

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA POLITÉCNICA



# GEOLOGIA E METALURGIA

---

PUBLICAÇÃO DO  
CENTRO MORAES REGO

---

BOLETIM N.º 1  
OUTUBRO DE 1945

---

C. M. R.  
PRAÇA CEL. FERNANDO PRESTES, 74 • SÃO PAULO • BRASIL

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA POLITÉCNICA



# GEOLOGIA E METALURGIA

---

PUBLICAÇÃO DO  
CENTRO MORAES REGO

---

BOLETIM N.º 1  
OUTUBRO DE 1945

---

C. M. R.

---

PRAÇA CEL. FERNANDO PRESTES, 74 • SÃO PAULO • BRASIL

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA POLITECNICA

**"GEOLOGIA E METALURGIA"**

BOLETIM Nº 1

OUTUBRO DE 1945

S. PAULO - BRASIL

SUMARIO

Prefacio

Introdução

Homenagens

- Moraes Rego e o Curso de Engenheiros  
de Minas e Metalurgistas da Escola  
Politécnica de S. Paulo ..... EDUARDO RIBEIRO COSTA —
- Nota sobre a localização de uma son-  
dagem no Estado de S. Paulo ... LUIZ FLORES DE MORAES REGO
- O passado e o futuro da mineração em  
Ouro-Preto ..... LUCIANO JACQUES DE MORAES
- Avaliação de jazidas mineraes ..... OCTAVIO BARBOSA e  
ALCEU FABIO BARBOSA
- Sobre o emprêgo de sinter de minério  
de ferro em altos fornos ..... THARCISIO D. DE SOUZA SANTOS
- Vida pré-cambriana ..... FERNANDO F. MARQUES DE ALMEIDA
- O uso da "Areia de moldagem semi-  
sintética" nas fundições de ferro  
fundido ..... CARLOS DIAS BROSCHE
- O Primeiro Congresso Anual da A.B.M.  
Estatutos do Centro Moraes Rego.  
Noticias do C. M. R.

DIRETOR — Clovis Bradaschia

SECRETARIO — Benjamim Abrahão

REDATORES: Paulo Abib Andery  
Prospero Paoliello  
Tomio Kitice  
Albino Arroyo

REDAÇÃO: Praça Cel. Fernando Prestes, 74 — S. Paulo.



## *Prefacio*

*Com a publicação deste primeiro numero do seu Boletim inicia, o Centro Moraes Rego, mais uma etapa, e das mais significativas, do seu vasto programa de atividades, todo devotado ao estudo da Geologia do Brasil.*

*Sob a égide de um dos maiores trabalhadores nesse campo ainda tão desconhecido de nossa economia, o pequeno grupo de fundadores do Centro Moraes Rego se tem mostrado à altura do patrono ilustre que escolheram, pesquisando e divulgando, através de excursões e conferências que por sua iniciativa se tem realizado, novos aspectos daqueles mesmos problemas que tanto preocuparam a Luiz Flores de Moraes Rego.*

*Considerado, com justiça, o técnico de formação científica mais completa do Brasil e o conhecedor mais profundo de sua geologia, tendo desaparecido no momento justo em que iniciára a divulgação do cabedal imenso de conhecimentos que adquirira, com capacidade invulgar de observador, na continua peregrinação que foram os primeiros anos da sua vida acidentada, Moraes Rego teve a fortuna, rara entre nós, de despertar nos seus jovens alunos o amor pelos assuntos que tanto ilustrou, recompensando-nos do muito que não pode fazer, com a semente bôa que começa a frutificar em messes promissoras.*

*Com excepção apenas do vale do Amazonas — dizem os seus biógrafos mais autorizados — poucos terão conhecido tanto o Brasil e com tanta agudeza penetrado os problemas de sua geologia.*

*Não fôra a justificada confiança na memoria privilegiada, que lhe permitia reter, sem esforço, os minimos detalhes das observações que ia surpreendendo ao longo dos caminhos, pelos quais percorreu quase o Brasil inteiro, as conclusões que ia advinhando — mais do que deduzindo*

— as correlações que ia estabelecendo com a agudeza invulgar da sua equilibrada cultura, e, certamente, os simples diários das suas viagens haveriam de constituir precioso manancial de inestimáveis informações que muito poderiam contribuir para completar-lhe a obra tão cedo interrompida.

A Escola Politécnica, a quem Luiz Flores de Moraes Rego dedicou o melhor da sua magnífica inteligência, e a quem legou o estímulo de tão nobres tradições, acompanha, portanto, com especial carinho e justificado orgulho, as atividades dos que — dignos continuadores da sua obra — se propõem reiniciá-la, estimulando o prosseguimento nos seus trabalhos prematuramente interrompidos e reunindo, sob forma mais acessível aos estudiosos a obra vastíssima que espalhou, desordenadamente, com o generoso desinterêsse que era o traço dominante da sua grande e inesquecível personalidade.

PAULO MENEZES MENDES DA ROCHA

Diretor da Escola Politécnica de S. Paulo

## *Introdução*

*O Centro Moraes Rego, associação dos alunos e ex-alunos do Curso de Engenheiros de Minas e Metalurgistas da Escola Politécnica da Universidade de S. Paulo, tem desenvolvido o máximo esforço no sentido de incentivar, entre os seus associados, o gosto pelo estudo dos problemas magnos do Brasil tais como mineração em geral, combustíveis e siderurgia. Com essa finalidade está organizando uma bibliotéca especializada, uma mapotéca e uma fototéca. Além disso vem promovendo uma série de conferencias, sôbre assuntos sempre de interêsse Nacional, realizadas por especialistas de renome. Como consequencia lógica, de toda esta atividade cultural, surgiu a necessidade de uma publicação periódica que, preenchendo a lacuna existente, servisse para difundir conhecimentos sôbre os assuntos acima enumerados. Eis porque veio à luz "Geologia e Metalurgia".*

*Orientado e dirigido pelo Centro Moraes Rego e apoiado pela Reitoria da Universidade de S. Paulo, o Boletim "Geologia e Metalurgia" procurará sempre publicar artigos de real interêsse para todos os estudantes e profissionais da Engenharia do Brasil, principalmente para aqueles que se dedicam à Geologia e à Metalurgia.*

*Ao vermos coroados de êxito os nossos esforços, com a publicação desse primeiro Boletim, não podemos deixar de tornar público os nossos agradecimentos aos srs:*

*Dr. Jorge Americano, Magnifico Reitor da Univ. de São Paulo,*

*Dr. Paulo Menezes Mendes da Rocha, DD. Diretor da Esc. Pol. de São Paulo,*

*Dr. Murilo Mendes, DD. Secretario Geral da Reitoria da Univ. de São Paulo,*

*Dr. Laerte de Almeida Moraes, DD. Diretor do Dep. Cult. da Univ. de São Paulo,*

*que concorreram enormemente para a concretização dessa iniciativa.*

**CLOVIS BRADASCHIA.**

HOMENAGENS



DR. LUIZ FLORES DE MORAES REGO

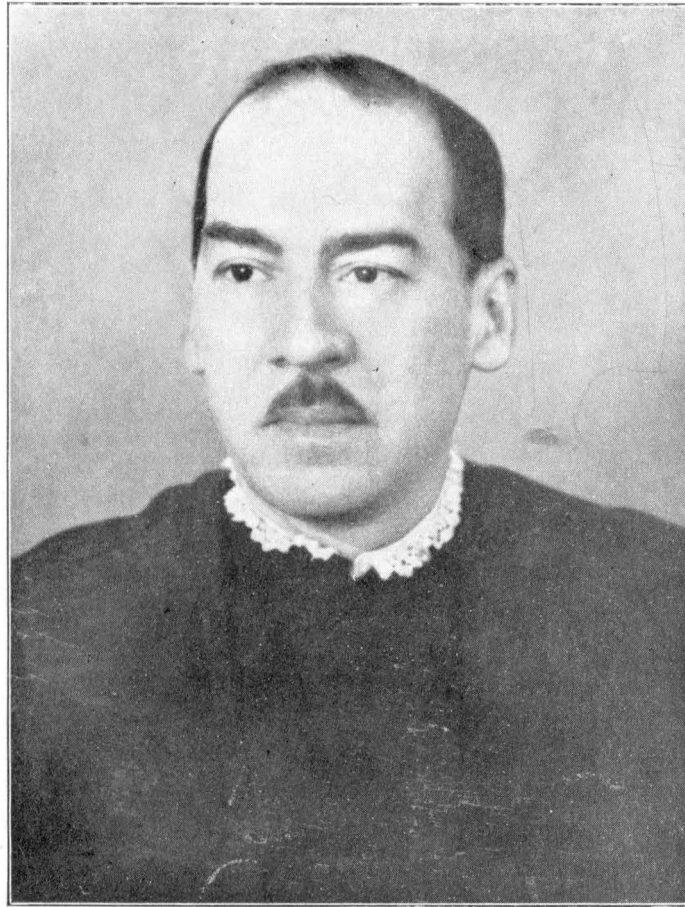


## BIOGRAFIA DE MORAES REGO

Dr. Luiz Flores de Moraes Rego, nasceu no Distrito Federal em 9 de Agosto de 1896. Formou-se em Engenharia Civil e de Minas pela Escola Nacional de Minas de Ouro Preto.

Professor da Escola Politécnica de S. Paulo, por concurso efetuado em 1932, apresentando 84 trabalhos. Pertenceu ao Conselho Técnico e Administrativo; exerceu também o cargo de professor interino de Tecnologia e Mecânica da referida Escola. Conquistou em 1936 o prêmio "Capistrano de Abreu" do Ministério da Agricultura com a obra "O Vale de S. Francisco".

O professor Moraes Rego faleceu em 25 de junho de 1940. Era um espírito dinâmico e renovador. Cientista de reconhecido mérito, deixou obras de inegável valor. Sua morte veio abrir uma lacuna profunda na pleiade dos intelectuais brasileiros.



DR. PAULO MENEZES MENDES DA ROCHA  
DIRETOR DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIV. DE S. PAULO



D R . A D R I A N O M A R C H I N I  
S U P E R I N T E N D E N T E D O I . P . T . D E S . P A U L O

## MORAES REGO E O CURSO DE ENGENHEIROS DE MINAS E METALURGISTAS DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

*Por ocasião das solenidades realizadas em abril de 1944, pela passagem do 5.º aniversário da fundação do Curso de Engenheiros de Minas e Metalurgistas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, patrocinadas pelo Centro Moraes Rego em cooperação com a Diretoria desta Escola, além das solenidades da inauguração do retrato do Professor Luiz Flores de Moraes Rego no Gabinete de Mineralogia e Geologia, foram feitas, no salão nobre da Congregação, a apresentação oficial do Centro Moraes Rego, em breve discurso pronunciado pelo aluno Henrique Anawate, presidente deste centro, e a seguinte conferência pronunciada pelo ilustre professor Dr. Eduardo Ribeiro Costa, catedrático de Química Orgânica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo:*

Comemora o Centro Moraes Rego, nesta sua primeira sessão solene, o quinto aniversário da criação do curso de Engenheiros de Minas e Metalurgistas da Escola Politécnica de São Paulo.

Instituído pelos jovens engenheiros da primeira turma deste curso e pelos seus alunos atuais, o Centro tem por objetivos o intercâmbio cultural com outros cursos congêneres, o incentivo do estudo dos nossos recursos minerais e o patrocínio de conferências e publicações relativas à mineração e à metalurgia.

Basta o simples enunciado destas finalidades para que o Centro seja merecedor da simpatia de quantos têm uma parcela de responsabilidade no ensino técnico superior. Aos moços que, bem cedo, conscientes da tarefa que se lhes ha de carregar sobre os ombros, já espontaneamente se colocam no campo escolhido e iniciam, com inteligência e entusiasmo, os trabalhos preliminares do arroteamento, os nossos aplausos.

Examinemos mais detidamente a significação disso. Como e porque foi instituído, nesta Escola, o curso de Engenheiros de Minas e Metalurgistas? Qual a significação do Centro? E porque "Centro Moraes Rego"?

Há cêrca de doze anos inscrevia-se no concurso para provimento da cátedra de Mineralogia, Geologia e Petrografia desta Escola o engenheiro de minas e civil Luiz Flores de Moraes Rego. Não era um desconhecido. Seus inúmeros trabalhos no campo da Geologia já o haviam tornado conspícuo entre os cultores desta ciência. Ex-aluno da Escola de Minas de Ouro Preto, ali deixará assinalada a sua passagem pelo brilho da sua inteligência invulgar.

Compraziam-se alguns professores, nos exames orais daquela época, em entabolar debates com alunos de escól sôbre questões pertinentes às suas cadeiras, mas de nível superior ao dos programas. A rapidez e a elegância com que Moraes Rego equacionava e resolvia, de improviso, questões complexas de matemática e de física, reduzindo ao mínimo o emprêgo da linguagem algébrica, atraíam sempre numerosa e seleta assistência às suas provas.

Afirma-se por vêzes que um espírito dado as matemáticas não se acomoda nas ciências naturais. Moraes Rego sobressaiu sempre naquelas e nestas. A mesma visão larga e clara, que revelava naquelas, levava-o nestas à rápida percepção das leis gerais do conjunto, deduzidas de penetrante observação das partes.

Tudo fazia com rapidez e ia logo ao fim da questão. Não parava em meio do caminho, nem mesmo para esperar os retardados. Em trabalhos de laboratório, quando o tempo necessário à operação não podia ser abreviado, atacava simultaneamente várias questões.

Diplomado, exerceu por quasi todo o País as suas atividades polimórficas. Nas Minas de Manganês de Urucum, no Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, no Instituto Astronômico e Geofísico de São Paulo, na Fábrica de Cimento de Perú, na mina de chumbo de Brejauba, era o matemático, o químico, o geógrafo, o geólogo, o engenheiro de minas que se sobrelevava sempre.

Conheceu-o aqui, em visita à Escola, em 1929, o saudoso diretor, professor Rodolpho Baptista de S. Thiago. Grande administrador, arguto conhecedor dos homens e dos problemas do País, não lhe escapou, logo de início, o valor do visitante. Disse-o várias vêzes. Poucos eram, então, aqui os que se dedicavam a estudos geológicos, cuja importância mal se aquilata-tava, mesmo dentro da Escola. Os estranhos a esse círculo limitado viam, em Moraes Rego, inteligência lúcida, espírito vivo, temperamento irrequieto e original. S. Thiago ia além. Vaga a cadeira de Mineralogia, Geologia e Petrografia, em 1931, sugeriu-lhe, por intermédio de amigos, a sua inscrição no concurso. Bem avaliava a importância dos estudos relativos

à crosta terrestre e entendia que a Escola Politécnica de S. Paulo não podia ficar à margem de tais assuntos.

Realizado o concurso, classificado pelas provas brilhantes que fez, nomeado professor, Moraes Rego não falhou às previsões de S. Thiago. Ultrapassou-as. Empregou na Escola, com liberalidade, em prol do ensino, o seu talento, a sua cultura, a sua dedicação, o seu entusiasmo. Criou, sem onerar o tesouro público, o museu de mineralogia e geologia que possuímos e deu novos rumos ao ensino da cadeira, atraindo para esse setor vários alunos da Escola, e mesmo engenheiros diplomados. De engenheiros civis fez geólogos e engenheiros de minas. Dado a indagações puramente científicas, nem por isso perdia de vista os benefícios de ordem prática da ciência. Preocupavam-no sobretudo os magnos problemas brasileiros e, conhecendo, como poucos, os recursos minerais e as necessidades do País, apontava frequentemente a possibilidade e a conveniência do seu aproveitamento em benefício da nacionalidade, principalmente o de matérias primas de indústrias básicas. Dizia:

“Basta consultar o quadro do comércio exterior para aquilatar a importância da indústria mineral na economia brasileira. Dominam completamente na importação as utilidades de origem mineral.

Imperioso, inadiável é, pois, aproveitar as possibilidades naturais do país para reduzir na medida do possível a importação.

Graças a Deus, possui o Brasil conjunto de recursos minerais de valor. Não são ainda conhecidos em toda a sua plenitude. Seu aproveitamento requer árduos esforços”.

Focalizava, com razão, preliminarmente, a necessidade de conhecermos os nossos recursos. Já dizia Euclides da Cunha, há quasi meio século:

“Esta exploração científica da terra — coisa vulgaríssima hoje em todos os países — é uma preliminar obrigatória do nosso progresso, da qual nos temos esquecido indesculpavelmente, porque neste ponto rompemos com algumas das mais belas tradições do nosso passado. Realmente, a simples contemplação dos últimos dias do regime colonial, nas vésperas da independência, revela-nos as figuras esculturais de alguns homens que hoje mal avaliamos, tão apeguadas andam as nossas energias, e tão grande o descaso e o desamor com que nos voltamos para os interesses reais deste país”.

E mais adiante:

“uma tarefa, que é o mais belo ideal da nossa engenharia neste século: a definição exata e o domínio franco da grande base física da nossa nacionalidade”.

Subentendia naturalmente Euclides da Cunha a existência do corpo técnico indispensável. De fato, as escolas de engenharia então existentes forneciam ao País, em número suficiente para a época, os profissionais capazes de enfrentarem a empresa. Faltava o órgão oficial. A Escola de Minas de Ouro Preto não era órgão de ação, mas de formação. Instalada quando já era decadente a mineração do ouro, não encontravam os engenheiros que diplomava o campo adequado ao exercício da profissão especializada. Para ampará-la, foi necessária e oportuna a instituição do curso de engenharia civil, entrosado com o de minas.

A Comissão Geológica do Brasil, criada em 1875, e cuja direção fôra confiada ao eminente Hartt, tivera vida efêmera.

Como único órgão oficial instituído para a “definição da grande base física da nacionalidade”, havia naquela época a Comissão Geográfica e Geológica de S. Paulo, criada já no fim do império por João Alfredo Corrêa de Oliveira, presidente da Província. Restrita a sua atividade à área de São Paulo, já de per si vasta, realizou a Comissão, em poucos anos, sob a direção do grande brasileiro que foi o norte-americano Orville Derby, uma notável campanha de exploração científica do nosso “hinterland”, riscando do mapa os pontos de interrogação e as legendas de “terras desconhecidas”, traçando em cheio, com mão firme, os rios que até então se representavam em pontilhado e aquarelando, com cores vivas, as grandes formações geológicas. Cumpre assinalar que, nessa empresa, tiveram já atuação destacada vários engenheiros diplomados pela escola de Ouro Preto.

Crescia entretanto a população e, com ela cresciam as necessidades do País. Paralelamente, cresciam também, numa reação mútua de fatores em equilíbrio, os recursos econômicos indispensáveis a tais empreendimentos.

A organização da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil, em 1903, chefiada por I. C. White, foi um grande passo que deu o governo central no sentido da exploração do nosso subsolo. Notemos mais uma vez, com o fim de ressaltar os benefícios de um instituto de ensino técnico elevado, que ao geólogo americano forneceu a Escola de Ouro Preto os seus quatro engenheiros auxiliares. Concluídos os trabalhos da Comissão, em 1906, seguiu-se-lhe imediatamente a criação do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, hoje ampliado em Departamento.

mento Nacional da Produção Mineral, órgão central permanente de exploração científica da “grande base física da nacionalidade”.

Nunca será demasiadamente encarecida a ação fecunda dos engenheiros do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, sucessivamente sob a direção de Orville Derby, Gonzaga de Campos e Euzebio de Oliveira, e hoje continuada pelos do Departamento Nacional da Produção Mineral. Eles recuaram os limites dos nossos recursos minerais, pelo melhor conhecimento do meio, como outróra os sertanistas ousados recuaram as fronteiras da Colônia. Uns e outros tornaram maior o Brasil.

Mas, a população, as exigências e os recursos da Nação continuam a crescer. Cresce a necessidade de um corpo mais numeroso de profissionais competentes para continuarem a exploração científica da terra. Restrita ao campo dos materiais uteis do subsolo, essa pesquisa significa o estudo das jazidas minerais, função do engenheiro de minas.

Em conferência proferida na sessão comemorativa do 59.º aniversário da escola fundada por Gorceix, dizia Fleury da Rocha:

“é lícito afirmar que para a engenharia de minas está chegado o momento de exercitar sua grande missão social e econômica”.

E Moraes Rego publicava depois, pela imprensa diária de S. Paulo:

“Tem a Escola de Ouro Preto, como todas as escolas superiores, capacidade limitada. Não pode por essa razão, e tão somente por ela, suprir às necessidades cada vez maiores da indústria nascente.

Faz-se necessário estabelecer no País outros cursos de minas e metalurgia, para cooperarem com a Escola de Ouro Preto, sob a mesma orientação, obedecendo ao mesmo paradigma, na tarefa patriótica de fornecer profissionais competentes às minas e usinas do País”.

A sugestão de Moraes Rego, consequência lógica da nossa evolução, foi aceita unanimemente pela Congregação da Escola e aprovada pelo Governo do Estado. Nasceu deste modo, em época oportuna, o Curso de Engenheiros de Minas e Metalurgistas da Escola Politécnica de S. Paulo.

Como se organizou o novo curso?

Logicamente, aquela “preliminar obrigatória do nosso progresso”, de Euclides da Cunha, sugere-nos, no desenrolar desta exposição, a primeira cadeira especializada do curso, à qual caberá o estudo dos nossos recursos minerais, de todos os pontos de vista: genético, qualitativo, quantitativo, utilitário, legal. É a cadeira de “Jazidas Minerais e Legislação de Minas”.



E como os processos geofísicos de pesquisas do subsolo, pelo grande desenvolvimento que têm tido nestes últimos anos nos países mais adiantados e pelos extraordinários resultados práticos que têm apresentado, não podiam faltar no esquema de um curso moderno, instituiu-se a cadeira de "Geofísica Aplicada", que se destaca da precedente pelos métodos, pela aparelhagem e pela exigência de professores especializados.

Para que possa abordar o estudo das jazidas, deve o engenheiro de minas possuir sólido cabedal de conhecimentos básicos. Retrogradando na escala, deparamos logo com a Geologia e a Mineralogia, cujo estudo deve ter o máximo desenvolvimento compatível com o objetivo e a estrutura geral do curso de minas. Ampliada a cadeira antiga dos outros cursos para atender, na sua segunda parte, às finalidades do novo, acrescentaram-se-lhe ainda as aulas anexas de "Complementos de Ótica Cristalina" e "Taxinomia Paleontológica", disciplinas indispensáveis ao estudo da Mineralogia, da Petrografia e da Geologia Histórica. Recuando mais, encontramos a Química, cuja importância nos fenômenos geológicos e nas operações metalúrgicas impõe o seu ensino mais desenvolvido no Curso de Minas e Metalurgia do que nos outros que mantem a Escola, exceção feita do de Engenheiros Químicos. Assim, algumas cadeiras, que eram exclusivas deste último, aparecem no novo curso: "Complementos de Química Inorgânica", "Química Analítica Qualitativa e Quantitativa" e "Físico-Química e Eletro-Química".

Atingimos deste modo, nesta rápida apreciação das disciplinas do Curso de Engenheiros de Minas e Metalurgistas, percorridos do meio do curso para o princípio, ao fundamento matemático e físico, que forma a base de todos os cursos de engenheiros da Escola.

Não há hoje, entre os que estudam o assunto, duas opiniões divergentes quanto ao tipo de engenheiro que mais convem ao Brasil: é o "engenheiro de formação geral, com especialidade". Outra não foi a conclusão da 3.<sup>a</sup> Convenção Nacional de Engenheiros, reunida em Belo Horizonte em Julho de 1942, e outra não tem sido a opinião de quantos, dentro e fóra do país, têm ventilado a questão com conhecimento de causa.

Cumpre distinguir o engenheiro do que é apenas técnico. Este, igualmente indispensável ao desenvolvimento industrial do país, tem campo de ação limitado. De ordinário, adquirida uma especialização, sepulta-se nela durante cinquenta anos. A mesma máquina, a mesma matéria prima, o mesmo processo, o mesmo produto.

Ao engenheiro toca a missão mais elevada. Novos processos, novos aparelhos, novas matérias primas, novas utilidades. A complexidade cres-

cente da indústria moderna impõe-lhe cada vez mais uma sólida formação científica. William Siemens, partindo dos princípios da Termodinâmica, revoluciona a indústria de aço, a de vidro e a de cerâmica, com os seus fornos de câmaras de regeneração do calor. A aplicação dos métodos geofísicos de pesquisa alarga os campos petrolíferos, multiplicando rapidamente os poços produtores. Thomas e Gilchrist, criando o convertedor básico, modificam o panorama siderúrgico europeu, com a valorização da grande reserva de minério fosforoso do vale do Rheno.

O engenheiro de especialização estreita, sem cultura geral, é inimigo de si próprio e não serve aos interesses da Nação. Convem, muitas vezes, ao padrão industrial, como uma das suas máquinas, quasi sempre a menos dispendiosa.

A Escola Politécnica de S. Paulo já havia optado resolutamente, há tempo, pelo engenheiro de formação geral. Manteve-se nesse rumo na sua última reforma didática e, criando o Curso de Engenheiros de Minas e Metalurgistas, deu-lhe a mesma orientação.

Sendo um curso de engenheiros, nele se incluíram várias cadeiras de aplicação, já pertencentes aos outros. Topografia, Hidráulica, Eletrotécnica Geral, Materiais de Construção, Máquinas Hidráulicas, Motores Térmicos, Economia Política e Organizações Administrativas, Contabilidade.

Percorridas as disciplinas fundamentais, comuns a todos os cursos, estudadas as necessárias disciplinas químicas, conhecidas as ciências que cuidam do estudo dos materiais da crosta terrestre, fecha a cadeira de Jazidas Minerais o ciclo das disciplinas que dão ao futuro engenheiro de minas o cabedal científico para executar a parte que lhe tóca na tarefa da "definição da grande base física da nacionalidade".

Mas, o grande engenheiro e exímio estilista de "Os Sertões" lançou aos ombros da engenharia nacional outra tarefa mais árdua: "o domínio franco" dessa base física. É a fase ativa por excelência.

Conhecidos os recursos do subsolo, é mister utilizá-los em pról da nacionalidade.

Obedecendo à sequência dos trabalhos de mineração, seguem-se no *curriculum* do curso, a "Lavra de Minas" e o "Tratamento mecânico dos minérios e dos combustíveis", duas disciplinas que correspondem a operações práticas sucessivas. E a matéria prima do subsolo, já extraída e beneficiada, é entregue ao mercado ou a operações industriais de transformações físicas ou químicas: cerâmica, vidraria, indústrias químicas, indústrias metalúrgicas. Só as últimas interessam ao curso. Daí a "Metalurgia Geral", a "Metalografia", a "Siderurgia" e a "Metalurgia dos Metais não ferrosos" últimas disciplinas especializadas do seu *curriculum*.

Tal é, em linhas gerais, a estrutura do Curso de Engenheiros de Minas e Metalurgistas da Escola Politécnica de S. Paulo. Não foi ela estabelecida sem o balanceamento demorado das nossas necessidades e das mais modernas organizações de cursos congêneres: no Brasil, o da Escola de Ouro Preto e no estrangeiro, os das principais escolas técnicas superiores européias e americanas, que formam engenheiros de minas e metalurgistas.

A criação deste curso não representa um mero acidente da nossa vida escolar, nem mesmo um simples acontecimento de interêsse local ou regional. Repercutirá fortemente por todo o País, porque é obra patriótica de defesa e garantia da nacionalidade. Visa contribuir, pela maior disseminação da técnica esclarecida, para que possa o brasileiro realizar na sua terra, com o espírito de brasilidade, aquilo que, de outro modo, nela será tentado a fazer o alienígena, insinuantemente, se o puder, mas sempre com o espírito de quem constrói um prolongamento da pátria.

Em uma das suas obras mais notáveis, "O Vale do São Francisco"; escreveu Moraes Rego:

"o homem do grande centro do Brasil procurou sempre um ideal: bastar-se a si próprio o que não deixa de ser justamente um dos sintomas mais claros da tendência ao isolamento causada pelo seu *habitat*.

Segregada a população do interior, diminuídas as comunicações com a costa pela falta de vias adequadas e pela extinção da febre de avassalamento gerada pela crença nas riquezas minerais desconhecidas, procurou criar indústria embrionária, adequada a fornecer-lhe as utilidades mais necessárias.

Um exemplo da indústria interior, de processos elementares, têm-se no sal. Menos avançada ainda, a tecelagem doméstica. Durante muito tempo o "sertão" do Brasil produziu seu sal e seu pano.

Construídas as vias de comunicação partindo da costa, foi possível fornecer ao interior utilidades de melhor qualidade a preços mais vantajosos. Pereceu a indústria nascente".

O fenômeno apontado por Moraes Rego denota louvável providência do homem, em grau mais ou menos acentuado. Primeiro, a simples provisão das utilidades, em quantidade que lhe baste até a chegada de novo suprimento; depois, dificultadas, ou impedidas, as vias de transporte, e como paliativo da crise, a indústria embrionária, sujeita a colapso pela reabertura dos mercados de importação; finalmente, no grau mais avançado da pre-

vidência, os esforços para a implantação da indústria definitivamente estavel, quaisquer que sejam as pressões do comércio internacional nos tempos de paz.

Após a experiência do desequilíbrio mundial causado por duas grandes guerras, este último é o grau de previdência que convem hoje ao brasileiro.

O curso de Engenheiros de Minas e Metalurgistas, cujo 5.º aniversário comemora hoje o "Centro Moraes Rego", já é um sintoma dessa previdência. Possa ele contribuir para que outra guerra mundial não nos encontre desprevenidos de utilidades de origem mineral que possam ser produzidas com os nossos próprios recursos.

Em face do exposto, que significa o "Centro Moraes Rego"?

A resposta cae espontânea dos labios de todos. Apenas isto: Luiz Flores de Moraes Rego fez escola; os seus ensinamentos caíram em terreno fértil e a sua obra patriótica terá continuadores.

Aos moços do Centro, pois, a nossa simpatia e os nossos calorosos aplausos.

Lembremo-lhes, para terminar, que convem opor aos conceitos patrioticamente bem intencionados, mas excessivamente otimistas de um brasileiro ilustre, Afonso Celso, no "Porque me ufano do meu País, estas palavras de outro eminente escritor pátrio, Afonso Arinos:

"A nossa pátria não é essa terra opima da Promissão onde os ares por toda a parte são deleitosos e por toda a parte pingues as colheitas. Temos vastas regiões sáfaras e climas hostís, onde a vida do homem não é possível sem prévio e longo amanho da sua indústria, com os recursos que a civilização lhe pôs nas mãos. Mas, por isso mesmo que a nossa feraz natureza tropical não se deixa domar senão pelo constante e inteligente esforço, tanto mais belo será o Brasil para o brasileiro quanto até certo ponto for obra sua".

São Paulo, 14 de abril de 1944.

ED. RIBEIRO COSTA.

## NOTA SÔBRE A LOCALIZAÇÃO DE UMA SONDAGEM NO ESTADO DE SÃO PAULO

*Luiz Flores de Moraes Rego*

(Geólogo do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil)

### *Nota da redação*

Este trabalho é um relatório apresentado pelo autor ao Departamento Nacional da Produção Mineral seção de Geologia e pertence aos arquivos deste departamento.

Considerando ser inédito, e seu conteúdo de grande interesse aos estudiosos do assunto, o C. M. R. graças ao apoio do D. N. P. M., na pessoa do Dr. Matias Oliveira Roxo, conseguiu do Conselho Nacional do Petróleo, autorização para publica-lo no primeiro número de "Geologia e Metalurgia".

### INTRODUÇÃO

Na presente desempenhamo-nos da missão que nos foi cometida, de emitir um parecer sôbre a localização mais adequada para a nova sondagem a ser efetuada pelo Govêrno do Estado de São Paulo.

Encaremos em primeiro lugar as eventualidades de uma localização no eixo do vale do rio Paraná, sugerida pelo Dr. Chester Washburne. Depois apontaremos uma estrutura, no município de Avaré, a nosso ver bastante interessante, conquanto n seja talvez a solução para o caso em aprgo. Faremos algumas considerações sôbre as estruturas nas elevações situadas entre os rios Piracicaba e Tietê. E finalmente descreveremos a estrutura dos vales dos rios Curumbataí e Araquá.

Como é sabido, em relação com as camadas do Sistema de Sta. Catarina, encontram-se freqüentemente eruptivas básicas desde diabásios até basaltitos e melfiros. A presença dessas rochas n  uma indicação negativa sôbre a existência do petróleo, que, entretanto, muito raramente se localiza na própria massa da rocha. Assim, a despeito de deverem as sondagens ser efetuadas nas proximidades das aludidas rochas, porquanto a elas estão ligados os fenômenos estruturais, e, possivelmente, aquêles que eventualmente teriam gerado o petróleo, a perfuração, em um ponto em que o magma emergiu, que seria confinada nessas rochas, deve ser evitada. De

outro lado a perfuração de grandes espessuras de eruptiva não deixa de ser demorada, dispendiosa e mesmo capaz em alguns casos, de acarretar embaraços.

Por êsses motivos, na localização das sondagens em São Paulo, é de suma importância a previsão das rochas eruptivas a serem atravessadas. Embora o estudo estratigráfico possa trazer esclarecimentos muito valiosos sôbre esse ponto, é, por vêzes, insuficiente. É aconselhável então o emprêgo de processos geofísicos. Para a espécie, impõe-se o método magnetométrico.

Nos trabalhos ùltimamente realizados empregamos um magnetômetro vertical. É um aparelho que mede a intensidade da componente vertical do campo magnético terrestre pela posição de um sistema magnético oscilante, de plano médio vertical, disposto com o eixo de oscilação no meridiano magnético. Desta maneira, só intervem na equação do equilíbrio a componente vertical; os deslocamentos angulares medidos pelo método de reflexão são proporcionais às intensidades desta fôrça.

O aparelho que usamos, pertencente ao Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, é de fabricação da Casa Oertling, de Londres. Foi feita no Observatório Magnético de Vassouras uma aferição preliminar, para determinar os valores do zero da divisão da escala e da correção de temperatura. Entretanto, tais determinações não podem ser consideradas definitivas.

Nas observações magnetométricas que efetuamos, sempre tivemos evidência da influência das rochas eruptivas que conforme a sua disposição, atuam elevando ou baixando a intensidade da fôrça vertical. Podemos constatá-lo em localidades onde essa disposição pode ser prevista, por considerações estratigráficas, sendo as anomalias observadas concordantes com as previsões teóricas.

Os números que obtivemos, posto que já permitam tais deduções, pelos motivos expostos, ainda não podem ser considerados definitivos, razão pela qual, no presente trabalho, limitamo-nos a citar as conclusões preliminares, sem maiores detalhes. Em outro trabalho teremos oportunidade de expor com minúcia o emprêgo que fizemos do método magnetométrico.

#### *A LOCALIZAÇÃO NAS PROXIMIDADES DO RIO PARANÁ*

Encaramos, de uma maneira geral, tôda a região ribeirinha em São Paulo e, particularmente, o trecho servido pela E. F. Sorocabana entre Sto. Anastácio e Pôrto Epitácio.

O rio Paraná corre a oeste do planalto, que para êle descamba gradualmente, limitado a leste pela escarpa, formada por uma sucessão de derrames eruptivos, com camadas intercaladas de arenito. No alto encontram-se, assentando sôbre a eruptiva, ou, mesmo, localmente, sôbre leitos de arenito, areias incoerentes, de mistura com argila e concreções de limonita, camadas essas com os caracteres de muito modernas. Delas emergem testemunhos de um arenito com cimento calcáreo, o arenito de Baurú, que, mais adiante, formando como que um degrau sôbre o planalto, vai constituir os divisores mais elevados.

Os afluentes principais do Paraná, encontram o lençol de eruptivas a oeste do alinhamento da escarpa. Oferecem trechos encaixados no arenito de Baurú, para finalmente correrem de novo sôbre as eruptivas, salvo um recobrimento, nunca muito espesso, que pode ser quaternário, ou das areias e argilas supracitadas, que consideramos pliocênicas.

O Tietê mostra claramente a sucessão de formações deixando as camadas metamórficas, atravessa os estratos do sistema de Sta. Catarina anteriores ao lençol eruptivo, o qual encontra, abaixo de Pôrto Martins. Depois de um certo trajeto sôbre êle, passa a ter nas barrancas o arenito de Baurú, em trecho, aliás, bastante curto. Logo depois, apresentam-se camadas pliocênicas, pouco espessas, para serem encontradas de novo as eruptivas, que, já próximo à barra, são recobertas por sedimentos quaternários.

No rio do Peixe e outros, a extensão onde ainda é encontrado o arenito Baurú é muito maior. A ação erosiva foi menos intensa. Tais rios têm as suas cabeceiras no planalto cretáceo, sôbre o qual correm até as eruptivas que, só nas proximidades das confluências, são recobertas pelas formações mais modernas.

Outros afluentes do Paraná, correm principalmente sôbre as eruptivas, que não abandonam, depois de atingidas, salvo o recobrimento pelas camadas modernas a oeste. É, em particular o caso do Paranapanema e do rio Grande. O fenômeno é devido ao caráter mais profundo dos vales, a um trabalho mais intenso da erosão.

O rio Paraná, salvo as camadas quaternárias, corre sempre sôbre o lençol eruptivo.

Foram completamente erodidas as camadas de arenito da série de S. Bento, que porventura se colocavam sôbre as eruptivas, as camadas Baurú e também a formação terciária. Os leitos de arenito das margens do Paraná são lenticulares e locais intercaladas entre as eruptivas, observáveis na escarpa da Serra Geral, e, também nos afluentes. A êles applicou o Dr. Washburne a denominação Cuiá, se bem que, grande parte de área figurada como afloramento dessa formação, no mapa geológico da Comis-

são Geográfica, julguemos ser apenas da formação terciária, assentada sobre as eruptivas. Particularmente assim, os arredores da estação dêsse nome.

No vizinho estado de Mato Grosso, os fenômenos são completamente idênticos: os rios, em menores altitudes, correm sobre as eruptivas, recobertas pelo quaternário em maior extensão. Nos divisores, encontram-se restos da formação Baurú e do terciário, testemunhos de que o vale foi aberto pela erosão destas camadas.

“Data venia” faremos uma ligeira digressão sobre a influência da disposição dos lençoes eruptivos do vale do rio Paraná na fisiografia, fenômeno capital no delineamento de rede hidrográfica atual.

Depois das erupções, que se processaram nos fins da época triássica, talvez no rético, começou uma fase erosiva a que se seguiu o regime lacustre, em que se depositou o arenito Baurú, já no início do cretáceo. A erosão trabalhou o conjunto das eruptivas e arenitos intercalados, corroendo êstes de preferência, de sorte que, nos seus afloramentos, formaram-se os lagos. É patente a discordância do arenito Baurú com as formações anteriores, ocupando a sua base atitudes variáveis, porém sempre sobre as eruptivas.

Terminada a sedimentação eocretácea, nova fase erosiva teve início, a que se seguiu, no fim do terciário, uma inundação geral de todo o país a oeste das estruturas antigas, em condições sub-aéreas, fenômeno que deu lugar à sedimentação geral, hoje representada pelas camadas do vale do Paraíba, dos arredores da cidade de São Paulo e do alto do planalto. Terminado êste fenômeno, com uma elevação epirogênica do país, começou a escultura da rede hidrográfica atual. A leste da escarpa sem o capeamento dos lençoes eruptivos, foram erodidas tôdas as camadas até uma altitude determinada pelo perfil de equilíbrio dos curso d'água, por sua vez fixado pelo nível das eruptivas no eixo do vale. A maior resistência das camadas do topo da série Passa Dois, e os diques eruptivos representaram um certo papel, enquanto que as estruturas antigas protegeram as camadas terciárias dos arredores da cidade de São Paulo e do vale do Paraíba. Os cursos d'água, antes divagantes, tiveram então fixados os seus traçados. Separou-se a bacia do Paraná da do Atlântico direta, que presumivelmente, antes se entrelaçavam, e em particular o curso superior do Paraíba desligou-se da primeira.

Os rios originários da área profundamente erodida, depararam a oeste, com o obstáculo formado pelas camadas capeadas pelas eruptivas. Para atravessá-lo, valeram-se da inclinação dos estratos para oeste, inclinação seguida naturalmente pelo lençol eruptivo, e da configuração horizontal dêsse lençol. Nos pontos em que a borda dos derrames apresenta concavida-



des para o oriente, mercê da inclinação, a altitude é menor que alhures, de sorte que, por aí passaram os afluentes do Paraná, em soleiras que fixaram a profundidade da erosão supracitada, com a passagem dos coletores de sua drenagem.

A altitude do curso do rio principal, foi estabelecida pelo lençol eruptivo. Entre êste e os pontos de passagem dos coletores secundários sôbre as eruptivas estabeleceram-se, como ficou dito, perfis de equilíbrio, permitindo em certos casos a permanência de trechos abertos no cretáceo, ao passo que, em outros, foi inteiramente desnudada a eruptiva.

A drenagem no alto do planalto, protegido pela eruptiva, onde provavelmente as camadas cretáceas foram destruídas na fase anterior de erosão, assenta sôbre o derrame. O seu traçado é confuso e divagante, devido à resistência encontrada para a evolução.

Nos planaltos cretáceos as calhas, bem evoluídas estão de acôrdo com as posições das eruptivas, que regularam, abaixo, o desenvolvimento dos cursos d'água, dirigidos uns para os afluentes do Paraná e outros para o rio principal.

A evolução que descrevemos da rede hidrográfica da bacia do Paraná se processou, portanto, desde os fins da época terciária. Apenas, no meio do período quaternário, houve um abaixamento epirogênico do continente, de alça não muito grande. Dêle se originaram os depósitos quaternários, que se observam claramente em diferentes pontos de S. Paulo em particular no rio Paraná, onde são bastante caracterizados, como tivemos ocasião de constatar na nossa última viagem, separando-se nitidamente das camadas terciárias.

Apesar do ciclo evolutivo bastante longo, são freqüentes na bacia do Paraná os acidentes, cachoeiras e corredeiras, todos formados pelas eruptivas, aos quais, indubitavelmente, ligam-se fenômenos peculiares.

O Dr. Guilherme Florence, no seu excelente trabalho sôbre a geologia do rio Tietê, apresenta, para explicação das cachoeiras dêsse rio, a existência de falhas numerosas, que permitiram, com um número reduzido de leitões distintos de eruptivas e de arenito a disposição em vários degraus.

Não vimos falhas ao longo da grande escarpa, nem longitudinais, nos afluentes principais do Paraná e nesse rio. Julgamos, também, não haver evidências de tais fenômenos, transversalmente aos rios conquanto permitissem uma explicação cabal dos acidentes dos seus cursos.

O Dr. Chester Washburne, em tratando do mesmo assunto, alvitra, pelo menos para as cachoeiras principais, a existência de dobras anticlinais dos estratos; as eruptivas derramando-se teriam esposado estas formas ou mesmo, a sua emersão teria provocado o dobramento. Infelizmente, que-

remos crer que tal conceito, posto que elevado e engenhoso, não encontra na observação base suficiente.

É nosso pensamento, derivarem as cachoeiras e corredeiras dos rios da bacia do Paraná apenas da pluralidade de derrames, superpostos diretamente, ou separados por camadas de arenitos. Como se patenteia nas escarpas do planalto, o lençol de eruptivas não é um todo homogêneo: são diferentes erupções, que se superpõem, por vêzes separadas por intervalos de sedimentação, de caráter local. Os afluentes do Paraná e êsse rio, foram descendo, sucessivamente, cada um dos derrames, descida que, conforme a disposição da borda, foi brusca ou mais ou menos longa. Freqüentemente, marcando cada um dêsses estados, encontram-se leitos de arenito, correspondentes a separação dos derrames.

Devido ao caráter local dos fenômenos e a diversidade de comportamento das rochas eruptivas em relação à alteração atmosférica, não se nos afigura interessante tentar correlacionar as cachoeiras dos diferentes rios, com o fim de discriminar os derrames. Na escarpa ocidental do planalto se denotam, com freqüência, três derrames. O superior e outros talvez, mais modernos, são vencidos pelo Paraná em Urubupungá e acima, e também, pelos seus afluentes. Sob o seu leito, abaixo dessa cachoeira encontra-se o segundo derrame, o qual só vai descer em Guaíra. É êste que forma a escarpa da serra de Maracajú, acidente homólogo da serra Geral.

Portanto, a orientação do curso dos rios, depois de atingidas a leste as eruptivas, é regulada ainda pela configuração horizontal dos derrames; procuram os talvegs as concavidades para oeste dessas linhas, de modo que, a partir de um certo ponto, correm em anfiteatros formados por êsses derrames. É o conceito já emitido pelo provector geólogo que é o Prof. Dr. Guilherme Bastos Milward. Os cursos dos afluentes do Paraná, quer em S. Paulo, quer em Mato Grosso, descem o degrau superior que abaixo de Urubupungá, circunda o eixo principal do vale, fenômeno particularmente claro no rio Pardo, em Mato Grosso.

Tais considerações, para o nosso fim especial, mostram, com exuberância, forçosamente encontrar-se, mais ou menos profundo, no eixo do vale do rio Paraná, um possante lençol eruptivo.

Em particular, na região de Sto. Anastácio, isto é, no vale do rio dêsse nome e ao longo do Paraná, nas proximidades, a eruptiva não se acha a grande profundidade. É o que mostra o seu afloramento no rio Sto. Anastácio e no do rio do Peixe, onde as cachoeiras correspondem à borda do derrame eruptivo superior.

A espessura mínima de eruptiva que deve ser encontrada pode ser prevista pelo desnivelamento do rio Paraná até em baixo do salto de Guaíra,

que é o de mais de 100 metros. Na serra de Botucatu e análogas, a espessura total das eruptivas, incluindo os leitos de arenitos é de mais de 200 metros. Admitida a constância da espessura dos derrames, teríamos, no eixo do vale, abaixo de Urubupungá, um lençol menos espesso que o evidenciado na escarpa. Entretanto, é muito provável que lá, devido a disposição das camadas, os primeiros derrames sejam muito mais espessos.

Temos procurado demonstrar a presença infalível do lençol eruptivo em toda a região de S. Paulo, situada a oeste dos seus afloramentos na escarpa e nos vales dos rios. Aliás é este um ponto dificilmente contestável, provado pelas sondagens executadas pelo Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil.

Vejamos agora, tomada a decisão de atravessar uma espessura de algumas centenas de metros de eruptivas, que prospectos seriam encontrados.

As formações sedimentares do sul do Brasil, particularmente em S. Paulo, têm, salvo exceções, a sua inclinação, aliás pequena, dirigida dentro do quadrante NW-W-SW. Mergulham portanto em direção ao eixo do vale do Paraná. De outro lado, os mesmos horizontes reaparecem a oeste, além do rio, no vale do rio Aquidauana e no Araguaia, em altitudes comparáveis às dos seus afloramentos em S. Paulo. Tais fatos sugerem fortemente uma disposição sinclinal com o eixo ao longo do rio. A estrutura seria, portanto, sob a espessura de eruptivas, desfavorável a acumulação do petróleo, tendo em vista as teorias clássicas, do equilíbrio hidrostático entre o petróleo e os lençoes d'água subterrâneos.

Entretanto é possível que a estrutura sinclinal não prevaleça no eixo, onde pode existir uma dobra, conceito que, entretanto, não é sugerida por fato algum de observação. Os afloramentos de arenito encontrados na barranca do Paraná manifestam apenas os fenômenos de falsa estratificação, salvo inclinações muito locais e duvidosas. Todavia as idéias modernas sobre o depósito do petróleo, quer hidrodinâmicas, quer capilares, admitem a presença de depósitos valiosos em pontos deprimidos das camadas.

De outro lado, ponderaremos não ser descabido o magno fator do derrame inferior ter emergido justamente ao longo do eixo do rio, hipótese que, verificada, importaria em perfurações exclusivamente em eruptiva.

As determinações magnetométricas que fizemos, certificam todas, a presença de grande espessura de eruptiva e mesmo sugerem de certa maneira a última hipótese. Do exposto, vê-se que a sondagem à margem do rio Paraná, obrigaria à perfuração de uma espessura considerável de eruptivas, quiçá total, não sendo animadoras as probabilidades nas camadas porventura existentes abaixo.

*ESTRUTURA NO MUNICÍPIO DE AVARÉ*

Posto que dela não advenha, pelos motivos que veremos, uma localização adequada à grande sonda pertencente ao Govêrno Estadual, pediremos venia para descrever ligeiramente essa estrutura.

A cidade de Avaré está situada no planalto a oeste da grande escarpa da Serra Geral, que, localmente, recebe o nome de serra de Avaré. Apresentam-se aí as camadas de areia argilosa, com concreções limoníticas, assentando sôbre o lençol eruptivo, o qual aflora mesmo dentro do perímetro urbano, no vale do ribeirão que passa próximo à via férrea.

A estrada que, de Avaré, vai atravessar o rio Paranapanema no pôrto Teófilo, saindo da cidade corre ainda por alguns quilômetros sôbre as camadas modernas para, no início da grande rampa, pela qual desce a escarpa, encontrar o lençol eruptivo. Esta formação continúa até o ponto em que a rampa se suavisa e começa um solo arenoso, indicador da presença de um banco de arenito. O rio no pôrto Teófilo corre num terreno arenoso que mostra ser o subsolo o mesmo arenito de base da serra.

A escarpa é de estrutura relativamente simples: um derrame eruptivo disposto sôbre camadas de arenito. Não são observáveis entre as eruptivas, os leitos lenticulares de arenito, de espessura reduzida, que se apresentam em outras secções, "verbi-gratia", em Botucatu, os quais são de caráter essencialmente local.

O arenito da base da escarpa e o lençol eruptivo representam a série S. Bento, do Sistema de Sta. Catarina, de idade triássica superior. Esta série é formada aí por dois grupos — o superior, composto de eruptivas e o inferior de arenito. É um fato que observamos em tôdas as secções da escarpa em S. Paulo, de acôrdo, aliás, com o que observou o Dr. I. C. White em Sta. Catarina. Entre as eruptivas do andar superior podem ocorrer as camadas lenticulares de arenito, sem que tal fato invalide a constituição apontada. Todavia, no Estado do Paraná, encontram-se secções em que logo acima do topo da série Passa Dois aparece um lençol eruptivo. E mesmo em S. Paulo, fora da escarpa, observam-se fatos talvez comparáveis, como veremos mais tarde.

Atravessado o rio Paranapanema, continua o solo arenoso, denunciante do afloramento do arenito. Ao ser encontrada a estrada de rodagem Itapeitinga-Pirajú, na casa do Sr. Adelino, ainda a formação é a mesma, porém, próximo, no ponto em que esta estrada atravessa o ribeirão da Posse, no leito dêste, já aparecem camadas com sílex, da série Passa Dois.

Seguindo pela estrada que vai a Faxina, observam-se por alguns quilômetros ainda as areias, resultantes da alteração do arenito; depois, afloram as camadas superiores da série Passa Dois, com sílex, inclinadas ligeiramente para o norte.

A estrada seguida acompanha, subindo, a margem esquerda do ribeirão da Posse. Na Fazenda Sta. Gertrudes, posto que em maior altitude que o primeiro afloramento da série Passa Dois, aflora o calcáreo do grupo Iratí, nitidamente caracterizado, cortado por pequenos diques eruptivos. Ao lado de um, no calcáreo aparece, enchendo fendas, o material betuminoso que tem sido classificado como albertita. Não muito longe, intercalados nos calcáreos ocorrem folhelhos betuminosos.

A estrada de rodagem supracitada, atravessado o ribeirão da Posse, começa a subir sensivelmente para galgar a Serra Velha. Os afloramentos da série Passa Dois, encontrados momentaneamente na travessia do ribeirão, desaparecem recobertos pelo arenito, o mesmo da base da escarpa. Assim até o alto, na fazenda Serra Velha, onde, no cafésal aflora a eruptiva que, mais adiante, forma um dique. Começa então a descida. E antes de Bom Sucesso já se encontram camadas com sílex, da série Passa Dois, inclinadas agora para sudeste.

Deixando em Bom Sucesso a estrada real e prosseguindo para o sul, vai-se encontrar no ribeirão da Tapera um afloramento do grupo Iratí, em altitude inferior a da fazenda Sta. Gertrudes. Da mesma maneira à margem do rio Guareí.

A elevação do horizonte Iratí, denuncia a existência de uma dobra anticlinal, cuja crista segue, mais ou menos, o divisor entre o ribeirão da Posse e os outros afluentes do Paranapanema, isto é as elevações que recebem o nome de Serra Velha. Esta feição fisiográfica, na sua parte superior aparente, é uma arquitetura tabular de arenito, em homologia com a serra, ou antes com a borda do planalto, da outra margem do Paranapanema. A deposição do arenito estendeu-se muito para leste, como atestam testemunhos encontrados, por exemplo, a serra de Angatuba; a erosão destruiu essas camadas, salvo onde as encontrou consolidadas pelas eruptivas. A erupção por vezes intensa deu lugar, no planalto, a derrames, de larga extensão, ao passo que, na Serra Velha, apenas atingiu a superfície. Julgamos que a erupção é correlata à disposição das camadas da série Passa Dois em anticlinal.

Em trabalho precedente, temos referido uma possível discordância angular entre a série Passa Dois e a série de S. Bento. Conquanto não deixe de existir esta discordância, o dobramento que favoreceu a erupção é pos-

terior aos arenitos, não sendo neles aparente aí devido a degradação superficial.

Recapitulando diremos que, de Avaré a Bom Sucesso temos: a oeste, um lençol eruptivo que emergiu por um canal cuja posição não podemos precisar; na Serra Velha um dique que deu lugar a um derrame incipiente, fenômeno provocado talvez pelo dobramento das camadas. A erosão trabalhou as camadas inter-compreendidas, desnudando a série Passa Dois.

Os diques encontrados na Fazenda Sta. Gertrudes são naturalmente apófisis de um outro, mais vertical e importante por onde se realizou a erupção. Entre a escarpa da serra de Avaré e a Serra Velha, não se encontram evidências de ação eruptiva.

As determinações magnetométricas mostram as anomalias que seriam de esperar sobre a escarpa e nas suas proximidades, e bem assim na Serra Velha e em Sta. Gertrudes. Entretanto na área situada entre êsse acidentes, nada revela que faça suspeitar a existência de eruptivas em profundidade.

Temos, portanto, um largo trato de rochas sedimentares, compreendido entre dois diques de eruptivas e com um capeamento relativamente espesso. Nele estão incluídas tôdas as camadas até a parte inferior da série de S. Bento e portanto os horizontes capazes de haverem gerado o petróleo, que sofreram esforços bastante pronunciados.

A disposição das camadas é adequada a reter o petróleo possivelmente formado, entre as eruptivas e as camadas inflamáveis do topo da série Passa Dois. Admitindo o equilíbrio hidrostático do petróleo, a posição mais favorável para o seu armazenamento seria a leste, próximo ao dique da Serra Velha. Corroborando nessa afirmativa, temos as ocorrências de albertita: força é dizer que este material resultou da oxidação do petróleo que, em maior ou menor quantidade, resultante ou não da distilação de rochas do grupo Iratí, existiu algum dia.

Seria conveniente uma perfuração entre o pôrto Teófilo e a Fazenda Sta. Gertrudes, mais perto dessa. Assim, à margem do ribeirão da Posse, pouco a montante da ponte da estrada de rodagem, a cerca de 30 km de Avaré.

#### *CONSIDERAÇÕES SÔBRE A ESTRUTURA DE BOA ESPERANÇA*

As elevações existentes na vasta planície limitada pelos rios Tietê e Piracicaba, são um aspecto fisiográfico que chama a atenção, à primeira vista do país. São morros arredondados, que se estendem do rio Congonhal até às cabeceiras do Anhumas. A presença das eruptivas aí é imediatamente

denunciada pelo solo, com manchas relativamente extensas de terra roxa, aproveitadas pela lavoura cafeeira.

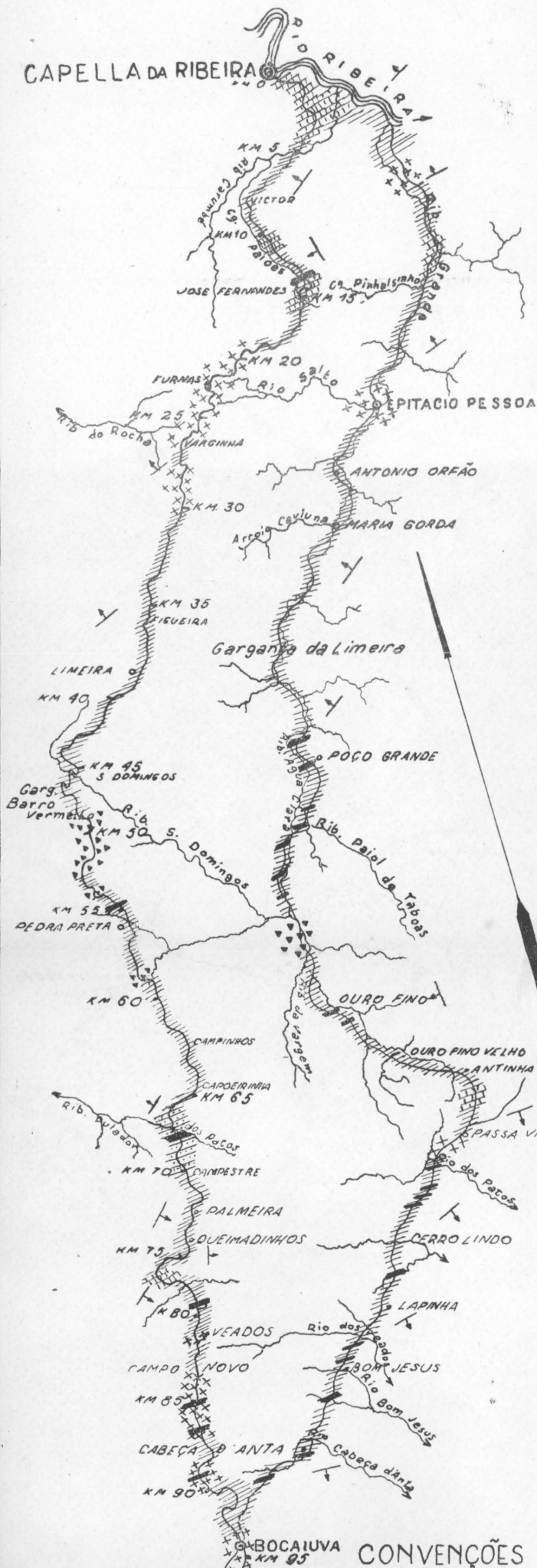
Na Fazenda da Boa Esperança, ao par das manchas de eruptivas nota-se uma área, onde afloram camadas com sílex, que caracterizam a série Passa Dois, fato já conhecido há bastante tempo pelos competentes geólogos da Comissão Geográfica.

Em Pôrto João Alfredo apresentam estas camadas com sílex, que se estendem, rio Piracicaba abaixo, até o pôrto do Limoeiro, onde há um leito com fósseis marinhos. Perto da ponte metálica, à margem esquerda, há uma boa exposição dos aludidos estratos que desaparecem pouco além, na estrada que vai a Boa Esperança, recobertos pelo arenito, mal exposto, que dá origem ao solo arenoso característico. Assim, até adiante da bifurcação entre as estradas que vão respectivamente às fazendas da Boa Esperança e S. Pedro. Na segunda, aparece uma eruptiva, cujo afloramento isolado forma um morro, a qual se seguem camadas da série Passa Dois, folhelhos com sílex, recobertos pelos arenitos por sua vez capeados pelas eruptivas, do alto das montanhas, que formam o divisor entre os vales do Tieté e do Piracicaba. Na outra vertente essas eruptivas se estendem até altitudes próximas a 600 ms. Depois reaparecem os arenitos, antes da Fazenda Bonfim, a cavaleiro da qual se desenvolvem montanhas formadas pela eruptiva. Para lá dessa fazenda, em direção ao sul, estende-se uma vasta planura, de solo arenoso, formada pelo arenito da série de S. Bento.

A outra estrada, já próximo à casa da Fazenda da Boa Esperança, encontra afloramentos de camadas da série Passa Dois, naturalmente contínuos aos precedentes, que prolongam-se para o sul, em elevações que atingem a altitude de mais de 600 m, particularmente aquela em que está a sonda. Só, nas cabeceiras dos cursos d'água, sobrepõe-se o arenito, sôbre o qual assenta a eruptiva, cujo afloramento é a continuação do precedentemente indicado.

Pouco antes da Fazenda do Pau d'Alho, vindo do norte, começa outro afloramento de eruptiva, que assenta também sôbre o arenito, observável na ramificação de estrada que vai a esta fazenda. Segue para sudeste, em direção à fazenda de Vista Bonita, evitando a sede da primeira. O vale do rio dêste nome, forma um grande "canõn" no qual é possível certificar a estrutura: a eruptiva recobrimdo o arenito horizontal. A direita dêste rio, encontra-se outro derrame, separado do primeiro por uma estreita faixa correspondente ao supracitado "cañon", que estende para o norte até próximo ao rio Congonhal, onde aflora o arenito. Para o sul segue, pela Fazenda do Pico Alto, até muito adiante, alguns quilômetros ao

CAPELLA DA RIBEIRA

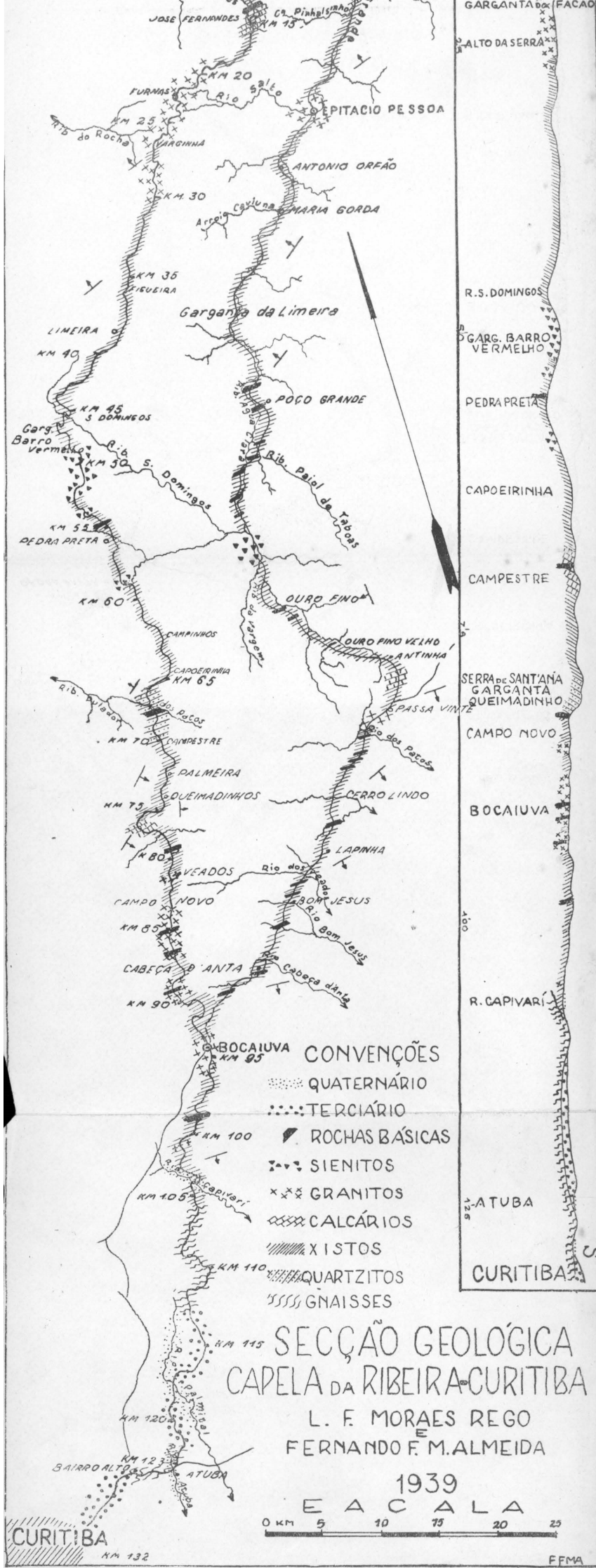


CONVENÇÕES

••••• QUATERNÁRIO

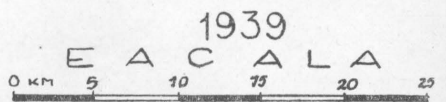
••••• TERCIÁRIO





- CONVENÇÕES**
- ..... QUATERNÁRIO
  - ..... TERCIÁRIO
  - ▀ ROCHAS BÁSICAS
  - ▒ SIENITOS
  - xxx GRANITOS
  - xxx CALCÁRIOS
  - /// XISTOS
  - //// QUARTZITOS
  - ssss GNAISSES

**SECÇÃO GEOLOGICA**  
**CAPELA DA RIBEIRA-CURITIBA**  
 L. F. MORAES REGO  
 FERNANDO F. M. ALMEIDA



**CURITIBA**

norte da do Monte Branco, sempre em contato com o arenito, que se intercala acima da série Passa Dois, dos afloramentos Boa Esperança, visíveis até certa altura no córrego do Pico Alto. Êsses afloramentos de eruptiva não se ligam aos precedentes; entre êles há uma área onde aflora o arenito, a E. S. E. da sondagem, no meio da qual encontram-se, porém, pequenas ilhotas isoladas dessa rocha.

Resumindo podemos descrever da seguinte maneira a geologia da região: eruptivas recobrando o arenito, colocado horizontalmente, em estruturas tabulares, e pela erosão, permitindo a exposição em área reduzida de camadas da série Passa Dois raras vêzes em contacto com a eruptiva.

As camadas que representam essa série são folhetos e calcáreos, com leitos de sílex. Denotam a sua parte superior, não só pelo seu aspecto litológico, no qual as côres carregadas são a notar, como também pela presença da fauna marinha.

Os fósseis marinhos, principalmente pelecípoda, são encontrados no morro da Boa Esperança, junto à sondagem, onde fizemos uma boa coleção. Como em outros jazigosossilíferos comparáveis, ao par dos moluscos, existem, em leitos especiais, impressões de licopodiaceas.

No ribeirão do Pau d'Alho, muito acima da barra do Pico Alto, já próximo à sondagem, junto a ponte da estrada de serviço, observamos camadas de calcáreo fétido, cinzento, com concreções de sílex negro, afloramento indicado pelo Dr. Eugênio Bourdot Dutra. O seu aspecto lembra muito o grupo Iratí, da base da série Passa Dois. As camadas parecem pouco inclinadas.

As altitudes dos afloramentos das camadas da série Passa Dois nos arredores de Boa Esperança, comparadas àquelas que se observam ao norte e ao sul, mostram, sem dúvida, uma sobrelevação. Com efeito: o horizonte com sílex e a fauna marinha, aflora no pôrto do Limoeiro, na altitude de menos de 500 m, ao passo que, atinge, no morro da Boa Esperança, a de 600 m. Para o sul, já no vale direto do Tieté, volta êsse horizonte a menores altitudes, como na cabeceira do rio das Pederneiras. Da mesma maneira o horizonte Iratí, que, à margem do Curumbataí, próximo a sua barra, está na cota 460 m; no morro do Enxofre, a cerca de 500 m; para atingir, na Boa Esperança, a 550 m. aproximadamente; ao sul aparece no Tieté, abaixo da barra do Sorocaba, já a menos de 500 m. As camadas ao par da sobrelevação seguem a inclinação geral para oeste, tratando-se portanto de uma aresta inclinada. Estas inclinações das camadas são, devido ao seu pequeno valor, a predominância do mergulho geral para oeste, e às más condições de exposição, pouco

visíveis diretamente. Alguns ângulos mais fortes, que apontaremos em seguida, são de caráter local.

As camadas de arenito da série S. Bento como já dissemos, mostram-se quase horizontais. Tais camadas cobriam toda a região tendo sido erodidas por toda a parte onde não consolidadas pelas eruptivas. É o fenômeno geral, sobre o qual já versamos e ao qual se liga a genesis do grande planalto que forma a oeste de S. Paulo e sul do Brasil.

A ligação entre o dobramento das camadas e as rochas eruptivas, é fora de dúvida: é claro que os magmas devem ter emergido, para se derramar depois, em pontos em que a resistência se tornou menor, em virtude de um dobramento prévio ou mesmo contemporâneo. A erupção não é, porém, a causa eficiente para o dobramento, mas sim uma sua consequência. A prova é a existência, mesmo em S. Paulo, de diques eruptivos cortando camadas pouco perturbadas. Entretanto, localmente, é possível o dobramento estar mais estreitamente relacionado com a erupção. É, talvez, o caso que observamos à margem do ribeirão do Pau d'Alho, perto da bomba da sonda, onde as camadas da série Passa Dois estão inclinadas de mais de 20°, com a direção NNW-SSE, direção do bordo do afloramento da eruptiva localizado a leste, nas elevações do Pico Alto.

As eruptivas da Boa Esperança são, em geral, posteriores à deposição de camadas de arenitos da série de S. Bento; assim o mostra a observação. Aquelas que estão em contacto com a série Passa Dois, possivelmente são intrusivas, ponto sobre o qual insistiremos no parágrafo seguinte.

Realizamos um levantamento magnetométrico detalhado da área cuja geologia descrevemos, medindo, em numerosos pontos, a intensidade de força vertical.

Em Pôrto João Alfredo, o valor da força vertical é o normal para a região entre o Curumbataí e o Araquá. Da mesma maneira até certa distância, pela estrada que vai à Boa Esperança. Antes da bifurcação da estrada que vai ao Pau d'Alho, começam a aparecer variações bruscas, numa alternância de máxima e mínima, que indicam a existência das eruptivas em profundidade.

Para o sul as indicações magnetométricas só se tornam normais, além da fazenda do Bonfim, já em altitude reduzida.

Na região da Boa Esperança e do Pau d'Alho, os fenômenos eruptivos foram muito intensos, extensivos, de uma maneira quase completa, à região em que as camadas estão elevadas. Uma perfuração aí nas proximidades do eixo da dobra, com grande probabilidade encontrará as raízes eruptivas, perdendo o interesse.

A sondagem iniciada verificou êste conceito, encontrando depois de uma espessura relativamente reduzida de sedimentos, a eruptiva. Pela configuração dos afloramentos e pelas determinações magnetométricas, julgamos provável a eruptiva continuar em profundidade, ou, mesmo admitindo que aquela encontrada seja um dique ou um silo, deparar-se não muito longe a raiz.

No centro do anfiteatro, circundado pelas eruptivas, na Boa Esperança, julgamos também, à vista das determinações magnetométricas, se estenderem tais raízes em profundidade. Só muito distante, onde a elevação das camadas já é pouco pronunciada, é plausível não encontrar em profundidade a eruptiva.

A dobra constatada na Boa Esperança parece continuar para oeste, aparecendo, denunciada pelas eruptivas, no Tieté, abaixo da barra do Alambarí e acima de Pôrto Martins, e prosseguindo até encontrar a escarpa, nos arredores de Vitória. Entre Boa Esperança e o Tieté, tal fenômeno não é aparente, devendo ser inferido apenas pela continuidade. Aí as eruptivas possivelmente não são tão abundantes quanto na Boa Esperança, de sorte que será uma localização a tentar. Acresce, a presença dos afloramentos de arenitos betuminosos em Pôrto Martins e em Alambarí, nos flancos da direção que nos parece a da estrutura.

#### *AS ESTRUTURAS CURUMBATAÍ — ARAQUÁ*

Nos vales dêsses dois afluentes do Piracicaba e, principalmente, na área intercompreendida, aparecem disposições estruturais muito interessantes, aliás, já conhecidas.

Levantando os afloramentos do contacto entre as camadas com sílex e os arenitos da série de S. Bento, entre Xarqueada e o rio Araquá, já nos tem sido possível organizar um esboço estrutural de uma pequena região. Nesse estudo, concluímos a existência de uma sobrelevação das camadas Passa Dois.

As áreas isoladas de afloramento das camadas com sílex, que caracterizam o topo da série supracitada, já eram conhecidas do Dr. Guilherme Florence, que as representou aproximadamente no mapa geológico publicado pela Comissão Geográfica e Geológica. São duas essas áreas, distintas posto que próximas: uma ao longo do ribeirão da Areia Branca, começando em um pequeno trecho do Araquá, imediato a barra dêsse ribeirão, e estendendo-se até muito próximo a Xarqueada; outra, no vale do ribeirão da Água Parada, com pequena largura na sua margem direita ao passo que na

outra, continua pelas elevações até certa distância. Tôda a região em tórno é de arenito da série S. Bento, cujos afloramentos envolvem completamente as áreas apontadas.

Consideramos, no trabalho referido, o contacto da série Passa Dois com os arenitos superiores paralelo a superfície de estratificação das camadas inferiores. Pelas altitudes dos contornos levantados estabelecemos curvas de nível estruturais aproximadas, que nos mostraram a existência de uma aresta elevada, de Xarqueada para sudoeste, passando nos arredores da Fazenda de St. Antônio.

Com esta base localizamos três perfurações que estão sendo executadas: a 1.<sup>a</sup>, a margem do ribeirão que nasce próximo a séde da Fazenda Sto. Antônio, a 2.<sup>a</sup>, na Cascatinha, na estrada que vai a esta Fazenda, e a 3.<sup>a</sup>, em Xarqueada. Os resultados têm confirmado em parte as nossas previsões. Assim é que as altitudes do horizonte Iratí nas sondagens de Xarqueada e da Cascatinha são sensivelmente iguais, enquanto que, de acôrdo com a inclinação geral, para sudoeste, no segundo ponto deveria ser muito menor. Em Sto. Antônio, já o horizonte Iratí foi encontrado mais baixo; explicamos o fato por ser localizado o furo ao sul do eixo de estrutura.

Com os levantamentos precisos que vem sendo efetuados pelo Dr. Salvio de Almeida, do Serviço Geológico, já podemos precisar melhor a localização dessa estrutura, confirmando o resultado obtido no furo de Sto. Antônio.

Em Xarqueada não é impossível que o eixo passe um pouco ao norte, como sugere o Dr. Chester Washburne, baseado na feição fisiográfica. Daí para oeste, êsse eixo segue mais ou menos a direção do ribeirão da Água Parada encurvando-se para o sul, pouco ao norte do furo de Sto. Antônio. Certas razões conduzem a pensar que êle segue paralelamente ao curso do Araquá, à margem esquerda e a leste da perfuração aí executada pelo Governo Federal, para atravessá-lo próximo ao pôrto do mesmo nome, terminando antes do Piracicaba.

A leste de Xarqueada, a presença do horizonte Iratí, em Paraizo, em altitude superior a 500 m, e mesmo, sob êle, do arenito esverdeado, que tem sido encontrado nas sondagens e referido à série Tubarão, em contraste com as altitudes dos afloramentos dêsse horizonte no Curumbataí, quer próximo a sua barra, quer muito ao norte, indicam a presença do eixo estrutural ao norte de Paraizo, aí de acôrdo com a inclinação geral, mais elevado que no Araquá.

O mapa geológico de S. Paulo, da autoria dos Drs. Florence e Pacheco, indica no eixo do vale do rio Curumbataí uma área de afloramento de camadas glaciais e também da série Tubarão. À margem dêsse rio, próximo

a ponte da estrada de rodagem estão expostos os calcáreos do horizonte Iratí. No leito aparecem as eruptivas, que formam as margens por uma larga extensão acima, até além da ponte da estrada de ferro. Só depois, começam a aparecer os arenitos esverdeados e além, camadas argilosas e arenosas, com seixos que representam a série Itararé. Assim na barra do rio Passa Cinco e ainda acima. Já próximo a Fazenda Sta. Rosa, reaparecem os calcáreos do grupo Iratí. Na margem esquerda o vale é delimitado neste trecho por uma rampa abruta, quase uma escarpa, no alto da qual aflora a série Passa Dois, capeada freqüentemente pelas eruptivas. Podemos observar êste acidente, com clareza, entre as fazendas Pitanga e Sta. Teresa, onde o grupo Iratí está quase no alto.

A presença dêste afloramento isolado de camadas mais antigas que a série Passa Dois, ao qual se liga a exposição do arenito esverdeado de Paraizo, poderia ser explicada simplesmente pela inclinação geral, dirigida para sudoeste e pela erosão, regulada pelo perfil de equilíbrio do rio, de acôrdo com a resistência das camadas. Entretanto as altitudes do grupo Iratí nos bordos, na Fazenda Pitanga e em Paraizo, maiores que aquelas encontradas mais ao norte, mostram que, as camadas foram sobreelevadas com a direção de leste para oeste, feição estrutural que, além de Paraizo continua como ficou explicado.

Caracteriza-se, assim, uma forma estrutural cujo eixo começa na Fazenda Pitanga, atravessa o Curumbataí, passa ao norte de Paraizo e talvez de Xarqueada, para se encurvar em direção ao sul. É uma aresta inclinada, forma a que os autores americanos aplicam a denominação "Nose".

O Dr. Washburne baseado ainda em razões fisiográficas considera o eixo principal da estrutura dirigido para oeste até a serra, sendo o trecho que apontamos uma ramificação. Devemos dizer que de Xarqueada a Ipojuca, o horizonte Iratí levanta-se bastante, nada levando a crer que as camadas não formem aí um monoclinal. É possível, todavia, que outra direção estrutural siga, mais ou menos, o curso do Passa Cinco até a escarpa, de forma mais achatada, prolongando-se para o norte na região do Rio Claro e além, no divisor de águas Tietê-Rio Pardo. Seria uma estrutura de caráter mais geral, a que se subordinaria aquela que descrevemos.

Na região compreendida entre Xarqueada e o rio Araquá são ausentes os afloramentos de eruptivas, salvo no bairro do Querosene. Entretanto as sondagens próximas ao rio Araquá, no Tucum e no Araquá (travessia da antiga estrada de rodagem), encontraram essas rochas, com espessuras limitadas, que, por êste fato e pela natureza dos contactos parecem ser

“sheets” e “sills” intrusivos. Nas sondagens de Sto. Antônio e Cascatinha localizadas a leste do eixo estrutural êsses “sheets” são muito estreitos.

A emersão do magma deu-se segundo o eixo, em um dique ou batolito, mais ou menos largo, que emitiu, por entre as camadas, ramificações.

No pôrto do Araquá aflora em um ponto uma eruptiva de caráter especial, com textura holocristalina, verdadeiro dolerito no meio do arenito da série de S. Bento; parece essa rocha corresponder ao eixo. No Bairro do Querosene, presumivelmente são diques, também intrusivos, não muito distantes do eixo.

A leste de Xarqueadas são freqüentes os afloramentos eruptivos dispostos, não só em contacto com os arenitos, como com camadas da série Passa Dois. Tais eruptivas são, em alguns casos, intrusivas, “sheets” e “sills”, como anteriormente em outros, derrames talvez.

Em Piracicaba a eruptiva está sôbre as camadas Iratí e abaixo de outras da série Passa Dois, é presumivelmente intrusiva, o mesmo “sheet”, que aparece acima da Fazenda Pitanga, ao longo da estrada Piracicaba-Rio Claro. Sob o grupo Iratí, no leito do rio Curumbataí, encontra-se um outro.

Em Paraizo, a eruptiva está também sôbre as camadas Iratí. Em Recreio se sobrepõe às camadas mais altas da série Passa Dois, e adiante, recobre o arenito. É possível que se trate de um derrame.

A textura das rochas, no caso que consideramos, não é hábil para uma informação cabal: mesmo as intrusivas, o resfriamento, devido à profundidade relativamente pequena, imprimiu um caráter porfítico, formando tipos da extensa gama em que a proporção da massa intersticial varia, compreendendo desde as doeritas até os basaltitos. Todavia o tipo amigdaloidal dos melafiros, peculiar aos lençoes do planalto, é ausente nas ocorrências que apontamos, o que sugere serem intrusivas, salvo talvez aquelas sobrepostas aos arenitos. Assim nos arredores de Boa Esperança, particularmente em Vista Bonita, onde aliás observamos tipos petrográficos mais próximos àqueles, nitidamente efusivos do planalto.

As erupções, pelo menos as que consideramos, parecem ter sido posteriores à deposição de uma certa espessura de arenitos.

A variação de facies, da série Passa Dois, na parte superior na qual é encontrada uma fauna marinha, para os arenitos da Série de S. Bento, de origem terrígena, indica um movimento. Durante o depósito da série Passa Dois, processou-se um abaixamento epirogênico que por fim permitiu a ingressão do mar. Um movimento brusco, em sentido contrário, suspendeu a sedimentação que, depois, pela reiteração do movimento descensional

lento, recomeçou com o facies terrígeno, formando os arenitos da série de S. Bento. Ao movimento ascencional brusco, atribuímos uma origem orogênica, que também imprimiu às camadas a inclinação geral. A êle seguiu-se uma curta fase erosiva. E pelo favor da inclinação, as camadas da série S.Bento colocaram-se em discordância sôbre as precedentes e em transgressão. A discordância angular posto que fraca é evidenciada em numerosas secções. Da erosão, obtivemos a prova em um testemunho da sondagem de Sto. Antônio, no qual existe uma pequena espessura de conglomerado, na base dos arenitos, com seixos de folhelho.

A erupção foi contemporânea ou posterior a uma nova fase diastrófica, pouco intensa como a primeira, cujas dobras apenas se fizeram sentir nas camadas inferiores amortecidas para cima, nos arenitos.

A discordância entre as séries Passa Dois e S. Bento é pequena e justifica-se o que fizemos, tomando o contacto entre as duas séries como uma superfície de sedimentação.

As determinações magnetométricas revelaram sempre anomalias plenamente caracterizadas ao longo da linha onde queremos vêr o eixo da estrutura. Essas anomalias, salvo exceções se vão tornando mais fracas a proporção que se afasta êsse eixo. Explica-se o fenômeno imediatamente pela presença das intrusivas ao longo da estrutura, confirmando as vistas que temos explanado.

A estrutura que descrevemos se nos afigura particularmente interessante, sobretudo porque o núcleo eruptivo parece não ser tão desenvolvido quanto naquele situado entre o Tietê e o Piracicaba, na altura de Boa Esperança. Demais, são muito pronunciadas as indicações da existência do petróleo.

Próximo ao eixo estrutural e de alguma maneira a êle conexos, encontram-se os afloramentos de arenito betuminoso do bairro do Querosene, e da Fazenda da Graminha.

A ligação das ocorrências de arenito betuminoso às erupções ficou demonstrada com os trabalhos do Dr. Guilherme Florence em Pôrto Martins. O estudo que temos feito das estruturas das camadas, já nos permite avançar mais um passo à questão: Julgamos que, não só essas ocorrências estão nas proximidades das eruptivas, como dispostas lateralmente aos eixos das estruturas. Com efeito, as de Pôrto Martins e de Alambarí ligam-se a estrutura que corre entre o Piracicaba e o Tietê, prolongada como indicamos; as de Guareí e do Bofete ladeam a estrutura que já temos referido, em outros trabalhos, do divisor das águas do Tietê e do Paranapanema.

O petróleo pode ter sido gerado por ocasião dos fenômenos diastróficos que permitiram a emersão das eruptivas, porém, não expressamente



por êsse último fenômeno que, de certa maneira, até o deve ter perturbado. A relação entre as eruptivas e os arenitos betuminosos é, em grande parte devida a presença dessas rochas nas estruturas onde se localizaram os depósitos de petróleo. A erupção, muito ao contrário de contribuir para a formação dêstes depósitos, os destruiu provocando é verdade, a exudação, que impregnou os arenitos. Todavia, algum petróleo pode ter remanescido nas camadas permeáveis profundas da estrutura.

As camadas matrizes do petróleo podem ter sido as camadas Passa Dois, as camadas Tubarão, as camadas fossilíferas interglaciais ou outras porventura localizadas abaixo, de idade devoniana. Todos êsses horizontes oferecem a mescla de condições marinhas e terrestres que, segundo vistas geralmente aceitas, caracterizam as formações geradoras do petróleo, acrescentando que na série Tubarão, seria possível encarar uma origem vegetal.

Conquanto a explicação da impregnação betuminosa nos arenitos pela distilação dos folhelhos do Iratí, se acorde com a variação de teor em matéria betuminosa e com a proximidade de eruptiva, ponderaremos:

- a) o grupo horizonte Iratí é observado em contacto com eruptivas, sem que tais fenômenos se produzam.
- b) a quantidade de matéria betuminosa não é proporcional a uma distilação local do folhelho.
- c) a substância betuminosa, em alguns casos asfáltica, em outros mostra-se mais rica em parafinas, ao passo que a distilação do folhelho gera óleo asfáltico.
- d) a distilação fracionada natural, devida à eruptiva, é menos verosímil, porquanto essa ação tenderia até a polimerisar o produto.

É necessário admitir a formação do petróleo em profundidade, antes da exudação hoje patenteadada. A distilação natural dos folhelhos seria, pelos mesmos motivos, menos hábil para explicar a sua genesis. É indispensável admitir a realização de outros processos, ainda pouco conhecidos, que deram origem ao petróleo em outros países.

Na extremidade oriental de estrutura, nos arredores de Assistência, patenteia-se outro indício — a ocorrência de betumes nos calcáreos do grupo Iratí, que entretanto podem ter sido gerados “in loco”.

Certos fatos: a presença de vestígios de petróleo abaixo do horizonte Iratí, de natureza diferente daqueles encontrados neste horizonte, constataada pelo Dr. Bourdot Dutra em uma sondagem e, bem assim, os betumes em camadas análogas do rio Curumbataí ocorrência que não podemos veri-

ficar, sugerem ser a rocha matriz do petróleo, que eventualmente se encontre em S. Paulo, situada abaixo da série Passa Dois. Muito embora, tais fenômenos poderiam ser explicados por uma migração de cima para baixo.

O Sr. Washburne chama particularmente a atenção sôbre o devoniano, cuja presença já havia sido encarada por outros profissionais. Sem negar o possível valor de tais camadas e a possibilidade de sua presença, chamaremos a atenção para a presença de folhelhos com uma fauna marinha na série Itararé, descoberta no Paraná pelo Dr. Euzebio de Oliveira e para os pelecípoda marinhos últimamente obtidos em Sta Catarina, nas camadas Tubarão, pelo Dr. Annibal Alves Bastos.

As sondagens efetuadas ao longo dessa estrutura já têm obtido alguns resultados. Não falando no gás natural, que não nos parece correlato ao petróleo mas sim um despreendimento dos calcáreos fétidos, citaremos o óleo encontrado no poço do Araquá.

Quanto às sondagens ultimamente iniciadas a sua profundidade ainda é pequena. Da mesma maneira a da Fazenda Sta Teresa, feita pelo Dr. Martim Levy, particularmente apto a fornecer dados valiosos sôbre os fenômenos abaixo do horizonte Iratí.

Uma outra sondagem podendo atingir grande profundidade, nessa estrutura, onde a par de um dobramento nítido das camadas são encontrados numerosos indícios não é absolutamente fóra de propósito.

A localização melhor para tal sondagem, a nosso entender seria à margem direita do ribeirão da Areia Branca, 3 km acima do pontilhão da E. F. Sorocabana, bastante próximo ao eixo da estrutura, e da exudação do bairro do Querosene.

### CONCLUSÃO

“In limine” mostramos a localização próxima do rio Paraná, importar na perfuração de uma grande espessura de rochas eruptivas não sendo na nossa opinião as probabilidades as mais tentadoras. Juntando-se a isso as dificuldades de transporte e também a perfuração difícil das camadas modernas superiores, julgamos não ser aconselhável, por ora, tal perfuração.

A estrutura de Avaré tem contra si, para localização da grande sonda do Govêrno Estadual, as dificuldades de transporte.

Fizemos sentir que, nos arredores de Boa Esperança, sempre que as camadas estão sobrelevadas com grande probabilidade, serão encontradas raízes eruptivas. Na estrutura que corre entre o Piracicaba e o Tietê, seria

conveniente um ponto entre Pôrto Martins e Boa Esperança, com o inconveniente de grande dificuldade de transporte.

A estrutura do vale do Araquá, destaca-se pela ausência de fenômenos eruptivos intensos e pela abundância de indicações. A localização que apontamos, à margem do ribeirão da Areia Branca, 3 Km acima do pontilhão da E. F. Sorocabana, parece-nos merecer particular atenção, não só pelos requisitos estruturais, e pela vizinhança da exudação do bairro do Querosene, como também pelas facilidades que comporta.

As outras estruturas conhecidas no Estado são: a de Belo Monte onde está sendo efetuada uma perfuração e a do divisor Tietê-Parapanema onde também está localizada uma sondagem.

Esta última comportaria uma outra perfuração, mais ao norte, entre a atual e o Bofete, onde, porém, o transporte seria difícil.

Tais são as considerações que julgamos útil aduzir para, ouvidos os competentes, ser fixado o local da nova perfuração.

Terminando, diremos que a possibilidade de ser encontrado o petróleo no Estado de S. Paulo, é um fato inegável, à vista do que está atualmente estabelecido pela Ciência, que entretanto, não pode, a priori, pronunciar-se sobre a certeza da existência do combustível líquido. Cabe às sondagens resolver em definitivo. Apenas é possível fixar, com grande probabilidade, a localização do petróleo caso exista. É o que ultimamente tem sido feito e de que resulta o programa de sondagens, que vai sendo posto em prática pelos Governos Federal e Estadual. Somente, cumprido tal programa, executada mesmo, como "ultima ratio" uma perfuração profunda, próximo ao rio Paraná, será possível uma opinião definitiva.

*S. Paulo, 26 de maio de 1930*

## O PASSADO E O FUTURO DA MINERAÇÃO EM OURO-PRETO

*Luciano Jacques de Moraes*

O passado da mineração em Ouro-Preto é, em grande parte, a história mesma de Minas Gerais, em cuja vida essa cidade representa a célula inicial, que depois se desenvolveu e multiplicou para derramar-se sobre todo o território da então capitania do ouro e dos diamantes!

A localização de Ouro-Preto e o seu desenvolvimento foram obra exclusiva do ouro como já observou Saint Hilaire.

Verificado o primeiro achado do metal precioso, no Tripuí, em 1696, conforme Calógeras, começou, no ano seguinte, o *rush* de aventureiros para as minas de Vila-Rica, avolumando-se nos anos consecutivos. Em 1697, o padre João de Faria já lavrava as areias e cascalhos que descobrira no regato ainda hoje designado pelo seu nome; e Antônio Dias de Oliveira também o fazia nas margens do córrego atualmente denominado Antônio Dias.

Feitas as descobertas, a fôrça de atração do ouro ocasionou o povoamento do território de Minas Gerais. Grandes massas de gente afluíam de S. Paulo, Rio de Janeiro Pernambuco, Bahia e Europa para lavar os terrenos dos arredores de Ouro-Preto e de Sabará.

Lavradas as formações auríferas de meneio mais fácil, de aluvião e encostas, passaram os antigos mineradores aos trabalhos subterrâneos.

Os processos usados antigamente na lavra das jazidas auríferas e no tratamento dos minérios só permitiam o aproveitamento do ouro mais fácil de extrair e, uma vez êste esgotado, tornando-se necessário o emprêgo de métodos mais aperfeiçoados, começou a decadência das minas.

A falta de espírito associativo muito contribuiu para essa decadência, sendo cada lavra de propriedade individual e trabalhada por seu dono. Também à legislação inadequada cabe uma importante parte na falência da indústria extrativa do ouro, até há bem pouco tempo.

Cansados de violências e desanimados pelas dificuldades de exploração, os mineiros se viram, pouco a pouco, obrigados a abandonar suas lavras.

Foi, pois, a mineração que povoou Minas e, mais tarde, pelo empobrecimento das lavras ou dificuldade de trabalhá-las, os mineiros tornaram-se agricultores e espalharam-se por todo o território daquela província e pelo das províncias vizinhas, à procura de terras mais férteis. O mesmo fenômeno ocorreu no século passado, na Califórnia por ocasião do *rush* do ouro, região que depois se tornou mais rica por sua agricultura do que pela produção do metal precioso. Ainda hoje, em certas regiões do nosso país, como em Goiás, a fascinação dos garimpos diamantíferos faz convergirem para essas paragens baianos, mineiros, maranhenses e filhos de outros Estados, grande número dos quais se tornarão agricultores.

Começou, assim, a operar-se o despovoamento dos distritos mineiros, em benefício das zonas agrícolas. Em meados do século XVIII, Vila-Rica chegou a ter uma população de 80.000 almas.

Em 1694, Matias Cardoso, após suas arrojadas expedições à procura das minas de pedras preciosas, vai fundar fazendas de gado nos sertões do S. Francisco. O mesmo fez o seu companheiro Antônio Gonçalves Filgueiras que, depois de descobrir os sertões do rio Pardo e do rio Verde, montou engenhos e várias fazendas, dentre as quais uma que deu origem à atual cidade de Montes Claros, e abriu estradas da Bahia ao Rio das Velhas.

No século XVIII, o Brasil era o país que mais ouro produzia no mundo e quasi que manteve o seu monopólio. A quasi totalidade dêsse ouro vinha de Minas e uma boa parte de Vila-Rica. De 2.750 kg, em 1701, as minas brasileiras passaram a produzir 8.850 kg entre 1721 e 1740 e 14.600 kg no intervalo que vai de 1741 a 1760, de acôrdo com De Launay. A produção total de ouro do Brasil até 1835, conforme Guérin, elevou-se a 1.555.000 kg.

Quando os serviços de mineração se achavam em plena prosperidade em Minas, por volta de 1750, o número de pessoas empregadas em mineração orçava em mais de 80.000, e em 1820 essa quantidade havia sido reduzida a 6.000 pessoas.

Tomando por base o quinto, Eschwege avaliou em 5.850 kg a produção de ouro em Minas, em 1750.

Em 1759, o quinto excedeu a 116 arrobas e se conservou em cêrca de 100 arrobas até 1766, correspondendo, assim, a uma produção de 8.500 a 7.500 kg de ouro.

Foi entre 1755 e 1766 que a indústria extrativa do ouro gosou da maior prosperidade em Minas.

Nos anos de 1935 e 1936, a produção de ouro naquele Estado, incluindo o das minas e o obtido pelos fiscadores, vai respectivamente de 5.500 a 6.000 kg.

Para avaliar a importância da mineração em Ouro-Preto, não é preciso, porém, recorrer à história. O melhor testemunho é ostentado pelas encostas escalavradas, pela enorme quantidade dos mundéus, regos e reservatórios de água e pelas inúmeras excavações a céu aberto e centenas de galerias cruzando-se em várias direções e das quais constituem um exemplo estupendo as afamadas minas dos Tassaras. Também o grau da atividade nessas lavras é patenteado pelas ruínas de aglomerados de habitações e outras edificações, de que temos exemplos no célebre Morro da Queimada, no Taquaral e outros pontos.

O quadro mais pujante, porém, do desenvolvimento da mineração em Ouro-Preto e da sua passada grandeza é exibido aos olhos extasiados dos recém-vindos a essa cidade pelos monumentos de arte colonial e históricos ali existentes. São os templos com as obras imperecíveis do genial Aleijadinho, os lindos chafarizes de pedra, a casa dos Contos, onde ainda paira o ambiente de mistério; é a casa de Marília, teatro onde foi representado o drama de amor sem ventura de Gonzaga e que ainda conserva o aroma desse passado tão poético. . .

Nos tempos coloniais, Ouro Preto foi uma escola de mineração, continuada nos tempos atuais através da Escola de Minas. A diferença é que antigamente tudo era empirismo, oriundo apenas da experiência; hoje é o resultado da aplicação de métodos científicos, aliando a ciência à prática. Outrora, dali saíram mineiros que foram trabalhar em outras regiões de Minas e do Brasil. Hoje, filhos da Escola de Minas, que ali passaram mais de um lustro, encontram-se espelhados pelo país afóra, desenvolvendo suas atividades em vários setores da engenharia e na direção de muitas empresas e serviços públicos. O Departamento Nacional da Produção Mineral é quasi inteiramente constituído por engenheiros que, naquela cidade, beberam os seus primeiros conhecimentos técnicos.

Os progressos experimentados pelos métodos de mineração e pelos de tratamento metalúrgico dos minérios permitem, hoje, o aproveitamento das jazidas auríferas de baixo teor, dantes dificilmente trabalháveis. Também, o alto preço do ouro, nos últimos anos, tem uma incalculável influência a esse respeito. É o que se observa em toda a parte, principalmente nos países que se colocam na vanguarda dos produtores desse metal, como a África do Sul, Rússia, Canadá, Estados Unidos, Austrália, Rodésia e Japão.

Conhecimento do teor das jazidas, das reservas existentes, das condições de exploração e dos métodos de tratamento adequados para os

minérios são os principais fatores para a lavra das minas de ouro. É o que vem fazendo o Departamento Nacional da Produção Mineral, em Minas Gerais e noutros pontos do Brasil.

A Divisão de Fomento da Produção Mineral elaborou um plano de estudos das jazidas minerais do Centro de Minas, em 1933, dentre as quais figuravam as de Ouro Preto. Esse serviço, então a cargo do engenheiro Fernando Lacourt, iniciou-se com um reconhecimento geológico estrutural da área da falha de Ouro Preto, da carta geográfica de Minas, a fim de ter uma base para um plano seguro de pesquisas das jazidas minerais, especialmente de ouro. Foram estudadas, assim, as jazidas dos arredores daquela cidade, onde foram visitadas centenas de galerias antigas.

As amostras dos minérios e rochas colhidas nessas minas foram submetidas a estudos petrológicos e calcográficos, com o objetivo de facilitar a interpretação genética das zonas mineralizadas e fornecer uma primeira orientação para os serviços de lavra e tratamento dos minérios.

Os minérios extraídos dessas minas foram tratados experimentalmente a fim de se determinar o teor em ouro e prata dos mesmos e se obterem os dados sobre amalgamação, cianetação e flutuação.

Os elementos assim obtidos servem para orientar os interessados em empregar capitais na indústria de mineração.

Dêste modo, vem se rehabilitando essa indústria, que está reservada a tornar a desfrutar o prestígio que já gosou na vida econômica do país.

Trabalharam os antigos, com grande intensidade, nas encostas sul da Serra de Ouro Preto, no trecho que vai do Taquaral à Grotta da Canôa, numa extensão de 7 quilômetros de leste para oeste e área de 6 quilômetros quadrados. O número de antigas galerias aí encontradas excede a 350, com comprimento variável de 50 a 500 metros. Em certos casos, a área trabalhada em cada galeria alcança a 50.000 metros quadrados. Nos trabalhos a céu aberto, a área correspondente a cada lavra chega, às vezes, a 80.000 metros quadrados, para um volume de material removido de 2,5 milhões de metros cúbicos, como acontece nas lavras da Cata e do Veloso. No trecho supra mencionado, encontram-se numerosas lavras, dentre as quais apenas citaremos as seguintes: do Taquaral, Águas Férreas, Tassarás, Padre Faria, Morro da Queimada, Lages, Ouro Podre, Pelucia e Veloso.

Embora muito trabalhadas pelos antigos, essas lavras ainda encerram um pouco de minério, que avaliamos em 20 a 30% da reserva primitiva e talvez possa ser economicamente extraído e tratado, visto como a sua prospecção está em grande parte feita e a mineração será sobremodo facilitada pelos trabalhos subterrâneos existentes.

Estas jazidas e muitas outras da zona de Ouro Preto e dos municípios vizinhos foram estudadas pela Divisão de Fomento da Produção Mineral. Os resultados de tais estudos serão de grande incremento para o desenvolvimento da indústria mineral naquela região.

Além das jazidas de ouro, encontram-se nos arredores daquela cidade, importantes depósitos de pirita, de minérios de ferro, manganês, alumínio e bário.

São enormes as reservas de minério de ferro existentes no Morro do Cruzeiro, Serra de Ouro Preto, Serra de Antônio Pereira e Morro de Santana, em Burnier e na fazenda do Timbopeba, muitas das quais se acham à margem ou próximas do leito da estrada de ferro.

Os minérios de manganês se encontram, em abundância, na zona de Burnier, no Capão da Lana, no Morro do Gabriel, em Rodeio, Botafogo e Três Cruzes, quilômetros 499 e 508 do ramal de Ouro Preto, da E. F. C. B., e nas imediações dessa cidade, como sejam os do Morro do Cruzeiro e Gambá, do Tombadouro, Saramenha, Manso e de Maria Soares. Além desses, há outros depósitos na região em Antônio Pereira, Timbopeba e Areião.

Existem vários depósitos de bauxita nos arredores de Ouro Preto, dentre os quais se destaca o do Morro do Cruzeiro, em exploração pela Companhia Eléctro-Química Brasileira, que utiliza o minério na usina do Saramenha. Outros depósitos ocorrem nas fazendas do Tesoureiro, do Manso, do Gama, em Hargreaves e no Bahú, lugar êste situado perto de Antônio Pereira.

Na região de Ouro Preto, encontram-se diversos depósitos de baritina, dos quais se conhecem os seguintes: Chacrinha, Chácara do Cintra e Bom Jesus, no lado leste da cidade; Igreja Velha e Timbopeba, na zona de Antônio Pereira.

A jazida de pirita do Gambá vinha sendo explorada por três organizações industriais diferentes, hoje encampadas pelo Govêrno, cujos benefícios para aquela terra são bem visíveis.

Há talco nos arredores da estação de Crockatt de Sá, onde se faz exploração dêste minério não metálico. Conhecem-se, aí, os depósitos de Pedro Vicente, Pedro Alcântara e há vagas notícias de outros. Também existe talco em Bandeirantes, em Sumidouro de Mariana, São Caetano, Santa Rita, Itatiaia, Rodrigo Silva e Cachoeira do Campo.

Ocorrências de amianto são mencionadas nas zonas de Timbopeba, Taquaral, Sumidouro, Fragoso, Hargreaves e Crockatt de Sá, mas até o presente tôdas elas se mostraram destituídas de valor econômico.



Importantes jazidas de calcáreo existem na região de Ouro Preto, algumas das quais se encontram em exploração. Há pedreiras deste material em Burnier, Usina Wigg, Cachoeira do Campo, Botafogo, Fazenda da Caieira, Ojó e Chacrinha, Chácara do Cintra e Bom Jesus, Igreja Velha e Timbopeba. Tem-se extraído mármore das pedreiras de Cachoeira do Campo e Ojó, e em Caieira existe uma fábrica de cal. Em Timbopeba, também, já se fabricou este produto. Da jazida de Botafogo é enviado calcáreo dolomítico para a usina Siderúrgica Belgo Mineira, em Sabará, material que também se extrai nas vizinhanças de Rodrigo Silva para ser remetido para o Rio de Janeiro.

São afamados os topázios de Rodrigo Silva, cuja jazida se acha mais ou menos em abandono, há bastante tempo, lavrada apenas por garimpeiros.

O aparecimento do cinábrio em Três Cruzes, próximo a Tripuí, é conhecido desde longa data, porém até o presente momento parece que tal ocorrência é destituída de valor industrial. Também em Dom Bosco se encontrou esse minério de mercúrio, mas o depósito é de pequena capacidade.

As ocras, com largo emprêgo na fabricação de tintas, há mais de vinte anos que têm os seus depósitos conhecidos e explorados nas redondezas de Ouro Preto, donde se faz exportação do produto para o Rio de Janeiro, S. Paulo e Argentina.

Tratando de recursos minerais, não devemos esquecer as águas subterrâneas drenadas das velhas minas e que abastecem aquela cidade. Os trabalhos de prospecção realizados pela Divisão de Fomento da Produção Mineral mostraram que a sua captação pode ser melhorada, com considerável aumento da vazão.

Um assunto que também não pode ser descurado é o da prevenção de acidentes e as medidas higiênicas para impedirem o desenvolvimento de doenças comuns nas minas, especialmente a silicose, motivada por excesso de poeira na atmosfera das frentes de trabalho.

Há uma relação íntima entre o aproveitamento das jazidas minerais e as vias de transporte. Como é notório, a falta de transportes muito tem dificultado o desenvolvimento da mineração entre nós, principalmente na época atual, com a enorme procura dos metais básicos e minerais industriais. Hoje, são necessários maquinismos pesados, como sondas, dragas, moinhos, bombas, compressores, motores, etc., além de estruturas diversas para as construções subterrâneas e superficiais.

Reconhecendo o elevado valor histórico e artístico daquela cidade, o Governo Federal transformou-a em monumento nacional a fim de proteger

o patrimônio ali existente e preservar o seu aspecto colonial para que não se transfigure sob a influência do modernismo.

Para completar essa obra, o Govêrno devia crear um parque nacional abrangendo o pico do Itacolomí e os terrenos por detraz dêste até o rio Gualaxo do Sul, onde ainda se encontram matas povoadas por avultado número de especimens de nossa fauna. Outros exemplares desta, que já se vão tornando raros, podiam ser ali colocados. E dentro de algum tempo, ter-se-ia no Centro de Minas Gerais, em zona salubre, servida por estradas de ferro e de rodagem, um lugar onde os turistas e mesmo a nossa gente poderiam fâcilmente estar em contacto com o meio brasileiro, tal qual o conheceram os nossos avós.

Além dêsse aspecto da questão, haveria o interêsse geológico despertado pela vista do majestoso Itacolomí e das formações geológicas que constituem aquela região e seus arredores, o que seria de grande alcance para os estudiosos, tanto nacionais como estrangeiros.

Êste plano seria completado por uma boa estrada de rodagem para o Itacolomí e de acesso ao parque.

Dêste modo, dotada de boas estradas, hotéis confortáveis, oferecendo motivos de real interêsse que pudessem atrair os visitantes de fora por meio de inteligente propaganda, Ouro Preto poderia tornar-se um grande centro de turismo, de que muito haveriam de lucrar a cidade e o Estado de Minas Gerais.

Hoje, os parques nacionais são objeto de especial carinho em vários países, por exemplo, nos Estados Unidos, África do Sul e Japão.

Êsses parques são, aí, uma espécie de museus vivos que conservam para as gerações futuras um pouco do aspecto primitivo das regiões naturais do país, anterior à ação devastadora do homem civilizado.

Sem a creação de semelhantes parques em alguns pontos do território nacional, é fora de dúvida que dentro de algumas décadas passarão para o domínio histórico os mais interessantes aspectos de nossa fauna e flora, destruídas pelo fogo, pelas derrubadas e pelas caçadas.

Ouro Preto aí está, página viva e colorida do Brasil de ontem e que urge seja preservada, religiosamente, para gáudio e glória dos brasileiros de amanhã.

A creação, ali, de um parque nacional, é tarefa que se impõe e dos governos reclama acurada e decisiva atenção.

## AVALIAÇÃO DE JAZIDAS MINERAIS

*Octavio Barbosa* (1)

e

*Alceu Fabio Barbosa* (2)

A avaliação de jazidas minerais e minas é assunto que vai crescendo de importância a cada momento, no Brasil, dado o impulso das atividades mineiras do País nos últimos anos.

O Conselho Nacional de Minas e Metalurgia, em suas reuniões, tem focalizado a questão por mais de uma vez, e acentua a necessidade de estabelecer-se uma fórmula que venha resolver definitivamente o delicado problema.

É nosso objetivo neste artigo fazer alguns comentários sobre a fórmula de Hoskold, largamente usada na Inglaterra e nos Estados Unidos da América do Norte na avaliação de jazidas e minas, divulgar sua origem e consequências e preconizar sua aplicação aos casos brasileiros. Como se trata de uma fórmula aceita sem mais discussões nos países de língua inglesa, pensamos que a sua aceitação por nosso meio técnico virá sanar a lacuna existente, e evitar maiores debates em torno de uma questão já resolvida em outros países. O assunto não exige solução brasileira. A fórmula é impessoal e apenas seus termos devem sofrer as limitações impostas pelo ambiente da economia nacional.

Avaliar uma jazida ou mina é determinar o seu valor venal ou o seu valor em dinheiro, pelo qual os direitos sobre a propriedade mineral, reservas e inversões iniciais, possam ser transferidos de um vendedor a um comprador voluntários. São motivos frequentes para avaliação: a transferência a outros proprietários, a dissolução — organização ou fusão de companhias, pendências judiciais, tributação, etc.

---

(1) Prof. Catedrático de Mineralogia Petrografia e Geologia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

(2) Prof. da Cadeira "Jazidas Minerais e Legislação de Minas", da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Precede a avaliação a determinação cuidadosa da reserva mineral e do teor recuperável ou valor unitário da substância útil, por meio de pesquisa detalhada, conforme exige o Código de Minas brasileiro.

Só excepcionalmente, no caso de reservas de aproveitamento integral imediato ou em prazo muito curto, é que se determina o valor da jazida com base na multiplicação direta da reserva útil pelo valor corrente no mercado. Na maioria dos casos, decorre intervalo variável entre o aproveitamento da parte mais acessível da jazida e da menos acessível, intervalo que é função da produção anual e da reserva, isto é, da vida da mina.

O aproveitamento total das reservas obedece, portanto, a uma determinada marcha anual de trabalho, e os lucros do empreendimento estão sujeitos ao mesmo ritmo. O lucro anual é o quociente do lucro total pelo número de anos da mina e é suposto igualmente distribuído por todos os anos. É definido por Truscott (1), pag. 160, como sendo o *dinheiro legitimamente distribuído anualmente como dividendo ordinário*.

Parece claro que em um depósito mineral que está sendo atualmente avaliado, para uma vida mais ou menos longa, o lucro anual deve ser computado pelos seus valores atuais, mediante uma taxa fixa que em cada ano reproduza o valor correspondente ao quociente mencionado anteriormente; o lucro correspondente ao 15.º ano não terá atualmente o mesmo valor do lucro do 5.º ano. É um caso de juros compostos.

Nascem daí as considerações que vão nos permitir a dedução da fórmula de Hoskold, que está apoiada indiretamente na definição do *valor* de uma jazida ou mina, que compreende também outras inversões iniciais, definição esta que é, segundo Lewis (2), pág. 520, e Truscott (ob. cit.), pág. 162, e Young (3), pág. 689, em resumo, a seguinte: *O valor de um depósito mineral é a soma dos valores atuais do lucro anual, previsto para a sua fase de lavra e industrialização*.

É uma definição aceitável em princípio, porque é coerente avaliar-se uma indústria em função dos lucros que ela nos proporciona. Dela decorrem diversas consequências. Assim, um mesmo depósito mineral pode ter valores diferentes, no mesmo momento, dependendo do fim e da transformação da substância mineral. A uma jazida de calcareo, para fabricação da cal, deve ser atribuído um valor diferente do que aquele que ela teria na fabricação de cimento. Os lucros em cada caso são bem diferentes. O caso ideal de valor único para a jazida, seria alcançado mediante a paridade de lucros em ambas as indústrias.

(1) Truscott, S. J. — Mines Economics. 1937. Mining Publications Ltd. London.

(2) R. S. Lewis — Elements of Mining. 2.ª ed., 1941. J. Wiley & Sons. N. Y.

(3) Young, G. J. — Elements of Mining. 1932. Mac Graw-Hill Book Co. N. Y.

A posição das partes interessadas no negócio de um depósito mineral deve ser também levada em consideração pelo engenheiro encarregado da avaliação. O concessionário que vende substância mineral não pode pretender para a sua jazida um valor igual ao que ela teria se outro concessionário lavrasse e transformasse a mesma substância. O primeiro opera com pequena inversão inicial em substância, em geral, de baixo valor, ao passo que o segundo dispense grandes somas iniciais em instalações de superfície, subterrâneas, beneficiamento e metalurgia, para obter produto de alto valor e imediata utilização pelo homem. O valor, como definimos, compreende não só o valor da jazida como também a soma de todas as inversões. Tudo está em função do destino e transformação da substância mineral.

As reservas de matéria prima não mineral das indústrias são praticamente ilimitadas, e as inversões destas indústrias não têm, de modo geral, dependências fundamentais com aquelas reservas; não raro a instalação de indústrias congêneres estimula o aumento da reserva.

No caso de depósitos minerais a coisa é diferente. As reservas são quasi sempre grandezas finitas e relativamente escassas quando comparadas com a matéria prima de outras indústrias. A inversão inicial é função da reserva e há elo estreito entre elas e o valor da jazida, vida da mina e transformação da substância mineral. Mesmo no caso de simples concessionários vendedores de substâncias minerais, cada ano que passa ele vê suas reservas diminuídas.

A fórmula de Hoskold, para grandes jazidas, atribue valores para as reservas até 50 anos de vida, que é um limite extremo das previsões humanas. Além desta idade o valor da jazida é sensivelmente constante e a reserva excedente terá apenas um valor potencial não computável. Só além deste limite excepcional é que os depósitos minerais poderiam ser equiparados a outras fontes comuns de matérias primas para a indústria.

É interessante observar que o valor de uma mina decresce gradualmente à medida que se exaurem suas reservas, e no fim de sua vida todo o capital invertido deve ter sido reembolsado com certa margem de lucros.

Estas e outras considerações que poderiam ser acrescentadas justificam plenamente o cálculo do valor de um depósito mineral em função do lucro anual.

\*

\* \*

Para a determinação do lucro anual e portanto do valor, é necessário o exame de diversos elementos. No caso de mina em lavra estes dados são

facilmente obtidos e a avaliação não oferece dificuldades. No caso de jazidas virgens a avaliação é mais difícil porém quasi sempre pode-se determinar-lhe o valor.

Além da reserva e teor recuperável devem ser considerados detalhadamente (Lewis, ob. cit. pág. 520) e (Truscott, ob. cit. pág. 159):

1.º — *Preço futuro dos produtos:*

O preço dos produtos, que influirá diretamente na determinação do lucro anual, deve ser estimado o mais rigorosamente possível. Os preços correntes podem ser adotados, porém é aconselhável tomar a média dos últimos 25 ou 30 anos. No caso de venda da substância mineral procede-se da mesma maneira. O estudo das condições dos mercados, em cada caso, facilitará a tarefa do avaliador.

2.º — *Despesas de produção:*

Incluem as despesas anuais de mineração, beneficiamento do minério, operações metalúrgicas, fretes e carretos, despesas de venda dos produtos, administração e despesas gerais, fundo de reserva para amortização da inversão inicial, e uma parcela de 10% para eventuais. No caso de jazidas em início de lavra quasi todos estes elementos são adotados por analogia a minas e usinas congêneres ou ainda por valores médios, que sejam a expressão mais exata das condições de trabalho.

3.º — *Vida da mina*

A vida da mina depende da intensidade da lavra. É claro que toda a reserva não pode ser extraída de uma vez. É necessário certo tempo para organização, instalação, preparo da mina, etc., de modo que as reservas são aproveitadas mediante certa produção anual. Para mercado ilimitado, tanto mais intensa a lavra tanto maiores os lucros na mineração. Muitas minas de grandes reservas são equipadas para vida longa, 35 a 50 anos. Outras minas, de pequena reserva ou cuja pesquisa é muito dispendiosa, são inicialmente equipadas para uma vida de 7 a 10 anos. Determinadas maiores reservas no curso da lavra, novas ampliações e inversões serão realizadas na perspectiva de vida mais longa. Se a avaliação se processa logo após a terminação das pesquisas, em geral a lavra iniciar-se-á de um a três anos depois, e o valor da jazida deve ser modificado de acôrdo com este retardo da produção.

4.º — *Riscos da mineração:*

Riscos existem em qualquer empreendimento, porém em mineração eles são maiores. Ha certo risco na determinação da reserva que é feita em amostras que se supõe sejam representativas de toda a massa do minério. Durante a lavra podem ocorrer circunstâncias prejudiciais à marcha normal dos trabalhos, e os preços do metal estão sujeitos a oscilações, que podem refletir desfavoravelmente.

Devido a estes riscos adota-se uma taxa mínima de 10% sobre a inversão total, que é uma das parcelas do dividendo anual a ser distribuido. Esta taxa,  $r'$ , é dita remunerativa e habitualmente oscila de 10% a 15%; em casos raros em que o empreendimento envolve grandes riscos o valor desta taxa pôde ir até 50%.

A outra parcela do dividendo anual é o fundo de reserva; é uma quantia que se acumula anualmente, a uma taxa de juros bancarios,  $r$ , e é destinada a reembolsar no fim da vida da mina, toda a inversão inicial. Não é paga anualmente e sim acumulada nas despesas de produção (item 2.º).

5.º — *Inversão inicial:*

Esta inversão presupõe a existência de capital suficiente para a compra de terras e da jazida, do equipamento completo da mina, das instalações de beneficiamento do minério e metalurgia. Se a jazida não está aberta, despesas de desenvolvimento ou traçagem, são necessárias. As grandes minas são verdadeiras vilas ou cidades, com todas as exigências de povoamento, escolas, diversões, etc., que representam despesas iniciais. Ao capital necessário deve ser acrescida uma soma destinada a enfrentar as despesas do minério em extração e tratamento, e de um estoque para diversos meses.

\*

\* \*

Confrontadas a inversão e a renda dentro do esquema delineado, pode-se deduzir o lucro anual. Sendo  $L_a$  o lucro anual, a expressão do valor atual de  $L_a$  em cada ano obtem-se da seguinte maneira: A quantia  $L_a$  colocada a juros compostos, em  $n$  anos, à taxa  $r$ , torna-se  $L_a(1+r)^n$ . Esta soma tem por valor atual  $L_a$ ; qual será o valor atual de  $L_a$  em  $n$  anos?

Seja  $X_n$  este valor, por proporção simples e direta tem-se:

$$X_n = \frac{L_a}{(1+r)^n} \text{ no fim do } n.^\circ \text{ ano}$$

analogamente:

$$X_{n-1} = \frac{L_a}{(1+r)^{n-1}} \text{ no fim do } (n-1) \text{ ano}$$

⋮

$$X_1 = \frac{L_a}{(1+r)} \text{ no fim do primeiro ano}$$

$$X_1 + X_2 + \dots + X_{n-1} + X_n = L_a \left( \frac{1}{(1+r)} + \frac{1}{(1+r)^2} + \dots + \frac{1}{(1+r)^{n-1}} + \frac{1}{(1+r)^n} \right)$$

Por definição esta soma é o valor do depósito mineral. Os termos entre parentesis, representam a soma de uma progressão geométrica cujo primeiro termo é igual a razão, iguais ambos a  $\frac{1}{(1+r)}$ . Sendo  $V_m$  esse valor, vem:

$$V_m = \frac{\frac{1}{1+r} \left[ 1 - \frac{1}{(1+r)^n} \right]}{1 - \frac{1}{1+r}} \times L_a = L_a \frac{(1+r)^n - 1}{r(1+r)^n}$$

ou

$$(1) \quad V_m = \frac{L_a}{\frac{r}{(1+r)^n - 1} + r}$$

Esta é a fórmula que nos dá o valor em função do lucro anual, da vida da mina e da taxa de amortização. É a fórmula dita de taxa simples. Pode ser escrita:

$$(2) \quad L_a = \frac{V_m r}{(1+r)^n - 1} + V_m r$$

O lucro anual ou dividendo é em cada ano a soma de duas parcelas. A primeira é a denominada fundo de reserva e representa uma soma ou anuidade que deve ser separada dos lucros anuais para reembolsar, a juros bancários, a soma dispendida na inversão inicial, inclusive o valor



da jazida, no fim de  $n$  anos. A segunda parcela corresponde ao dividendo efetivamente distribuído anualmente.

A fórmula à taxa simples não é freqüentemente usada na avaliação de jazidas, e sim esta fórmula modificada com a denominação de fórmula de Hoskold. Os acionistas ou participantes da indústria mineral deverão receber como dividendo anual não uma quantia  $V_m \times r$ , isto é, com a mesma taxa de amortização, que é relativamente baixa, e sim uma quantia  $V_m \times r'$ , a uma taxa  $r'$ , tanto maior quanto maior o risco corrido no empreendimento. A finalidade desta última taxa é proporcionar aos acionistas um dividendo anual compensador, ao passo que o seu capital desembolsado será restituído a juros bancários, conforme indica a fórmula (2). Por analogia com esta fórmula, o lucro anual  $L_a$  será composto de uma parcela  $V'_m$  que, à taxa  $r$ , no fim de  $n$  anos, devolverá a inversão inicial  $V_m$ , e de outra parcela  $V_m \times r'$  que é o dividendo anual efetivamente distribuído. Assim:

$$\begin{aligned} L_a &= V'_m + V_m \times r' \\ L_a - V_m \times r' &= V'_m \\ [L_a - V_m \times r'] \frac{(1+r)^n - 1}{r} &= V'_m \frac{(1+r)^n - 1}{r} = V_m \\ (3) \quad V_m &= \frac{L_a}{\frac{r}{(1+r)^n - 1} + r'} \end{aligned}$$

Esta é a fórmula de Hoskold, a duas taxas, cujo emprêgo na avaliação de jazidas aconselhamos para os casos brasileiros. Ela inclui o valor da inversão inicial e da jazida, porque o lucro anual é precisamente o resultado do confronto das despesas totais iniciais com o lucro total previsto na mineração. A inversão inicial deve, portanto, representar uma parcela pequena do valor dado em (3), no máximo 30% a 40%, porque das reservas da jazida deve sair o dinheiro para amortizar todas as inversões e dar ainda certa margem de lucro.

*Exemplos:*

1.º) Qual o preço que deve ser pago por uma mina completamente equipada se o lucro anual previsto é CR \$ 10.000.000,00 durante 25 anos, a taxa remunerativa sendo 15% e a taxa de amortização sendo 10%?

$$V_m = \frac{10.000.000}{\frac{0,10}{(1+0,10)^{25} - 1} + 0,15} = \text{Cr. \$ } 63.200.000,00$$

Este seria o valor a ser pago pela mina. Interpretamos dizendo que CR \$ 9.480.000,00 são os dividendos do primeiro ano correspondentes a 15% da inversão inicial, ao passo que 10.000.000 — 9.480.000,00 é o fundo de reserva que se acumulará anualmente, durante 25 anos, à taxa de 10% para repôr a inversão inicial de CR \$ 63.200.000,00. Do segundo ano em diante os dividendos supostos irão diminuindo, ao passo que o fundo de reserva irá se acumulando até uma quantia igual à inversão inicial, de modo que  $L_a$  fica constante. É o que exprimem as fórmulas (2) e (3).

2.º) Jazidas de bauxita da Cia. Brasileira de Alumínio em Poços de Caldas.

Reservas: 5.000.000 toneladas,  $r = 10\%$ ,  $r' = 15\%$

Cálculo de  $L_a$ : A capacidade da fábrica de Rodovalho será de 7.200 toneladas de alumínio nos 10 primeiros anos, mas é provável que seja dobrada nos 10 seguintes e, no mínimo, triplicada, depois de 20 anos. Em 50 anos, consumirá assim 3,5 milhões de toneladas de suas reservas. O lucro por tonelada de alumínio pode ser avaliado no mínimo em 800 cruzeiros, ou 200 cruzeiros por tonelada de bauxita. Donde:

$$L_a = 70.000 \times 200 = \text{Cr.} \$ 14.000.000,00$$

Portanto:

$$V_m = \frac{14.000.000}{\frac{0,10}{1,10^{50}-1} + 0,15} = \text{Cr.} \$ 134.000.000,00$$

Quando o primeiro dos autores foi perito de avaliação dessas jazidas em 1942, para ser mais conservador e estar dentro da realidade do empreendimento preferiu supor que elas se esgotassem em 50 anos, exportando bauxita, o que poderia, ao preço de oferta de então, deixar lucro de 40 cruzeiros por tonelada, o que daria:

$$V_m = \text{Cr.} \$ 23.300.000,00$$

3.º) Jazidas de calcáreo da Cia Cimento Portland Paraná em Rio Branco, proximidades de Curitiba.

Reservas: 7.500.000 toneladas. (Há outras concessões em Cerro Azul).

Cálculo de  $L_a$ : A capacidade da fábrica de Curitiba está prevista para 60 mil toneladas anuais nos 5 primeiros anos, 120 mil anuais nos seguintes

5 anos e 180 mil anuais depois de 10 anos. Portanto, números redondos, as reservas de Rio Branco darão para 30 anos. O lucro industrial de uma tonelada de cimento é da ordem de 30 cruzeiros, o que dará 20 cruzeiros para uma tonelada de calcáreo. Donde:

$$L_a = 250.000 \times 20 = 5.000.000$$

$$V_m = \frac{5.000.000}{\frac{0,10}{1.10^{30}-1} + 0,15} = \text{Cr.}\$ 31.600.000,00$$

Da mesma maneira que no exemplo anterior, o segundo dos autores quando foi perito de avaliação dessas jazidas em 1943, avaliou-as como se estivessem sendo vendidas à Cia. Cimento Portland Paraná, como realmente era o caso, calculando o lucro anual na base de 4,50 cruzeiros de lucro por tonelada de calcáreo, o que deu para o valor da jazida:

$$V_m = \text{Cr.}\$ 7.000.000,00$$

Êstes exemplos servem para mostrar que a experiência do engenheiro é quasi tudo na avaliação, pois fica ao seu critério, escolher o valor de  $L_a$ . Êles mostram mais, assim como outros exemplos que os autores conhecem, que o *valor da jazida*, em si, *não deve ir geralmente* além de um quarto do valor do empreendimento. Essa é uma limitação importante, a nosso ver, a introduzir no cálculo da avaliação, quando se colocando nas piores condições o engenheiro acha, pela fórmula de Hoskold, valores acima de 25% do total do empreendimento. Assim a soma dos lucros anuais, dados pela fórmula de Hoskold, estão destinados a pagar o valor da jazida (inferior a 25% do total), o valor de outras inversões (inferior a 30%, 40% do total) e a dar o restante em dividendos reais.

A fórmula de Hoskold, quando  $n$  cresce, tende para o valor limite

$$V_m = \frac{L_a}{r}$$

Êste valor é atingido praticamente para  $n = 50$  anos. Como consequência, o valor de uma jazida cujo aproveitamento, em função da produção anual, excede de 50 anos, é constante. O excesso de reserva não tem valor algum *atualmente*.

Se decorrerem alguns anos sem que a mina entre em produção, é necessário calcular o valor atual do valor dado pela fórmula de Hoskold. Se houver  $m$  anos de retardo, o valor atual real será:

$$(5) \quad V_m = \frac{1}{(1+r')^m} \times \frac{L_a}{\frac{r}{(1+r)^n - 1}}$$

ou

$$(6) \quad V_m = \frac{1}{(1+r)^m} \times \frac{L_a}{\frac{r}{(1+r)^n - 1}}$$

Conforme a taxa adotada. Estes valores diferem pouco um do outro quando o intervalo não vai além de 3 anos.

\* \* \*

Em "Mineração e Metalurgia" de janeiro-fevereiro deste ano, n.º 46, vol. VIII, o prof. Emygdio Ferreira da Silva Junior, catedrático da Escola Nacional de Minas e Metalurgia de Ouro Preto e conselheiro do Conselho Nacional de Minas e Metalurgia, apresenta um processo seu de avaliação de jazidas. Para tanto, deduz algumas fórmulas de cálculo, na primeira das quais o valor global do empreendimento é igualado ao valor da jazida mais o valor das instalações da mina e do beneficiamento do minério, o que está certo por definição.

Em outra fórmula esse valor global é igualado ao resultado da capitalização da parcela anual de amortização em tantos anos quantos forem os da duração do empreendimento, o que também está economicamente certo.

Com mais uma fórmula relativa ao lucro anual do empreendimento, julga ter então o referido autor os elementos para avaliar a jazida. Dá em seguida três exemplos nos quais as taxas de dividendo anual são respectivamente 10%, 12% e 14%, igualados os demais elementos. Fazendo-se os três cálculos respectivos, vê-se que o valor da jazida cai enormemente, para pequenas diferenças de taxa. Por essas razões os autores julgam mais aceitável a fórmula de Hoskold.

## SÔBRE O EMPRÊGO DE SINTER DE MINÉRIO DE FERRO EM ALTOS FORNOS

*Tharcisio D. de Souza Santos (1)*

Nos últimos anos vem se generalizando nos principais países produtores de ferro o emprêgo de sinter de minério de ferro na carga dos altos fornos. As vantagens principais são: o aumento da produção do alto forno, a diminuição de consumo de redutor, o maior valor térmico dos gases, o maior contrôle e uniformidade de composição do gusa e a diminuição na produção de poeiras. Todas essas vantagens resultam, em última análise, da melhoria de superfície específica e da redução incipiente que se verificam no processo de sinterização. Em consequência a carga fica melhor "condicionada" para a seqüência de fenômenos que têm lugar no alto forno. Examinam-se as condições de aplicação dos processos de sinterização aos minérios brasileiros empregando-se moinha de carvão vegetal e enumeram-se as vantagens que traria a utilização de sinter nos altos fornos nacionais.

A eficiência do alto forno resulta em grande parte da eficiência com que se verificam as trocas térmicas e a difusão entre a coluna ascendente de gases redutores e a coluna descendente da carga.

Deixando de lado a questão de dimensionamento do redutor — suscetível na prática de pequeno contrôle, sobretudo quando se emprega carvão vegetal — o único contrôle sobre a eficiência das trocas térmicas e da difusão reside na granulometria e no "condicionamento" da carga de minério e fundentes. Há uma certa porosidade ótima para a qual se verificam em melhores condições as reações e as trocas térmicas. Cargas mais porosas tendem a receber menos calor (e em consequência são mais quentes os gases na saída do alto forno); cargas menos porosas tendem, ao contrário, a oferecer maior resistência à passagem dos gases e disso resultam menores velocidades de redução e maiores perdas em poeiras, a serem ulteriormente recuperadas nos aparelhos de lavagem e detecção.

---

(1) Professor Interino de Metalurgia dos Metais Não Ferrosos, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, S. P.

Em conseqüência, parece natural que uma carga constituída de grânulos soldados uns aos outros e oferecendo uma superfície específica incomparavelmente maior que a dos minérios compactos, deve ser reduzida em condições de muito maior eficiência do que uma carga formada por minérios e fundentes naturais, muito mais compactos.

No que se refere aos minérios de ferro a prática brasileira tem sido a de empregar principalmente canga, minério concrecionado formado pela diagênese de óxidos hidratados de ferro. As condições de percolação que governam a migração dos óxidos hidratados para a superfície determinam a formação das concreções e o minério possui uma razoável superfície específica. Essa é a razão da preferência que têm merecido no Brasil as cangas para os altos fornos. Infelizmente o processo diagenético implica, por sua natureza em: 1) conterem as cangas apreciáveis teores de água combinada, 2) conterem teor considerável em fósforo, muito superior ao do minério primário.

Outro minério de ferro utilizado com êxito no Brasil é a chapinha, itabirito limonítico. Sob o ponto de vista de sua gênese, a chapinha é minério sub-secundário, pois que apresenta limonitização parcial. Decorre que sua superfície específica é melhor que a dos minérios compactos sem contudo atingir o valor das cangas; em contraposição, apresenta a vantagem sobre a canga de ter menores teores de água e de fósforo.

Os minérios compactos, itabiritos e hematitas compactos, muito embora de excelente composição, não vem sendo empregados em nossos altos fornos (a não ser em pequena proporção nas cargas de alguns dos maiores altos fornos em funcionamento) pela razão exclusiva de sua superfície específica ser pequena por demais; são minérios excessivamente compactos.

Não deixa de ser paradoxal que, tendo nós no Brasil de recorrer até agora ao uso do mais puro dos combustíveis, empreguemos os piores dos nossos minérios, porque só êsses possuem superfície específica adequada para a redução.

Visando a sinterização a correção da superfície específica e na realidade podem-se conseguir sinters cujas superfícies específicas variam entre amplos valores — segue-se que a sinterização permite a utilização de minérios mais ricos e mais puros.

Constitue assim, a melhoria da superfície específica o fator de principal importância para o emprego dos sinters.

A sinterização da-se preferivelmente sobre cargas finas, genericamente para diâmetros máximos de cerca de 5mm. Em conseqüência, são idealmente adaptados para a sinterização os finos resultantes de britamento

e classificação e os minérios friáveis que constituídos essencialmente de hematita lamelar, tendem a se desintegrar facilmente em poeira, tanto pela alteração de intemperismo como pelos transportes. As jacutingas, itabiritos de alto teor em hematita lamelar parcialmente alteradas, constituem excelentes minérios para sinterização e conhece-se a importância dos depósitos desse minério sobretudo no centro de Minas Gerais.

O processo de sinterização exige um combustível fino, intimamente misturado à carga. Esse combustível é obviamente a moinha de carga vegetal, um sub-produto das usinas siderúrgicas nacionais cujo aproveitamento tem sido muito pequeno até agora. A manipulação do carvão vegetal, das medas aos altos fornos, produz grande quantidade de moinha, quantidade variável com o número de operações de carga e descarga, tipo de transporte, umidade do carvão e tempo de armazenamento. Numa usina sob sua direção o signatário verificou que a perda de carvão vegetal sob forma de moinha era de cerca de 6%; nessa usina as condições locais reduzem a um mínimo o número de operações de manipulação e o armazenamento era geralmente limitado a pouco mais que uma semana; além disso, o carvão vegetal apresentava excelentes características físicas e era produzido em fornos de alvenaria. Parece provável que o volume total de moinha nas usinas siderúrgicas seja bastante superior àquele valor.

Encontra assim a sinterização dos minérios de ferro na moinha de carvão vegetal o combustível adequado, e a utilização desse combustível que na realidade não é aproveitado (\*) virá fazer com que seja economizado o carvão vegetal de boas características para a redução, como se viu.

#### VANTAGENS RESULTANTES DO EMPRÊGO DE SINTER NOS ALTOS FORNOS

Estudam-se agora com maior detalhe as vantagens que resultam do emprêgo de proporções variáveis de sinters, fluxados ou não, nos altos fornos.

##### *Maior produção do alto forno*

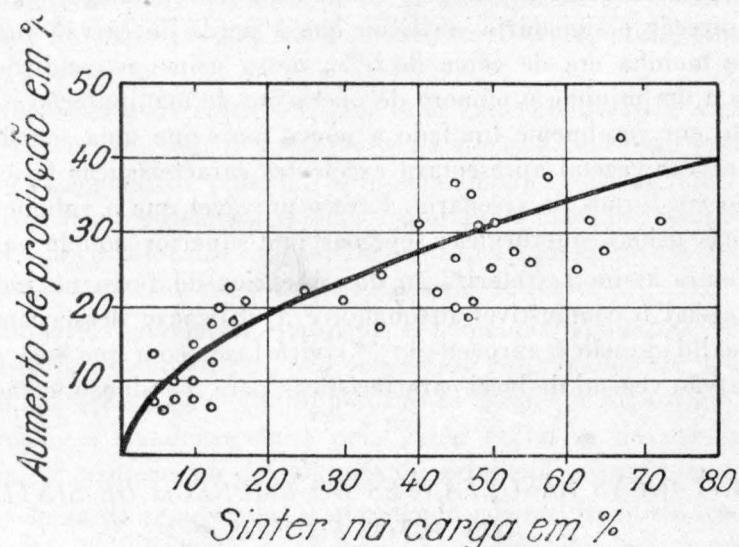
O emprêgo de sinter aumenta a produção do alto forno pela razão de a melhor superfície específica e a apreciável redução parcial diminuir o consumo específico de redutor. Sendo a capacidade de um alto forno

(\*) Se forem de 10% as perdas em moinha, em 1944 teriam sido perdidas nada menos de 110.000m<sup>3</sup> de moinha, cerca de 25.000 t somente nas 14 usinas siderúrgicas em funcionamento naquele ano.

função principalmente de sua capacidade de queima de carvão, segue-se que aumentará a produção de gusa se diminuir, como acontece, o consumo de carvão por tonelada de gusa.

O aumento da produção depende evidentemente, além do perfil do forno, da proporção de sinter na carga (variável de acordo com as condições econômicas até cargas constituídas quase que exclusivamente por sinter fluxado) e das características do sinter.

Tem se verificado que o aumento de produção cresce com a proporção de sinter. Entretanto o crescimento não é linear. Cresce inicialmente de forma mais acentuada para proporções de sinter até as vizinhanças de 60% para continuar a crescer em seguida mas menos marcadamente.



(Fig. 1)

Shallock (1) representou em gráfico uma série de pontos obtidos em várias usinas; tal curva está reproduzida na fig. 1.

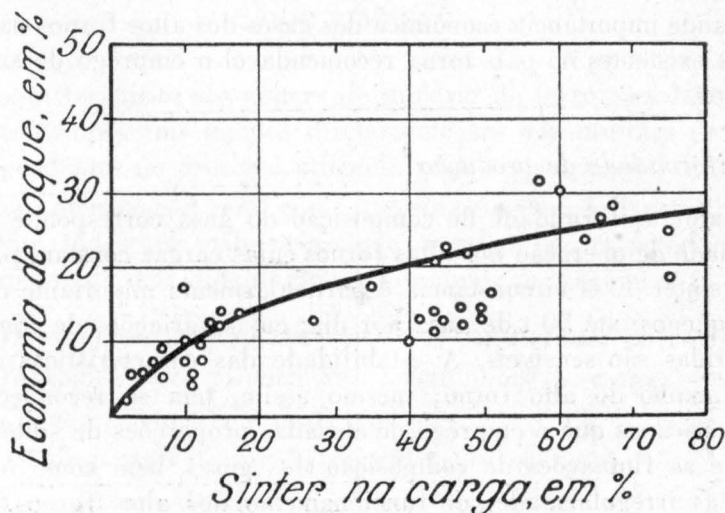
A questão da proporção ótima de sinter na carga é uma questão econômica, a qual só pode ser determinada pelo exame detalhado das condições especiais de cada usina. Contudo, e de uma maneira geral, considera-se que quanto maior a porcentagem de sinter utilizado na carga maior a produção e menor o consumo de carvão e que quanto mais se aproxima de 100% de sinter na carga melhores as características técnicas e econômicas da operação (2).



*Diminuição de consumo de redutor:*

A diminuição de consumo de redutor decorre da melhoria da superfície específica e da redução parcial que pode ser conseguida nos sinters de minério de ferro em certas condições. A melhoria da superfície específica favorece a difusão do óxido de carbono para dentro do grânulo da carga. A redução parcial age evidentemente no mesmo sentido, antecipando as reações.

Em consequência, baixam consideravelmente os consumos de redutor nos altos fornos cujas cargas contêm sinter e de uma maneira geral, diminuem os consumos à medida que aumentam as proporções de sinter na carga. A fig. n.º 2 representa uma grande série de dados observados em



(Fig. 2)

diversas usinas por Shallock (1). Constatase que diminui o consumo de redutor mais fortemente para proporções de sinter até da ordem de 50% para depois diminuir de forma menos acentuada.

Consumos efetivos de redutor entre 600 e 720 kg de coque por tonelada de gusa têm sido freqüentemente obtidos em usinas que empregam sinters em proporções entre 80 e 50% de sua carga (3).

*Maior valor térmico dos gases*

Resultando da sinterização a eliminação completa da umidade e da água de constituição dos minerais de ferro do minério, segue-se que deixam os gases dos altos fornos de serem diluídos pela proporção de vapor d'água

daquela origem. Além disso, se se adicionar às cargas dos fornos de sinterização o calcário necessário à constituição do leito de fusão, os carbonatos presentes irão ser calcinados quase que inteiramente durante a sinterização. Dessa forma, os gases resultantes dos altos fornos deixarão de apresentar a proporção de anidrido carbônico daquela origem. A consequência final é o enriquecimento apreciável dos gases dos altos fornos em seu valor térmico.

Deixando de lado a questão da umidade do minério, variável com as estações e com o armazenamento, os minérios de ferro utilizados no Brasil atualmente contêm proporções apreciáveis de água combinada, que chegam a cerca de 7%. Somente a eliminação dessa água combinada constitui por si um enriquecimento apreciável dos gases dos altos fornos.

A grande importância econômica dos gases dos altos fornos nas usinas integradas existentes no país torna recomendável o emprêgo de sinter nos altos fornos.

#### *Maior uniformidade de produção*

A maior uniformidade de composição do gusa corresponde a maior uniformidade de operação dos altos fornos cujas cargas constam principalmente de sinter. Essa circunstância é particularmente importante nos altos fornos pequenos, até 50 t de gusa por dia, cujas variações de composição entre corridas são sensíveis. A estabilidade das características aumenta com o tamanho do alto forno; mesmo assim, tem se reconhecido nas usinas americanas que o emprêgo de elevadas proporções de sinter atenua fortemente as flutuações de composição dos gusas, bem como tendem a diminuir as irregularidades de funcionamento dos altos fornos.

A razão de cargas constituídas de sinter garantirem um funcionamento mais regular e assegurar gusas de composição mais próximas em corridas seguidas reside em a superfície específica da carga se manter em faixa de muito menor variação do que quando se utilizam minérios e frondentes in natura.

#### *Menor produção de poeiras*

O emprêgo de sinter diminui também fortemente a proporção de poeiras por tonelada de gusa produzida, em virtude de estarem aglomeradas as partículas que tenderiam a ser sopradas fora pelos gases ascendentes na coluna.

Mesmo quando se empregam sinters finos, a proporção de poeiras se mantém muito abaixo dos valores encontrados nas usinas que empregam

minérios in natura que sofreram antes uma classificação prévia. Sobre-tudo os minérios que contêm água combinada, como as cangas, tendem a se desintegrar ou crepitar pela brusca eliminação de água na descida da coluna. Assim sendo, mesmo minérios previamente classificados para eliminação de poeiras, tendem, durante a descida da carga, a produzir poeiras em proporções apreciáveis.

No processo de sinterização, a aglomeração e a solda dos grânulos se faz logo em seguida à desidratação e por essa forma fica grandemente atenuada a possibilidade de produção de poeiras na descida da carga.

#### *FATORES QUE DETERMINAM AS CARACTERÍSTICAS DOS SINTERS*

As características dos sinters de minério de ferro são determinadas por muitos fatores, uns ligados diretamente aos constituintes da carga e outros dependentes do processo utilizado para a sinterização.

Numa apresentação geral como a desta contribuição é difícil abordar devidamente tôdas as influências que regulam as características dos sinters. Apesar da dificuldade são os principais, os seguintes fatores:

- a) composição granulométrica dos constituintes da carga
- b) composição química dos constituintes da carga
- c) teor em umidade da carga
- d) proporção de carvão vegetal na carga
- e) espessura da carga
- f) volume de ar que atravessa a carga
- g) depressão parcial no sistema

A composição granulométrica dos constituintes da carga engloba as influências dos minérios empregados, do calcáreo e do carvão vegetal. As granulometrias desses constituintes influenciam as características dos sinters e a economia do processo e pode se dizer que para cada minério ou para cada mistura de minérios há uma composição granulométrica ótima, para a qual se verifica a sinterização em melhores condições.

A mesma observação pode ser estendida aos outros fatores e a consequência final é que para cada minério, ou para cada mistura de minérios, deve ser estudada a influência dos outros fatores de forma a se produzir um sinter das melhores características para ser utilizado nos altos fornos.

Os quatro fatores enumerados, *a*, *b*, *c* e *d*, devem ser investigados em cada caso, para que se consigam, em melhores condições, as características desejadas para os sinters.

Os fatores *e*, *f* e *g*, dependem principalmente do processo a ser empregado e das características mecânicas do aparelhamento e devem ser determinados tendo em vista as propriedades da carga a ser sinterizada.

### OS PROCESSOS DE SINTERIZAÇÃO

#### *Generalidades sôbre os fornos de sinterização*

Todos os fornos de sinterização modernos se baseiam no processo do "brest down roasting", desenvolvido simultaneamente por A. S. Dwight e R. L. Lloyd em 1913 na usina de Perth Amboy no Estado de New Jersey, para minérios de chumbo. Os processos anteriores, chamados "processos de conversão" empregavam insuflação vertical, "up roasting".

O processo consiste essencialmente em se obter uma massa sinterizada, isto é, de grânulos incipientemente soldados uns aos outros, pela ignição progressiva de uma carga úmida de minério e carvão, convenientemente proporcionada, sôbre uma grelha e de tal forma que o ar e os gases de combustão percorram-na gradualmente, de cima para baixo, forçados por um exaustor ligado à base dessa grelha.

O processo Dwight-Lloyd (conhecido também para a sinterização de minérios de ferro pelo nome processo American Ore Reduction Co) emprega uma grelha movel, contínua, que passa com velocidade variável sôbre um recinto (a caixa de vento) ligado ao exaustor. A ignição da carga é feita por uma cortina de queimadores de óleo atomizado colocado logo no princípio (no sentido do movimento da grelha movel) da caixa de vento. A descarga do sinter dá-se na extremidade plana superior da grelha, logo sôbre a polia de volta da grelha. Esse processo pode ser classificado como processo contínuo, no qual sôbre a grelha, em sua parte plana superior, existe sempre carga em curso de sinterização e em resfriamento ao ar. Esses fornos são máquinas de grande produção e que por isso mesmo exigem apreciável mecanização.

Uma modificação óbvia dêsse processo consiste em se empregar grelhas fixas. O processo passa a ser logicamente intermitente. Feita a ignição, por um carro movel dotado de um ou mais maçaricos a óleo (ou a gás de alto forno ou de gasogênio) a carga é sinterizada progressivamente de cima para baixo sôbre a grelha fixa. A carga estará sinterizada

quando a zona de sinterização atingir o nível do topo da grelha, quando o forno é descarregado para ser iniciado outro ciclo. Dois tipos principais de fornos empregam essa variante, o processo Greenawalt e o processo Mace.

O processo Greenawalt emprega, essencialmente, grandes unidades (até 23m<sup>2</sup> de área de sinterização) grandes espessuras de carga (até 55 cm) e por isso exigem grandes depressões na caixa de vento (até 120 cm de água) o que corresponde a utilizar exaustores em série, cada qual acionado por motor de 250 HP.

O processo Mace vem sendo utilizado com grande êxito em instalações relativamente pequenas em usinas de chumbo e cobre. São unidades relativamente pequenas e que trabalham nas condições de espessura de carga e de depressão comparáveis às utilizadas no processo Dwight Lloyd. Na realidade, pode ser dito com propriedade que o processo Mace corresponde ao processo Dwight-Lloyd se se paralizar a grelha movel, que é característica deste último processo. Suas vantagens, para as condições do Brasil, são: 1) unidades pequenas, que por isso dispensam grande mecanização; 2) emprêgo moderado de mão de obra; 3) flexibilidade, que torna possível ajustar à medida do necessário o funcionamento; 4) baixo custo inicial de instalação.

### CARACTERÍSTICAS DOS SINTERS

Variam as características dos sinters com as variáveis examinadas anteriormente. Convém agora considerar suas características em relação à intensidade de sinterização, ao índice de redução parcial e em relação à granulometria do sinter.

*Intensidade de sinterização.* A intensidade de sinterização engloba a noção de grau de solda dos grânulos constituintes de carga uns aos outros. Dadas as variáveis em jogo, é difícil medir essa grandeza. Entretanto, ao mínimo de intensidade de sinterização corresponde sinter apenas incipientemente sinterizada, mas soldando-se os grânulos aos adjacentes. Resulta sinter friável, de pequena resistência mecânica e essa intensidade pode ser qualificada, para maior concisão, de “baixa”.

A diferentes condições da carga e do processo, correspondem diferentes intensidades de sinterização. No extremo, as intensidades máximas correspondem à fusão localizada que determina o coalescimento dos grânulos originais em concreções maiores. À essa intensidade extrema pode

ser adotado o qualificativo “alta”. Convém notar que essas noções não incluem qualquer concêito acerca das modificações de composição, visto que outros são os fatores que as determinam.

Na realidade, a intensidade de sinterização poderia ser medida pela profundidade atingida na sinterização, muitas vêzes acompanhada de recristalização dos minerais originais. É entretanto difícil essa verificação e por êsse motivo preferiu o autor considerá-la qualitativamente.

Os sinters “baixos”, na realidade insuficientemente sinterizados, são indesejáveis em virtude de lhes faltar resistência mecânica. Os sinters “altos”, excessivamente sinterizados, apresentam também o inconveniente de, por serem muito resistentes, oferecem granulometria tal que passa a ser deficiente o contato com os gases redutores na coluna, e além disso, apresentam maior espessura para a penetração dos gases redutores. O aspecto sob o ponto de vista da granulometria será abordado mais adiante. Cumpre notar ainda que os sinters “altos” apresentam um início de escorificação e os silicatos ferrosos que podem vir a ser formados, ainda que incipientemente, constituem uma grande desvantagem para a redução.

A experiência mostra, ainda que qualitativamente, que há uma região ótima de intensidade de sinterização, dentro da qual se obtém o melhor balanceamento entre a resistência mecânica e a redutibilidade. Às menores intensidades correspondem sinters friáveis; às maiores, sinters menos redutíveis e de granulometria desfavorável, resultante que é da coalescência dos grânulos constituintes.

*Índice de redução parcial.* É naturalmente desejável que o sinter apresente a maior proporção possível de óxidos menos oxidados de ferro. A vantagem de uma carga que, com propriedade, tem sido qualificada em metalurgia de chumbo de “pre digerida”(2) é evidente. Tem mesmo sido largamente utilizada recentemente na pirometalurgia de certos metais não ferrosos, chumbo, cobre e estanho principalmente.

Melhora a eficiência do alto forno com a carga pre-digerida visto que êle passa apenas a completar a ação redutora já iniciada no processo de sinterização e dentro das melhores condições de superfície específica. Fôsse possível obter, no caso extremo, uma esponja de ferro — tão adiantada houvesse sido a redução parcial — passaria o alto forno a funcionar como aparelho de fusão. Essa condição não é verificada completamente nos altos fornos, muito embora alguns fornos de cuba para redução de sinters de chumbo, de cobre e de estanho, se aproximem bastante de verdadeiros aparelhos de fusão.

O índice de redução parcial pode ser definido como a porcentagem de oxigênio eliminado no processo de sinterização em relação ao oxigênio total existente combinado ao ferro na carga original.

É influenciado principalmente pelos seguintes fatores:

1) natureza do minério, 2) sua granulometria, 3) porcentagem de carvão, 4) altura da carga de sinterização, 5) vazão do exaustor. As variáveis 3 a 5 influenciam a temperatura (mais propriamente o andamento da curva temperatura-tempo no ponto considerado da carga) e a manutenção de condições redutoras necessárias antes e depois de se verificar o máximo de temperatura no ponto considerado.

É evidente que os fatores 1 e 2 influenciam apreciavelmente o índice de redução parcial, visto que, a determinadas condições de altura de carga, de proporção de carvão e de vazão do exaustor, a cargas de diferentes minérios e a cargas de diferentes granulometrias de mesmos minérios correspondem diferentes profundidades de penetração da difusão CO para  $Fe_xO_y$ .

O autor não tem experiência acerca de cargas constituídas por magnetita e por isso nada pode afirmar acerca de seu comportamento durante o processo de sinterização das jacutingas, extremamente finas (% abaixo de 100 mesh) é elevado o valor do índice, dependendo das outras variáveis. Já para as cargas, esses índices são consideravelmente menores, possivelmente devido a eliminação da água combinada, por sua tensão de vapor, atenuar o coeficiente de difusão do CO para dentro do grânulo(3).

*Granulometria dos sinters.* Considerando agora a granulometria dos sinters, isto é, seu dimensionamento tal como resulta da descarga dos fornos para o carregamento nos altos fornos, é evidente que deve existir uma certa faixa para a qual é mais eficiente a redução e para a qual se verifica em melhores condições as reações e as trocas térmicas. Convém frisar aqui que a granulometria do sinter, tal como considerada, é independente da noção de superfície específica. Sinters de igual superfície específica podem ser britados de forma a apresentarem granulometrias muito diferentes. É evidente que na prática a granulometria do sinter depende estreitamente da intensidade de sinterização. Um sinter "alto" tende a ser excessivamente resistente: na descarga sobre as grelhas moveis que irão separar os retornos, irá se fragmentar em grandes blocos (muitas vezes de mais de 50cm de diâmetro máximo). Ao contrário um sinter "baixo" tende a se subdividir excessivamente, resultando carga por demais fina para o funcionamento do alto forno.

À primeira vista parece que o melhor sinter para o alto forno deva ser o sinter de grande resistência e que se fragmente em grandes blocos. O autor estranhou mesmo ao constatar a baixa intensidade de sinterização na produção de sinter na usina da Youngstown-Sheet & Tube Co, em Youngstown, Ohio, Estados Unidos. Entretanto, é óbvio que o sinter de grande diâmetro médio constitua carga por demais aberta para o alto forno, tornando-se desfavorável o contacto da carga com os gases ascendentes.

Em uma usina americana (3) foram experimentados em períodos diferentes e no mesmo alto forno sinters grosso e fino. Esses sinters correspondiam à mesma intensidade de sinterização e suas granulometrias foram propositadamente diferenciadas. Numa experiência, durante um mês, em que o sinter era: + 2" 20%, — 2" + 1" 40% e — 1" 40%, o consumo médio de coque foi de 890 kgt de gusa e a temperatura dos gases na saída do alto forno variaram entre 370 e 410°C. Em outra experiência, de igual período o sinter era + 2" 0.87%, — 2" + 1" 8.74% e — 1" 90.39% e o consumo de coque baixou a 595 kg/t de gusa (durante uma semana se manteve em torno de 580 kg/t) e a temperatura dos gases na saída oscilou entre 180 e 210°C.

Resulta assim que o sinter deve ser razoavelmente fino. Aliás essa constatação parece natural, se se lembrar que cargas finas, como a do exemplo, são na realidade muito mais porosas do que cargas correspondentes de minérios in natura.

### CONCLUSÕES

1. O emprêgo de cargas constituídas por apreciável proporção de sinter assegura baixo consumo de redutor por tonelada de gusa, aumenta a produção de gusa do alto forno melhora a composição dos gases, diminui a quantidade de finos a ser recuperada como poeira nos aparelhos de purificação de gases e, finalmente, atenua as oscilações de composição.

2. O emprêgo de sinter permite aproveitar minérios finos geralmente de diâmetro máximo inferior a 1cm, que resultam das operações de britamento, classificação e transporte de minérios de ferro.

3. A sinterização constitui o processo que torna possível utilizar com grandes vantagens minérios pulverulentos ou friáveis.



4. Permitindo a sinterização corrigir a superfície específica, torna-se possível o aproveitamento eficiente dos minérios compactos de elevada pureza e de teor muito baixo em fósforo.

5. O combustível para a sinterização é a moinha de carvão vegetal, a qual atualmente não é aproveitada nas usinas siderúrgicas nacionais.

6. A sinterização constitui o processo para, além das vantagens enumeradas em 1, produzir gusas especiais de baixo teor em fósforo a partir de hematitas compactas ou de magnetitas de teor extremamente baixo nesse elemento.

7. A não ser em circunstâncias especiais, o custo adicional da sinterização compensa com ampla margem as vantagens que resultam de seu emprêgo, enumeradas em 1.

#### REFERÊNCIAS

- (1) E. W. Shallock — *Thirty Years of Iron Sintering*, Blast Furnace & Steel Plant, Fev. 1940.
- (2) C. E. Agnew — *Smelting Sinter in the Blast Furnace*, Steel, 15 e 22 Fev. 1943.
- (3) R. S. Sweetser — *Smelting Sintered Magnetite*, trabalho inedito cedido pelo seu autor em Jun. 1943.

## A VIDA PRE-CAMBRIANA

*Fernando Flavio Marques de Almeida (1)*

Entre os grandes enigmas da Geologia, um dos que mais nos convida à meditação e ao estudo, justamente por dizer respeito à nossa própria essência, é o da origem da vida e dos aspectos sob os quais ela primeiro se apresentou. A partir de um certo momento, que jamais poderemos fixar com precisão por se achar para sempre perdido na imensidão dos tempos geológicos, e sob condições que jamais parece se terem repetido, uma, entre milhões de reações químicas, apresentou um caráter particular de síntese ao qual chamamos *assimilação*: certa substância, o protoplasma, formada por uma mistura extremamente complexa de albuminóides, realizava continuamente trocas com outras substâncias do meio ambiente, estranhas a si própria; contudo suas propriedades específicas mantinham-se inalteradas. A custa dessas trocas o protoplasma movia-se, crescia e, ao atingir um certo tamanho, se dividia. A partir desse momento mais um ator passou a tomar parte nas cenas que tinham a superfície do Planeta como teatro. Naturalmente devemos esperar que naquela ocasião os aspectos da superfície da Terra não eram essencialmente diversos dos atuais, e os mesmos processos físico-químicos que sob os nossos olhos se realizam, já se achavam presentes naqueles antigos cenários. Mas se o teatro era idêntico os dramas biológicos que nele se realizaram durante a aurora da vida eram certamente bem diversos dos atuais.

Não iremos fazer referências ao aparecimento da vida na Terra; é assunto ainda inteiramente hipotético, pertinente mais a filósofos e metafísicos. Iremos tão somente recordar os aspectos dessa vida durante os tempos pre-cambrianos, com base no que nos forneceu, nas últimas décadas, a moderna paleontologia.

---

(1) Professor adjunto de Taxionomia Paleontológica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

\* \* \*

Um dos mais simples indícios da existência de vida ativa, de formas inferiores, nos mares pre-cambrianos, fornece-nos a presença de grafita nos sedimentos daquelas remotas eras. Mesmo em terrenos arqueozóicos, como os da Finlândia Meridional (Sederholm, 1904) existem depósitos importantes de grafita, sugerindo grande atividade vital, pois desconhece a geologia outros processos que permitam a disseminação de grafita nos estratos das rochas sedimentares que os realizados à custa da matéria orgânica.

Também os calcáreos (muitos dos quais hoje dolomitizados) que em conjuntos freqüentemente com mais de 1.000 metros de espessura, são tão comumente encontrados em depósitos pre-cambrianos, merecem, em muitos casos, ser considerados organógenos, decorrentes de processos físico-químicos com interferência de micro-organismos. Tais são alguns dos calcáreos (e dolomitós), às vêzes grafitosos e bem estratificados, da série de Minas.

As primeiras estruturas consideradas como restos de organismos pre-cambrianos foram massas nodulares formadas de lâminas alternadas de calcita e serpentina atravessadas por canalículos, identificadas pela primeira vez por Logan nos calcáreos laurencianos do Canadá. Dawson (1865) descreveu-as como *Eozoon canadense*, tendo Carpenter considerado-as um foraminífero gigantesco (1865,1867). Surgiram logo várias espécies de *Eozoon* em diversas partes do globo: Baviera, Finlândia, Pirinéos, Saxe, etc. Aqui mesmo, no Brasil, Derby encontrou, em 1880, tais estruturas em Barra do Piraí, Estado do Rio de Janeiro, e em Caraúna, próximo à Cachoeira de Paulo Afonso. Aos poucos a crença da origem orgânica do *Eozoon* foi diminuindo, particularmente após haverem Lavis e Gregory percebido a mesma estrutura em blocos calcáreos de idade jurássica lançados pelo Vesúvio. Recentemente porém, ressurgiu esta crença, agora sob forma de uma planta. Osann (cf. Raymond, 1935) porém, estudando há pouco a região de Montreal, que forneceu os melhores espécimens, mostrou provirem êles de uma zona de metamorfismo de contato, onde calcáreos Grenville acham-se atravessados por eruptivas. Formaram-se, no contato, diopsídio e tremolita, minerais que se transformaram posteriormente em serpentina. Isso prova a origem secundária desta estrutura, e afasta definitivamente a idéia da natureza orgânica que para ela tem sido admitida.

Nos últimos anos do século passado causaram grande sucesso as descrições feitas por Cayeux (1894, 1894A, 1895) de pseudo-fósseis encontrados por Charles Barrois na Bretanha. Tratava-se nada menos que de 45 espécies de radiolários, associadas a 6 espécies de foraminíferos e a

espículas de espongiários (*Monoactinellida* principalmente, *Tetractinellida* e *Hexactinellida*). Os radiolários, lindamente figurados por Cayeux, são extremamente diminutos, com diâmetro variando entre 1 e 22 milésimos de milímetro. Não foram fotografados mas desenhados em figuras representando aumentos de 1.000 a 2.300 vezes. Êsses radiolários são considerados como puro fruto de imaginação do insigne sedimentacionista francês. Os foraminíferos, a maioria dos quais não tem mais que um centésimo de milímetro, também são muito duvidosos. Rauff (1896) estudou as formas descritas por Cayeux e concluiu serem inorgânicas.

É na América do Norte que têm sido encontrados a maioria dos "fósseis" pre-cambrianos, particularmente por Charles Walcott, o paleontologista que mais se salientou no estudo da vida mais antiga. Em 1899 Walcott noticiou à Geological Society of America a descoberta de diversos restos orgânicos nos sedimentos da série Belt, de Montana, suposta hoje proterozóica superior (keweenawan). Consistem estas estruturas em rastos e moldes de tubos de vermes anelídeos, dos gêneros *Helminthoidichnites* Ficht (do qual descreveu três espécies), e *Planolites* Nocholson, com duas espécies. Na mesma ocasião descreveu restos carbonizados, que classificou como *Beltina danai* e considerou como *Merostomata*, filiado aos euripterídeos cambrianos. A origem orgânica de parte dessas estruturas não é posta em dúvida, mas sua verdadeira natureza é ainda desconhecida. White (1929) considerou-as, em parte, frondes de talófitas, possivelmente algas pardas. Contudo a presença de artrópodos no algonquiano de Montana parece ter sido comprovada pelas recentes descobertas de Stuart Weller (cf. Raymond, 1935).

Outras ocorrências de supostos restos de artrópodos de rochas pre-cambrianas têm sido referidas na literatura. Delas sem dúvida a mais espetacular vem-nos da Austrália. Em 1928 T. David descreveu, dos calcários Blue Metal, de Beaumont, perto de Adelaide, estruturas que supôs pertencerem a um ancestral dos Eurypterídeos, denominando-o *Beaumontia eckersleyi*. Em 1936 a Sociedade Real da Nova Gales do Sul publicou uma memória (T. W. E. David e J. Tillyard, 1936) na qual essas estruturas se acham figuradas, juntamente com a restauração do suposto artrópodo, para o qual foi criada uma família, *Protoadelaideidae*, com duas espécies de um único gênero: *Protoadelaideia howchini* e *P. browni*. As figuras das estampas VII e VIII são magníficos exemplos do quanto pode a imaginação humana quando guiada por um espírito preconcebido... Também radiolários foram referidos por David e Howchini (1896) de rochas pre-cambrianas do sul da Austrália.

Em 1899 Walcott figurou, também do proterozóico de Montana, restos orgânicos que supôs duvidosamente devidos a braquiópodos, trilobita e pterópodos. São restos carbonizados, muito mal conservados para que se possa ter alguma certeza sobre sua verdadeira natureza e filiação. A existência, na série Belt em Montana, de braquiópodos, não pode ser mais posta em dúvida, após a descoberta feita em 1932 por C. L. e M. A. Fenton (1933), do espécime que descreveram como *Lingulela montana* n. sp. (1936).

É ainda devida a Walcott (1912A) a descrição de *Atikokania lawsoni*, do huroniano (inferior ?) de Ontário, considerado por algum tempo como o mais antigo resto de vida conhecida. Walcott referiu-o aos *Archaeocyathinae* cambrianos, porém Hotedahl (1921) mostrou ser *Atikokania* de origem inorgânica, resultado da dolomitização de calcáreos.

No Brasil a mais antiga referência a estruturas pre-cambrianas consideradas fósseis foram feitas por Derby (1880), quando relatou a descoberta do *Eozoon* já acima referida. Theodoro Knecht (1937) descobriu em Araçaeira, próximo de Guapiara, Estado de São Paulo, estruturas que considerou devidas a pterópodos, mas que Viktor Leinz (1937) mostrou serem inorgânicas, originadas de cristais de cordierita, em calcáreos metamórficos, provavelmente de uma zona de metamorfismo de contato.

Possíveis restos vegetais têm sido referidos mesmo de terrenos arqueanos (Gruner, 1923,1925). Em 1914 Walcott descreveu, dos depósitos proterozóicos de Montana (série Belt), uma flora de algas de atividade semelhante à das *Cyanophyceae* atuais. Embora não tenham sido encontrados traços de hastes destas algas, Walcott figurou o que supôs serem células e agrupamentos desses vegetais. Criou designações genéricas para 7 grupos dessas estruturas, com diversas espécies. Dêles somente dois, os gêneros *Collenia* e *Newlandia*, são hoje considerados realmente organógenos, sendo os demais tidos como produto de segregação de calcita e dolomita sob a ação de águas circulando sob pressão (C. L. e M. A. Fenton, 1936). Após a descoberta dessas algas, diversas estruturas têm sido descritas como pertencentes ao gênero *Collenia*, principalmente de vários níveis do algonquiano da América do Norte, de Michigan, Minnesota, Baía de Hudson e Montana. Têm ainda sido encontrados em terrenos pre-cambrianos da África Ocidental Francesa (Mauretânia). No Brasil estruturas organógenas referíveis ao gênero *Collenia* foram verificadas pelo autor (1944) no município de Itapéva, Estado de São Paulo.

\* \* \*

A pobreza em restos de vida dos terrenos pre-cambrianos é um fato que merece referência especial. Em realidade a observação dos fósseis animais cambrianos indica-nos de maneira positiva ter possuído este período fauna bastante desenvolvida, na qual já se achavam representados quase todos os grupos animais hoje conhecidos. Como nada nos prova ter havido uma eclosão desses grupos no princípio dos tempos paleozóicos, somos conduzidos a admitir esta fauna já muito afastada da aurora da vida, e que esta surgiu no Planeta numa antiguidade prodigiosa, da qual a vida cambriana não nos dá senão uma pálida idéia. Em realidade a vida invertebrada cambriana parece-nos quase tão antiga quanto a atual. Dela são hoje conhecidas aproximadamente 2.000 espécies, cêrca da metade das quais são trilobitas e a terça parte branquiópodos, o restante incluindo representantes de todos os grandes grupos animais hoje conhecidos, outros que *Briozoa* e *Chordata*. O reino vegetal deixou-nos menos traços, todos algo duvidosos e de filiação discutida.

Em face disto, o que conhecemos até agora da vida pre-cambriana? Algumas estruturas organógenas que se supõe devidas a algas, rastos de vermes não identificáveis, um braquiópodo, espículas de esponjas, além de outras formas muito duvidosas. Seja-nos por isso permitido indagar: porque existem tão poucos restos da vida pre-cambriana?

É uma pergunta que tem suscitado várias respostas, muitas das quais dignas de consideração. A resposta que nos vem de pronto é a da destruição dos restos fósseis pelos fenômenos de metamorfismos a que foram sujeitos estes antigos sedimentos, e que os transformaram, por vêzes, em gneisses, micaxistos, etc. Naturalmente esta explicação parece-nos muito plausível, para nós que conhecemos os gneisses do arqueano do Rio de Janeiro e a maioria das rochas metamórficas da série de Minas. Mas existem no mundo sedimentos proterozóicos, embora em número reduzido, tais como as séries Belt, Grand Canyon, o Keweenawan de Michigan na América do Norte, o Jotniano da Finlândia e o sistema Hou-to da China, que não apresentam senão muito reduzida evolução metamórfica, e que no entretanto têm se mostrado por quase toda a parte infossilíferos. É claro que outras causas, além do metamorfismo, são responsáveis por essa pobreza em fósseis.

Para Daly (1907, 1909, 1912) os organismos pre-cambrianos não possuíam esqueletos devido à falta de cálcio em quantidade suficiente nos mares de então, e os organismos assim desprotegidos não possuíam possibilidade de ter seus restos conservados. É fato conhecido hoje que as

conchas dos moluscos aquáticos atuais são tanto mais espessas quanto maior a quantidade de cálcio nas águas dos mares, rios ou lagos em que vivem. Daly explicava a formação dos calcáreos pre-cambrianos argumentando com a falta de animais predadores e necrófagos, de maneira que a amônia produzida pela matéria orgânica acumulada, em decomposição por bactérias, seria causadora da precipitação do CaO sob forma de carbonato, constituindo-se vasas calcáreas. A idéia de Daly é porém incompleta. Ela não explica, por exemplo, a existência de grandes depósitos formados por organismos tais como *Collenia itapevensis*, que certamente viveram em águas saturadas, ou quase, em carbonato de cálcio, semelhantes, sob êste ponto de vista, às dos mares atuais.

Se os mares pre-cambrianos foram em certo momento excessivamente ácidos, como imaginou Lane (1907, 1912), essas condições certamente já não mais existiam no proterozóico, quando viveram vegetais como *Collenia*.

Charles Walcott, sem dúvida o paleontologista que mais procurou fósseis pre-cambrianos, concluiu (1914) que os grandes depósitos de então constituíram-se em fácies continental, fluvial ou lacustrino. Os argumentos em que baseia esta hipótese são excessivamente frágeis. Hoje ninguém poria dúvida que a série Assunguí, a série de Minas e suas congêneres se formaram num meio marinho, em mares epicontinentais, que deviam ser muito abundantes nos tempos paleozóicos e pre-cambrianos.

A hipótese de T. C. Chamberlin (1908) de que a vida se originou nos continentes, no solo, e que só no cambriano atingiu os oceanos, decorre de sua própria hipótese do planetesimal, mas é excessivamente teórica e inadequada para explicar o que se conclue da observação dos fatos.

Brooks (1894) juntamente com muitos geólogos modernos, admitiu que as camadas superficiais do oceano foram o local da eclosão da vida, e que os animais primitivos não possuíam esqueleto, que seria um impecilho ao gênero de vida flutuante ou natatório que levavam. Em tais condições não possuíam partes que se fossilizassem. A mudança de habitat, realizada no início do cambriano, quando êsses animais procuraram o fundo e as bordas do oceano, teve como consequência o aparecimento de elementos de proteção e de sustentação formados por peças calcificadas. Raymond (1935) modificou um pouco esta teoria, julgando ser a ausência de peças calcificadas nos animais de então uma consequência da vida ativa que levavam.

Optamos por uma doutrina eclética. Os organismos pre-cambrianos eram principalmente pelágicos, condição de vida dificultada por esqueletos calcificados, que somente no cambriano se desenvolveram, quando êsses

organismos tornaram-se em grande número fixos ou caminhantes. Por outro lado, o metamorfismo por que passaram geralmente os sedimentos pre-cambrianos foi, na grande maioria das vezes, bastante para destruir os delicados restos desses organismos. Prova-o o fato de tão grande número dos fósseis conhecidos do proterozóico norte-americano terem sido encontrados justamente em duas das séries pre-cambrianas menos metamórficas do mundo, as séries Belt e Grand Canyon.

Nos dolomitosossilíferos da série Assunguí em Itapéva foi-me possível verificar a facilidade com que as estruturas organógenas foram destruídas. Seus restos só chegaram até hoje porque essas estruturas existiram em quantidades imensamente grandes, pois cêrca de uma centena de metros de espessura de dolomitos, em milhares de quilômetros quadrados de área formaram-se exclusivamente dessas colônias, que somente num ou noutro ponto se conservaram.

A observação da fauna cambriana e da evolução dos grupos animais parece confirmar estas idéias. *Protozoa* são conhecidas dos terrenos cambrianos; são, porém, sempre estruturas muito delicadas e difíceis de serem identificadas nos terrenos mais antigos, supondo que tivessem escapado à destruição pelo metamorfismo por que passaram os sedimentos pre-cambrianos. Os *Porifera* são também fósseis de difícil identificação nos terrenos antigos; certamente existiram no pre-cambriano, conhecendo-se espículas silicosas da parte superior do sistema Grand Canyon. Sendo tais espículas contituidas de opala, também devem ter sido quase sempre destruídas. Os *Celenterata* contam-se entre os mais freqüentes fósseis do paleozóico inferior, sendo conhecidos mesmo dos terrenos cambrianos inferiores (Ruedmann, 1933). Os primeiros a se mostrarem, porém, foram os *Hydrozoa*, *Scyphozoa* e *Graptozoa* (êstes últimos embora não tenham sido ainda encontrados no cambriano inferior, possivelmente já existiam); são todos nús ou protegidos por esqueletos quitinosos, portanto requerendo condições muito especiais para a sua conservação. Os celenterados com esqueletos freqüentemente calcáreos (*Stromatoporoidea* e *Anthozoa*) somente são conhecidos a partir do ordoviciano, a menos que o gênero *Mackensia*, do cambriano médio da Colômbia Britânica seja um *Anthozoa*, como sugeriu Clark. Um importante grupo de animais parecidos com corais, de afinidades ainda duvidosas, limitado ao cambriano inferior, é o dos *Archaeocyathinae*; parece um ancestral comum das esponjas calcáreas e dos *Tetracoralla*, sugerindo a presença de organismos semelhantes aos corais nos mares algonquianos.

Se os restos e orifícios a êles atribuídos estão corretamente identificados, os vermes já existiam no pre-cambriano. A rica fauna meso-cam-



briana dos folhelhos Burgess (Walcott, 1911) sugere uma longa história pre-cambriana para este grupo, que se admite ser o ancestral de outros grupos mais evoluídos, inclusive dos próprios Chordata. Todavia, devido ao desenvolvimento muito limitado de partes moles, seus fósseis são muito raros na coluna geológica, embora, pelo que hoje se verifica, devam ter sido muito abundantes.

Dos *Echinoderma* os *Cystoidea*, *Edrioasteroidea* e *Crinoidea* (?) são conhecidos desde o cambriano, deixando supor ascendência de formas pre-cambrianas cujos restos serão um dia encontrados, mas se estas formas já eram revestidas por texto calcáreo não se pode afirmar.

Até hoje não foram descobertos traços da passagem dos *Bryozoa* pelos tempos cambrianos, que não se tornaram comuns senão a partir do médio ordoviciano.

A abundância dos *Brachiopoda* no cambriano inferior, quando todas as ordens, salvo a dos *Telotremata*, já se encontravam representadas, é um indício seguro da existência deste importante grupo nos mares proterozóicos. Aliás, em comunicação recente (1933) C. L. e M. A. Fenton indicam a existência de um braquiópodo linguliforme, que denominaram *Lingulella montana* (1936), na série Belt, de Montana. Todavia, como faz sentir Walcott (1912), os branquiópodos cambrianos são em sua maior parte representados por animais com conchas córneas ou quitinosas, deixando supor que também o fossem seus ancestrais proterozóicos.

Entre os *Mollusca* são conhecidos *Gasteropoda*, *Cephalopoda* e *Pelecypoda* dos terrenos cambrianos; são formas bastante simples e raras, e nada indica que tenham possuído uma história pre-cambriana muito longa.

No ramo dos *Arthropoda* encontramos sub-classes que são, sem sombra de dúvida, herdeiras de uma longa história anterior ao cambriano, idéia reforçada pelas notáveis descobertas, devidas a Charles Walcott, dos artrópodos do cambriano médio da Colômbia Britânica. Salientam-se nesse particular as trilobitas, que certamente existiram nos mares pre-cambrianos, embora até hoje seus restos não tenham ainda sido positivamente identificados nesses terrenos. Os artrópodos em sua maioria apresentam exoesqueletos compostos de quitina e, relativamente poucos, de substância calcárea, e assim sendo, seus fósseis são quase sempre muito delicados, simples impressões, moldes ou delgadíssimas películas, difíceis de resistirem às transformações por que passaram as rochas pre-cambrianas. É de se crer, contudo, que a êles seja devida a maior parte do pigmento carbonoso dos sedimentos finos do proterozóico. Um excelente exemplo da raridade de restos de artrópodos fósseis temos no grupo dos insetos, com cerca de meio

milhão de espécies conhecidas, constituindo de muito o mais abundante grupo do Reino Animal atual, e cuja história geológica vem-nos desde o Pensilvaniano; no entretanto, seus restos fósseis são em número bastante reduzido.

Este resumo histórico mostra-nos que é perfeitamente razoável supor que os animais pre-cambrianos, em sua maioria, não possuíam senão elementos de sustentação e revestimento de natureza orgânica, córnea ou quitinosa, que oferecia poucas possibilidades para se manter, em condições de serem identificados, em rochas que passaram por tantas vicissitudes.

### BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F. F. Marques de (1944) — *Collenia itapevensis* sp. n. um fóssil pre-cambriano do Estado de São Paulo. Fac. Fil., Ciên. Letr. Univ. São Paulo Bol. XLV. p. 89-106.
- BARROIS, C. (1892) — *Sur la présence de fossiles dans le terrain azoïque de Bretagne.* Compt. Rend. Acad. Sci., n.º 115. Paris.
- BROOKS, W. K. (1894) — *The origin of the oldest fossils and the discovery of the bottom of the ocean.* Jour. Geol., vol. II, p. 455-479.
- CARPENTER, W. Benjamin (1865) — *On the structure and affinities of Eozoon canadense.* R. Soc. Lond., p. 545-549.
- (1867) — *Further observations on the structure and affinities of Eozoon canadense.* Geol. Soc. London. Pr. v. 15, p. 503-508.
- CAIEUX, L. (1894) — *Sur la présence de restes de foraminifères dans les terrains précambriens de Bretagne.* Compt. Rend. Acad. Sci., vol. 118, pg. 1433. Paris.
- (1894A) — *Les preuves de l'existence d'organismes dans le terrain précambrien.* Bull. Soc. Geol. France, ser. 3, vol. 22, pg. 197-228.
- (1895) — *De l'existence de nombreux débris de spongiaires dans le Précambrien de Bretagne.* Bull. Soc. Geol. France, vol. 23, p. 52.
- CHAMBERLIN, T. C. e R. T. Chamberlin (1908) — *Early terrestrial conditions that may have favored organic synthesis.* Science. n.º 28, p. 897-911.
- DALY, R. A. (1907) — *The limeless ocean of the pre-cambrian time.* Am. J. Sci., ser. 4, vol. 23, pg. 93-115.
- (1909) — *First calcareous fossils and the evolution of the limestones.* Bull. Geol. Soc. Am., vol. 20, p. 153-170.
- (1912) — *First calcareous fossils and the origin of the pre-silurian limestones.* Geol. Surv. Canadá, Mem. 38, p. 643-675.
- DAVID, T. W. Edgeworth e Howchin, W. (1896) — *Note on the Occurrence of Casts of Radiolaria in pre-Cambrian (?) rocks, South Australia.* Proc. Linn. Soc. New South Wales, vol. XXI.
- DAVID, T. W. Edgeworth (1928) — *Newly-discovered Fossils in the Adelaide Series (Lipalian ?) of South Australia.* Roy. Soc. of South Austr., vol. LIII.
- DAVID, T. W. Edgeworth e R. J. Tillyard (1936) — *Memoir on fossils of the Late pre-Cambrian (Newer Proterozoic) from the Adelaide Series, South Australia.* Roy. Soc. of New South Wales.
- DAWSON, J. William (1865) — *On the structure of certain organic remains in the Laurentian limestones of Canadá.* Quart. Jour. Geol. Soc. London, vol. 21.

- DERBY, O. A. (1880) — *On the age of the Brazilian gneiss series. Discovery of Eozoon.* Am. J. Sci., ser. 3, vol. XIX, p. 324-325.
- FENTON, C. L. e M. A. Fenton (1933) — *Oboloid Brachiopods in the Belt Series of Montana* (abstract). Bull. Geol. Soc., Am., vol. 44.
- (1936) — *Walcott's pre-Cambrian algonkian algal Flora and associated animals.* Bull. Geol. Soc. Am., vol. 45.
- GRUNER, J. W. (1923) — *Algae believed to be Archean,* Jour. Geol., vol. 31.
- (1925) — *Discovery of life in the Archean.* Jour. Geol., vol. 33.
- HOLTEDAHL, Olaf (1921) — *On the occurrence of structures like Walcott's algonkian algae in the Permian of England.* Am. J. Sc., ser. 5, p. 195-206.
- KNECHT, Theodoro (1937) — *Ocorrência de supostos fósseis na série de São Roque, em Araçáeira, São Paulo.* Mineração e Metalurgia, vol. I, n.º 6, pg. 250. Rio de Janeiro.
- LANE, A. C. (1907) — *The early surroundings of life.* Science, n.º 26.
- LANE, A. C. (1917) — *Lawson's Correlation of the pre-Cambrian Era.* Am. J. Sci., ser. 5, vol. 43, n.º 253.
- LEINZ, Viktor (1937) — *Natureza dos supostos fósseis de Araçáeira, S. Paulo.* Mineração e Metalurgia, vol. II, n.º 7, p. 36. Rio de Janeiro.
- RAUFF, Hermann (1896) — *Über angebliche Organismenreste aus präcambrischen Schichten der Bretagne.* Neues. Jahrbuch für Min., Geol. und. Pal., vol. I, p. 117. Stuttgart.
- RAYMOND, P. E. (1935) — *Pre-Cambrian life.* Bull. Geol. Soc. Am., vol. 46.
- RUEDMANN, R. (1933) — *Camptostroma, a Lower Cambrian floating hydrozoan.* Proc. U. S. Nat. Mus., vol. 82, art. 13, p. 1-8.
- SEDERHOLM, J. J. (1904) — *Über den gegenwärtigen Stand unserer Kenntniss der kristallinischen Schiefer von Finnland.* Congr. Geol. intern., 9.ª sess., Viena, 1903.
- WALCOTT, Charles D. (1899) — *Pre-Cambrian fossiliferous formations.* Bull. Geol. Soc. Am., vol. 10.
- (1911) — *Middle Cambrian annelids.* Smith. Misc. Coll., vol. 57, n.º 5.
- (1912) — *Cambrian brachiopoda.* U. S. Geol. Surv., Mon. LI.
- (1912A) — *Notes on Fossils from Limestone of Steeprock Series, Ontario, Canadá.* Geol. Surv. Canada, Mem. 28.
- (1914) — *Pre-Cambrian Algonkian algal flora.* Smith. Misc. Coll., vol. 64, n.º 2.
- WHITE, D. (1929) — *Study of the fossil floras in the Grand Canyon, Arizona,* Carnegie Inst. Wash., Year Book n.º 28, p. 393.

## O USO DA “AREIA DE MOLDAGEM SEMI-SINTÉTICA” NAS FUNDIÇÕES DE FERRO FUNDIDO

*Carlos Dias Brosch* (1)

### Sumário:

A grande maioria de nossas fundições de ferro fundido utilizam areias naturais na preparação dos moldes. Os resultados dessas fundições deixa muito a desejar quanto ao acabamento das peças, surgindo mesmo dificuldades no trabalho de moldagem.

Certas correções feitas na areia de moldagem trazem grandes benefícios no aspeto da peça fundida e simplificação no trabalho de moldagem.

Estas correções que constituem objeto do presente estudo, podem ser feitas sem exigir nenhum equipamento especial.

Através do trabalho se verifica que a prática de se corrigir a “areia natural” traz não só vantagens técnicas de melhoria do acabamento das peças e eliminação de certos defeitos, mas também vantagens econômicas em vista de aumentar o tempo de uso da mesma areia e de diminuir a mão de obra na limpeza das peças fundidas.

Oxalá possa esta leitura servir de estímulo para que se melhore a prática de areias de moldagem nas nossas fundições.

### *Definição:*

Dá-se o nome de “areia de moldagem”, ao material que constitue os moldes ditos “refratários”.

### *Composição:*

Compõe-se de areia (constituente silicoso) e matéria aglomerante — argila, — podendo ainda conter constituintes especiais, tais como: ligadores

---

(1) Engenheiro do Departamento de Metalurgia do I. P. T.

orgânicos (óleos de linhaça, de milho, dextrina, resinas, melão), carvão em pó, serragem, cimento Portland.

#### *Tipos de "Areias de Moldagem"*

Diversas denominações particulares são dadas às areias de moldagem de acôrdo com sua natureza, modo de preparo, aplicação ou uso particular.

1 — *Areia natural* (1) — Encontramos "in natura", matéria prima apropriada à confecção de moldes. São as areias naturais. Mineralogicamente são argilas associadas a quartzo conhecidas como "saibros". Nem sempre, porém, o uso de tal material é econômico e recomendável. O transporte muitas vezes a longas distâncias, de determinada areia natural adequada ao tipo de moldagem que temos em vista, torna o seu uso oneroso e anti-econômico. Outras vezes é a deficiência de qualidade que se faz notar, seja por falta de homogeneidade do material ou por ausência de variedades desejáveis para fins diversos. Torna-se necessária a correção da "areia natural", o que se faz geralmente pela adição de argila ou de areia lavada, conforme o caso. Tem-se então o tipo chamado "areia semi-sintética".

2 — *Areia semi-sintética* — A adição de argila se faz no intuito de se aumentar a resistência da areia natural que neste caso é chamada pelos americanos de "low bonded sand" devido à fraqueza do seu poder coesivo. É digno de nota também que um dos inconvenientes que comumente apresenta a areia natural é a sua aderência à superfície das peças fundidas. Êste fenômeno é, salvo casos especiais, condicionado pelo baixo ponto de sinterização (fusão incipiente), da areia de moldagem.

É aconselhável nesses casos a adição de cerca de 7% de carvão mineral em pó. O carvão deverá conter alta porcentagem de matérias voláteis, cerca de 30% (tipo betuminoso) e ser de granulação pouco mais fina que a da areia (um tipo de granulação equivalente a peneira 100 malhas é aceitável).

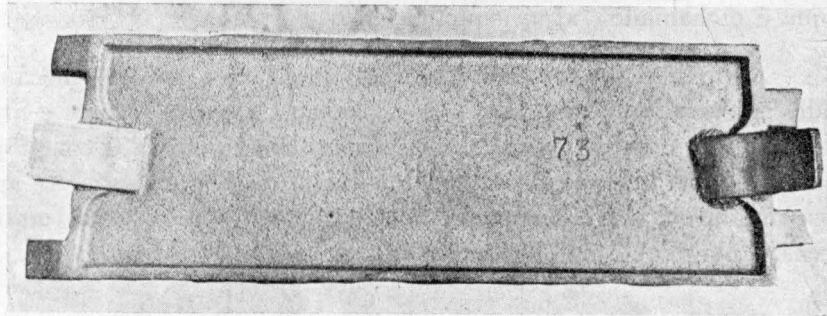
A principal influência do carvão quanto às características da areia é a de aumentar o seu ponto de sinterização.

Os efeitos na fundição são normalmente animadores: peças de limpeza mais fácil e com melhor acabamento superficial.

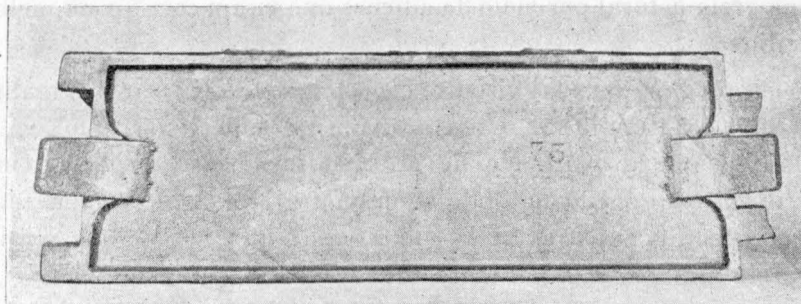
---

(1) A areia natural é também chamada de "terra de fundição" ou "saibro de fundição".

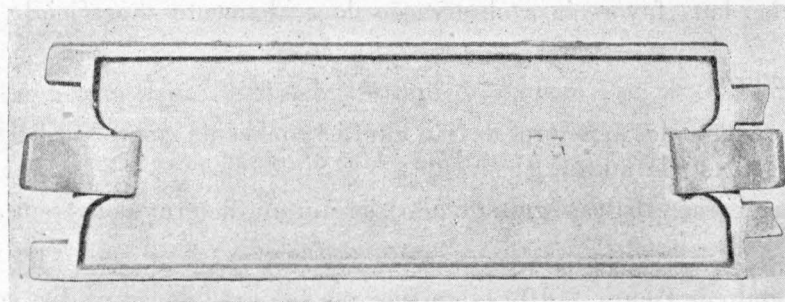
ACABAMENTO SUPERFICIAL DA MESMA PEÇA COM  
DIFERENTES AREIAS DE MOLDAGEM



Areia natural (Terra da Lapa)



Areia semi-sintética (+7% de carvão)



Areia sintética (+15% argila + 5% carvão)

A manutenção duma areia de tipo semi-sintético como esta, resulta econômica, visto o custo das adições de carvão serem compensados pela diminuição do trabalho de limpeza e acabamento da peça.

Com estas correções feitas na areia natural nos aproximamos do tipo ideal que é o chamado "areia sintética".

3 — *Areia sintética* — Esta é confeccionada em aparelhos mecânicos chamados misturadores. Os constituintes essenciais, areia lavada e argila ou mistura de argilas, são de qualidade escolhida e misturados em proporções adequadas. Adicionada finalmente a quantidade necessária de água, obtem-se uma areia perfeitamente controlada garantindo êxito na fundição das peças, tanto quanto isto depender da natureza material do molde.

#### FUNDIÇÃO EXPERIMENTAL EM "AREIA SEMI-SINTÉTICA"

A areia semi-sintética resulta, como vimos, de uma modificação introduzida na areia natural por meio de adições que visam corrigir ou melhorar suas qualidades.

No ensaio experimental visou-se especialmente verificar o trabalho de limpeza da peça fundida e o seu acabamento superficial, que são dois elementos em que a qualidade de areia influe decisivamente. Afim de melhor ilustrar o resultado obtido, efetuou-se fundição comparada da mesma peça em duas outras areias, uma natural (a mesma que serviu de base a areia semi-sintética) e outra sintética.

#### *Dados do ensaio*

*Peças:* — (V. fotografias em anexo). Escolheu-se uma "lateral de jaqueta", (parte da caixa desmontável) pesando 5 kg que por apresentar superfície plana favorecia a observação do acabamento superficial.

#### *Areia natural*

Procedente dos arredores de São Paulo e conhecida como "TERRA DA LAPA" (V. tabela anexa).

Suas características granulométricas foram determinadas em laboratório:

Módulo de finura = 109 (significa que sua granulação média, corresponde a de uma peneira ideal de 109 malhas: V. Rev. Politécnica n.º 135).

Porcentagem de finos = 26,4% (significa porcentagem de grãos menores que 150 malhas).

Argila (A.F.A.) = 12,6%.

<i>Análise Granulométrica</i>	
<i>Peneiras (Série Tyler)</i>	<i>% retida</i>
0	0,5
10	1,2
20	5,6
28	5,2
35	7,2
48	8,2
65	10,2
100	12,3
150	10,3
200	8,2
270	10,9
fundos	7,6
Argila (A.F.A.)	12,6
Total	100,0

#### *Areia semi-sintética*

Adicionou-se 7% de carvão mineral moído, contendo cerca de 17% de matérias voláteis e com granulação próxima de 150 malhas.

#### *Areia sintética*

Em uso na Usina de Metalurgia do I. P. T. com a seguinte composição:

Areia fina (módulo 90)	—	100	partes (em pêso)
Argila .....	—	16	”
Carvão .....	—	5	”
Água .....	—	6	”



*Preparação da areia*

As areias foram preparadas, umedecidas e homogeneizadas em “Misturador Simpson” tendo cada qual a umidade julgada ótima para o trabalho de moldagem.

As umidades usadas foram as seguintes: para areia natural 12,4%; areia semi-sintética 11,5%; areia sintética 6%.

As características das areias preparadas foram as seguintes:

	Características	TIPO DE AREIA		
		Areia natural	Areia semi-sintética	Areia sintética
verde	Umidade (%)	12,4	11,5	6,2
	Permeabilidade (A.F.A.)	12	14	17
	Dureza (A.F.A.)	75	80	85
	Resistência (lb/pol <sup>2</sup> )	10	10	13,5
seco	Permeabilidade (A.F.A.)	21	18	24
	Resistência (lb/pol <sup>2</sup> )	183	132	213
	Dureza (A.F.A.)	70	65	60

*Moldagem*

Feita em máquina de moldagem automática com pressão regulada de 40 lbs. para socamento do molde.

Os moldes “verdes” confeccionados com os 3 diferentes tipos de areia sofreram idêntica operação de moldagem.

*Vazamento*

Foram fundidas ao todo 6 peças constituídas duas a duas pela mesma areia. Manteve-se em todos os casos, a mesma temperatura de vazamento.

Em resumo: tôdas as variáveis que condicionaram a fundição da peça em estudo, foram igualadas para que se pudesse comparar as qualidades das areias de moldagem.

*Resultados*

A — Na desmoldagem observou-se desagregação mais rápida e fácil, do molde de areia sintética, seguida pela semi-sintética e finalmente

pela areia natural que foi o material que mais sofreu endurecimento pelo calor.

B — Quanto ao acabamento superficial, como se pôde apreciar pela fotografia, a areia sintética promoveu melhor acabamento, sendo também notável a melhora de aspecto exterior da peça feita em areia semi-sintética em relação ao da areia natural.

Resumindo em tabela e chamando os resultados comparativos quanto ao valor da qualidade de: superior, médio e inferior, temos:

Tipo de areia do molde	RESULTADOS	
	Quanto ao trabalho de desmoldagem e limpeza	Quanto ao acabamento superficial
Natural	Inferior	Inferior
Semi-sintética	Médio	Médio
Sintética	Superior	Superior

#### *Interpretação dos resultados*

*Quanto ao trabalho de desmoldagem e limpeza* — A adição de carvão mineral na areia provoca uma diminuição na resistência da areia de moldagem depois do vazamento (característica dita “resistência retida”) o que determina um trabalho menor na desmoldagem da peça. De outro lado o aumento de temperatura de sinterização e a ação mecânica e química redutora das materias volateis do carvão evita qualquer tendência de adesão de areia na superfície da peça e portanto facilita sua limpeza.

*Quanto ao acabamento superficial* — Dois fenômenos determinam o acabamento superficial duma peça: a adesão da areia à superfície da peça e a penetração do metal. Estes fenômenos se relacionam a duas diferentes características da areia de moldagem.

A adesão da areia à superfície da peça é condicionada pelo seu baixo ponto de sinterização. O carvão age no sentido de elevar êste ponto de sinterização, tornando o molde mais refratário, como o faria a grafita, o zircônio, ou outro elemento refratário qualquer (naturalmente de maior grau de refratariedade que a própria areia).

Quanto a penetração, ela tem relação direta com a porcentagem de finos contidos na areia. Êsses finos são mais fusíveis que os grãos maiores e amolecem durante o vazamento enquanto o metal ainda está fluido e

agregam-se aos grãos maiores, produzindo verdadeiros vazios na superfície do molde o que ocasiona a penetração.

O carvão mineral contendo alta porcentagem de matérias voláteis, que se desprende na ocasião do vazamento do metal, faz com que os gases ocupem imediatamente os vazios deixados pela fusão dos "finos" onde origina notável tensão gasosa, impedindo a penetração do metal.

#### *Economia na prática duma areia sintética*

*Custo* — Um fator de encarecimento do preço de custo duma areia sintética ou semi-sintética consiste na quota de amortização do equipamento mecânico de peneiramento, exaustão e mistura, necessário para um serviço eficiente de preparação e reaproveitamento de areias.

No entanto, as adições de carvão ou areia nova poderão ser feitas, mesmo em fundições onde não haja aparelhamento adequado. A prática de peneiramento grosseiro em peneiras fixas e mistura a pá já permite a utilização de areias semi-sintéticas.

Faremos a comparação do custo duma areia natural com outra semi-sintética levando em conta apenas o custo das matérias adicionadas em função da "vida da areia".

É de prática habitual em algumas fundições que usam areia natural, a adição de 50% de areia natural nova à areia usada já repassada 4 vezes e eliminação do circuito dos outros 50% da areia usada.

A necessidade de adição de areia natural nova é devido a perda gradual de resistência da areia usada, aumento da porcentagem de finos e conseqüente perda de permeabilidade. Nas fundições, o número de passagens sucessivas da mesma areia pela moldagem e vazamento sem receber adição de areia nova é um dado obtido pela prática. O aparecimento de certos defeitos nas peças fundidas causadas pelo mau funcionamento da areia de moldagem, indicam a necessidade da sua renovação. Depois de algumas observações o fundidor estabelece a rotina quanto a época de adição de areia nova, antes que apareçam aqueles defeitos. Onde há aparelhagem de controle de areias os ensaios sistemáticos de permeabilidade e resistência indicam quando se exige novas adições.

Faremos a composição de custo comparado entre uma areia natural e outra semi-sintética utilizando-se dados reais tirados de uma fundição onde se usa exclusivamente areia natural.

A prática na areia natural é de se eliminar em cada 4 ciclos, 50% de areia usada, recebendo outro tanto de areia natural nova, o que corres-

ponde a adição de 12,5% de areia natural nova e eliminação de outro tanto de usada, depois de cada fundição.

Admitindo baseados em estudos sôbre durabilidade (') de areia semi-sintética que esta tem em média o dôbro da durabilidade da natural, significa que ela pode ser usada duas vêzes mais sem necessidade de nova adição. Suporemos portanto, para a areia semi-sintética a adição de  $12,5 \div 2 = 6,3\%$  de areia nova por fundição e eliminação de igual quantidade de areia usada.

A adição sistemática do carvão necessário devido a sua queima em cada fundição, é no máximo de 1/2%. Chamemos de  $x$  o preço de quilo de carvão moído, e  $y$  o preço do quilo de areia natural. Deixamos de considerar o valor de areia já usada que não tem influência neste cálculo.

Temos portanto:

Preço de custo (considerando apenas o consumo de matéria prima) da ton. de areia em uso por ciclo.

Areia natural		Areia semi-sintética	
matéria prima	preço	matéria prima	preço
875 kg de areia usada	—	932 kg de areia usada	—
125 kg de areia nova	125 y	63 kg de areia nova	63 y
		5 kg de carvão moído	5 x
1000 kg de areia preparada = 125 y		1000 kg de areia preparada	5 x + 63 y

Encontramos a relação:  $5x + 63y = 125y$  ou  $x = 12y$

Quer dizer que para o preço de Cr \$ 100,00/t. de areia natural a areia semi-sintética será de menor custo, caso obtenhamos o carvão moído a menos de 1,20 Cr/kg.

#### Nota:

O cálculo feito anteriormente tem o sentido de primeira aproximação, pois levou-se em consideração apenas um dos fatores que influem sôbre o custo da areia de moldagem — a matéria prima.

Para se comprovar de modo cabal a maior economia resultante do emprêgo da areia semi-sintética em relação à natural, seria preciso tomar como base o custo final da peça fundida. Dessa forma levaríamos em consideração não só o custo de manutenção de areia, mas a sua influência nas demais operações, principalmente a moldagem e a limpeza das peças.

## PRIMEIRO CONGRESSO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METAIS

*São Paulo e Volta Redonda — 14 a 19 de Maio*

A sessão preliminar para organização dos trabalhos teve início às 9 horas do dia 14 de Maio, no anfiteatro do Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Os trabalhos foram presididos pelo Cel. Edmundo de Macedo Soares e Silva, presidente da A. B. M. e secretariados pelo eng. Tharcisio Damy de Souza Santos, secretário da A. B. M.

Para os trabalhos sobre Aços (I. P. s n.º 2, 3 e 11) foram designados como secretários, para as discussões, os engs. Alberto Pereira de Castro e Mauricio Grinberg; para os trabalhos sobre Ferro Fundido (I. P. s n.º 8 e 6) os engs. Miguel Siegel e Manoel Assumpção Moraes; para os trabalhos sobre Metalurgia Física (I. P. s n.º 4, 5, 7 e 9) os engs. Hubertus Colpaert e Fernando Jorge Larrabure e para os trabalhos sobre Altos-Fornos (I. P. S. n.º 1, 10, 12, 13 e 14) os engs. Renato de Azevedo Feio e Amaro Lanari Jr.

Todos os trabalhos, com exceção dos referentes a Altos-Fornos, foram apresentados e discutidos na primeira parte do Congresso em São Paulo e os referentes a Altos-Fornos na segunda parte em Volta Redonda.

Às 15 horas do mesmo dia teve início a apresentação e discussão dos trabalhos, sob a presidência do Cel. Edmundo de Macedo Soares e Silva. Servindo de secretários os engs. Alberto Pereira de Castro e Mauricio Grinberg, foram apresentados e discutidos os seguintes trabalhos:

I. P. n.º 2 “Desoxidação em Fornos Siemens-Martin”, Cap. Antonio C. Gonçalves Penna, da Cia Siderúrgica Nacional relatado pelo eng. João Mendes França.

I. P. n.º 3 “Considerações sobre a Fabricação e Uso dos Aços ao Silício nas Indústrias Nacionais”, Cap. Arnaldo São Thiago Filho, da

Cia. Siderúrgica Nacional, relatado pelo eng. Luiz Coelho Corrêa da Silva.

I. P. n.º 11 “Produção de aros de Aço Moldado”, eng. Eric Tysklind, da Cia. de Aço Paulista.

Em seguida, sendo secretariado pelos engs. Miguel Siegel e Manoel Assumpção Moraes, foi apresentado e discutido o trabalho:

I. P. n.º 8 “Operação do Cubilô”, eng. Fabio Decourt Homem de Melo, das Indústrias Filizola S/A.

Às 21 horas do mesmo dia foi realizada a Sessão Solene de Instalação do Congresso para ouvir a Primeira Conferência Anual no Instituto de Engenharia de São Paulo. Especialmente convidados compareceram o Dr. Jorge Americano, Reitor da Universidade de São Paulo, Professor Paulo de Menezes Mendes da Rocha, Diretor da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Dr. Adriano Marchini, Superintendente do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Dr. Moacyr Walter Smith de Vasconcellos, representando o Instituto Nacional de Tecnologia e a Associação Brasileira de Normas Técnicas, Professor Gleb Wataghin do Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade de São Paulo, Dr. Heitor Portugal, presidente do Instituto de Engenharia de São Paulo, o Sr. Frank Oram, representando o Coordenador de Negócios Inter-Americanos, o Eng. Mariano J. M. Ferraz, representante da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo e o Cel. Valério Braga, representante do Coordenador da Mobilização Econômica.

O Cel. Edmundo de Macedo Soares e Silva, presidente da A. B. M. pronunciou o discurso de instalação do Primeiro Congresso Anual. Em seguida o Cel. Edmundo de Macedo Soares e Silva discorreu sobre a sua anunciada Primeira Conferência Anual, sobre o tema “A Política Metalúrgica do Brasil”.

Encerrando a Reunião de Instalação o Professor Jorge Americano, Reitor da Universidade de São Paulo, pronunciou um discurso em que frisou a importância e a oportunidade do certame.

No dia 15 às 8,45 horas os membros inscritos da A. B. M. seguiram em visita às oficinas da Cia. Paulista de Estradas de Ferro em Jundiaí e Rio Claro por convite especial da Diretoria daquela Estrada de Ferro. A Cia. Paulista de Estrada de Ferro organizou um trem especial na qual foram servidos almoço e jantar. Os participantes dessa interessantíssima

reunião foram acompanhados pelos diretores daquela empresa, enigs. Jayme Cintra e Luiz Pereira.

Essa visita constituiu uma das principais atrações do Congresso tendo podido os participantes visitar detalhadamente e com a assistência de numerosos técnicos daquela empresa as oficinas de reparações de Jundiá, as oficinas de montagem de vagões e instalação Sperry de solda de trilhos em Rio Claro. O regresso deu-se no mesmo dia às 20,30 horas, em trem especial. Os participantes dessa visita reuniram-se após seu regresso, às 21 horas, no Instituto de Engenharia de São Paulo no qual se organizou um debate acerca dos problemas de produção da Cia. Siderúrgica Nacional em Volta Redonda, sob a presidência do Cel. Edmundo de Macedo Soares e Silva.

No dia 16 às 7,20 horas os membros inscritos dirigiram-se em ônibus, gentilmente postos à disposição pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, à Cia. Forjagem Nacional de Aço Brasileiro em Santo André. Recebidos pela Diretoria da companhia e por seus técnicos, Dr. João Firmino de Araujo, Dr. João Machado Florence, Cel. Paulo Monteiro Valente, Dr. Helio Pereira Sampaio e Major Paulo Miró Ericson, visitaram detalhadamente as moderníssimas instalações daquela firma. Poude ser devidamente apreciada a fabricação de projetis de artilharia de 152 mm desde o seu início. Cumpre frisar que todas as prensas de forjamento e de estiragem são de construção local, bem como a instalação dos compressores hidraulicos. Essa visita foi das mais úteis e proveitosas e os participantes puderam acompanhar todas as fases de produção de projetis forjados.

Finda a visita os congressistas foram saudados pelo Dr. João Firmino de Araujo, presidente da CONFAB, tendo respondido o Cel. Edmundo de Macedo Soares e Silva, presidente da A. B. M.

Em seguida dirigiram-se às instalações da Pirelli S. A. em Capuava, onde foram recebidos pelo enigs. Bruneto, Carlos Pontual de Petrolina e Cassio Penteado. A fabricação de condutores e cabos de cobre foi acompanhada detalhadamente em todas as suas fases, através dos departamentos de laminação, estiramento, montagem de condutores e de cabos. No fim foram visitados os laboratórios de contrôle para ensaios mecânicos e ensaios elétricos.

Alguns participantes se dirigiram em seguida às instalações da Cerâmica São Caetano S. A. acompanhados pelo eng. José Vicente de Azevedo Franceschini e outros à General Motors do Brasil, onde foi servido almoço ao Cel. Edmundo de Macedo Soares e Silva e sua comitiva.

Às 15,20 horas no anfiteatro do Instituto de Pesquisas Tecnológicas foi continuada a leitura e discussão dos trabalhos. Sob a presidência do Cel. Edmundo de Macedo Soares e Silva e secretariando os engs. Miguel Siegel e Manoel de Assumpção Moraes, foi apresentado e discutido o trabalho:

I. P. n.º 6 “Tratamentos Térmicos do Ferro Fundido”, eng. Vicente Chiaverini, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

Em seguida, secretariados pelos engs. Hubertus Colpaert e Fernando Jorge Larrabure, foram apresentados e discutidos sucessivamente os trabalhos:

I. P. n.º 5 “Cementação em Caixa”, eng. Mauricio Grinberg, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

I. P. n.º 4 “Endurecibilidade dos Aços e Sua Determinação”, engs. João Mendes França e João Gustavo Haenel, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

I. P. n.º 7 “A Difração dos Raios-X no Estudo do Encruamento e Recristalização dos Metais”, eng. Adalberto Guedes Pereira, da Laminação Nacional de Metais.

Devido ao adiantado da hora o trabalho I. P. n.º 9 “Generalidades sobre Tratamentos Térmicos”, do eng. Hubertus Colpaert foi transferido para a reunião de Volta Redonda.

Às 21 horas no Instituto de Engenharia, sob a presidência do eng. Miguel Siegel, vice-presidente da A. B. M., na ausência do Cel. Edmundo de Macedo Soares e Silva, com a presença do Professor Luiz Cintra do Prado, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, do eng. Eudoro Lems Berlink, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, eng. Jayme Cintra da Cia. Paulista de Estrada de Ferro, do Professor Marcello D. de Souza Santos, do Departamento de Física da Universidade de São Paulo, do eng. José Moreira dos Santos Penna, do Instituto de Tecnologia Industrial de Minas Gerais e do eng. Tharcisio Damy e Souza Santos, secretário da A. B. M., foi pronunciada a Conferência Científica Anual pelo professor Gleb Wataghin do Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade de São Paulo sobre o tema “A teoria eletrônica dos metais”. O professor Wataghin foi antes saudado, em nome da Associação Brasileira de Metais pelo eng. Miguel Siegel. Terminada a excelente conferência científica pronunciada com grande brilho pelo professor



Wataghin o eng. Tharcisio Damy de Souza Santos agradeceu a honra dispensada à A. B. M. pelo professor Wataghin.

No dia 17 às 7,20 horas partiram para Volta Redonda, para a segunda parte do Primeiro Congresso Anual, os sócios da A. B. M. inscritos, em carro especial ligado ao trem carreira.

Os participantes foram recebidos em Volta Redonda por um numeroso grupo de técnicos daquela Usina e em seguida alojados nas acomodações que lhes foram gentilmente postas à disposição pela Cia. Siderúrgica Nacional.

Após o jantar foi lido e discutido o trabalho I. P. n.º 9 “Generalidades sobre Tratamentos Térmicos” pelo eng. Hubertus Colpaert do Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

No dia 18 foi iniciada, às 8 horas, a visita detalhada à Usina de Volta Redonda, tendo sido sucessivamente percorrido o Pavilhão de Laminação, a Coqueria, Alto-Forno, Acearia.

Tiveram os congressistas a oportunidade de conhecer detalhadamente as impressionantes obras e o seu grande adiantamento da maior usina siderúrgica da América Latina. Volta Redonda constitui o principal capítulo do desenvolvimento da siderúrgica no Brasil e seu próximo funcionamento virá modificar inteiramente a situação das indústrias de transformação no Brasil.

Logo após o almoço foi visitada a cidade de Volta Redonda, as oficinas da Companhia e a estação de captação e tratamento de água na margem do Rio Paraíba.

Às 21 horas teve início a Discussão Aberta Sobre Altos-Fornos, tendo sido lidos e discutidos os seguintes trabalhos:

I. P. N.º 1 “O Acréscimo Possível na Produção dos Modernos Altos-Fornos Brasileiros a Carvão de Madeira” pelo eng.º Cassio Lanari da Cia. Siderúrgica Belgo-Mineira.

I. P. N.º 12 “A Produção de Carvão de Madeira em Minas Gerais” pelo eng.º Galiléu Pereira Baeta a Cia. Siderúrgica Belgo-Mineira.

No dia 19 às 10 horas foram apresentados pelos seus autores e em seguida discutidos os trabalhos:

I. P. N.º 13 “Construção dos Altos-Fornos” pelo eng.º Roberto Loutsch da Cia. Siderúrgica Belgo-Mineira e

I. P. N.º 14 “Minérios de Ferro e de Manganês” pelo eng.º Geraldo Parreiras da Cia. Siderúrgica Belgo-Mineira.

À tarde do mesmo dia, às 15 horas, foram lidos e discutidos os trabalhos:

I. P. N.º 10 “Emprego de Sinter de Minerio de Ferro em Altos-Fornos” pelo eng.º Tharcisio D. de Souza Santos, professor itinerino da Metalurgia dos Metais Não Ferrosos da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, relatado pelo eng.º Alberto Pereira de Castro.

I. P. N.º 15 “A Indústria do Magnésio” pelo Cel. Bernardino Corrêa de Mattos Netto, Membro do Conselho Nacional de Minas e Metalurgia.

O jantar de encerramento foi realizado às 19,30 horas no Hotel Bela Vista da Cia. Siderúrgica Nacional, com a presença de todos os congressistas e dos membros do Conselho de Minas e Metalurgia, especialmente convidados, Cel. Bernardino Corrêa de Mattos Netto e o Professor Othon H. Leonardos.

Agradeceu, em nome dos congressistas, à Cia. Siderúrgica Nacional pela hospitalidade, gentileza e atenções recebidas, o eng.º Ferruccio Fabriani, do Arsenal da Marinha.

Encerrou o Congresso o Cel. Edmundo de Macedo Soares e Silva, presidente da A. B. M. e Diretor Técnico da Cia. Siderúrgica Nacional, que passou em revista os excelentes resultados trazidos com a realização do Congresso, demonstrados pelo número e qualidade dos 15 trabalhos apresentados, das excelentes conferencias pronunciadas e pelo generalizado interesse que provocaram as muitas visitas efetuadas.

Apesar de se tratar de uma entidade nova a Associação Brasileira de Metais logrou o maior êxito com o seu Primeiro Congresso Anual reunindo mais de centena e meia de metalurgistas para apresentação e discussão de contribuições de real valor. Só resta esperar que, prestigiada pelas entidades que se dedicam às indústrias metalúrgicas no Brasil e pelos técnicos nacionais, possa continuar a Associação Brasileira de Metais no seu progama em prol do desenvolvimento e do aperfeiçoamento da metalurgia nacional.

## ESTATUTOS DO CENTRO MORAES REGO

### CAPÍTULO I

#### *Da Sociedade e seus fins*

Art. 1.º — O “Centro Moraes Rego”, sociedade civil de duração ilimitada, com sede e fôro em São Paulo, fundada em 29 de Janeiro de 1944, tem como patrono o Prof. Eng.º Luiz Flores de Moraes Rego, um dos fundadores do Curso de Engenheiros de Minas e Metalurgistas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, e são seus objetivos:

- a) Estreitar os laços de amizade entre alunos, ex-alunos e professores do referido Curso e incrementar o intercâmbio com alunos e ex-alunos de Cursos congêneres do País e Exterior.
- b) Defender os interesses dos sócios.
- c) Promover a realização de viagens de estudos.
- d) Organizar e manter uma biblioteca especializada em geologia e metalurgia para uso de seus associados.
- e) Manter um departamento de estágios para alunos afim de aumentar o aproveitamento técnico do Curso.
- f) Manter um departamento de estudos com o encargo de promover palestras e conferências sôbre assuntos de interesse para a classe.
- h) Organizar e manter um laboratório e um museu de mineralogia.
- i) Cultuar a memória de seu patrono.

### CAPÍTULO II

#### *Dos sócios: Suas obrigações e direitos*

Art. 2.º — Os sócios do Centro dividem-se em 3 categorias: Efetivos, Beneméritos e Honorários.

§ 1.º — Podem ser sócios efetivos os professores, ex-alunos e alunos do Curso de Engenheiros de Minas e Metalurgistas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

§ 2.º — O título de “sócio benemérito” poderá ser conferido a pessoa que tenha prestado ao “Centro” relevante serviço ou cooperado notoriamente para o desenvolvimento material do seu patrimônio.

§ 3.º — O título de “sócio honorário” poderá ser conferido a pessoa que tenha realizado obra de vulto na geologia ou metalurgia.

§ 4.º — Os títulos a que se referem os parágrafos 2.º e 3.º deste artigo, serão conferidos pela Assembléia Geral, por proposta da Diretoria.

Art. 3.º — São direitos dos sócios efetivos:

- a) Participar de todas as atividades e realizações do “Centro”.
- b) Votar e ser eleito.
- c) Tomar parte nas Assembléias Gerais.

Art. 4.º — São obrigações dos sócios:

- a) Cumprir os dispositivos dêstes Estatutos.
- b) Acatar as decisões dos dirigentes da sociedade.
- c) Contribuir com uma taxa estipulada pela Diretoria.
- d) Cooperar com a Diretoria na consecução dos objetivos enumerados no Art. 1.º.

Art. 5.º — Os sócios efetivos estarão sujeitos às penalidades que a Diretoria julgar por bem impor, salvo a pena de exclusão do quadro social que só terá valor quando referendado pelo Conselho Deliberativo.

§ único — Das decisões da Diretoria e do Conselho Deliberativo caberá recurso à Assembléia Geral.

### CAPÍTULO III

Da direção e administração.

Art. 6.º — A direção e administração do “Centro” será exercida por um Conselho Deliberativo e uma Diretoria.

Art. 7.º — O Conselho Deliberativo compor-se-á de 7 membros (sete membros) professores e ex-alunos eleitos pelos ex-alunos e professores, e um membro aluno, eleito pelos alunos. O mandato do Conselho será de 1 (um) ano.

Art. 8.º — Compete ao Conselho Deliberativo fiscalizar as atividades da Diretoria e aprovar, quando exatos, os balancetes semestrais da Tesouraria.

Art. 9.º — Os membros do Conselho elegerão um Presidente e um Secretário para o mesmo.

§ 1.º — Ao Presidente competirá convocar as reuniões do Conselho e presidi-las.

§ 2.º — Ao Secretário competirá substituir o Presidente durante os impedimentos dêste, e lavrar as atas das reuniões.

Art. 10.º — A Diretoria compor-se-á do Presidente, Vice-Presidente, 1.º Secretário, 2.º Secretário, 1.º Tesoureiro, 2.º Tesoureiro e Representante do Conselho Deliberativo.

§ 1.º — O Presidente, 1.º Secretário e 1.º Tesoureiro serão eleitos pela forma estabelecida no Capítulo V e terão mandato por um ano.

§ 2.º — O Vice-Presidente, 2.º Secretário e 2.º Tesoureiro serão nomeados respectivamente pelo Presidente, 1.º Secretário e 1.º Tesoureiro, e seus mandatos extinguir-se-ão com os dêstes.

Art. 11.º — Compete ao Presidente.

a) Convocar e presidir as Assembléias Gerais, eleições e reuniões da Diretoria.

b) Dirigir todos os trabalhos e superintender os negócios do “Centro”.

c) Representar o “Centro” em júizo e fora dêle.

d) Fiscalizar o trabalho dos outros membros da Diretoria e das Comissões.

e) Resolver qualquer assunto social de caráter urgente.

f) Autorizar o pagamento de quaisquer despesas.

g) Lavrar um livro de previsões e atos administrativos para conhecimento das diretorias futuras, evitando assim as soluções de continuidade nas gestões.

Art. 12.º — Compete ao Vice-Presidente substituir o Presidente em suas faltas e impedimentos.

Art. 13.º — Compete ao 1.º Secretário:

a) Redigir as atas das reuniões da Diretoria e das Assembléias Gerais.

- b) Manter em dia a correspondência do “Centro”.
- c) Organizar e manter um fichário dos sócios.

Art. 14.º — Compete ao 2.º Secretário substituir o 1.º Secretário em suas faltas e impedimentos e auxiliá-los nos encargos da secretaria.

Art. 15.º — Compete ao 1.º Tesoureiro:

- a) Arrecadar as anuidades dos sócios e receber subvenções e doações feitas ao “Centro”, bem como efetuar as despesas autorizadas.
- b) Ter sob sua guarda e responsabilidade dinheiro e outros valores pertencentes ao “Centro”, que lhe forem confiados, devendo depositá-los em estabelecimentos designados pela Diretoria.
- c) Fazer a escrituração dos livros da tesouraria ou designar quem o faça em seu nome.
- d) Apresentar um balancete semestral.

Art. 16.º — Compete ao 2.º Tesoureiro substituir o 1.º Tesoureiro nas faltas e impedimentos dêste e auxiliá-lo nos encargos da Tesouraria.

Art. 17.º — Os cargos que se vagarem na Diretoria serão preenchidos interinamente pela forma estabelecida para as substituições, tornando-se estas definitivas depois de aprovadas pelo Conselho Deliberativo. Não ocorrendo esta aprovação, será convocada nova eleição, nos termos do Capítulo V.

#### CAPÍTULO IV

Das Assembléias Gerais.

Art. 18.º — Haverá anualmente, convocada pelo Presidente para a 1.ª quinzena de Outubro, uma Assembléia Geral ordinária com a seguinte ordem do dia.

- a) Leitura e discussão do relatório e contas apresentadas pela Diretoria, referentes ao exercício findo.
- b) Eleição da nova diretoria.

Art. 19.º — A Assembléia Geral extraordinária será convocada por iniciativa do Presidente ou por proposta feita em petição por mais de um quinto dos sócios efetivos, devidamente fundamentada, e em ambos os casos, com designação dos fins para que é convocada.

Art. 20.º — Considera-se legalmente constituída e apta para deliberar, salvo o disposto nos Arts. 25.º e 26.º dêstes estatutos, qualquer

Assembléia Geral, regularmente convocada, quando se verificar, em primeira convocação a presença da maioria dos sócios efetivos residentes na Comarca da Capital e, em segunda convocação, a de qualquer número de membros efetivos, em ambos os casos em pleno gozo de seus direitos.

§ único — As convocações serão feitas pela imprensa diária, com a antecedência mínima de 8 (oito) dias, e por meio de circulares enviadas aos sócios.

## CAPÍTULO V

Das eleições.

Art. 21.º — A eleição dos membros do Conselho Deliberativo e da Diretoria será realizada anualmente, na primeira quinzena de Outubro, por escrutínio secreto, perante uma junta eleitoral nomeada pela Diretoria.

§ 1.º — A eleição para os cargos que se vagarem nos termos do Art. 17.º poderá ser realizada em qualquer data.

§ 2.º — As convocações serão feitas com antecedência mínima de 15 (quinze) dias, por editais na imprensa diária e por circulares enviadas aos sócios.

§ 3.º — Os membros eleitos deverão tomar posse dentro de 30 (trinta) dias da data da eleição.

## CAPÍTULO VI

Do regime econômico.

Art. 22.º — Todas as despesas normais para o funcionamento do “Centro” deverão ter a aprovação do Presidente; as despesas extraordinárias deverão ser aprovadas pelo Conselho Deliberativo.

## CAPÍTULO VII

Das Comissões.

Art. 23.º — A Diretoria poderá nomear Comissões para organizar e manter serviços que assegurem a realização dos objetivos enumerados no Art. 1.º.

Art. 24.º — As diversas Comissões elaborarão seus regimentos internos, que serão submetidos à aprovação da Diretoria.

## CAPÍTULO VIII

## Disposições gerais.

Art. 25.º — A venda ou alienação de bens patrimoniais do “Centro” só poderá ser feita por deliberação da Assembléa Geral, com aprovação de 2/3 (dois terços) dos sócios efetivos em pleno gozo de seus direitos.

Art. 26.º — A extinção do “Centro” só poderá ser resolvida por Assembléa extraordinária especialmente convocada, e com aprovação de 4/5 (quatro quintos) dos sócios efetivos em pleno gozo de seus direitos. A liquidação será promovida pela Diretoria, que destinará o saldo apurado a associações culturais, por indicação da Assembléa Geral.

Art. 27.º — Êstes estatutos só poderão ser modificados por Assembléa Geral extraordinária convocada com sessenta dias de antecedência.

Art. 28.º — Os sócios não responderão subsidiariamente pelas obrigações sociais do Centro.

*Henrique Anawate*

Presidente do C. M. R.



## NOTÍCIAS DO C. M. R.

O Centro Moares Rego, fundado aos 29 de janeiro de 1944 com objetivos unicamente culturais, tem cumprido a sua finalidade com pleno êxito. Assim conseguimos após sua fundação, a união entre seus membros, alunos, ex-alunos e professores.

Por outro lado a diretoria iniciou a formação de sua bibliotéca, ma-  
potéca e fototéca, que servirão para consultas de seus membros, achando-se  
em fase de pleno desenvolvimento, contando até o momento, a bibliotéca,  
com 165 obras diversas além de assinaturas de várias revistas.

Além de outras atividades relacionadas com nossos objetivos, o Centro  
patrocinou várias conferências, todas elas alcançando grande êxito. Sa-  
lientamos aqui as pronunciadas pelo Dr. Eduardo R. Costa sobre "Moraes  
Rego, sua vida e sua obra", pelo Dr. Luciano Jacques de Moraes sobre  
"O Carvão no Sul do Brasil", Prof. Otávio Barbosa, "Moraes Rego como  
Geomorfologista", Engenheiro Anibal A. Bastos "O Carvão de Santa  
Catarina", Engenheiro Tarcísio D. de Souza Santos "Tendências atuais da  
indústria mineral".

Todas elas realizadas no salão de conferências do Instituto de En-  
genharia, cujo Diretor, Dr. Heitor Portugal e Secretário Mário Lopes Leão  
muito contribuíram para o êxito das mesmas, a quem deixamos nossos  
agradecimentos.

O Centro colaborou com a Diretoria da Escola Politécnica para a  
comemoração do 5.º aniversário da fundação do Curso de Minas e Meta-  
lurgia, em viagens de estudos, e no caso de reconhecimento do referido  
C. M. R. pelo Ministério da Educação.

Também aqui tornamos público o agradecimento ao Dr. Roberto  
Simonsen pelo valioso apoio que nos emprestou.

O patrimônio do Centro, embora lentamente, esta aumentando:

Citamos aqui o quadro a óleo de Luiz Flores de Moraes Rego, oferecido ao Centro pelo Dr. Anibal A. Bastos, a quem mais uma vez agradecemos. Obtivemos da direção da Escola Politécnica para nosso uso, dois armários. Temos ainda em boa quantidade material de secretaria.

O ano de 1944, terminou com a tesouraria mais ou menos equilibrada.

O Centro Moraes Rego comunica:

a) a reedição de "O Vale do S. Francisco" pela Editora Renascença e de autoria do prof. Dr. Luiz Flores de Moraes Rego (1).

b) para o 2.º semestre a realização de conferências do Dr. Avelino I. de Oliveira e Dr. Glycon de Paiva.

c) a publicação da conferência do Eng. Dr. Anibal Alves Bastos sobre o Carvão de Sta. Catarina, no número de Fevereiro da "Revista Engenharia" de S. Paulo.

d) a publicação a partir do próximo número dêste boletim de uma secção de notícias sobre Mineração e Metalurgia em todo mundo.

e) que em cooperação com a diretoria da E. P. U. S. P., está reunindo os diversos trabalhos do prof. Dr. Luiz Flores de Moraes Rego, publicados em diversas revistas do país. Pedimos pois a colaboração de todos os que podem cooperar conosco, enviar-nos cópias dos referidos trabalhos com a indicação de origem.

f) a edição do 2.º número de "Geologia e Metalurgia" até o fim do corrente ano.

g) conforme o resultado das eleições da nova diretoria do C. M. R. para êste ano, ficou esta assim constituída:

Presidente: *Henrique Anawate*

Vice-Presidente: *Pedro Maciel*

1.º Secretário: *Horacio Ceccantini*

2.º " *Carlos Eduardo Cajado*

1.º Tesoureiro: *Albino Arroio*

2.º " *Geraldo Melcher*

Bibliotecário: *Mario Bianchi*

---

(1) Esta monografia é uma das maiores obras do autor e os pedidos podem ser feitos diretamente à Editora.

COMPÔS E IMPRIMIU  
INDÚSTRIA GRÁFICA SIQUEIRA  
SALLES OLIVEIRA & CIA. LTDA.  
RUA AUGUSTA, 235 — SÃO PAULO