos o nosso petróleo e nós temos visto, nesta campanha política atualmente no Congresso, que não há orientação técnica, apenas paixões desenfreadas nos sentidos mais antagônicos. Alguns acham que devemos entregar o petróleo do Brasil e tudo mais ao estrangeiro, porque acham que somos um país incapaz e outros, ao contrário, acham que nós podemos aqui, com uma varinha mágica, fazer o que quisermos. Há de fato, problemas que têm de ser resolvidos com base técnica e é esta a razão porque estamos aqui reunidos. Um grande grupo de técnicos, mais de uma centena de engenheiros, todos eles absolutamente patriotas, nenhum deles com paixão alguma, nenhum deles tendo investido um tostão em pesquisa do petróleo, tornando preciosíssimo para o governo federal, o que fôr debatido aqui hoje. Estou certo que a Comissão de Xisto aqui presente apreciará imensamente quaisquer perguntas que forem feitas, por mais indiscretas que possam parecer, de maneira que tem a palavra quem quiser usá-la.

ENG. EDUARDO PACHECO E SILVA — Primeiramente gostaria de cumprimentar os senhores conferencistas e agradecer os esclarecimentos fornecidos na brilhante exposição que eles fizeram. Gostaria de pedir alguns esclarecimentos mais concretos à respeito da organização da Comissão, porque isto foi passado um pouco por cima e, talvez, eu não esteja a par. Os outros conhecem. Gostaria de saber como está organizado o problema de exploração e estudo do xisto piro-betuminoso aqui no Brasil. A Comissão que estuda é uma comissão autônoma, dependente diretamente da presidência da República, ou dependente de ministérios e do Conselho Nacional de Petróleo? 2.º) Possui verbas próprias, em orçamento, ou estão também em dependência e fazem parte das verbas ministeriais? Estas verbas são suficientes para o programa a que a Comissão se propôs? 3.º) Existem companhias particulares que tenham estudado ou que venham estudando o problema também do Vale do Paraíba; existe alguma relação, algum contacto entre essas companhias e a Comissão? E em quarto lugar, qual é o programa organizado pela Comissão? Prevê em que futuro a instalação de uma refinaria, ou de uma retortagem; em que época, para que época nós poderemos contar, de acôrdo com as verbas existentes no orçamento, com petróleo aqui no Vale do Paraíba?

CEL. RENATO IMBIRIBA GUERREIRO — Primeiramente, eu devo esclarecer que a Comissão de Industrialização do Xisto-

Betuminoso, pelo decreto de sua criação, ficava subordinada à presidência da República, através do Conselho de Segurança Nacional. Posteriormente, com o desenvolvimento dos estudos desta Comissão, ela passou, como era natural, a ser subordinada ao Conselho Nacional de Petróleo e, portanto, a Comissão de Industrialização do Xisto-Betuminoso, hoje em dia, é um órgão do Conselho Nacional de Petróleo, a êle subordinada, quer técnica, quer administrativamente. Quanto à segunda pergunta, de que a Comissão é um órgão autônomo e dispõe de verbas próprias, ou se é subordinada a algum ministério, precisamos dizer que, para o orçamento de 1953, o exercício em que nós encontramos foi votado pelo Congresso Nacional o ano passado uma verba própria para a Comissão de Xisto Betuminoso, em parcelas perfeitamente determinadas, incluindo-se nestas parcelas a relativa à desapropriação das Companhias sediadas no Vale do Paraíba e que deram, por assim dizer, origem à Comissão de Xisto Betuminoso. Entretanto, a Comissão de Industrialização do xisto-betuminoso, até o presente momento, não recebeu um só centavo das verbas votadas pelo Congresso, para o presente orçamento e estamos vivendo através de adiantamentos que, por sua vez, são feitos ao Conselho pelo Ministério da Fazenda. As companhias particulares existentes no Vale do Paraíba em sua essência são duas: a Companhia de Óleos Minerais S. A., conhecida vulgarmente por Panal e a Companhia Industrial de Rochas Betuminosas (C.I.R.B.). A Panal paralisou, desde a data do decreto que declarou de utilidade pública as suas instalações, e as concessões de mina, as suas atividades praticamente. A CIRB, cuja desapropriação não atinge 100%, continúa com as suas atividades. Continúa estudando tipos de retortas. Nós temos mesmo presente aqui na Assembléia o Doutor Boris, por exemplo, que é o técnico que está estudando um tipo de retorta para a finalidade que êles têm em vista, porque êles, como industriais, têm em vista a obtenção de produtos para fazer dinheiro e nós temos em vista minorar um pouco a grande crise de combustíveis líquidos que nos assola. Estas companhias estão em contacto conosco. Ainda, mesmo, pouco antes da sessão, creio que acabamos de combinar um encontro entre o Dr. Boris e o Dr. Schor para que êles expuzessem mutuamente as conclusões a que têm chegado à respeito da destilação. O problema da Comissão de Industrialização, até o presente momento, é um programa de experimentação, um programa de determinação de dados relativos não só à mineração como, especialmente, à retortagem. Nós não nos podíamos lançar, como um de nós disse aqui, a uma aventura

industrial, sem conhecermos precisamente os dados básicos para o nosso projeto. Assim, nós não poderíamos nos lançar à mineração sem conhecermos precisamente as possibilidades dos nossos depósitos de folhelho piro-betuminoso do Vale do Paraíba. Na parte de retortagem, muito especialmente, me parece que ficou perfeitamente claro ao auditório que o Dr. Schor comparou que cada xisto precisa de condições especiais para a sua retortagem, não só tendo em vista os produtos a obter, como também a quantidade de calor que nós possamos retirar de cada um destes xistos. Nós não temos, ainda, uma conclusão definitiva sobre a retorta. Agora, para obter esta solução, conforme disse o Dr. Schor na sua exposição, nós estamos seguindo dois caminhos: 1.º) O caminho da experimentação de retortas industriais já existentes e o 2.º caminho, que é um caminho, como se diz em linguagem vulgar, partindo da estaca zero, da determinação dos perfís, das características químicas e das características mecânicas do nosso xisto, a fim de que possamos, por intermédio destas características, não somente afastar propostas de retortas que, de antemão, possamos dizer que não poderão ser utilizadas economicamente para a solução do nosso problema como também, podemos, eventualmente, nós mesmos projetar a nossa própria retorta. Nós já estamos ultimando, com o concurso, aliás, de uma firma especializada estrangeira, o projeto de um laboratório especializado para este fim, laboratório esse que será utilizado não só para o folhelho piro-betuminoso do Vale do Paraíba, como, também, para qualquer xisto, como da série Iratí, que parece, no momento, interessar ao governo do Estado do Paraná e também a uma Comissão de Valorização da Parte oeste do Rio Grande do Sul.

ENG. JOÃO GUSTAVO HAENEL — Como foi entendido, a Comissão está limitando as soluções possíveis a uma solução competitiva, mas competitiva em termos de custo de importação, preço CIF Santos do petróleo importado e deu a entender que, talvez, houvesse solução mais imediata, em função do preço de venda do produto. Na situação atual de falta de cambiais, em que nós precisamos de uma solução a curto prazo, pergunto se seria possível obter uma solução em que o custo do óleo de folhelho fosse, pelo menos igual ou pouco superior ao do custo para o público do petróleo importado e, por outro lado, se haveria realmente economia de divisas, isto é, se, num prazo relativamente curto, as economias resultantes dos 10.000 barrís diários que ela poderia produzir compensariam gastos com o equipamento que, me parece é um tanto custoso.

CEL. RENATO IMBIRIBA GUERREIRO — Eu responderei uma parte e o meu colega responderá a outra. Quando falamos em preço competitivo, nós queremos dizer o seguinte: obtemos o óleo proveniente do folhelho piro-betuminoso, pelo mesmo custo do óleo crú importado. Se nós conseguirmos uma mineração e uma retortagem que nos forneçam o barril de óleo de xisto a 4 dólares, nós consideraremos esta solução econômica a preço competitivo, porque a parte de refinação dos 10 mil barris, todos nós sabemos ser econômica. Quanto à questão de podermos já ou não, entrar com a nossa contribuição para minorar a crise de divisas que o país atravessa, eu vou entregar a palavra ao meu colega Dr. José Schor, porque o nosso problema depende na maior extensão da retortagem. Ele falará...

DR. JOSÉ SCHOR — De início, eu gostaria de fazer notar que mesmo que nós hoje recebêssemos uma ordem, uma determinação do Congresso, da presidência da República, para construir uma usina de xisto no menor prazo possível e produzir o óleo ou os outros combustíveis líquidos a qualquer preço, seria impossível montar uma indústria desse tamanho, em menos de três anos. Porque, na hora em que os engenheiros se sentarem para fazer o projeto, eles têm de calculá-lo na base das características especiais do nosso xisto. Por isso, o nosso programa de determinação dos dados básicos de engenharia e do processamento, é uma condição preliminar, não só para a industrialização econômica, como também, para a industrialização em qualquer de suas formas econômicas ou não. Por outro lado, nós sabemos que um ano de economia na demora da operação industrial, nos roubará um tempo extremamente precioso para escolha. Conhecemos processos de retortagem, em que o investimento seria da ordem de 10 ou 12 milhões de dólares para a secção de retortagem; conhecemos processos em que para executar a mesma coisa, teríamos que gastar 5 vezes mais. Ora, aí há um certo risco calculado a tomar. Sabemos que uma vez montada a indústria, ela terá que ficar produzindo, durante 20, 30 anos até se depreciar o seu equipamento, até que ela se pague. E se ela for ineficiente, o lastro de sua ineficiência será carregado pelo menos 20 anos pelo país, pelos cofres públicos, em última análise. Por isso há um período que se considera como recomendável, para estudos preliminares, em qualquer dos casos, qualquer que seja a nossa política econômica futura. É verdade, que nós não pretendemos fazer êsses estudos de forma acadêmica e prolongá-los indefinidamente, estamos porém atacando o problema em tôdas as frentes possíveis de trabalho atualmente. Não há uma retorta comercial

que não esteja sendo examinada, as que se apresentam favoráveis serão experimentadas. Por outro lado, não queremos tomar o risco de no fim de vários anos de experimentação de retortas, não termos encontrado nenhuma que sirva. Estamos por isso desenvolvendo um programa de trabalho, que, mesmo que não existisse nenhuma retorta ainda no mundo, daria elementos suficientes para poder desenvolver uma retorta nossa. Estamos procurando reduzir a demora do início da operação ao máximo, mas ao mesmo tempo, estamos procurando que essa indústria não seja um elefante branco na economia nacional, porque num investimento tão grande, de tantas dezenas de milhões de dólares, o fracasso repercutiria catastróficamente no estímulo aos futuros empreendimentos. Queremos fazê-lo da forma mais segura possível. É verdade que poder-se-ia fazer o que fez a Alemanha na época da guerra, em que ela tinha escassez de combustíveis líquidos. Foram construídas 3 ou 4 usinas para obtenção do óleo de xisto. Essas usinas foram, depois da guerra, entregues ao governo francês, porque ficavam na zona ocupada francesa, e eu tive oportunidade de discutir esse assunto com o interventor francês daquelas usinas. Pois bem, não houve meio de fazê-las continuar a funcionar, quando cessada a guerra, de tal modo eram anti-econômicas e tantos eram os seus defeitos técnicos. Só pode ser explicada a sua montagem, por uma situação de extrema emergência, em que tinha de se resolver alguma coisa a qualquer preço e a todo custo. Aliás, essas usinas depois foram entregues novamente ao governo alemão, mas não foram exploradas mais, e foram desmontadas. É lógico que nós poderíamos fazer uma coisa semelhante, mas não estamos ainda numa situação de tal premência. Por isso, estamos seguindo um caminho que será um pouco mais demorado, mas que nos deverá dar uma solução muito mais segura, sem, entretanto, prolongar os estudos indefinidamente.

PROF. OTHON HENRY LEONARDOS — Ninguém deseja mais a palavra?

CEL. RENATO IMBIRIBA GUERREIRO — Eu desejo ainda, ou melhor eu me permito ainda completar com números a elucidação da sua terceira pergunta, relativa a haver ou não economia de cambiais. Para isso vamos raciocinar com números. Se produzirmos 10 mil barrís diários de óleo de folhelho piro-betuminoso, nós faremos uma economia diária de cambiais de 40 mil dólares, o que esse óleo nos custaria no porto do Rio de Janeiro ou de Santos. Isso representa um milhão e 200 mil dólares por mês ou 14 milhões de dólares por ano. Isso seria realmente, uma economia

de cambiais. Por outro lado, como frisou o Dr. Schor, mesmo que nós recebamos ordem de iniciar hoje, os projetos para construção de uma usina de 10 mil barris por dia no Vale do Paraíba, precisaríamos de pelo menos três anos. Já sabemos, portanto, que um ano de demora, representa 14 milhões e 400 mil dólares em cambiais. Entretanto, estamos muito presos à idéia de não dar ao Brasil o que chamou, o meu colega Dr. Schor, de elefante branco. Com isto queremos dizer o seguinte: nós temos verdadeira fome de dólar, a indústria nacional está semi-paralisada por falta de dólar, podemos portanto, inverter numa indústria destas, um montante em dólar que ultrapasse, digamos, a cinco anos de nossa economia. Se nós em lugar de montarmos esta usina por 40 ou 50 milhões de dólares, montarmos por 150 milhões de dólares, nós precisaremos de 10 anos para repor os cambiais que vamos gastar num momento em que a carência é realmente aflitiva. De maneira que entre essas condições e dentro desta teia que nos prende, procuramos, naturalmente, uma solução que seja favorável à economia do país. Entretanto, há um caso em que não há preço para indústria: é o caso da defesa nacional. Nós todos sabemos que o governo inverte milhões, por exemplo, na aquisição de um couraçado, de um cruzador. Quanto custa um couraçado? Custa 50 milhões, 60 milhões, 200 milhões.

Não interessa, compra-se. Num investimento também, que atinge o problema da defesa nacional, não há preço. Creio que foi o que aconteceu na Alemanha, com o caso das usinas a que o Dr. Schor se referiu há pouco.

PROF. OTHON HENRY LEONARDOS — Dr. Schor, o prof. Maffei faz a pergunta sobre o balanço térmico do xisto de Tremembé que sabemos ser um ponto que sempre faz receiar a todos que cuidam da questão do xisto. O sr. podia tornar-se mais claro? . . .

PROF. FRANCISCO J. H. MAFFEI — Eu vou precisar a minha pergunta que é a seguinte: Olhando-se para dados, vemos que o teor é da ordem de 6 ou 7%; tomemos 6%. Isto significa que teríamos por quilo de xisto, cerca de 600 calorias. Não vamos gastar quase 600 calorias para obter êsses 60 gramas de óleo por quilo?

DR. JOSÉ SCHOR — Bem, o ponto que eu tenho a fazer notar é o seguinte. O seu raciocínio está correto, apenas 600 calorias que considerou, se referem a óleo. Mas não pretendemos queimar o óleo para processar o xisto, e sim as outras partes orgânicas do xisto. Êsse xisto com 6% de óleo, chega às vezes a ter 20% ou mais de matéria orgânica e é essa parte restante



de matéria orgânica que não tem nenhuma outra utilização prática, que pretendemos queimar. A retortagem de uma tonelada de nosso xisto, envolve cerca de 1 milhão de B.T.U., o que corresponde a cerca de 250 mil quilos calorias aproximadamente.

Mas a maior parte dêsse é recuperada no próprio processo, das cinzas quentes, gases quentes, etc. Só devemos fornecer a diferença que se perde, em vapor d'água não condensável, em perdas por radiação e condução, e em calor sensível de produtos, que já saem a temperatura tão baixa que se torna anti-econômica a sua recuperação. Nós sabemos, por estudos termo-dinâmicos feitos, baseados nas análises do xisto de diferentes teores que com o que podemos obter por combustão do carbono residual e dos gases incondensáveis, teremos o suficiente para suprir o andamento do processo. E o que nos sobra, sobrarã justamente sob a forma de óleo. Aliás o sr. tocou num ponto muito interessante dessa questão.

Certa vez, num outro debate, já nos foi feita uma pergunta semelhante. Como é que era aconselhado o aproveitamento de um material que continha mais da metade de matéria mineral, aliás, muito mais de metade, e que não servia para nada como combustível? Como é que era possível que isso fosse econômico? Mas é que quando nós falamos em xistos, não se trata simplesmente de combustível, não se trata simplesmente das calorias que se podem obter, mas sim das calorias que se podem obter sob a forma de combustível líquido.

E' uma forma mais nobre de energia, se pudermos usar essa expressão, a de combustível líquido, comparado com o combustível sólido, porque tem uma possibilidade de aplicação mais larga com rendimentos muito maiores. Nós estamos interessados principalmente na obtenção de combustíveis líquidos; êsses nós não pretendemos gastar no processo para fornecer o calor necessário; apenas a parte de gases incondensáveis (que, dependendo dos processos a usar, podem às vezes ser de poder calorífico muito baixo que os torna quasi inaproveitáveis para outros fins da retortagem) e do carbono residual, uma espécie de coque que fica no xisto depois de retortado.

ENG. PAULO MIGUEL BOHOMOLETZ — Eu gostaria que o Dr. Menescal nos informasse o seguinte: de acôrdo com os dados citados, foi coberta uma área de cerca de 200 km<sup>2</sup>, com 81 furos sonda; isso dá uma área aproximada de 2,5 km<sup>2</sup> por furo, eu pergunto se, em primeiro lugar, realmente essa média, isto é, se os furos de sonda foram locados segundo reticulado mais ou menos regular, e se existe essa área, se essa relação já é uma

relação que se pode consagrar para êsse tipo de jazida no sentido de uma estimativa orçamentária para uma pesquisa, digamos em escala ampla, escala nacional; essa é a primeira pergunta. A segunda pergunta é a seguinte: dentro dos estudos já realizados pela Comissão eu acredito que ela deva ter uma idéia da inversão de capital necessária. Eu gostaria de ouvir alguns números referentes à consideração, à parte de mineração, de equipamento de mineração, equipamento de retortagem e destilação... E' só para sairmos daqui com uma certa idéia.

DR. MENESCAL CAMPOS — Bem como já disse, ao iniciarmos os trabalhos, não havia um conhecimento da jazida de Tremembé, do Vale do Paraíba. Então tivemos de escolher o modo mais racional possível, interpretando a forma da bacia, escolhendo o modo de examiná-la e admitimos, a princípio, que o seu eixo corria mais ou menos seguindo o eixo do Vale do Paraíba. Traçamos então furos distantes de 1, 2, ou 3 km conforme possível. As análises dos testemunhos retirados, revelaram que a distribuição dos teores era uniforme segundo a mesma camada, variando segundo a vertical e isso se correspondia em todos os perfís, como se pode verificar nos poucos furos alí. De modo que não podíamos intensificar extremamente a rede de perfuração e aceitamos então como possível, tirar os valores médios destas análises, destes perfís.

A inversão na mineração, naturalmente, depende dos tipos de maquinária, processos de exploração e mais; nós estamos em fase de estudos. Em todo o caso nós ouvimos duas Companhias. Uma delas, alemã, orçou em cerca de 0,448 de marco por metro cúbico.

Com a maquinária alemã, há várias vantagens que não preciso ditar. A outra companhia apresentou também um preço que regulou mais ou menos em Cr\$ 4,00 a tonelada de minério.

ENG. PAULO MIGUEL BOHOMOLETZ — Eu pergunto o seguinte: para obtenção de 10 mil barrís de óleo por dia, que idéia faz a Comissão do dinheiro que deve ser destinado à aquisição de máquinas, escavadeiras.

ENG. MENESCAL CAMPOS — Bem, pelo preço que êles deram, seria fácil transformar. Porque nós temos aí o preço de uma tonelada de minério...

ENG. PAULO BOHOMOLETZ — Eu pergunto, para equipar as minas com extração de 42 mil toneladas de material por dia, quantos milhões de dólares custará o equipamento, escavação, equipamento de transporte.

ENG. MENESCAL CAMPOS — Essa pergunta, confesso que não posso responder, porque não tenho elementos. Nós estamos em estudos para um projeto, ainda; eles dão realmente um orçamento, para 10 mil barris, de 18 milhões não é?

CEL. RENATO IMBIRIBA GUERREIRO — Pelos últimos estudos recebidos da Font. Bacon & Davis, que é uma firma especializada em mineração nos Estados Unidos, estimou, em relatório apresentado à Foster erbestor o investimento em equipamento para mineração do minério necessário à produção de 10 mil barris por dia, em cerca de 9 milhões de dólares.

ENG. PAULO MIGUEL BOHOMOLETZ — Inclusive o sistema de transporte?

CEL. RENATO IMBIRIBA GUERREIRO — Todo o equipamento, inclusive os trens, trilhos, vagões, basculantes e o retorno do regeito, das retortas às escavações iniciais.

ENG. PAULO MIGUEL BOHOMOLETZ — Quer dizer, a idéia é utilizar-se o sistema ferroviário então.

CEL. RENATO IMBIRIBA GUERREIRO — A idéia da Fond & Bacon é usar o transporte ferroviário.

ENG. PAULO MIGUEL BOHOMOLETZ — Elétrico?

CEL. RENATO IMBIRIBA GUERREIRO — Elétrico.

ENG. PAULO MIGUEL BOHOMOLETZ — A energia elétrica seria gerada na própria usina?

CEL. RENATO IMBIRIBA GUERREIRO — Para energia elétrica, há duas soluções; ou será gerada na própria usina, ou poderá ser fornecida pela São Paulo Tramway Light and Power.

ENG. PAULO MIGUEL BOHOMOLETZ — Pela Light?

CEL. RENATO IMBIRIBA GUERREIRO — Pela Light, porque em 1956 eles terão em disponibilidade para nós, mais de 10 mil kw.

ENG. PAULO MIGUEL BOHOMOLETZ — Agora, uma idéia sobre os outros elementos constituintes da usina, a retortagem...

CEL. RENATO IMBIRIBA GUERREIRO — Nós poderemos dar ao sr., unicamente dados ainda sujeitos à modificação.

ENG. PAULO MIGUEL BOHOMOLETZ — Evidentemente.

CEL. RENATO IMBIRIBA GUERREIRO — Porque nós não temos ainda um projeto definitivo. A operação de retortagem está estimada em cerca de 15 milhões de dólares, assim também, como o refino está estimado em 15 milhões de dólares. No final de contas, digamos 40 a 45 milhões de dólares, é a estimativa total para a montagem da indústria do Vale do Paraíba; agora, sabendo-se de antemão que é condição contratual, nós empregaremos tanto quanto possível o material e a engenharia nacionais

na construção desta usina. Posso mesmo adiantar, que já, ha 6 meses atrás, percorri parte da indústria de São Paulo com os técnicos da Foster Wheeler fazendo seu levantamento. E posso mesmo dizer que segundo as opiniões de Foster Wheeler e nossa, não importaremos um único permutador ou inter-cambiador de calor, caldeiras, estruturas metálicas; tudo isso será feito por nós com os nossos materiais e com os nossos técnicos, além da parte de construção civil.

ENG. PAULO MIGUEL BOHOMOLETZ — E' uma grata notícia.

PROF. THARCISIO D. DE SOUZA SANTOS — Ainda agora, como ouvimos do Dr. Menescal Campos, o custo de mineração possivelmente mais favorável, resultaria do emprêgo das escavadeiras alemãs, que praticassem uma lavra não seletiva. Sendo entretanto o teor médio na camada de 28 m, conforme o Dr. Menescal citou, de apenas 4,82% de óleo, eu perguntaria ao Dr. Schor se em face dos dados de que dispõe, ainda nêsses casos seria favorável o balanço térmico.

DR. JOSÉ SCHOR — Realmente o sr. tocou num assunto que está sendo objéto de uma investigação muito cuidadosa e urgente da Comissão. Nós sabemos que para certos processos é impossível empregar xisto, por exemplo, com menos do que 5,6% de óleo, se nós quisermos ter auto-suficiência térmica, isto é, não quesermos empregar nenhum combustível externo adicional.

Isto se faz, se pode fazer, na Espanha, onde se quer obter lubrificantes, ou na Escócia, em que ha uma enorme subvenção. Não é, porém, o teor mínimo de óleo o único que importa e sim o teor mínimo de combustível disponível no próprio xisto para o processo de retortagem. Nós queremos que o óleo sóbre. Pois bem, esta exigência de teor mínimo de combustível que deve haver disponível no xisto varia com o processo de retortagem. Há retortas em que as perdas de processos são tais que, por exemplo, exigem um teor mínimo, como êste, de 5,6% de óleo. Êste caso especial é devido à utilização, como um dos meios de transporte de calor, atravez da retorta, do vapor d'água. Vapor é um meio caríssimo em energia térmica. Por outro lado, existem retortas, como por exemplo, a Gás-Combustion, em que o consumo de calor é insignificante porque são retortas em que foi levado quase que ao extremo ideal, a recuperação de calor dentro da própria retorta. Há no interior delas uma chamada «Standing Heat Wave». O perfil apresenta um pico muito elevado, mas tôdas as trocas se efetuam dentro da própria retorta e os extremos finais são muito frios. No caso do xisto de Taubaté, temos um gasto em calor que é inevitável e que é muito grande,

que é a evaporação da umidade muito elevada. Para transformar tudo isso em vapor, temos que gastar uma grande quantidade de energia térmica, a qual, praticamente, é irre recuperável. Pois bem: estamos fazendo com grande urgência um estudo para determinar os perfís de composição precisos da jazida, de modo que saibamos não apenas o teor em óleo, mas também a quantidade de calor disponível por queima de carbono residual e por queima de gases incondensáveis, pois, todo o plano de mineração será baseado nisto. Não podemos dizer ainda qual será o tipo exato de xisto que será carregado nas retortas, porque quando procuramos fazer uma mineração mais seletiva e obter um xisto mais rico, a tonelada de minério nos sai mais cara. Por outro lado, a operação de retortagem nos sai mais barata porque o que pesa no balanço térmico de uma retorta não é propriamente o óleo, mas é a matéria inerte que passa por ela, e esta é, praticamente, a mesma num xisto com 4% ou num xisto com 8% de óleo. Esses fatores todos e os preços respectivos das diversas operações, além de outras considerações, como vida da mina, tempo mínimo necessário para amortização do investimento, etc., é que servirão de base para um estudo que determinará finalmente qual será o plano exato de mineração. Mas sabemos, em princípio, que, sob o ponto de vista puramente termodinâmico, existe uma quantidade suficiente de calor no xisto, quando êle tem perto de 5% de óleo, ou um pouco menos, aliás.

ENG. SERGIO LEITE BARROS — Uma pergunta ao Dr. Schor: Qual a possibilidade de extração de asfalto dos folhelhos, particularmente do Iratí, e se o senhor tem notícia de estudos realizados neste sentido e quais as conclusões.

DR. JOSE' SCHOR — Infelizmente, sobre o folhelho de Iratí, eu tenho muito poucos dados, apenas os que foram publicados em revistas técnicas no Brasil e um pouco no exterior, de modo que, a sua pergunta se prendendo especificamente ao caso do Iratí, eu estou impossibilitado, por ignorância, a responder. Poderia responder no caso do Vale do Paraíba, se lhe interessar. Nós pretendemos construir esta indústria tomando como base, a produção de combustíveis. Isso não quer dizer que não vamos produzir outros derivados, mas queremos que ela se sustente sobre a base de combustíveis. Ora, quando tivermos que determinar o esquema de processamento da refinaria é que entrará a escolha entre asfalto e óleo combustível pesado. E' muito provável que terá de ser feita a escolha, principalmente entre coque e asfalto, porque, pelas características do nosso óleo, nós teremos que fazer um «cracking» muito avançado para poder obter uma

porcentagem elevada de combustíveis líquidos leves, diesel e gasolina. Eu tive mesmo oportunidade de examinar uns 40 esquemas de refinação, e quando se chega à parte de produtos mais pesados, há esta alternativa entre coque, asfalto e óleo combustível. Sabemos que, em certas operações de refinação, pode-se produzir asfalto do óleo do xisto do Vale do Paraíba. A quantidade, porém, será determinada principalmente por condições econômicas no momento de definir o esquema de processamento, porque não é só questão de produzir asfalto, nós temos que, produzir gasolina, óleo diesel, gás liquefeito, parafina, etc. Há uma imensidade de coisas que se podem produzir. Nós teremos que fazer uma escolha, a mais sensata possível e a mais vantajosa para o país dentre os diferentes produtos, para não prejudicar a estrutura de preços e não prejudicar a economia do empreendimento.

ENG. JOSÉ PAIM DE ANDRADE — Inicialmente, Senhor Presidente, eu pediria licença ao ilustre conferencista para responder, ou melhor, tentar responder à pergunta que, ha pouco me foi endereçada, sobre a possibilidade de se extrair asfalto do folhelho pirobetuminoso Iratí, e sobre os estudos realizados nesse sentido, no Estado do Paraná.

Cumpre-me esclarecer que o óleo obtido pela destilação do folhelho Iratí é constituído por uma mistura de hidrocarbonetos olefínicos e di-olefínicos, portanto, caracteristicamente asfáltico; em testes de laboratório, como também coque asfáltico de primeira qualidade no que diz respeito à dureza, porosidade e sonoridade. A obtenção desses produtos é função do critério adotado na operação de destilação.

Quanto aos estudos conduzidos pelo Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas, faz-se necessário esclarecer que, não obstante, os esforços dispendidos nesse sentido, não alcançaram o grau de desenvolvimento que se verificou em São Paulo com os folhelhos de Taubaté-Tremembé.

Isso porque, desde o início encontramos dificuldades extraordinárias em obter os meios financeiros necessários. Aliás o Cel. Renato Imbiriba Guerreiro já havia ressaltado essas dificuldades nos trabalhos conduzidos pela Comissão de Industrialização de Xisto Betuminoso.

De sorte que sobre essas condições, os trabalhos de pesquisa no Paraná não puderam alcançar grande vulto. Somente ensaios de laboratório estão sendo realizados, tendo em vista, o conhecimento das características da matéria prima, o que já está prati-

camente definido. Os resultados até agora obtidos, levaram-nos a organizar um programa de trabalho, objetivando a implantação de uma indústria de xisto com a utilização de todos os subprodutos. Assim, parece-nos viável a exploração do xisto Iratí, não só para produção de óleo bruto, mas especialmente, enxofre, cimento e fertilizantes nitrogenados, produtos de excepcional importância para o Brasil, mórmente atestando-se para a sua grande demanda e pela evasão de divisas que sua importação tem acarretado.

Recentemente foi assinado um convênio entre o Govêrno do Estado do Paraná e o Conselho Nacional do Petróleo, assentando as bases para exploração em escala industrial do xisto Iratí. Tenho a impressão de que o programa organizado por essas duas entidades, dificilmente possa ser executado, devido à alta soma que um empreendimento, dêsse gênero, exige, e às dificuldades em que o Estado se encontra.

É apenas uma impressão, que não justifica pessimismo. Muito ao contrário, e existe um reduzido número de pessoas que acredita no valor econômico do xisto, participo dêsse grupo, pois estou confiante no sucesso da indústria de xisto no Brasil, quer utilizando os folhelhos Iratí, quer utilizando os folhelhos terciários de Tremembé. Confio no sucesso da indústria de xisto de Taubaté-Tremembé, não obstante o elevado teôr de umidade dessa matéria prima e de outros fatores que lhe são inerentes e que lhe poderiam reduzir o valor. Êsse empreendimento conforme programa a «Comissão de Industrialização do Xisto» não dá margem à dúvidas. E reveste-se de uma importância extraordinária, porque do seu funcionamento em bases econômicas, dependerá o início da indústria de xisto nos demais Estados Medidionais.

Aproveito ainda, esta oportunidade, para solicitar dos ilustres conferencistas algumas informações sôbre as características do xisto de Tremembé.

Assim, desejaria saber: 1.º) se o resíduo da distilação do xisto pelas suas características possibilita o seu aproveitamento para fabricação de cimento e tijolos leves, e se nas proximidades da Bacia de Tremembé há ocorrências de jazidas de calcáreo; 2.º) se os teores de enxofre e nitrogênio são elevados e se há possibilidade de seu aproveitamento para produção de enxofre elementar e fertilizantes nitrogenados.

Solicito êsses esclarecimentos aos ilustres conferencistas, ao mesmo tempo que endereço-lhes os meus cumprimentos pela brilhante explanação, bem como pelo titânico esforço dispendido em pról da industrialização do xisto no Brasil.

DR. JOSÉ SCHOR — Muito obrigado, em nome de todos os conferencistas, pelas bondosas referências que o Senhor fez. Passo a responder às suas perguntas. Sobre a fabricação de cimento, dá-se o seguinte: Nós não podemos pensar, naturalmente, no momento, em aproveitamento de todo o volume de resíduo de uma indústria que vai consumir algumas dezenas de milhares de toneladas; isto seria um volume tão grande que escaparia, creio eu, até à ordem de consumo no país. O resíduo do xisto de Taubaté é o resíduo de uma rocha argilosa, quando calcinada. O seu teor em óxido de cálcio e magnésio é muito baixo. Para a fabricação de cimento, nós teríamos que suprir êstes elementos através de calcáreo adicionado, de modo que o aproveitamento dêstes resíduos, para a fabricação de cimento, se prende à disponibilidade de calcáreo. Não me consta que haja, muito próxima da região onde há o xisto, jazidas de calcáreos em abundância, de modo que na fase atual em que está o estudo do problema, é possível haver mais vantagem no aproveitamento de uma outra jazida de argila que esteja mais bem localizada, mais próxima ao calcáreo. Quanto ao teor de enxofre, este é muito baixo no nosso xisto. Foi estudada a possibilidade de aproveitá-lo, mas este existe na ordem de decimos por cento no nosso xisto, saindo um óleo com cerca de 1%. Parece que, tanto para o enxofre, como para o nitrogênio, as quantidades que existem não justificam a moanicação aos processos de refinação, para atender à sua recuperação. No caso, por exemplo, do xisto sueco, há tanto enxofre a recuperar que não podem deixar de empregar um processo em que essa recuperação fosse protegida. No nosso caso, é tão pouco que não compensa sacrificar nenhum dos outros aspectos da retortagem por causa de quantidades tão pequenas, mesmo porque, para a fabricação de adubos nitrogenados, nós poderíamos lançar mão, se tivermos excesso disponível, de gases residuais, como o que vai ser feito, por exemplo, com a refinaria de Cubatão. O nitrogênio existe em muito mais abundância no ar do que no xisto, de modo que, os gases residuais de refinaria podem servir para obtenção de adubos nitrogenados, principalmente se êstes adubos forem sob a forma de nitrato de amônio; ou de nitrato de cálcio, que são de emprego mais generalizado na agricultura.

PROF. OTHON HENRY LEONARDOS — Qual a espessura média da jazida Iratí, no Paraná?



DR. PAIM DE ANDRADE — Não temos elementos precisos para responder sua pergunta, porque não foram realizadas sondagens. Entretanto em diferentes cortes, verificamos uma espessura em minério útil variando de 20 a 30 metros.

PROF. OTHON HENRY LEONARDOS — A umidade é muito menor do que nos folhelhos de Tremembé?

DR. PAIM DE ANDRADE — O teor médio de umidade dos xistos de Tremembé, parece-me ser da ordem de 30 a 40%. No Paraná esse valor é expressivamente menor, porquanto em média não ultrapassa 6%.

PROF. OTHON HENRY LEONARDOS — O professor Maffei, aqui a meu lado, pergunta se, tanto no Paraná quanto em Tremembé, foram feitas investigações sobre a presença de urânio, porquanto nos folhelhos betuminosos de Kvarntorp na Suécia, têm sido encontrados quantidades bem apreciáveis de urânio.

DR. JOSÉ PAIM DE ANDRADE — Até o presente nada foi feito nesse sentido, mesmo porque o Instituto não dispõe dos aparelhos necessários a essa verificação.

PROF. OTHON LEONARDOS — Era uma simples verificação com Geiger portátil, já poderia dar qualquer idéia. Também em Tremembé, não foi feito nada?

DR. JOSÉ SCHOR — Não foi feito nada em Tremembé.

PROF. OTHON HENRY LEONARDOS — Dr. Paim, o senhor podia nos dizer, um pouco mais, no que consiste este convênio feito pelo governo do Paraná com o Conselho Nacional do Petróleo. Esta mesma Comissão do Xisto vai investigar, paralelamente, a questão do folhelho betuminoso do Iratí, vai dar verbas, ou o que fará?

DR. JOSÉ PAIM DE ANDRADE — O Governo do Estado, nomeou uma Comissão para tratar de todos os serviços relacionados com o estudo das jazidas de xisto, objetivando a sua exploração.

Posteriormente, firmou um contrato com o Conselho Nacional de Petróleo, segundo esse contrato, o Conselho Nacional do Petróleo, compromete-se a fornecer três sondas para os trabalhos de pesquisa, bem como um engenheiro de Minas e a assistência técnica que se fizer necessária. A assistência financeira correria 50% por conta do Conselho e 50% por conta do Estado; em linhas gerais são essas as condições básicas.

PROF. OTHON H. LEONARDOS — Eu estive com o Governador do Paraná que viajava do Rio para Curitiba e, justamente, falamos que deverá chegar no dia 3 no Rio, a convite do Conselho Nacional de Minas e Metalurgia e do Conselho de Pesquisas, um

célebre geólogo suéco, o Professor Olof H. Odman e o Governador insistiu que eu o levasse até o Paraná, para que êle apresentasse algum palpite sôbre os folhelhos do Paraná. Se, no caso do Paraíba, não há exemplo, no mundo, que sirva de padrão, no caso do Paraná já é muito mais próximo da questão do xisto de Kvarntorp.

Eu faria a pergunta ao Dr. Paim, quantos dias seriam necessários para que êste geólogo corresse a região lá de São Mateus, 3, 4 dias. . .

DR. JOSÉ PAIM DE ANDRADE — Na região de São Mateus um dia bastaria.

PROF. OTHON HENRY LEONARDOS — Aliás um célebre professor suéco prêmio Nobel de química, se ofereceu em nome do governo suéco, a ajudar as pesquisas de xisto que interessem o Brasil. Estou certo de que continuará a haver esta oferta. Ainda mais, seria o caso de se contratar por período curto um célebre geólogo, como se diz, um geólogo suéco especialista em xisto que, com certeza, com grande prazer, viria para fazer uma pequena excursão ao Brasil. Assim já poderíamos aproveitar os dados bem concretos da distilação de um xisto dêste tipo, xisto antigo. Na Suécia dentre os processos usados na mineração, há um em que se distila no próprio solo, por meio elétrico.

O Prof. Paulo Bohomoletz que esteve o ano passado na Suécia, comunicou que a direção de Kvarntorp se ofereceu também ao Brasil em relação ao aproveitamento de xistos betuminosos e à recuperação da pirita de enxofre sem onus nenhum para o Brasil.

DR. JOSÉ SCHOR — De acôrdo com entendimentos feitos, nós já estamos enviando à Suécia amostras dos nossos xistos de Taubaté e êles vão proceder a estudo de laboratório mediante um custo muito pequeno. . . e a sua recuperação é muito barata. Mas isso influenciará mais a fase de. . .

ENG. PAULO MIGUEL BOHOMOLETZ — Aliás, quando voltei, tive oportunidade, e aliás pressa e interêsse em comunicar essa oferta ao Cel. Gabriel Fonseca.

DR. JOSÉ SCHOR — Algumas delas já estão até escolhidas.

PROF. OTHON HENRY LEONARDOS — Alguém mais deseja fazer pergunta?

ENG. JORGE DE REZENDE — Minha pergunta é a seguinte. Dado o número de indústrias que hoje necessitam de calor, seria econômico a produção de gases em retortas, do xisto de Taubaté, como combustível?

DR. JOSÉ SCHOR — Eu creio que a retortagem do xisto com a finalidade exclusiva de produção de gases, não se justificará porque nós temos uma fonte melhor de matéria orgânica, transformável em gases combustíveis, os carvões, mesmo de qualidade inferior. O que justifica economicamente o aproveitamento de xistos betuminosos, é justamente a possibilidade de produção de combustíveis líquidos. Naturalmente, se houver excesso de gases êstes não serão jogados fóra. À primeira vista parece-me, porém, que se a finalidade precípua fôsse a produção de gases, seria mais vantajoso o aproveitamento de carvões, mesmo de baixa qualidade.

PROF. OTHON HENRY LEONARDOS — Aliás, eu devo esclarecer ao Dr. Jorge Rezende que alí, naquela mesma região, existe o linhito de Caçapava. Alguém mais quer fazer a sua pergunta?

SR. ILDEU RAMOS DE LIMA — Considerando a importância do problema de petróleo e da precariedade do encontro do petróleo de poço no Brasil e na possibilidade do petróleo do folhelho vir a ser considerado uma das fontes, de combustíveis e carburantes e lubrificantes nacionais peço licença para fazer uma indicação, sôbre a maneira pela qual se poderá resolver êsse problema.

Até o presente a necessidade mundial de carburantes, na sua quasi totalidade, foi satisfeita pelos derivados do petróleo natural.

Ainda não consideráveis as reservas mundiais de óleo mineral, representadas pelas jazidas já conhecidas, mas a descoberta de novos jazimentos não tem seguido o mesmo ritmo de crescimento do consumo daquela substância, e, por isto, as suas reservas tendem para a diminuição, trazendo como consequência o decréscimo do seu excedente anual.

Além desses fatores desfavoráveis, um outro, também de grande influência sôbre a política mundial dos carburantes, se verifica com as crescentes dificuldades técnicas para a exploração de novas jazidas, tornadas sempre mais inacessíveis porque mais distanciadas da superfície. Contrapondo-se ao empirismo dos «wildcats», a adoção dos modernos processos geofísicos de prospecção, aos quais se deve cêrca de 2/3 das novas descobertas de poços ativos, se trouxe maior segurança na localização das zonas petrolíferas, no reconhecimento de seu «facies» estrutural denunciador de possibilidades de petróleo embóra em bolsões profundos e de difícil acesso, na verdade nenhuma ajuda trouxe para sua exploração propriamente dita.

A essa situação, com o passar dos tempos cada vez mais alarmante, junto à ausência, em muitos quadrantes da terra, do petróleo de poço, se deve tendência atual de todos os países do mundo civilizado ricos ou pobres de petróleo natural — para a procura em todas as fontes possíveis, de óleos dos quais derivem os hidrocarbonetos.

A premência de disponibilidade de carburantes e de lubrificantes, a precariedade na descoberta de jazidas naturais, a sua possível exaustão e os fatores acima expostos, foram as circunstâncias que determinaram aos técnicos o dever de recomendarem aos governos bem orientados uma política de prudência e de previsão, concretizada em moderna concepção do assunto, da qual resultou o conceito da «exploração simultânea» dos petróleos naturais e sintéticos.

Partiram os técnicos dos conhecimentos obtidos em avançados estudos físico-químicos da matéria, que lhes indicaram possibilidades de obtenção de hidrocarbonetos derivados de outras fontes, diferentes das jazidas naturais e, no tocante à localização, invariavelmente mais precisas que aquelas — como sejam os carvões, os linhitos, as turfas, as madeiras, os xistos pirobetuminosos, arenitos e rochas oleígenas em geral.

A experiência, e mais tarde, a realização em bases seguras da chamada indústria dos sintéticos, firmaram a convicção da técnica universal sôbre essa incontestável possibilidade, também na prática. Tornaram-se, então, a Alemanha, pioneira dos métodos de hidrogenação dos «braunkohle» e dos linhitos; a Suécia, a da pirolização dos xistos e, já agora também das turfas; e o Japão, o do aproveitamento dos estratos betuminosos dos carvões de Fushum. Todas essas indústrias, protóticas das demais erigidas em outros países, estão em funcionamento regular, em maior ou menor escala, mas sempre demonstrando a viabilidade de sua expansão para a obtenção de maiores volumes de produtos e derivados.

Para o BRASIL seguir esta política moderna e útil, deverá além da tentativa de obtenção do petróleo natural e dos gases, cuidar da instituição imediata da indústria de carburantes e lubrificantes artificiais, completando a tímida iniciativa de obtenção dos óleos sintéticos apenas pela carbonização dos xistos.

Um programa consciente, partindo do conhecimento exato do problema geral, deverá ser realizado pela órgão oficial competente — o C.N.P. — com início, é certo, na exploração das jazidas dos piroxistos do horizonte iratiano e os do Vale do Paraíba, mas alargando-se gradativamente para os «bog-head»

do Maraú, dos gases de Aratú, dos linhitos de Caçapava e de Floriano, até o estudo da valorização térmica dos carvões pobres de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, e o preparo para obtenção, como derivados, do enxofre e dos nitratos, que também oneram a nossa balança comercial, externa, e são imprescindível ao progresso das indústrias civis, e militares, e à agricultura.

Esse programa de grande interesse atual e de utilidade à nossa economia, de desafogo das necessidades prementes, e, sobretudo, de sintonia com a técnica consciente, poderia ser levado a efeito com a transformação da atual C.I.X.B., restrita e incompleta, em uma Comissão de Carburantes e Lubrificantes Artificiais, mais ampla e mais conforme a mentalidade universal do problema, e, talvez, segundo a organização anexa.

Com a incorporação da C.C.L.A., terá o C.N.P. integralmente instituído a «exploração simultânea» preconizada pela técnica moderna, e cuidado de obter, também indiretamente, os combustíveis, lubrificantes e outros sub-produtos de que tanto carecemos, fazendo-o de IMEDIATO como todos os empreendimentos similares. Terá, sobretudo, o C.N.P. demonstrado que a técnica nacional estuda e acompanha, com igual interesse, os exemplos e as realizações da técnica universal do assunto.

Assim pensando, tomamos a liberdade de sugerir ao CENTRO MORAES REGO, já de tão impressionantes tradições, que, no exercício de seu objetivo de «contribuir para o forjamento duma consciência comum capaz de nos levar ao encontro duma solução para os problemas aflitivos de economia nacional», se digne INDICAR ao Conselho Nacional do Petróleo, ou a quem de direito, essa nossa concepção do problema geral dos combustíveis e lubrificantes nacionais, e a idéia proposta para sua rápida solução, caso as mesmas lhe não pareçam desarrazoadas e lhe mereçam a, para nós muito honrosa, aprovação.

PROF. OTHON HENRY LEONARDOS — Pergunto se alguém tem mais alguma pergunta a fazer, porque já é meia noite, e se não há nenhuma pergunta mais importante, eu pediria que o Cel. Renato Imbiriba Guerreiro, terminasse, positivando o que é que ficou, as conclusões desta reunião, em que estado está o problema do xisto no Brasil, e em poucas palavras para ficar sumariado no fim dos debates a serem impressos.

CEL. RENATO IMBIRIBA GUERREIRO — Creio que ficou perfeitamente esclarecido, especialmente após a explanação do ilustre representante do xisto do Iratí no Paraná, que o problema do estudo do aproveitamento dos xistos betuminosos, ou dos folhelhos piro-betuminosos para a produção de combustíveis líquidos ou

de matéria prima básica, a outras indústrias, está presentemente dividido com órgãos diferentes. O convênio que foi assinado pelo Exmo. Sr. Governador do Estado do Paraná, com o Conselho Nacional do Petróleo, conforme bem explanou o outro orador, estabelece que os estudos sejam conduzidos por uma Comissão de técnicos do Paraná, contribuindo o Conselho Nacional de Petróleo com a assistência de alguns técnicos. Isto quer dizer, que o Conselho Nacional do Petróleo custeia alguns técnicos que empregavam suas atividades no xisto do Iratí. E além disso, contribuirá o Conselho, com uma parcela de 50% para as despesas iniciais desses estudos. Isto colocou a Comissão de Xisto Betuminoso do Vale do Paraíba, completamente fóra do problema de xisto do Iratí. Procurei aliás, tornar claro na minha primeira explanação, que a nossa finalidade precípua de estudar o xisto do Paraíba, não impede que prestemos colaboração aos outros órgãos ou as outras entidades que lidem com problema análogo no país, mesmo porque, para uma Comissão de caráter federal, o único limite imposto ao âmbito da sua cooperação só pode ser o das fronteiras na nossa nacionalidade. Dentro dêle, nós seremos obrigados, por um dever comum de patriotismo, a prestar essa colaboração, e me parece que a Comissão de Industrialização do Xisto Betuminoso, pode citar exemplos de que procura realmente efetivar tal colaboração.

Já o Dr. Schor citou que pedimos ao govêrno do Paraná, por intermédio do Conselho Nacional do Petróleo, umas amostras do folhelho do Iratí para ser remetido para a Suécia, juntamente com o nosso xisto, para análises especializadas a serem feitas também por firmas especializadas e que nos permitam conclusões mais puras, cientificamente, daquilo que nós podemos fazer. Por outro lado, ha cêrca de 15 dias regressou do Rio Grande do Sul o Dr. Menescal, e que lá foi a pedido do presidente da Comissão de Valorização da zona Oeste, do Rio Grande do Sul, fazer um primeiro estudo, um primeiro contacto com os afloramentos da mesma série do Iratí, na zona de São Gabriel, afim de aconselhar um programa de estudos para levantamento da jazida, de suas disponibilidades, e, conseqüentemente, fornecer uma idéia daquilo que os depósitos dos folhelhos da série Iratí, nessa região, possam oferecer à indústria. Quanto a posição real do problema do xisto, especialmente falando, pela Comissão de Industrialização do xisto betuminoso, nós ainda continuamos no regimem de estudos e experimentações. Não temos ainha nenhuma conclusão definitiva. Na parte de mineração, o Dr. Menescal disse que ainda dependemos da seleção dos equipamentos, e por outro

lado a seleção dos equipamentos depende do problema de retortagem, por que conforme o tipo de retorta que adotemos o fechamento do seu balanço térmico com minério com teor de 4 ou 4,5, 5 ou 5,5, ou 6% de óleo, trará determinadas consequências na parte da seletividade da mineração. Se nós empregarmos uma retorta que apenas comporte um xisto com média de 6% de óleo, as condições de mineração são diferentes do caso de outra que permita retortar minério com 5% de óleo. Esses problemas estão perfeitamente entrosados, e não podemos ter a solução isoladas; as soluções tem que ser tomadas no conjunto. Agora, falando individualmente, sob o meu ponto de vista pessoal, quero dizer que o problema de retortagem é o problema crucial para o xisto do Vale do Paraíba, em função do seu alto teor de umidade, da sua pobreza em carbono fixo, de sua consistência física. Peço ao meu colega Dr. Schor que focalise este problema na parte de retortagem, para frizar, de uma maneira mais acentuada, a sua importância.

DR. JOSÉ SHOR — Na parte de retortagem, ou melhor, do processamento, podemos resumir as nossas conclusões nos pontos seguintes: Primeiro, em princípio sabemos por considerações de ordem teórica e por experiências feitas, que nosso xisto é retortável com auto-suficiência térmica. Segundo, as melhores soluções econômicas para cada xisto, são específicas e exigem o conhecimento o mais completo possível da matéria prima. Terceiro, o nosso programa inclui trabalhos para obtenção destes conhecimentos em laboratório nossos e estrangeiros, governamentais e privados. Quarto, uma parte do nosso programa, é também dedicado à experiências com retortas já desenvolvidas comercialmente e que parecem passíveis de aproveitamento com modificações adequadas. E quinto, após os estudos acima enumerados e antes do empreendimento em escala industrial, experimentaremos os processos em escala preliminar, porém representativa, in loco, para tirar do empreendimento final, toda a parcela de risco de insucesso.

PROF. OTHON HENRY LEONARDOS — Agradeço a contribuição preciosa que trouxeram para esta noite e entrego a palavra ao presidente do Centro Moraes Rego, engenheiro Sylvio de Queiros Mattoso.

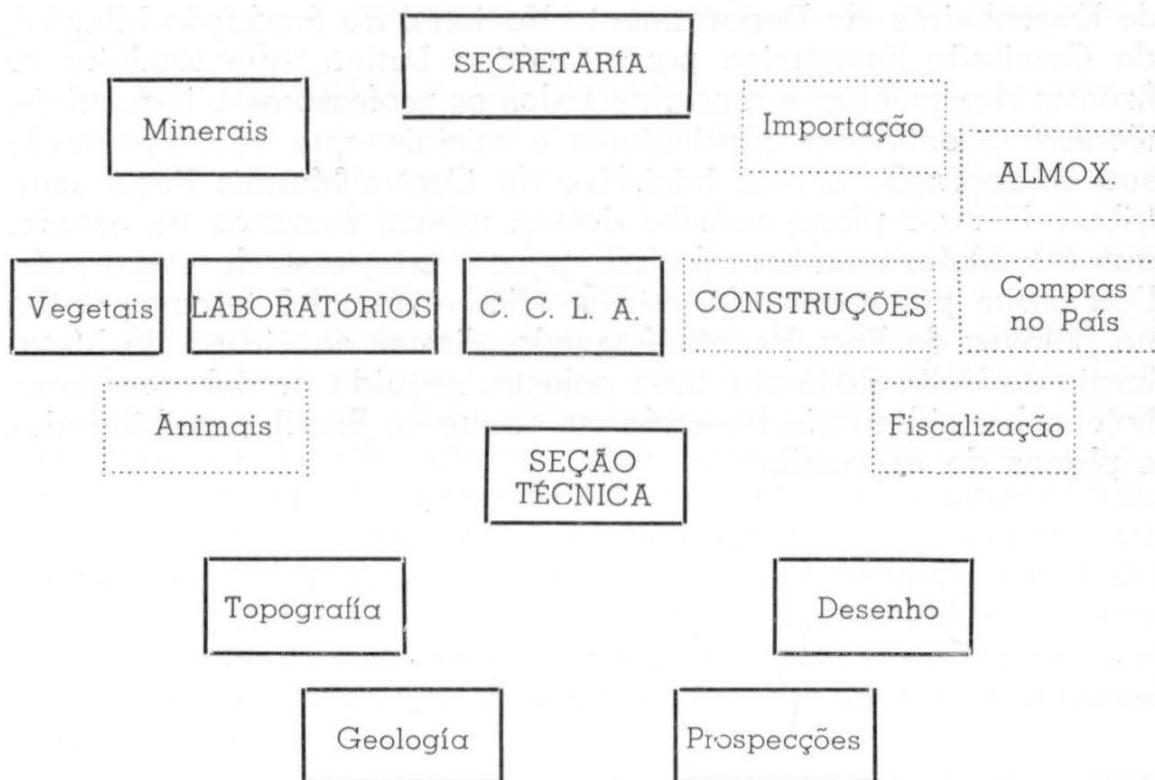
ENGDO. SYLVIO DE QUEIROS MATTOSO — Agradeço a presença e a palavra dos conferencistas, Tte. Cel. Renato Imbiriba Guerreiro, superintendente da Comissão de Industrialização do Xisto, e dos técnicos desta Comissão, Engenheiro Menescal Campos, e Eng. Químico José Schor, agradeço ainda a presença do

Capitão Oswaldo Feliciano, representante do Governador do Estado de São Paulo, do Eng. Othon Henry Leonardos, representante do Conselho Nacional de Minas e Metalurgia, do Dr. Henrique Pegado, presidente do Instituto de Engenharia de São Paulo, Prof. Francisco J. H. Maffei representante do Conselho Nacional de Pesquisa, do Dr. Heraldo Souza Mattos, representante do Instituto Nacional de Tecnologia, do Cel. Guttemberg, representante do Conselho de Segurança Nacional, do Capitão Milton Marques Rodrigues, representante do Secretário da Saúde e do presidente da Viação Aérea de São Paulo, do Eng. Durval Ribeiro, representante do diretor da Produção Industrial, do Eng. Vicente Chiaverini, representante do presidente da Associação Brasileira de Metais, do Eng. Jorge de Rezende, do Centro das Indústrias do Estado de São Paulo e da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, e ainda dos representantes da Sociedade Mineira de Engenheiros, do Departamento Nacional da Produção Mineral, da Comissão Econômica para América Latina, que também se fizeram representar, e ainda de todos os professores e industriais, técnicos e entidades particulares e oficiais, que vem prestando sua colaboração a esta iniciativa do Centro Moraes Rego, contribuindo para pleno sucesso dessas nossas semanas de estudo, que é também uma contribuição para o progresso do nosso país. Dou assim por encerrada esta sessão, e amanhã teremos então na palavra do Eng. Renato Azevedo, diretor do Grupo de Metalurgia de Volta Redonda, uma palestra seguida de debates, como hoje, sôbre siderurgia baseada em coque no Brasil, possibilidades e planos de expansão.



**ORGANIZAÇÃO**  
DA  
**COMISSÃO DE CARBURANTES E LUBRIFICANTES ARTIFICIAIS**

(ESQUEMA DO SR. ILDEU RAMOS DE LIMA)



Está figurado em traços interrompidos o futuro Departamento de Construções de Usinas, com seus desdobramentos, entrosados no Plano Geral

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

## 2.a SESSÃO

DATA — 19 de maio de 1953.

LOCAL — Instituto de Engenharia de São Paulo.

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

CONFERENCISTA — Eng. Renato Frota Azevedo, Engenheiro-Chefe do Grupo de Metalurgia da Usina de Volta Redonda, da Companhia Siderúrgica Nacional.

ORIENTADOR DOS DEBATES — Prof. Alberto Pereira de Castro, professor de Metalografia da Escola Politécnica da U.S.P., diretor da Companhia Brasileira de Material Ferroviário.

PRESIDENTE DA SESSÃO — Prof. Nilo Andrade Amaral, Secretário da Viação e Obras Públicas do Est. de São Paulo.

## ABERTURA DA 2.a SESSÃO

ENG. SYLVIO DE QUEIROZ MATTOSO — Ao declarar instalada mais esta sessão da 5.<sup>a</sup> Semana de Estudos dos Problemas Mínero-Metalúrgicos do Brasil, convido, em nome do Centro Moraes Rego, para presidi-la o Senhor Secretário da Viação do Estado de São Paulo, o Professor Doutor Nilo Amaral.

PROF. NILO ANDRADE AMARAL — Eu convido a fazerem parte da mesa o Engenheiro Renato Frota Azevedo, que é o conferencista desta noite, o Engenheiro Alberto Pereira de Castro, orientador dos debates, o Coronel Gutemberg de Miranda, representante do Conselho de Segurança Nacional, o Doutor Louis Ensck, representante da Sociedade Mineira de Engenheiros e Presidente da Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira, o Engenheiro Geraldo Parreiras, representante da Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais, e o Doutor Alvaro de Paiva Abreu, representante do Departamento Nacional da Produção Mineral. Eu tenho o prazer de dar a palavra ao Engenheiro Renato Frota Azevedo, para pronunciar a palestra desta noite.

# Siderurgia a Coque no Brasil -- Possibilidades e Planos de Expansão

Meus Senhores:

Motivos alheios à sua vontade, impediram que o Sr. General Sylvio Raulino de Oliveira, Presidente da Companhia Siderúrgica Nacional, aceitasse, como o desejava, o convite que lhe fez o Centro Morais Rego para pronunciar esta Conferência sôbre «Siderurgia a Coque no Brasil», por ocasião da V.<sup>a</sup> Semana de Estudos dos Problemas Minerometalúrgicos do Brasil.

O fato de termos sido o primeiro engenheiro Chefe do Alto Forno de Volta Redonda, certamente levou o Sr. Presidente da CSN a escolher-nos para representá-lo nesta oportunidade; outro fôsse o critério adotado, e colegas mais capacitados aqui hoje estariam em nosso lugar.

Sem dúvida, é para nós uma grande honra o privilegio de, representando o Sr. General Presidente da Companhia Siderúrgica Nacional, dirigirmo-nos a tão distinta e ilustre audiência.

Outrossim, é-nos particularmente grata a oportunidade de realizar esta palestra no Centro Morais Rego, pois que a turma de 1940, da Escola de Minas de Ouro Preto, da qual fazemos parte, teve como paraninfo o grande geólogo que foi Luiz Flores de Morais Rego, cujo desaparecimento inesperado, dias antes de nossa colação de gráu, nos privou de sua presença física, embora a lembrança da sua carreira brilhante estivesse bem viva em nossas mentes, inspirando-nos naquela solenidade, como ainda nos inspira neste momento.

Ao insigne patrono desta Associação, o preito da nossa saudade.

## A SIDERURGIA NO BRASIL

Os problemas da Siderurgia no Brasil têm sido aqui tratados, com invulgar autoridade e competência, por vultos da maior projeção no cenário técnico nacional, devendo-se destacar nomes como do Sr. General Edmundo de Macedo Soares e Silva e Dr. Louis Ensck, legítimos pioneiros da indústria pesada em nosso País, a quem nós, da nova geração siderúrgica, tributamos o mais sincero respeito e admiração. Não pretendemos lançar mais luzes sobre os aspectos gerais da questão, exaustivamente estudada por êsses Mestres; anima-nos, apenas, o desejo de contribuir, no âmbito mais restrito do processo de operação, expondo as dificuldades encontradas e as soluções adotadas, nos sete anos em que vimos trabalhando no desenvolvimento de uma técnica que se adapte, eficiente e economicamente, às peculiaridades das nossas materiais primas.

De início, deparamos com uma aparente irreconciliação entre os elementos básicos — carvão e minério; um muito pobre, outro muito rico. Separando seus depósitos, e êstes do mercado, centenas de quilômetros de terra e mar. Pretendendo ligar êsses três vértices, um sistema de transportes inadequado completa o triângulo siderúrgico nacional.

Transformar a nossa atual rede de transporte, marítimo e ferroviário, num conjunto eficiente e econômico, harmonizar o nosso carvão pobre com o nosso rico minério, por meio de uma técnica própria, compensando a deficiência de um com a excelência do outro, eis os grandes problemas que desafiam a nossa capacidade de realização e de cuja solução depende o êxito da Siderurgia a coque no Brasil.

Contudo, não vemos porque desanimar. Volta Redonda, que constitui a primeira experiência de Siderurgia a coque, no Brasil, vem apresentando, nos seus sete anos de produção, crescente êxito técnico e econômico, com resultados comparáveis aos mais adiantados centros siderúrgicos do mundo. A sua capacidade inicial de 270.000 toneladas de lingotes de aço por ano, aumentados para 360.000 com a construção do 4.º forno Martin-Siemens em 1949, já foi largamente superada, tendo sido obtidas, no ano passado, 476.233 toneladas.

Ainda êste ano deverão estar completas as novas obras com 21 fornos de coque, um segundo Alto Forno de 1.200 toneladas por dia e dois novos fornos Siemens-Martin de 200 toneladas, que nos permitirão produzir 680.000 toneladas de lingotes em 1954.

Já se acha em estudos, no Ministério da Fazenda, o plano de financiamento para a nova expansão, que dará a Volta Redonda a capacidade de produzir 1.000.000 de toneladas de lingotes de aço.

Isso tudo prova que a Siderurgia a Coque, no Brasil, não é apenas viável mas pode ser mesmo um verdadeiro sucesso, não só técnico como econômico, o que é demonstrado pelos dividendos que a CSN tem distribuído às ações ordinárias de particulares, que o foram á base de 6% em 1948, 7% em 49, 8% em 50 e 10% em 51 e 52.

### CARVÃO NACIONAL

Por ocasião da IV.<sup>a</sup> Semana de Estudos, aqui realizada c ano passado, o ilustre Dr. Mario da Silva Pinto deu-nos a boa nova de que recentes estudos do geólogo Humphery Putzers permitiam estimar, em 900 milhões de toneladas, as reservas de carvão coqueificável do sul do Brasil. Isto representa o dobro da tonelagem com que se tem contado, até então, sendo assim uma notícia gratíssima a todos nós. Contudo, mesmo assim duplicadas, as nossas reservas, até agora conhecidas, podem ser consideradas como insignificantes, quando as comparamos com aquelas de outros países como os Estados Unidos (4 mil bilhões de toneladas), Canadá (1.000 milhões) etc.

O Brasil é, porém, um país vastíssimo e, até o presente, muito pouco conhecido geologicamente; temos pois justo motivo para alimentar a esperança de que, futuramente, estudos mais acurados das camadas conhecidas (como o de Putza) ou mesmo a descoberta de novos depósitos, como no norte do país onde já se tem encontrado indícios da existência de bom carvão, venham reforçar substancialmente as reservas atualmente conhecidas. Todavia, enquanto tal não se der, deveremos assumir atitude realista, pautando consumo dessa pequena reserva com rigoroso critério técnico e econômico e, simultaneamente, incentivar por todos os meios, novos estudos e pesquisas afim de garantir a continuidade do nosso progresso.

Acresce que a qualidade dêsse carvão é má; realmente, é difícil classificar-se de outro modo um carvão com cerca de 30% de cinzas e 10% de enxofre. Para fins metalúrgicos e, em particular, para a Siderurgia, torna-se indispensável o seu beneficiamento. A Estação de Lavagem de Capivari, que a Companhia Siderúrgica Nacional construiu e opera em Santa Catarina, tem

capacidade para tratar 400 toneladas de carvão por hora, obtendo um rendimento de 25% de carvão metalúrgico com cerca de 18% de cinza e 1.6% de enxofre. Nessas bases, a nossa reserva de carvão coqueificável para a Siderurgia é, atualmente, de cerca de 225 milhões de toneladas.

Volta Redonda, quando atingir a produção de 1 milhão de toneladas de aço, admitido um «coke-rate» de 800 kg para o Alto Forno, consumirá perto de 1 milhão de toneladas de carvão, na produção de coque metalúrgico.

De outro lado, o nosso carvão é caro; posto em Volta Redonda, êle nos custa quase o dobro do carvão importado, sem cogitar de qualidade. Se considerarmos que o carvão importado tem cerca de 5% de cinzas, contra 17% no nacional, vemos que a diferença em custo é bem maior ainda.

Em uma indústria integrada, como Volta Redonda, e onde consumimos 70 a 75% de gusa na fabricação do aço, conhecidas sendo as dificuldades em obter-se sucata abundante e barata, o custo do guza quase que define o preço do produto acabado. O coque representando cerca de 65% do custo do guza é o seu maior fator; e o preço do carvão, constituindo cerca de 75% do preço do coque, vem a ser 50% do preço do guza.

Torna-se, assim, claro que, nas nossas condições atuais o preço do carvão é a parcela mais ponderável no preço final do produto siderúrgico. Consequentemente, todos os esforços devem ser envidados para se manter o preço do carvão dentro de limites razoáveis. Quanto ao nosso produto, muito podemos esperar das medidas preconizadas no Plano Nacional do Carvão, e pela Comissão de Estudos do Enxofre, no uso das piritas do carvão de Santa Catarina, bem como na industrialização dos resíduos ferríferos resultantes da sua ustulação.

Estabelecidas estas premissas de reservas, qualidade e custo do carvão nacional, vemos que não seria lógico, em tempos normais, tentar operar um Alto Forno, com eficiência e economia, usando coque produzido com 100% dêsse carvão.

Aliás, já o fizemos por cerca de dois meses (Dezembro de 1946 a Janeiro de 1947), exatamente afim de demonstrar a possibilidade de seu uso. O coque obtido deu-nos 27% de cinza e 1.3% de enxofre. O Alto Forno, naquela época, operava a 50% de sua capacidade, produzindo 500 ton./dia, com um «coke-rate» de 1 010 kg e um volume de escoria de 650 kg por tonelada de gusa. Ficou assim estabelecido que, embora em precárias condições técnicas e econômicas, não é impossível basear-se o funcio-

namento de um Alto Forno em coque 100% brasileiro. Êstes resultados vêm confirmar, na prática, os brilhantes estudos que o ilustre Prof. Dr. Domingos Fleury da Rocha, atual Diretor da Escola de Minas de Ouro Preto, realizou na Europa, no período de 1920 a 1922, demonstrando, pela primeira vês, a possibilidade de produzir-se coque metalúrgico com o carvão de Sta. Catarina.

O seu relatório, publicado em 1927, pelo antigo Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, é ainda o melhor trabalho que conhecemos sôbre o assunto.

Todavia, em épocas de transações regulares é lícito que se queira obter maior eficiência e produção do equipamento existente, bem como manter o preço dos produtos siderúrgicos em bases competitivas. Para isso, a única solução é o emprego de uma mistura de carvões, nacional e importado, que satisfaça harmonicamente os requisitos de garantia de abastecimento, da técnica e da economia.

E' essa garantia de abastecimento que justifica o uso do carvão nacional, a despeito de todos os seus defeitos. O material importado, embora melhor e mais barato, está sujeito a alternativas internacionais e poderá vir a nos faltar, justamente quando dêle mais precisarmos. Ora, a indústria siderúrgica, básica como é, não pode ficar à mercê de tais vicissitudes. Por isso é que o uso de certa porcentagem do nosso carvão impõe-se, afim de manter-se em atividade a indústria carvoeira que, assim, estará em condições de evitar o colapso da Siderurgia, em tempos de crises internacionais.

Em Volta Redonda, já usamos praticamente quase todas as misturas possíveis de carvão nacional e importado, de alto e baixo teor de matérias voláteis.

Estabelecida a porcentagem do carvão nacional, procura-se obter carvões importados que, satisfeitas as exigências técnicas e econômicas da Coqueria, conduzam ao menor teor de cinza na mistura, com a maior uniformidade possível. Assim, é de grande importância que a seleção dos tipos de carvão seja cuidadosamente estudada, no preparo da mistura a ser enforada. Esta é pulverizada convenientemente e sua humidade controlada, afim de conseguir-se um peso específico mínimo e o mais uniforme possível, o que dará ao coque menor densidade, maior porosidade e uniformidade. O teor de cinzas do coque de Volta Redonda vem decrescendo, gradativamente, do máximo de 27%, quando usamos 100% de carvão nacional, até 12% de cinzas com 27% de carvão de Santa Catarina, menor porcentagem nor-



malmente usada. O consumo de coque por tonelada de gusa, («coke-rate»), que é o dado mais representativo da operação de um Alto Forno, acompanhou a variação do teor de cinza do coque, descendo de 985 kg para 754 kg.

Em outubro de 1952, obtivemos o record de produção do Alto Forno, com a média de 1 054 toneladas de gusa por dia e o «coke-rate» de 754 kg de coque sêco. Consideramos o coque usado naquela época como o melhor que já obtivemos em Volta Redonda, produto da mistura de 27% de carvão nacional com 58% de americano alto volátil e 15% de americano baixo volátil. No corrente mês, estamos usando 40% de carvão nacional misturado com 50% de americano alto volátil e 10% baixo volátil, cuja combinação está produzindo um coque de cerca de 14% de cinzas. Os resultados do seu uso no Alto Forno tem sido auspiciosos, pois que obtivemos, nos 15 primeiros dias, uma produção média de 1073 toneladas de gusa por dia com um «coke-rate» de 768 kg de coque sêco.

Não é apenas o teor de cinzas que define o coque; as suas características físicas de humidade, porosidade, estabilidade, granulometria e densidade («bulk density») são tão importantes que podem tornar preferível, para o alto forno, um coque de maior porcentagem de cinzas mas com melhores características físicas. Isto é particularmente importante no caso dos nossos minérios maciços que facilmente esmagariam um coque menos resistente. Aliás, deve-se dizer que o carvão nacional, ao lado de todos os defeitos que enumeramos, tem a virtude de melhorar consideravelmente a resistência física do coque, no que vem de encontro às exigências impostas pelos nossos minérios compactos.

Um acidente no abastecimento de carvão nacional, que nos privou, em 1950, por poucos dias, desse material, veio demonstrar, no terreno da prática, essa tese; assim é que o coque produzido unicamente com carvões importados, embora baixo em cinza (9.5%) era fisicamente fraco, causando alterações na marcha do Alto Forno, a qual foi normalizada logo que o carvão nacional entrou de novo na mistura, embora o teor de cinzas subisse para 13.6%. Sob o ponto de vista físico, a nossa experiência indica que o bom coque para alto forno deve manter-se dentro das seguintes faixas:

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| humidade              | 6% máximo |
| porosidade            | 50% a 54% |
| fator de estabilidade | 52 a 55%  |

granulometria 80% mínimo entre 2" e 4", com exclusão de todo o material menor que 3/4"; o material entre 3/4" e 2" devendo ser carregado separadamente.

O coque, ao ser desenformado, apresenta geralmente tamanho excessivo para o uso no alfo forno e, por isso, necessita de ser britado e peneirado. Consequentemente, há uma certa degradação do produto, sob a forma de moinha, o que é anti-econômico e deve ser evitado. A boa técnica, portanto, recomenda que os fornos sejam conduzidos de modo a obter-se coque, ao ser desenformado, o mais próximo possível da granulometria exigida pelo Alto Forno; isto obtem-se com o menor tempo possível de coqueificação, o que corresponde à produção máxima, coincidindo com o ideal econômico de obter-se o máximo do equipamento instalado.

### MINÉRIOS DE FERRO

As estimativas das reservas ferríferas do Brasil variam enormemente, desde os 5 bilhões de toneladas que Henry Gorceix, fudador de Escola de Minas de Ouro Preto, calculou em 1881, até os 15 bilhões de que atualmente se fala. Esta variação desproporcionada mostra que, realmente, pouco conhecemos dos nossos depósitos; contudo, mesmo que se adote os cálculos mais pessimistas, não há dúvida de que somos detentores de enormes reservas e de que, por êsse lado, nada temos a recear quanto ao futuro da nossa Siderurgia.

Êsses minérios, em geral, têm sido classificados em três tipos principais: hematita, itabirito e canga, devendo distinguir-se a hematita compacta dos finos, granulares ou lamelares, êstes chamados de jacutinga.

As hematitas são os minérios mais puros, variando o seu teor metálico entre 66 e 70% de Fe. Os itabiritos (chapinha) e as cangas são também ricos (cerca de 60% de ferro) embóra suas porcentagens de alumina e fosforo sejam mais altas. Êsses são os minérios que têm sido comumente usados pelos Altos Fôrnos a carvão de madeira, os quais, pela extraordinária pureza de seu combustível, não têm dificuldade em absorver essas impurezas.

Nos Altos Fôrnos a coque, principalmente quando êste é alto em cinzas (cujas composição encerra cerca de 80% de sílica + alumina) o uso da hematita é mais aconselhável, evitando-se

a formação de uma escória com alto teor de alumina, a qual é altamente refratária e viscosa, exigindo elevado consumo de combustível e fundentes. Outrossim, os minérios hematíticos apresentam análise mais uniforme o que é de grande importância no funcionamento do Alto Forno.

Sendo a hematita compacta de mais difícil redução, pela sua própria constituição física, é indispensável que a granulometria do material a ser usado seja compatível com o tempo de passagem pela coluna do forno, de modo a estar completamente reduzida ao entrar na zona de fusão.

Devemos, porém, observar que a nossa hematita compacta não é de tão difícil redução como se poderia a princípio julgar. Em 1943, tivemos oportunidade de fornecer uma amostra desse minério ao Prof. Joseph, da Universidade de Minnesota, conhecida autoridade no assunto, que após realizar estudos de porosidade e redutibilidade sobre a mesma, assim concluiu: «O minério estudado é uma hematita dura e densa, de alto teor metálico, com uma porosidade média de 8.8 por cento. A ação isolada do calor não causou fendilhamento; contudo, durante a redução, numerosas fendas apareceram, muitas delas profundas. Estas fendas aceleraram a redução a um ritmo comparável com a de minérios de cerca de 20% de porosidade. As características de redução do minério Brasileiro são semelhantes àsquelas do minério usado em Provo, Utah. E', portanto lógico concluir que o sistema de britagem deva ser o mesmo para os dois minérios; isto é, o minério deve ser britado a um tamanho máximo de 2 polegadas, e em seguida peneirado em diversos tamanhos, de acordo com a prática adotada na preparação do minério de Utah para uso em altos fornos.»

Em Volta Redonda, no preparo da hematita, fechamos o britador para 1 1/2" e o material britado é separado em dois tipos, por uma peneira de 3/4": o material entre 3/4 e 1 1/2" — chamado **hematita grossa** e o menor de 3/4" que denominamos **hematita fina**.

As porcentagens relativas de minério grosso e fino, usadas na carga do Alto Forno, tem variado de acordo com os estoques de que dispomos, aproximando-se de 1 por 1, tendo-se o cuidado de alterar o carregamento de grossa e fina, em um ciclo conveniente.

O fato de usarmos, como hematita fina, todo o material abaixo de 3/4" não tem produzido excessiva perda sob a forma de poeiras, sendo que a média obtida nos meses de setembro a

dezembro de 1952, quando operamos o forno praticamente a toda capacidade foi de 83 kg por tonelada de gusa.

Isto não significa que a Companhia Siderúrgica Nacional esteja desinteressada da recuperação dos finos. O que já se está fazendo, preliminarmente, é um estudo minucioso de nossas jazidas, em Casa de Pedra, cujos resultados indicarão, entre outros dados, o volume de finos, sua natureza e granulometria. Estes resultados nos darão a necessária base para escolher o método de recuperação que mais se adapte ao nosso caso, bem como o vulto da instalação necessária.

A nova técnica de operar-se Altos Fornos com elevada pressão no tampo, em que a velocidade dos gases é bastante reduzida e, conseqüentemente, a sua capacidade de arrastar finos, permite o uso de minérios friáveis e, assim, vem se tornando séria concorrente da sinterização. Nos Estados Unidos já há cerca de 18 Altos Fornos trabalhando por esse processo, anunciando se aumentos de produção da ordem de 12% além de outros reflexos benéficos sobre a operação do forno.

O Alto Forno n.º 2 de Volta Redonda, que deverá estar pronto ainda este ano, já foi projetado de modo a facilitar a sua adaptação a essa nova técnica, caso a mesma venha a ser julgada conveniente para o nosso caso.

À excelência das nossas hematitas, não deixa de se aliar certa dificuldade, fruto exatamente da sua pureza. Esta expressão, aparentemente paradoxal, tem sua razão de ser. Com efeito, a operação de um Alto Forno, exige a produção de um volume mínimo de escória, independente do estritamente necessário para eliminação do esteril do minério e cinza do coque, afim de promover-se desulfuração própria e, mesmo, obter-se u'a marcha regular do Forno, com uniformidade na qualidade do produto. Como a nossa hematita é muito pura, as quantidades de ácidos (sílica e alumina), que trás para o leito de fusão, são insuficientes para neutralizar as bases dos fundentes necessários à obtenção do volume mínimo de escória.

Assim, sendo, torna-se indispensável a introdução extra de material silicoso. Nos primeiros anos de operação do Forno, usávamos, como aliás é feito em outras usinas, cascalho rolado do Rio Paraíba ou quartizito de pedreiras próximas de Volta Redonda. O desgaste prematuro que experimentamos nas paredes do cadinho entretanto, foi atribuído ao uso continuado desse material, que contém 95 a 97% de sílica, causando reações violentas na zona das ventaneiras. Atribuimos a ocorrência dessa

anormalidade em nosso Forno, quando outros não a experimentaram, ao fato de não termos uma produção própria de grafita que proteja as paredes refratárias, seja pelo uso de um coque mais baixo em carbono fixo, seja pelo baixo teor de silício requerido pelo gusa destinado aos fornos Martin Siemens básicos.

Abandonamos então o uso desse material de alto teor de sílica, passando a usar, como parcela de carga, um minério mais fraco — que chamamos de itabirito silicoso — o qual, contendo cerca de 40% de sílica, completa no leito de fusão, o total de ácidos necessários à composição adequada da escória.

Além disso do abandono do quartzito, outra providência tomada para garantir uma boa campanha do forno, foi o uso de blocos de carbono na construção do cadinho, fazendo face assim à nossa deficiência em grafite. Mantemos também um rigoroso controle sobre a composição da escória, a qual é mantida neutra ou tão básica quanto a marcha do Forno o permita.

Com esses cuidados, a atual campanha do cadinho do Alto Forno já está em cerca de 1.170.000 toneladas, quando as duas anteriores foram de 525.000 e 157.000 toneladas apenas.

Ao tratarmos da vida do revestimento refratário do cadinho de um Alto Forno, cabe uma observação sobre um ponto geralmente pouco discutido, porém, que merece cuidados especiais — é a manutenção de um bom furo de corrida. Em um Forno como o nosso, esse furo é aberto cinco vezes por dia e por ele se escoam de cada vez, cerca de 200 toneladas de guza e 50 de escória, durante 30 a 45 minutos, com um desgaste razoável como é de se esperar. Torna-se pois indispensável que a massa plástica usada para sua obturação seja material especial. Temos usado, com bons resultados, a argila refratária «barro branco», que ocorre junto ao nosso carvão, moída e misturada com certa porcentagem de chamote. É vital também o uso de aparêlhos mecânicos próprios, com força suficiente para injetar essa massa contra a pressão do forno. A extensão desse furo, medida em cada corrida e convenientemente registrada, é um índice que nos permite estimar o estado do revestimento refratário do cadinho, que é a parte mais vital do forno.

## FUNDENTES

Os fundentes usados em grande escala pela Siderurgia são os calcáreos e dolomitas. Felizmente um ou outro desses materiais é facilmente encontrado nos distritos siderúrgicos brasileiros, em toneladas adequadas.

Sob o ponto de vista de sua estrutura física, os materiais amorfos são preferíveis, pois que os cristalinos estão sujeitos ao fenômeno da crepitação, podendo se desintegrar ao serem aquecidos, antes mesmo de atingirem a zona de calcinação, com prejuízo para o desenvolvimento do processo. Em Volta Redonda, temos usado certa porcentagem de dolomita do vale do Paraíba, com alguma cristalização, sem contudo encontrar até agora as dificuldades antecipadas.

Quanto à sua composição química, os bons calcários têm cerca de 98% ou mais de carbonatos; contudo, na sua apreciação deve-se considerar que as quantidades de sílica, alumina e enxofre que contêm, em porcentagens mínimas que sejam, vão absorver parte dessas bases para se escorificarem e, como tal, o valor do fundente vai medir-se pelo seu teor em «bases livres», isto é, bases restantes após a neutralização de suas próprias impurezas.

Rigorosas devem ser as especificações para fundentes destinados à Siderurgia, no que se refere ao seu teor de enxofre. O enxofre sendo eliminado, nos processos siderúrgicos, por meio dos fundentes, estes não admitem senão um teor mínimo daquele, pois do contrário o uso do fundente estaria derrotando o seu próprio objetivo.

Os fundentes usados em Altos Fornos tem granulometria geralmente compreendida entre 4 e 15 cm, não se devendo usar material muito fino, o qual perturbaria a sequência própria das reações que se processam no interior do Forno. Nessas condições é desejável que sejam britados e peneirados na procedência, afim de evitar-se a perda dos finos na Usina. Para tornar-se a exploração da pedra mais econômica é, pois, necessário o emprego do material, abaixo do mínimo especificado, em outros usos tais como fabricação de carbureto de cálcio, indústria de cimento, corretivo da acidez dos solos, etc.

Na seleção dessa matéria prima para uso em Altos Fornos, os americanos estão modernamente entrando em consideração com a resistência do material ao esmagamento, no estado natural e em diversas fases de calcinação, numa tentativa de prever o comportamento do fundente, nas condições atuais de uso no Alto Forno. Os fundentes são, assim, classificados em índices de friabilidade.

Sendo os fundentes encontrados com certa facilidade, deve-se procurar usar o material mais próximo da Usina, pois que a incidência do custo do transporte é enorme. Essa situação é que vem nos estimulando no sentido de usar, tanto quanto pos-

sível, as dolomitas semi-cristalinas do Vale do Paraíba, a despeito da preferência pelos bons calcários amorfos.

## O HOMEM

Ao encerramos estas apreciações sobre as matérias primas de que dispomos para a Siderurgia, não podemos deixar de fazer uma referência ao elemento humano.

A nossa experiência, em Volta Redonda, prova que o nosso homem se adapta facilmente às duras e difíceis tarefas que a Siderurgia lhe impõe, assimilando rapidamente os ensinamentos que lhe são ministrados e revelando-se inteligente, operoso e ordeiro.

## PROCESSOS METALÚRGICOS

### a) Coque

Há dois métodos para obtenção do coque metalúrgico. O primeiro, sem recuperação de sub-produtos, conhecido nos Estados Unidos por «beehive process», tende a desaparecer. No sul daquele país ainda existem algumas instalações, cuja atividade depende de condições excepcionais, como durante a última guerra, quando a demanda de coque era superior à capacidade das grandes Coquerias.

Modernamente porém, o coque metalúrgico é produzido em Bateria de Fornos que possuem instalações para recuperação de sub-produtos, os quais passam a constituir verdadeira indústria química de grande valor econômico.

Em Volta Redonda, possuímos uma bateria de 55 fornos «underjet» (Koppers-Becker), com capacidade de produzir cerca de 1000 toneladas de coque por dia, e instalações que nos permitem recuperar alcatrão bruto, sulfato de amônio e óleos leves. O alcatrão bruto é refinado obtendo-se doze tipos diferentes de alcatrão para pavimentação, quatro tipos de pixe, creosoto, naftaleno e desinfetante. Os óleos leves são também redistilados com produção de benzol, toluol e xilol.

A nova bateria, da qual estamos construindo 21 fornos, poderá atingir 75 unidades.

### b) Gusa

Desde cerca do ano de 1350, quando apareceu na Europa Central, sob sua forma mais rudimentar, vem sendo o Alto Forno, a despeito dos seus críticos o «leader» absoluto na produção de

gusa. Usando a princípio, carvão de madeira ou carvão mineral bruto, só em 1619, na Inglaterra, veio a consumir coque. O processo progrediu lentamente, pois que somente depois de cerca de 200 anos é que se introduziu o pré aquecimento do ar soprado.

Atualmente, estamos assistindo ao desenvolvimento de dois novos aperfeiçoamentos que poderão modificá-lo profundamente: o uso de alta pressão no tampo e a adição de oxigênio no ar soprado. Este último método, que ainda requer muitos estudos e experiências para poder ser industrialmente aplicado, poderá mesmo, pelas profundas modificações que causará ao processo, transformar o Alto Forno em um forno baixo.

O desenvolvimento contudo, tem sido até agora no sentido de maiores unidades. Sweetser, na sua obra «Blast Furnace Practice» cita o primeiro Alto Forno americano, construído há 300 anos, no Estado de Massachussetts que, trabalhando com carvão de madeira, produziu 1 tonelada em 24 horas. Em 1930, os americanos iniciaram a construção de fornos para 1000 toneladas por dia e atualmente, as suas mais modernas unidades, inclusive os dois fornos da Usina «Fairless», são para 1500 toneladas diárias.

Numa Usina integrada, onde a qualidade do gusa produzido pouco varia, e onde a mão de obra necessária é praticamente a mesma, qualquer que seja a tonelagem, a conveniência econômica dos grandes fornos é óbvia.

O Alto Forno n.º 2, em Volta Redonda, deverá produzir 1200 t/dia.

## AÇO

Em 1857, Bessemer iniciou, na Inglaterra, a produção de aço líquido, em larga escala, com o seu convertedor. Este processo predominou na indústria até o início do século atual, tornando-se famoso pela ativa parte que tomou na grande expansão ferroviária daquela época.

A exigência de matérias primas de excepcional pureza e a dificuldade em controlar o refino do aço pela rapidez das reações, deu oportunidade a que um novo processo, fruto dos trabalhos de William Siemens e dos irmãos Martin, viesse a destroná-lo. Este processo, que tomou o nome de seus inventores, tornou-se favorito pela sua grande flexibilidade, admitindo matérias primas até então julgadas imprestáveis pela rigorosa especificação Bessemer e pela facilidade com que absorvia as crescentes quantidades de sucata, produzidas pela industrialização em marcha.



Nos Estados Unidos, maior produtor de aço do mundo, com 93 milhões de toneladas no ano passado, a despeito de uma greve que paralizou seus fornos durante 54 dias, o processo Martin-Siemens é responsável por 90% da produção.

Da tentativa em combinar-se a rapidez do processo Bessemer, cuja dificuldade de controle de reações foi óbvia modernamente pelo uso da célula foto-elétrica, com a flexibilidade do Martin-Siemens, surgiu o «Duplex». Sua conveniência está estreitamente ligada às condições relativas de disponibilidade e custo de sucata e gusa.

O processo dos fornos elétricos, nascido das experiências de Siemens e Heroult, nos últimos anos do século passado, deu aos Estados Unidos em 1952, quase 7 milhões de toneladas. A última Guerra Mundial deu lugar a um extraordinário desenvolvimento desse método. Sua produção, intimamente ligada ao custo e disponibilidades de energia elétrica, foi a princípio reservada a aços especiais; hoje, porém, vem competindo, em ritmo ascendente, com os fornos Martin-Siemens, na produção de aço ao carbono.

A Siderurgia brasileira, a nosso ver, considerado o teor em fósforo de nossos minérios e para a produção de aços ao carbono, encontra no processo Martin-Siemens básico o melhor meio de produção. Entretanto, para aços especiais o forno elétrico é o indicado, pelo controle e amplitude de temperaturas que permite obter; adapta-se também, vantajosamente, às necessidades das Fundições.

Em um país pobre de combustíveis, como é o Brasil, os fornos elétricos poderão encontrar extraordinária aplicação, quando houver energia elétrica abundante e barata.

A Usina de Volta Redonda dispõe, para produção do seu aço, de quatro fornos Martin-Siemens básicos: um basculante de 180 toneladas e três fixos ampliados para 200 toneladas. Atualmente estamos montando mais dois fornos fixos de 200 toneladas. Contamos, além desses, com um forno elétrico Lectromelt de 6 toneladas que, trabalhando para a Fundição, produz lingotes para laminação sempre que possível.

### POSSIBILIDADES DE EXPANSÃO

Diante da enorme procura de produtos siderúrgicos, que largamente supera a sua capacidade de produção, viu-se a Companhia Siderúrgica Nacional forçada a iniciar em 1952, os estudos necessários para a 2.<sup>a</sup> Expansão da Usina de Volta Redonda, a

despeito de ainda se achar em obras a atual ampliação de suas instalações.

Êsses estudos, feitos com a colaboração de conceituada firma especializada norte-americana, foram terminados em Outubro passado e serviram de base à organização do 2.º plano de expansão daquela Usina, objetivando a produção de 741.000 toneladas de laminados, ou seja 1.000.000 de toneladas de lingotes de aço.

Em 1951, o consumo nacional de produtos de aço atingiu a 1.139.025 toneladas, das quais 364.391 ton. seja 32%, foram supridas por importações de perfilados, chapas grossas e finas, fôlhas de Flandres, produtos trefilados e tubos, artigos êsses que poderiam ser fabricados no país.

A pesquisa das necessidades atuais e das previsíveis, nos próximos dez anos, realizada com seguro critério estatístico, mostra que o Brasil necessitará, em 1955, de 1.715.495 ton. de laminados e, em 1960, de 1.931.237 ton. ou seja, em lingotes de aço 2.300.000 e 2.580.00 ton. respectivamente.

Considerando-se a atual capacidade do Brasil em torno de 950.000 toneladas de lingotes, vemos que, para satisfazer o mercado, em 1960, teremos que praticamente triplicar a produção atual. Há pois necessidade inadiável de expandir a indústria siderúrgica, pela ampliação das instalações existentes e pela criação de novas.

A existência de mercado certo, de enormes jazidas de excelente minério, de fundentes adequados e de, pelo menos, parte do carvão exigido são fatores necessários ao desenvolvimento da indústria siderúrgica.

Êsses fatores, contudo, não são suficientes; precisamos ainda, de capitais e transportes.

A atual expansão de Volta Redonda, para 680.000 ton., custará 1 milhão de contos; e a sua ampliação futura, para 1 milhão de toneladas, custará outro milhão de contos. Na sua fase inicial de construção, a nossa Usina exigiu um investimento de 10.000 cruzeiros por tonelada. São pois grandes os capitais que devem ser movimentados.

De outro lado, não há como reconhecer que uma indústria siderúrgica depende de maneira vital, de transportes adequados.

Para cada tonelada de produto acabado, Volta Redonda consumiu, no ano passado, cerca de 3.5 toneladas de matérias primas.

Adotando-se esta base e se pretendermos satisfazer as necessidades do mercado brasileiro, em 1960, teremos de movimentar 6.760.000 toneladas de laminados, seja um total de... 8.700.000 toneladas.

Trata-se pois, de um problema de difícil solução, quando temos de reconhecer a atual precariedade de nossas vias de comunicações.

Entretanto, não o consideramos insolúvel. Quando, em 1940, estudava-se a instalação de Volta Redonda, dizia-se que seu funcionamento seria impossível devido à incapacidade da Estrada de Ferro Central do Brasil, em sustentar o seu abastecimento. Realmente, temos tido necessidade, muitas vezes, de reduzir a produção por falta de transporte; não obstante, a produção da Usina tem crescido sempre e isto prova que a Central, a despeito de suas dificuldades, tem se esforçado para nos servir. Justo é reconhecer, em particular, as providências da atual Administração daquela ferrovia, que nos tem permitido melhorar consideravelmente os nossos estoques de matérias primas e, não fôsse a situação causada pela greve portuária no Rio de Janeiro, que nos privou do abastecimento adequado de carvão em fevereiro e março últimos, poderíamos ter mantido o Alto Forno a toda produção desde o início do ano.

O grande incremento que vem tomando a exportação de minérios de ferro e a conveniência de usar-se bons carvões estrangeiros na produção do coque metalúrgico, tornam os portos de exportação daquele material localidades estratégicas, quanto à localização de novas usinas, pelo maior aproveitamento que permitem dos meios de transporte.

A grande concentração de consumo de produtos siderúrgicos nos dois grandes centros de São Paulo e Rio, os quais absorveram em 1952 cerca de 84% da produção de Volta Redonda, é outro importante fator a considerar, pois para eles será transportada grande parte da produção.

Considerando não ser conveniente sobrecarregar ainda mais as nossas vias férreas, concluímos que o litoral atrai irresistivelmente para si o futuro da Siderurgia Nacional. Nêste caso, reconhecido o enorme volume de água necessária a essa indústria e a impropriedade da água do mar para êsse fim, pelo seu efeito corrosivo sôbre elementos resfriadores dos fornos, mancais, tubulações, etc. a escolha ficaria restrita às embocaduras de rios que permitissem navegação, localizando-se as instalações em ponto conveniente, fóra da ação da água salgada.

A combinação de duas usinas, uma em Vitória e outra em Laguna, adotada no plano organizado pelo ilustre General Iberê de Mattos, permitiria eficiente aproveitamento dos nossos navios, tornando-se assim alternativa com altas possibilidades de êxito.

São Paulo, constituindo o maior mercado de produtos siderúrgicos do Brasil, também reclama para si uma grande usina escolhendo Santos como localidade indicada. Realmente, é outro ponto estratégico, cujas possibilidades se tornarão excepcionais com a construção do pôrto de Itacurussá como exportador de minérios e importador de carvão.

Finalizando, concluímos que o futuro da Siderurgia no Brasil está essencialmente condicionado à solução que dermos ao seu problema de transportes.

ENG. ALBERTO PEREIRA DE CASTRO — A minha missão de orientador dos debates, que vão seguir a interessantíssima conferência do Engenheiro Renato Azevedo, foi muito facilitada pela própria maneira como êle expôs, porque eu acho que a própria conferência dêle já funciona como uma espécie de roteiro. Nós poderíamos começar falando alguma coisa sôbre o estado dos carvões em Santa Catarina, depois a questão do carvão em relação ao alto forno, inclusive o problema das misturas, daí passaremos a parte dos minérios, mais detalhes de operação de usina, e por fim ao problema de localização de novas usinas, novas expansões e assim por diante. Quanto a êstes debates, a conferência do Eng. Renato Azevedo é tão cheia de temas que eu acho que é melhor começar dando a palavra a quem quizer, sôbre a primeira parte, que, pela ordem, seria: os carvões de Santa Catarina sob o ponto de vista de reserva e beneficiamento.

ENG. ÁLVARO DE PAIVA ABREU — A propósito do trabalho do professor Hanfrit Putzer, as observações dêle constituíram assunto de um boletim recentemente publicado pela Divisão de Fomento da Produção Mineral. Realmente os números a que o professor Putzer chega, colocam as reservas de carvão nacional em Santa Catarina na casa dos 900 milhões de toneladas. Isto provocou um certo susto e o Dr. Imnack Amaral, embora Diretor da Divisão de Fomento da Produção Mineral, num prelácio cuidadoso que faz a êsse trabalho, recebe com uma certa reserva, esta tonelagem indicada; mas o Prof. Putzer preparou novas cartas, mostrando os métodos que êle empregou para fazer a cubagem dêsse carvão, esta transferência de uma reserva que era considerada para todo o Sul do Brasil da ordem de 400 milhões, para 900 milhões só em Santa Catarina. Êle parece estar bastante firme na opinião de que, realmente em Santa Catarina as reservas são da ordem de 900 milhões. Releva notar que a grande maioria desta reserva é de carvão de Barro Branco, embora existam lá alguns pontos em que estejam sendo explorados carvões de outras camadas, como a Bonito, a Irapõa e outros: Êle restringe extraordinariamente o carvão que se supunha ser muito importante, a camada Rio Bonito a 2 ou 3 lugares relativamente sem importância territorial, embora a espessura atinja, as vezes, até 2 metros. Êle lança novas idéias e dá novas esperanças sôbre a possibilidade de se obter, em Santa Catarina, um campo carbonífero merecedor de maior respeito que até agora.

ENG. ALBERTO PEREIRA DE CASTRO — Ainda, sob o ponto de vista dos carvões de Santa Catarina, seria muito interessante uma discussão maior com aquelas pessoas que estiverem familiarizadas com o assunto e, mesmo com o Eng. Azevedo sobre a questão do beneficiamento. Pergunta-se: existe alguma esperança de um maior rendimento em carvão coqueificável nos sistemas de lavagem?

ENG. RENATO AZEVEDO — Não resta dúvida de que poderemos obter um maior rendimento, mesmo com o atual processo que temos de lavagem. Na estação de beneficiamento de Capivari, há também uma instalação semi-industrial para flotação de cujos resultados poderão advir melhores rendimentos. Temos a impressão de que poderemos melhorar, pelo menos de 5%, o que, no total da tonelagem considerada é razoável. Outrossim, estuda-se atualmente uma modificação no processo de lavagem que se tiver êxito poderá aumentar a recuperação de carvão metalúrgico dos atuais 20-25%, para 35-40%.

PROF. THARCISIO D. DE SOUZA SANTOS — A C.S.N. pretende atingir certamente, no próximo ano, a produção de 680 mil toneladas de lingotes e num futuro próximo, 1 milhão, possivelmente em 1956, não é exato?

ENG. RENATO AZEVEDO — Bem, quanto ao primeiro plano de expansão, para 680 mil toneladas, já podemos prevê-lo com precisão, porque as obras já estão bastante adiantadas e, ainda este ano, o 2.º alto forno deverá estar operando, assim como a coqueria e a aciaria. Esperamos iniciar, ainda antes de terminar o ano de 1953, a produção à base desta primeira expansão de 680 mil toneladas; contudo, quanto ao plano de 1 milhão de toneladas, ainda não podemos fazer previsões, porque é um estudo preliminar, ainda está no Ministério da Fazenda, sendo estudada a parte referente ao financiamento. Somente depois de todos estes assuntos estarem aplainados convenientemente é que poderá, então, a C.S.N. tratar, nos Estados Unidos, de um novo empréstimo para a compra do equipamento e, daí, então, ter um programa de obras.

PROF. THARCISIO D. DE SOUZA SANTOS — A minha pergunta é a seguinte: As minas de Santa Catarina estão, no momento, já preparadas para fornecer um contingente de carvão que, depois de tratado, forneça o volume de carvão metalúrgico correspondente a este programa?

ENG. RENATO FROTA AZEVEDO — Pois não, já estão preparadas para nos fornecer na base deste programa atual e os

estudos estão sendo levados a efeito para o plano de 1 milhão também.

PROF. AMARO LANARI JR. — Esta previsão do aumento da produção em Volta Redonda leva, naturalmente, a um aumento de consumo de carvão; eu perguntaria: 1.º Si é plano da Companhia manter a instalação atual ou aumentar essa instalação de tratamento de carvão no sul; 2.º recentemente, no Congresso de Bogotá, vários técnicos alemães e francezes propuseram métodos mais aperfeiçoados de lavagem e aproveitamento de carvões pobres. É um problema que está sendo muito estudado na Alemanha e na França, principalmente, e havia até uma certa rivalidade entre a técnica americana e a técnica europeia neste ponto. A opinião dos técnicos europeus é de que se pode levar o aproveitamento de carvões inferiores a um nível muito maior no caso específico de Volta Redonda, a um aproveitamento muito maior do carvão existente, isto é, nós teríamos uma recuperação não de 25% de carvão coqueificável, mas uma porcentagem bastante maior. Eu perguntaria se a Companhia Siderúrgica Nacional tem estudado o assunto sob esse prisma e o que tem feito neste sentido.

ENG. RENATO FROTA AZEVEDO — Quanto a primeira pergunta do Prof. Lanari, eu devo dizer que a estação de lavagem de Capivarí tem ampla capacidade para atender a nosso plano, uma vez que ela tem a capacidade nominal de 400 toneladas por hora. Quanto a segunda parte, devo informar também que a Companhia não tem preferência pelo sistema americano ou pelo europeu; o que nos interessa é o que melhor resultado nos der. A instalação que temos, adquirida em 1941 nos Estados Unidos, reflete naturalmente o que havia naquela época, o que a técnica americana mais aconselhou para o nosso caso. Entretanto, a Companhia Siderúrgica tem tido concurso de técnicos europeus e está estudando o problema a luz das novas teorias europeias também.

PROF. AMARO LANARI JR. — O que eu exatamente desejava saber é se a porcentagem de carvão nacional, na mistura do coque de Volta Redonda, será alterada ou se continuará com uns 28 a 30%.

ENG. RENATO FROTA AZEVEDO — Não, atualmente nós já estamos com 40%; este é o programa do ano de 1953. Vamos usar 40% de carvão nacional e não posso prevêr naturalmente o futuro, mas o que posso adiantar é que a tendência é para se usar a maior quantidade possível de carvão nacional, dentro

das boas condições técnicas e econômicas exigidas para o coque de alto forno.

ENG. ÁLVARO DE PAIVA ABREU — A propósito da referência que o Dr. Lanari fez, sobre a rivalidade que ele percebeu entre as técnicas da escola européia e da escola americana, eu desejaria esclarecer, em face do problema objetivo do Lavador de Tubarão, onde é que existe, a tal divergência.

Ela está na questão da lavagem dos carvões finos, porque o carvão metalúrgico de Volta Redonda é de 5/16" para menos, pois a sua classificação não é feita em tamanho; a lavagem destes finos se faz, em Tubarão em réo-lavador; é um dos aparelhos de beneficiamento que tem maior capacidade de fazer separação nítida de materiais de densidade próxima. A preferência dos europeus seria, no caso de lavagem de carvões desta granulação, para os «jigs» com leito de feldspato. A propósito de Tubarão, há uma certa confusão, porque o beneficiador de carvão internacional, imagina tudo, menos que hajam problemas tão graves como o de Santa Catarina. É dos problemas mais difíceis de beneficiamento, que podem ser citados na literatura internacional, de modo que toda a vez que há uma discussão a respeito de beneficiamento do carvão de Santa Catarina, as pessoas menos familiarizadas com as características deste carvão julgam que haja, não só má escolha de processo, mas também, má condução e má operação do equipamento existente. Depois que eles têm oportunidade de verificar como são as curvas de lavabilidade destes carvões, há uma espécie de recuo. E realmente, o problema não é tão simples como parecia, quando se fazia apenas uma referência geral a ele. Esteve trabalhando em Santa Catarina o Eng. Jean Rives, que é membro de uma organização de renome internacional, e ele sugere realmente o uso deste jig, mas os resultados a que ele chega, tanto quanto à recuperação total de carvão metalúrgico, como às suas características, não são radicalmente diferentes dos resultados obtidos atualmente no lavador de Tubarão. Como os volumes de carvão que passam no lavador são consideráveis, mesmo pequenas diferenças em recuperação e em quantidade de carvão poderão ter significação econômica importante, mas a minha convicção pessoal é de que qualquer alteração de método, para obter resultados apenas ligeiramente diferentes dos atuais, precisa ser feita com todo o cuidado. Tenho colaborado com a Companhia Siderúrgica Nacional no estudo das condições do lavador de Tubarão e vejo que é esta a orientação da Companhia. Antes de



fazer qualquer alteração radical do equipamento que existe lá, é preciso que haja uma convicção absoluta de que uma revisão geral de processo venha a dar resultados que compensem, numa inversão, uma instalação daquela magnitude.

ENG. MARTINHO PRADO UCHÔA — Acerca da lavagem do carvão, conversando com o Dr. Fraser em Bogotá, a impressão que se tinha, era que, de fato, a lavagem do carvão brasileiro era excepcionalmente difícil e que seria possível quando o muito, recuperar mais uns 3%, aumentando de 66 para 69%, talvez, a recuperação. Uma afirmativa muito interessante do Dr. Fraser é a seguinte: que o carvão de Barro Branco, hoje em dia, é um dos carvões mais conhecidos do mundo, por algumas características muito interessantes: 1.º) extrema dificuldade de lavagem; 2.º) pelo fato sensacional de que, com a lavagem mais ou menos sumária, baixar o teor de enxofre de 7 para 1,5 a 2%; 3.º) As qualidades altamente coqueificáveis do carvão e a extrema resistência. Consideravam essa reserva como uma das melhores de carvão coqueificável da América do Sul e, neste sentido, é interessante a política que Volta Redonda segue e que o Dr. Renato Azevedo tão brilhantemente expôs de usar pouco carvão nosso e bastante importado, pelo menos enquanto fôr possível.

ENG. RENATO FROTA AZEVEDO — Aliás, quero lembrar aos presentes que quando se falou em desenvolver a siderurgia do Chile, nós os brasileiros, que somos sempre «do contra», começamos logo a achar que o carvão chileno era uma maravilha em comparação com o nosso, porque era muito baixo em cinzas. Contudo, os resultados práticos foram outros, pois que o coque obtido desse carvão, embora mais baixo em cinza do que o nosso, é fisicamente fraco, trazendo, assim, dificuldades à operação do alto forno.

ENG. MARTINHO PRADO UCHÔA — Eles estão usando uma proporção melhor do que essa, mais ou menos 75% nacional e 25 importado, mas eles não prescindem dos 25 importado, que é o n.º 3, parece.

ENG. ROBERTO ROCHA VIEIRA — Eu gostaria de saber quais são as previsões de consumo do carvão de vapor correspondente a esta nova produção de carvão metalúrgico.

ENG. RENATO FROTA AZEVEDO — Atualmente, o carvão de vapor é usado pela C.S.N. na produção de vapor e energia elétrica; como combustível nos seus navios e locomotivas e, também, vendido as estradas de ferro e companhias de navegação. No futuro o seu consumo será controlado pelas medidas

previstas pelo Plano Nacional do Carvão, com reflexos benéficos sobre o custo de sua produção, reflexos estes, que se farão sentir nos produtos siderúrgicos.

ENG. ROBERTO ROCHA VIEIRA — Porque, segundo informações existentes, alguns diretores de estradas de ferro não concordavam muito com esta previsão de aumento de consumo do carvão nas mesmas, feita pelo Plano do Carvão.

ENG. RENATO FROTA AZEVEDO — Atualmente, com a crise de energia elétrica que estamos atravessando, há um grande interesse em instalar centrais termo-elétricas e, quanto a isto, não há dificuldade nenhuma em usar-se o carvão de vapor nacional.

ENG. ROBERTO ROCHA VIEIRA — Vou precisar a minha dúvida.

O plano do carvão prevê, por exemplo, um aumento de consumo de carvão de vapor na Estrada de Ferro Central do Brasil de 100 mil toneladas. Ora, é orientação atual dos engenheiros ferroviários, no plano de reaparelhamento das estradas ligadas às regiões de São Paulo e Rio de Janeiro, o consumo de óleo. Segundo esse ponto de vista, as locomotivas a lenha da Central do Brasil que devessem ser substituídas ou adaptadas visando um transporte mais econômico e maior capacidade de tração, deveriam sê-lo por locomotivas Diesel e não a carvão.

DR. AFRANIO DO AMARAL — Sabemos que a nossa dificuldade maior em matéria de expansão industrial, reside no financiamento, mormente para organizações oficiais, para-estataes, ou estataes. No caso da expansão da produção siderúrgica em Volta Redonda, eu gostaria de saber se, paralelamente, já está feito um estudo econômico financeiro necessário para fazer face a esse desenvolvimento. Esse estudo abrangeria a extração do carvão, a rede de transporte ferroviário na região de Tubarão, paralelamente às facilidades de embarque portuário em Laguna e Imbituba e, finalmente transporte destes dois pontos até aos centros consumidores desta matéria prima. Desejaria saber, em ordem de cruzeiros, em milhões de cruzeiros, em quanto mais ou menos ficaria este plano.

ENG. RENATO FROTA AZEVEDO — A estação de lavagem tem ampla capacidade para satisfazer as nossas necessidades pelo menos no nível em que esperamos ter, da ordem de 40%, 50% que seja de carvão nacional. Quanto a parte de transporte, a Companhia Siderúrgica Nacional está adquirindo navios de 10.000 toneladas para o transporte deste carvão. A Companhia Siderúrgica tem atualmente 5 navios, 3 dos quais de 4.000 tone-

ladas, e está adquirindo, atualmente, mais 2 de 7.500 toneladas e 2 de 10.000 toneladas. O problema está perfeitamente equacionado, pelo menos no que se refere ao primeiro plano de expansão, no qual devemos entrar ao findar deste ano. Está perfeitamente concatenado e não temos tido dificuldade nenhuma em receber carvão. Atualmente, estamos até atravessando uma época excepcional em Volta Redonda, em que os nossos estoques de matérias primas atingiram a um nível que nunca tivemos em toda a operação. E, neste ponto, como disse em meu trabalho, devemos reconhecer o esforço que a Central do Brasil vem desenvolvendo neste sentido, porque nas suas linhas é que reside a nossa questão capital.

DR. AFRANIO DO AMARAL — Desculpe, um dos pontos que eu gostaria de frisar nesta minha dúvida é o relativo ao desenvolvimento da capacidade portuária de Imbituba e Laguna, em relação a esta expansão do consumo. Esse desenvolvimento levará ao aumento da população obreira daquela região, sem recursos assistenciais portanto, este aumento terá que exigir ponderações.

ENG. RENATO FROTA AZEVEDO — Os portos exportadores de carvão, em Santa Catarina, estão convenientemente aparelhados para atender à primeira expansão. Quanto à segunda (para 1 milhão de toneladas), deverão sofrer maiores ampliações.

ENG. PAULO MIGUEL BOHOMOLETZ — Eu queira fazer 3 perguntas: 1.<sup>a</sup>) Qual é a relação entre o run-off-mine e o carvão metalúrgico propriamente dito, quantas toneladas de carvão de fato saem da mina para se obter uma tonelada de carvão para coque metalúrgico?

ENG. RENATO AZEVEDO — Cerca de 20-25% é o rendimento em metalúrgico.

ENG. PAULO MIGUEL BOHOMOLETZ — Quer dizer, cinco toneladas de carvão da mina para uma tonelada. A 2.<sup>a</sup> pergunta é a seguinte: É notoria a situação difícil das minerações, dos empreendimentos mineradores de carvão de Santa Catarina. Apesar do Plano do Carvão ter entrado em discussão, não há uma aceitação unânime entre os consumidores do país. Eu pergunto se a organização carvoeira de Volta Redonda seria auto-suficiente em face ao desenvolvimento que ela tem em vista, porque há uma forte tendência de fechamento de algumas minas.

ENG. RENATO FROTA AZEVEDO — Não acredito que, de momento, a C.S.N. tenha possibilidade de tornar-se auto-suficiente; entretanto, ela conta com a válvula de segurança das