

Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP
Departamento de Engenharia de Minas

ISSN 0104-0553

BT/PMI/144

**Inovação Tecnológica e Setores da
Indústria: O Contexto da Indústria
Extrativa e de Transformação Mineral**

Maria Helena Machado Rocha Lima
Eduardo Camilher Damasceno



São Paulo – 2001

O presente trabalho é uma versão abreviada da tese de doutorado apresentada por Maria Helena Machado Rocha Lima, sob a orientação do Prof. Dr. Eduardo Camilher Damasceno, "Inovação Tecnológica e Setores da Indústria: O Contexto da Indústria Extrativa e de Transformação Mineral" com defesa realizada em 07/11/00, na EPUSP.

A íntegra da tese encontra-se à disposição dos interessados com o autor e na Biblioteca do Depto. de Engenharia de Minas da Escola Politécnica da USP.

FICHA CATALOGRÁFICA

Rocha Lima, Maria Helena Machado

Inovação tecnológica e setores da indústria : o contexto da indústria extrativa e de transformação mineral / M.H.M. Rocha Lima, E.C. Damasceno. – São Paulo : EPUSP, 2001.

20 p. – (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Minas, BT/PMI/144)

1. Tecnologia - Inovações 2. Patentes 3. Desenvolvimento econômico I. Damasceno, Eduardo Camilher II. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Minas III. Título IV. Série

ISSN 0104-0553

CDU 6

347.77

338.984

**BOLETIN TÉCNICO DA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**“INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E SETORES DA INDÚSTRIA:
O CONTEXTO DA INDÚSTRIA EXTRATIVA E DE
TRANSFORMAÇÃO MINERAL”**

**MARIA HELENA MACHADO ROCHA LIMA
EDUARDO CAMILHER DAMASCENO**



INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E SETORES DA INDÚSTRIA: O CONTEXTO DA INDÚSTRIA EXTRATIVA E DE TRANSFORMAÇÃO MINERAL

Maria Helena Machado Rocha Lima e Eduardo Camilher Damasceno

Compreender as razões pelas quais o Brasil não tem crescido nas últimas décadas é uma tarefa ampla que precisa ser estudada num contexto maior, onde cada área de conhecimento pode dar a sua contribuição.

O estudo das mudanças tecnológicas e suas implicações para o crescimento econômico tem sido objeto de análise nos países em desenvolvimento desde muitas décadas. Por outro lado, os países em desenvolvimento têm feito um grande esforço na promoção do crescimento econômico, através do exercício do poder político, nessa segunda metade do século XX.

O processo de desenvolvimento é um fenômeno político, econômico e social de grande envergadura para os países em desenvolvimento que almejam alcançar os padrões de bem estar social dos países de economia madura.

A maior dificuldade na compreensão deste processo deve-se à diversidade entre os países. Os estudiosos do crescimento econômico têm procurado compreender as razões pelas quais alguns países conseguem diminuir esta distância em relação aos países desenvolvidos, como os NIC's- *Newly Industrialized Countries*, enquanto outros países não apresentam os mesmos resultados. Por outro lado, países como os Estados Unidos têm experimentado um crescimento econômico, sustentado por muitos anos sem apresentar sinais de reversão do processo.

A importante pergunta que se faz ao se estudar o crescimento econômico é o que causa ou não a prosperidade dos diversos povos. BARRO (1997), através de um estudo empírico a respeito de diferenças entre, aproximadamente, cem países, desde o ano 1965, identificou fatores básicos que propiciaram o crescimento econômico: o alto nível de escolaridade da população, a saúde (medida pela expectativa de vida), a baixa fertilidade, o comprometimento da sociedade com as leis e os termos de comércio exterior favoráveis ao país.

Analisando alguns indicadores econômicos, observa-se que o desempenho do Brasil foi um dos piores na América Latina nos últimos anos e tem-se, também, um retrato claro por que a década de 80 é chamada de perda. O período de 1988 a 1995, objeto de estudo, foi marcado por crises econômicas e recessão, em todos os setores, da economia do Brasil. As taxas de crescimento médio do PIB brasileiro apresentaram uma queda devastadora entre os anos de 1990 - 1994. Essa taxa passou de 4,5%, nos anos de 1985 - 1989, para 0,8% no período de 1990-1994 e só voltou a se recuperar em 1995

A desaceleração do crescimento econômico na década de 80 foi comandada pela indústria e refletia os desequilíbrios, tanto externos quanto internos, da economia do país. Nova fase, na economia, se inicia após 1994, com o Plano Real que foi bem sucedido, tendo em vista seus resultados permanentes.

Os anos 90 foram considerados por BAUMANN *et al* (2000) como a década das reformas no Brasil. Analisando a história econômica recente, algumas ações já tinham ocorrido neste sentido no final da década de 1980, como as primeiras privatizações e a liberação do comércio exterior, além da concepção da chamada Nova Política Industrial e Tecnológica. O período estudado, portanto, representou uma mudança de rumo na economia com reflexos em vários aspectos da vida do país.

Esse estudo pretende contribuir com subsídios para entender as causas das diferenças no crescimento entre os diversos setores da indústria, no caso, a Indústria Extrativa Mineral e a Indústria de Transformação, no período de 1988 a 1995. A questão central é explicar as diferenças encontradas no desenvolvimento – entre e dentre os setores da indústria nos anos estudados.

O ponto de partida será estimar a função de produção agregada da indústria brasileira no período de 1988 a 1995. Será apresentado um método para se medir as diferenças no nível de inovação tecnológica dos setores industriais brasileiros.

A atividade de inovação tecnológica e sua contribuição para o crescimento da produção industrial será investigada através da variável patente. O aumento dessa atividade será avaliada do ponto de vista das patentes licenciadas por residentes no país ou da transferência de tecnologia estrangeira, através do licenciamento de patentes americanas no Brasil.

1. O referencial teórico: teoria do crescimento econômico, inovação tecnológica e seus indicadores.

A inovação tecnológica, como motor do desenvolvimento, é o que diferencia, basicamente, a teoria clássica da neoclássica e abre novos caminhos para a teoria do crescimento econômico.

O modelo desenvolvido usa o instrumental da teoria neoclássica, iniciada com o estudo de Solow, e pretende compreender as causas das diferenças no crescimento econômico dos diversos setores industriais brasileiros, tentando incorporar a perspectiva de longo prazo ao analisar e utilizar a variável patente como um indicador de inovação tecnológica ao estudar a sua dinâmica nas indústrias extrativa e de transformação mineral, dando uma dimensão endógena à mudança tecnológica.

As estatísticas sobre patentes são apresentadas como indicadores de inovação tecnológica. A extensa literatura, através dos estudos empíricos analisados, comprova sua importância para o estudo do desenvolvimento econômico.

Por muitos anos os dados, as informações e as estatísticas sobre patentes têm fascinado economistas (GRILICHES, 1990). Existe uma extensa literatura econômica em que conceituados autores utilizam as estatísticas de patentes como medida de grau de inventividade.

Essa medida do grau de inventividade é utilizada para responder a várias questões importantes, tais como, o crescimento econômico, a mudança tecnológica, a posição de competitividade entre as firmas e os países e o dinamismo das estruturas industriais.

A carta patente¹ é concedida ao inventor após ser examinada do ponto de vista da novidade e da utilização potencial. Para poder obter o privilégio de patente, a invenção tem que apresentar um avanço no estado da técnica. A patente é um dado disponível em um grande número de países, apesar das dificuldades na sua utilização e interpretação. Existem princípios gerais mundiais e normas específicas nacionais quanto aos sistemas de patentes mas, no entanto, o processo de decisão sobre a patenteabilidade de uma invenção varia entre os países.

Considerando, portanto, as diferenças entre os procedimentos adotados pelos órgãos que concedem patentes nos diversos países, existem variações, principalmente, em relação à qualidade das patentes entre os países e, muitas vezes, entre períodos num mesmo país.

Para GRILICHES (1990), além da diferença de qualidade, que seria a principal dificuldade para a utilização dos dados de patentes em análises econômicas, existe um outro problema adicional porque nem toda a inovação é patenteada. Ainda as patentes diferem entre si pelo seu significado técnico e econômico, pois muitas mostram pequenos avanços tecnológicos, com escasso valor econômico, enquanto poucas são extremamente valiosas.

Outra dificuldade, para a análise econômica dos dados sobre patentes, decorre da natureza técnica da sua classificação: as mesmas são classificadas por tipo de tecnologia de acordo com a IPC - *International Patent Classification* - o que impossibilita a alocação direta das mesmas por indústria ou grupo de produtos.

A fonte básica dos dados sobre patentes nesse estudo foi o banco de dados INPADOC-*International Patent Documents Library*², que registra e contabiliza as patentes de 80 países que utilizam a IPC e a estes dados foram aplicados a um modelo probabilístico, o YTC - *Yale*

¹ Uma carta patente contém informações gerais como nome e endereço do inventor, pessoa física ou jurídica, cita o número de patentes e os trabalhos científicos relacionados com ela e descreve, de maneira bastante completa, a invenção que a motivou.

² Banco de Dados INPADOC para 80 países via *STN online services*, com direitos autorais nos Estados Unidos para o banco de dados da American Chemical Society.

Technology Concordance. Foram utilizados os dados de patentes do Brasil, aplicados a essa metodologia, segundo o modelo descrito no artigo de KORTUM e PUTNAM (1997).

O modelo probabilístico foi construído a partir do *Canadian Patent Office* que, desde 1972, classificou mais de 300.000 patentes por indústria. A premissa básica do modelo é que a probabilidade de uma patente vir a ser produzida ou utilizada por uma determinada indústria, só depende da tecnologia contida na patente, não importando o país que a gerou ou a data em que a patente foi concedida.

Portanto, as probabilidades condicionadas³, estimadas a partir dos dados do modelo do Canadá, podem ser aplicadas a qualquer país e a qualquer período, bastando para isso o conhecimento da tecnologia da patente. O YTC consiste na estimativa dos conjuntos de probabilidades condicionais, tendo como base os dados do Canadá e aplicados às estatísticas dos demais países.

2. O arcabouço teórico

O modelo desenvolvido nessa seção investiga a importância da mudança tecnológica para o crescimento do setor industrial no Brasil. Serão usados os dados dos setores da indústria, com o objetivo de se estimar a função de produção agregada.

Para separar os efeitos da mudança tecnológica do impacto do aumento das quantidades dos insumos, é preciso utilizar-se de um arcabouço teórico. A função de produção possibilita separar esses impactos e com esse objetivo foram selecionadas as variáveis: valor real da produção de bens finais, número de pessoas ligadas à produção e número de pessoas na administração, valor real do consumo de energia e de combustível, ativo real total, royalties, patentes de domiciliados no Brasil e patentes de americanos no Brasil.

A PIA⁴- Pesquisa Industrial Anual do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística⁵ foi utilizada como fonte de dados na estimação da função de produção para os anos de 1988 a 1995, considerando-se que não houve a pesquisa no ano de 1992. Os dados de patentes foram extraídos do trabalho de JOHNSON e EVENSON (1998), construídos utilizando-se a metodologia do YTC- *Yale Technology Concordance*, a partir dos dados dos anos de 1985, 1990 e 1995.

³ Suponha que existam três tecnologias (A, B, C) e duas indústrias (1 e 2). Pode-se construir uma matriz que mostre a probabilidade de uma patente, classificada como tecnologia A, B ou C, estar associada a uma das indústrias ou a duas. Como exemplo, a tecnologia A pode ter a probabilidade de estar igualmente associada à indústria 1 (50%) ou 2 (50%), a tecnologia B pode estar mais ligada à indústria 3 (70%) do que à indústria 1 (30%) e, por último, a tecnologia C pode estar totalmente associada à indústria 1 (100%).

⁴ Os dados originais estão expressos em diferentes unidades monetárias: milhões de cruzados (1988), milhões de cruzados novos (1989), milhões de cruzeiros (1990 a 1992), milhões de cruzeiros reais (1993) e, por fim, milhares de reais (1994 e 1995). Obter os dados de 1988, 1989, 1990, 1992, 1993 e 1994 em valores constantes e na mesma unidade monetária foi tarefa difícil, que exigiu muito rigor e cuidado. Considerando 1995 como ano base, os dados foram deflacionados para preços constantes deste ano, através de um deflator implícito.

⁵ No momento da elaboração da tese, tanto os dados da PIA-IBGE como os dados do YTC só estavam disponíveis até o ano de 1995.

Formulação do Modelo de Função de Produção

Na estimação das funções de produção setoriais, será adotada uma única equação que permite lidar com as diferenças, possivelmente existentes, nos níveis de tecnologia adotados em cada setor e ao longo do tempo. Será estimada uma forma funcional que, acredita-se, permite obter o impacto, nas funções de produção setoriais, das mudanças tecnológicas ocorridas nos setores ao longo do tempo.

A hipótese que está sendo utilizada, é a de que os conceitos básicos da teoria da produção, usados na análise da empresa, podem ser também aplicados à função de produção agregada setorial, que pode ser estimada com o objetivo de estudar as diferenças de produtividade entre setores da economia.

A empresa, em determinado setor de atividade, ao decidir sobre o quanto produzir e o quanto utilizar de cada insumo, está restrita pelo seu conjunto das possibilidades de produção. O conjunto das possibilidades de produção depende da tecnologia disponível em um determinado momento. O progresso técnico expande o conjunto das possibilidades de produção da empresa, permitindo novas combinações de insumos e/ou novos níveis de produção, dadas certas combinações desses insumos.

A função de produção⁶ é o subconjunto do conjunto das possibilidades de produção que permite obter a quantidade máxima de produto, por unidade de tempo, para cada combinação de insumos empregada neste mesmo período. Ela descreve a relação física entre insumos e produto, mostrando a taxa máxima pela qual os recursos são transformados em produto por unidade de tempo. Se a empresa está maximizando o lucro, ela sempre produzirá a quantidade máxima de produto possível dada a combinação de insumos escolhida (se a quantidade produzida não é aleatória).

A partir da função de produção, do tipo Cobb-Douglas, se chega a uma forma explícita para a equação (1). A equação resultante será utilizada para descrever e avaliar a evolução do processo produtivo dos diversos setores da Indústria no Brasil, no período de 1988 a 1995 e é apresentada a seguir:

$$Y_{it} = A_i T_{it}^{\alpha_1} P_{it}^{\alpha_2} N_{it}^{\alpha_3} E_{it}^{\alpha_4} C_{it}^{\alpha_5} R_{it}^{\alpha_6} e^{\alpha_7 B_{it}} e^{\alpha_8 U_{it}} e^{\alpha_9 D_1} e^{\alpha_{10} D_2} e^{\varepsilon_{it}} \quad (1)$$

Onde:

Y_{it} = Valor real da produção de bens finais do setor i , no ano t ;

A_i = Intercepto específico do setor i ;

⁶ Ela descreve, por exemplo, como insumos (escavadeiras, moinhos, engenheiros e operários) se combinam para produzir minério de ferro aglomerado como *pellet*.

T_{it} = Ativo real total do setor i , no ano t ;

P_{it} = Número de trabalhadores na produção no setor i , no ano t ;

N_{it} = Número de trabalhadores em atividades administrativas no setor i , no ano t ;

E_{it} = Valor real do consumo de energia elétrica no setor i , no ano t ;

C_{it} = Valor real do consumo de combustíveis no setor i , no ano t ;

R_{it} = Royalties pagos pelo setor i , no ano t ;

B_{it} = Patentes de domiciliados no Brasil referentes ao setor i , no ano t ;

U_{it} = Patentes americanas no Brasil referentes ao setor i , no ano t ;

D_1 = variável *dummy*⁷ para 1989;

D_2 = variável *dummy* para 1991

ε_{it} = distúrbio referente ao setor i , no ano t ;

Calculando o logaritmo da equação (1), temos uma equação linear que pode ser estimada, utilizando os métodos de estimação, descritos na próxima seção.

$$\begin{aligned} \text{Log } Y_{it} = & \log(A_i) + \alpha_1 \log(T_{it}) + \alpha_2 \log(P_{it}) + \alpha_3 \log(N_{it}) + \alpha_4 \log(E_{it}) + \\ & \alpha_5 \log(C_{it}) + \alpha_6 \log(R_{it}) + \alpha_7 B_{it} + \alpha_8 U_{it} + \alpha_9 D_1 + \alpha_{10} D_2 + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (2)$$

A metodologia utilizada, para estimar a função de produção foi, a de dados em painel, combinando-se dados de corte transversal⁸ com os dados temporais⁹ através da abordagem de efeitos fixos e aleatórios.

Na abordagem de efeitos fixos, o modelo assume que as diferenças, envolvendo eficiência técnica entre as unidades (setores), podem ser medidas através do intercepto a_i . Também é possível que as inclinações (os α s) variem entre os setores, mas essa hipótese não será investigada nesse trabalho. O modelo com efeitos aleatórios trata os termos específicos de cada setor, como sendo distribuídos, aleatoriamente, entre as unidades de corte transversal. Esta abordagem é diferente da anterior, na medida em que, no modelo de efeitos fixos, assume-se que as diferenças, entre estas unidades, possam ser vistas como mudanças paramétricas da função de regressão.

Ao se utilizar dados em painel, há maior flexibilidade na modelagem das diferenças existentes entre as unidades observadas. No entanto, é preciso se ter uma amostra grande, bastante informativa a respeito dos parâmetros a serem estimados. Nesse estudo serão utilizadas 9 variáveis de 21 setores da indústria brasileira, portanto, uma amostra com 63 observações.

⁷ Variáveis podem ser quantitativas (pessoal na produção, consumo de energia, etc) e qualitativas ou *dummies* (sexo, raça, ano de 89 ou não)

⁸ Ou análise "cross section" mantém-se o tempo constante e examina-se o comportamento das variáveis para cada setor industrial.

Medidas de Inovação Tecnológica por Setores da Indústria

O modelo estimado, com efeitos aleatórios, apresentou melhores resultados, com as variáveis selecionadas apresentando coeficientes bastante significativos, dentre eles o da variável patentes americanas no Brasil. A tabela, a seguir, apresenta a função de produção estimada com efeitos fixos e aleatórios para os setores da indústria.

Tabela 2.1: Estimativa de funções de produção para os setores da indústria

	Anos	Const. ¹⁰	Pessoal produção	Pessoal Adm.	Energia	Patentes USA	D89	D91	r ²
Efeitos Fixos	88-90-95		0,908 (0,218) t=4,17	0,329 (0,144) t=2,281	0,538 (0,152) t=3,534	0,0005 (0,001) t=0,314	-0,22 (0,056) t=-3,93	0,259 (0,096) t=2,756	0,99
Efeitos Aleatórios	88-90-95	3,282 (0,632) t=5,19	0,213 (0,095) t=2,233	0,561 (0,106) t=5,297	0,302 (0,069) t=4,382	0,002 (0,001) t=2,647	-0,152 (0,051) t=-2,96	0,152 (0,057) t=2,663	0,98

Os coeficientes das variáveis que se mostraram significantes são: trabalhadores na produção, trabalhadores na administração, valor real do consumo de energia, patentes de americanos no Brasil e as duas variáveis *dummies* para tempo, considerando efeitos fixos e a constante e o estimador μ_i para os efeitos aleatórios.

Na função de produção Cobb-Douglas, os interceptos (a_i , μ_i e β) são uma medida de inovação tecnológica e dão o nível de progresso técnico de cada setor da indústria, pois descrevem a tecnologia através da qual variáveis como energia, trabalhadores e outros insumos, se transformam em produto e/ou valor da produção de bens finais. A tabela, a seguir, apresenta essa medida, para os efeitos fixos e aleatórios para cada setor da indústria brasileira.

Deslocamentos da função de produção são, no caso de efeitos fixos, a constante estimada para cada setor da indústria brasileira (a_i), e, no caso de efeitos aleatórios, além β (que não varia no tempo), o termo μ_i que é uma medida de variabilidade entre os setores.

⁹ Ou análise "times series" examina-se o comportamento dos setores industriais ao longo do tempo.

¹⁰ É o termo constante, o intercepto (A) da função de produção,

Tabela 2.2: Medida de inovação tecnológica - nível

	Efeitos Fixos	Efeitos Aleatórios
	Intercepto (α_i)	$\beta = 3,282$ μ_i
Indústria Extrativa e de Transformação Mineral		
Extração de Minerais Metálicos	-3,994	0,26
Extração de Minerais Não Metálicos	-4,008	-0,17
Fabricação de Cimento e Clinquer	-3,657	0,06
Fabricação de Peças e Estruturas de Cimento	-3,464	0,16
Fabricação de Vidro	-3,741	0,14
Fabricação outros produtos Minerais Não metálicos	-5,146	-0,11
Siderurgia	-5,336	0,05
Metalurgia dos Não Ferrosos	-4,965	-0,01
Fabricação de Fundidos e Forjados de Aço	-4,722	-0,26
Fabricação de outros produtos Metalúrgicos	-5,14	-0,02
Outras Indústrias		
Máquinas e Equipamentos	-5,142	-0,04
Indústria Elétrica, Eletrônica e de Comunicação	-4,894	0,13
Transporte	-5,044	0,36
Madeira	-5,344	-0,15
Indústria de Papel e Gráfica	-5,292	-0,1
Indústria de Borracha e Plástico	-5,245	-0,1
Indústria Química	-4,974	0
Indústria de Produtos Farmacêuticos	-3,607	0,39
Indústria Têxtil	-6,342	-0,13
Produtos Alimentares	-6,04	-0,12
Indústria Diversas	-4,251	-0,2

3. Desenvolvimento tecnológico e produtividade: setores selecionados.

Nessa seção será avaliado o estágio de desenvolvimento tecnológico da Indústria Extrativa e de Transformação Mineral no período de 1988 a 1995. O estudo compreende indústrias, com um certo grau de homogeneidade tecnológica quanto aos processos produtivos e seus produtos, como por exemplo as Indústrias Siderúrgica e do Alumínio. Por outro lado, compreende também segmentos industriais que apresentam diferenças quanto a tecnologia empregada.

Procurar-se-á destacar, a dinâmica da inovação no setor e o seu grau de atualização tecnológica. Cada segmento será analisado, destacando-se suas características tecnológicas e produtividade dos fatores de produção. Os dados utilizados, para cada um dos setores analisados, possibilitou uma análise da produtividade dos fatores de produção: trabalho (pessoal ligado a produção e pessoal na administração) e capital (energia). O aumento de produtividade pode ser o

resultado da melhor qualidade da mão de obra (educação), da utilização de máquinas e equipamentos mais eficientes, assim como de novas técnicas de gestão e de novas tecnologias.

Serão analisados nesse capítulo, além da Siderurgia e da Indústria do Alumínio (classificada pelo IBGE como uma das indústrias do segmento da Metalurgia dos Não Ferrosos), a Extração de Minerais Metálicos e a Indústria do Cimento (composta pela Fabricação de Cimento e Clinquer e pela a Fabricação de Peças e Estruturas de Cimento, Concreto e Fibrocimento).

Dentre as indústrias extrativas e de transformação mineral foram escolhidas para essa análise aquelas que se mostraram mais inovadoras, a Indústria de Cimento e a Extrativa de Minerais Metálicos, adotando-se a medida de inovação tecnológica (Tabela 2) calculada pelo modelo apresentado na seção anterior.

A escolha da indústria do alumínio, dentro do segmento da Metalurgia dos Não Ferrosos, se deve ao fato que é a mais importante indústria desse setor no país¹¹. Segundo DAMASCENO (1995), o Brasil apresenta grande disponibilidade de recursos minerais e capacidade de produção de metais não ferrosos, com exceção do chumbo.

As indústrias de insumos básicos, como é o caso da Siderurgia e da Indústria do Alumínio, tiveram elevados investimentos públicos no II PND- Plano Nacional de Desenvolvimento, fato que promoveu o grande desenvolvimento do setor, acompanhado de um acentuado processo de modernização tecnológica. Em contrapartida, outros setores industriais não apresentaram o mesmo grau de desenvolvimento e de modernização tecnológica.

O cenário internacional, nos anos 80, indicava que o progresso tecnológico dos processos produtivos se encaminhava para a crescente automação e também para a difusão de novas técnicas de organização do trabalho. Essas novas técnicas organizacionais estavam ainda pouco difundidas no Brasil. Em relação a automação industrial, a defasagem tecnológica da indústria brasileira, poderia, em parte, ser explicada pela reserva de mercado da informática, que contribuiu para dificultar a importação de equipamentos e manter os bens eletrônicos estrangeiros com altos preços, quando não existia correspondência em qualidade nos produtos nacionais.

No processo de modernização tecnológica, as empresas brasileiras, de maneira geral, sempre investiram poucos recursos com P&D. A maneira mais comum de ter acesso à tecnologia foi e, tem sido, através de licenciamento de tecnologia no exterior.

¹¹ Em 1988 a produção de alumínio correspondia a 52%, o cobre 12% e o zinco 13%, em 1995 o alumínio passou a 70%, o cobre para 10% e o zinco 12% (Anuário Estatístico- Setor Metalúrgico- MME, 1999)

3.1 Siderurgia

O processo siderúrgico pode ser resumido a três fases de produção: redução, refino e transformação. A fase de redução consiste em se obter o ferro gusa no alto forno através da redução do minério de ferro, o refino consiste em converter o ferro gusa em aço bruto nas aciarias e a partir deste aço bruto chega-se, através da transformação, aos laminados planos e não planos.

Os insumos básicos, na fase de redução, são o minério de ferro e o carvão mineral ou o vegetal. São grandes e de excelente qualidade as reservas brasileiras de minério de ferro, o que não ocorre com o carvão mineral. A tecnologia utilizada nesta fase, com modernos alto fornos a coque, já estava bastante atualizada tecnologicamente no período estudado.

A tecnologia de refino, utilizada no Brasil, era das mais modernas do mundo. Por outro lado, a etapa de transformação era a menos atualizada tecnologicamente, pois ainda havia pouca difusão da automação industrial, ainda sob efeito da reserva de mercado da informática.

No mercado internacional, a concorrência dos novos materiais indicava uma tendência para a produção de aço especiais. No entanto, o Brasil era um grande produtor de semi-acabados e de aço comum, sem a preocupação em produzir novos produtos com maior conteúdo tecnológico e maior valor agregado.

A Indústria Siderúrgica caracteriza-se por processos contínuos de produção que exigem elevadas escalas de produção e investimentos vultosos na sua implantação. É um setor intensivo em capital e com elevada concentração da produção industrial. Os fatores mais importantes da competitividade do setor são a escala de produção, o acesso a matéria-prima e a energia, além da eficiência na gestão dos processos.

O setor tornou-se prioritário no processo de privatização, por fugir das funções típicas de governo, e tendo em vista a importância das estatais na produção de aço que, no final da década de 80, era responsável por 70% da produção brasileira. O processo de privatização teve início com a USIMINAS em 1991, seguida da CSN em 1992.

Por se tratar de uma indústria madura e com tecnologia já consolidada, as mudanças técnicas no Brasil se resumiram, na maioria dos casos em aperfeiçoamento de processos, adaptações de tecnologia importada e otimização do rendimento operacional das usinas.

O desenvolvimento tecnológico do setor siderúrgico baseou-se no licenciamento de tecnologia dos países desenvolvidos. Os gastos em P&D pelas empresas eram bastante modestos e não se destinavam à inovação do produto, mas ao aperfeiçoamento de tecnologias já conhecidas.

Dentre as empresas do setor, somente a USIMINAS, a CSN e a ACESITA possuíam centros de pesquisa, exclusivamente voltados para as atividades de P&D. Portanto, as siderúrgicas estatais eram as que mais investiam em inovações, as siderúrgicas privadas investiam menos e as de

capital estrangeiro (MANNESMANN e BELGO MINEIRA) dependiam, inteiramente, das suas matrizes no exterior.

Os maiores gastos relativos à pesquisa da siderurgia brasileira ficavam por conta da USIMINAS, atingindo 0,6% do faturamento da empresa e que pode ser considerada uma exceção à regra. Conforme Rinaldo Campos Soares, presidente da empresa, declarou ALVES (1996), “a vocação tecnológica nasceu do acerto que foi a parceria com os japoneses, detentores da melhor tecnologia na área siderúrgica”.

O que pode-se notar na análise dos dados do IBGE, das variáveis selecionadas, apresentados a seguir na Tabela 3, é a queda acentuada de todas elas, especialmente o número de trabalhadores ligados diretamente à produção, que empregava 113.390 pessoas em 1988 e apenas 77.731 em 1995. No entanto, o crescimento da produtividade média da mão de obra diretamente ligada à produção não foi tão grande. Por outro lado, a queda foi ainda mais dramática no pessoal administrativo que de 52.482 pessoas em 1988 passou para 19.745 em 1995, fazendo com que a produtividade média do trabalhador em atividades distintas, ditas administrativas, que exigem melhor qualificação, mais do que dobrassem.

Tendo em vista que o parque industrial permaneceu quase o mesmo no período, pode-se concluir que a Siderurgia passou por um ajuste de redução do efetivo de pessoal sem precedentes na história, principalmente, a partir de 1990, ano em que houve queda acentuada na produção como consequência da retração do consumo pós Plano Collor e, também, pelos ajustes já realizados nas empresas estatais, privatizadas ou em vias de privatização.

Tabela 3.1: Siderurgia – variáveis selecionadas e produtividade média (1988-1990-1995)

	1988	1990	1995
1. Valor real da produção de bens finais	7.462.190	6.932.804	6.095.303
2. Pessoal na produção	113.390	114.539	77.731
Produtividade média (1/2)	66	61	78
3. Pessoal administrativo	52.482	42.470	19.745
Produtividade média (1/3)	142	163	309
4. Valor real do consumo de energia	630.885	636.569	489.975
Produtividade média (1/4)	12	11	12

Fonte: PIA-IBGE

Obs: O valor real da produção de bens finais e o valor real do consumo de energia estão em mil reais de 1995. Pessoal na produção e administrativo corresponde ao número de pessoas empregadas no setor.

Em relação a energia elétrica, os dados do IBGE mostram que o valor real do consumo de energia caiu cerca de 22%, no entanto, a produtividade média da energia permaneceu constante no

período, apesar da otimização dos processos de produção, como o executado pela USIMINAS, que através de um sistema de gerenciamento e de um programa de racionalização de energia, a médio e longo prazo, implantados no início dos anos 80, apresentou uma queda no consumo global de energia, e uma redução ainda mais drástica do consumo de óleo combustível na usina (OLIVEIRA, 1989).

O contraste era grande entre as empresas estatais, como a CSN, que em 1989 estava em agonia, com monumentais dívidas com fornecedores, linhas de produção paralisadas por falta de matéria-prima e salários com oito meses de atraso, outra, como a USIMINAS, mantinha-se como referência nacional, considerada líder do mercado de planos.

A conclusão que se pode tirar da análise da produtividade é que, apesar dos ajustes de pessoal e de racionalização do uso de energia, só houve crescimento de produtividade dos empregados não ligados diretamente à produção, o que indica que atividades que exigem um nível de educação mais elevado como P&D - pesquisa e desenvolvimento - e outras podem ser mais produtivas para a empresa.

O índice de produtividade internacional¹² era baixo em 1991. Entre as razões já apontadas anteriormente, como explicação da baixa produtividade da siderurgia brasileira, seria ainda a pouca difusão de automação industrial de base microeletrônica, que mantinha também baixa a produtividade do capital.

3.2 Indústria do Alumínio

O processo de produção do alumínio primário engloba as atividades de mineração da bauxita, a produção intermediária de alumina e sua redução eletrolítica, para a obtenção do alumínio.

A bauxita, através do processo Bayer desenvolvido em 1889, se transforma em alumina que é o óxido de alumínio. A produção de alumínio é feita a partir de eletrólise da alumina pelo processo Hall-Heroult com uma corrente elétrica contínua, de amperagem cada vez mais alta, desenvolvido em 1886. A intensidade desta corrente, medida em kilo-Amperes (kA), define a quantidade de metal depositada e tem sido continuamente aumentada desde o início do uso do processo, com o objetivo de reduzir custos de produção. Dentre os estágios do ciclo do alumínio (mineração-alumina-alumínio), o último é o mais intensivo em utilização de capital e de energia.

¹² Demorava-se onze horas para a produção de uma tonelada no Brasil, enquanto na Coreia do Sul este valor era de 6,7 e no Japão de 5,3 (COUTINHO, *et al*, 1993)

Na produção do alumínio, os principais insumos são a bauxita e a energia elétrica. O principal condicionante tecnológico de competitividade entre os produtores de alumínio, refere-se aos coeficientes de consumo energético e ao preço pago pela energia.

Trata-se de um setor com elevada economia de escala, fator que limita a entrada de novas empresas na produção, devido ao grande investimento inicial. As tecnologias das várias etapas do processo de produção do alumínio são amplamente difundidas e já incorporadas aos equipamentos.

As empresas líderes, a nível mundial, são as responsáveis pelas inovações tecnológicas, desenvolvendo pesquisas e determinando o ritmo de sua difusão entre as empresas do setor.

As primeiras reduções de alumínio no Brasil foram instaladas, nas décadas de 40 a 60, utilizando o processo Hall-Heroult¹³ com anodos Soderberg, de auto-cozimento. Essa tecnologia, que permite utilizar amperagens de até 120 kA, não é tolerada atualmente para a produção acima de 100.000 t/a em um mesmo local, devido a emissões de resíduos da destilação do piche, considerados cancerígenos.

Por essa razão, os projetos mais recentes da ALBRAS e da ALUMAR, com capacidade superior a 300.000 t/a, foram projetados para usar tecnologia de anodos pré-cozidos de origem franco-nipônica e americana, respectivamente, que evitam o problema.

Também, a VALESUL, que pela sua escala inicial poderia usar a tecnologia da pasta Soderberg, optou, no entanto, pelos pré-cozidos com o objetivo de, no futuro, expandir a sua produção. Essa técnica utilizada pela VALESUL é a mesma usada pela Reynolds e da mesma geração da Pechiney, com pequena diferença na concepção do revestimento das cubas eletrolíticas de redução do alumínio.

A ALBRAS iniciou a produção de alumínio em meados de 1985, com a entrada em operação da primeira de quatro reduções, a Redução I com 240 fornos de 135 kA, semifechados. A escolha de tecnologia ultrapassada¹⁴, feita pelo sócio japonês da ALBRAS, foi resultado da falta de experiência da CVRD, sócio majoritário brasileiro no setor de alumínio.

A tecnologia utilizada na Redução I da ALBRAS foi modificada nas Reduções II, III e IV. Essa mudança no projeto original da tecnologia Pechiney-Mitsui, originalmente francesa dos anos 60 e transferida aos japoneses, permitiu a mudança de amperagem de 135 kA para 150 kA, o que aumentou a eficiência de corrente de 88% para 92%. A adaptação dos fornos da Redução I, sem paralisar a operação, foi demorada e ocorreu de 1988 a 1992.

¹³ As cubas dos fornos de redução revestidos de material carbonoso para recolher o metal produzido têm os blocos de eletrodos também de carbono cobertos ou não por uma superestrutura de aço para recolher os gases de redução. Os primeiros fornos eram abertos e os efluentes eram emitidos diretamente para o ambiente. À medida que o produção aumentou, os gases foram sendo recolhidos em fornos semi-fechados e, atualmente, os fornos são inteiramente fechados.

¹⁴ A ALUMAR da ALCOA já utilizava desde 1984 fornos fechados da melhor tecnologia disponível no mercado, com fornos de 180 kA.

Não existem gastos com P&D no setor de alumínio no Brasil, pois as empresas multinacionais utilizam resultados das pesquisas de suas matrizes no exterior. As empresas de capital nacional licenciam ou se associam a multinacionais. As indústrias de alumínio no Brasil sempre tiveram, como estratégia de inovação tecnológica, a transferência de tecnologia importada.

Os dados apresentados nesse estudo para alumínio estão incluídos na classificação de Metalurgia dos Não-Ferrosos, do IBGE, onde também se inserem outros produtos como o cobre, silício e zinco. Considerando que a indústria do alumínio é a de maior produção deste setor¹⁵, ao analisar-se os dados (Tabela 3.2) pode-se obter tendências da Indústria Metalúrgica dos Não-Ferrosos.

Tabela 3.2: Metalurgia dos Não-Ferrosos – variáveis selecionadas e produtividade média (1988-1990-1995)

	1988	1990	1995
1. Valor real da produção de bens finais	4.510.936	3.609.736	2.245.107
2. Pessoal na produção	58.321	53.289	31.455
Produtividade média (1/2)	77	68	71
3. Pessoal administrativo	22.490	20.250	11.825
Produtividade média (1/3)	201	178	190
4. Valor real do consumo de energia	461.107	414.471	445.657
Produtividade média (1/4)	10	9	5

Fonte: PIA-IBGE

Obs.: O valor real da produção de bens finais e o valor real do consumo de energia estão em mil reais de 1995. Pessoal na produção e administrativo correspondem ao número de pessoas empregadas no setor.

Todas as variáveis selecionadas tiveram queda no período, somente o valor real do consumo de energia não apresentou quase nenhuma alteração. A queda no valor real da produção de bens finais ainda foi maior que a queda apresentada no setor siderúrgico. Observa-se que o número de pessoas trabalhando diretamente na produção e o de pessoas na administração caiu quase pela metade. O número de trabalhadores ligados à produção passou de 58 mil em 1988 para 31 mil em 1995, e de 22 mil para 12 mil, entre os trabalhadores não ligados diretamente à produção. No entanto, não houve crescimento de produtividade da mão de obra e sim uma discreta queda, tanto do pessoal ligado à produção quanto a do pessoal administrativo.

Apesar dos parâmetros técnicos da indústria do alumínio apontarem na direção de maiores ganhos de produtividade, decorrente de maior eficiência no uso de energia, houve uma queda significativa da produtividade média do valor do consumo de energia.

¹⁵ A produção foi de 1.184.600 toneladas no total de 1.706.000 toneladas da produção total de metais Não-Ferrosos primários (Anuário Estatístico-Sector Metalúrgico- MME, 1999)

3.3 Indústria do Cimento

O cimento, ou cimento *portland*, é feito a partir da mistura proporcionada de calcário e argila, que calcinada em forno rotativo produz o clínquer. O clínquer, por sua vez, é misturado com uma pequena proporção de gesso ou outros aditivos que produz o cimento.

A indústria do cimento envolve desde as atividades de extração e beneficiamento do calcário e gipsita até a produção final do cimento e, nesse estudo, inclui a fabricação de peças e estruturas de cimento, concreto e fibrocimento (conforme classificação do IBGE).

O aumento da escala de produção exige investimentos iniciais cada vez mais elevados, tanto que levou a concentração na estrutura da indústria mundial de cimento. Cada vez mais as empresas maiores detêm e obtêm vantagens econômicas em relação às menores como consequência de maior eficiência e do seu maior porte. A tendência de concentração industrial pode ser observada através da venda de instalações e da fusão das empresas pequenas.

Segundo COUTINHO *et al* (1993), desde 1981, foram desativadas 37 fornos (cerca de 12% da capacidade total) em função da queda do consumo e da defasagem tecnológica. A concentração industrial do setor também pode ser considerada como um dos fatores para a desativação dos fornos.

Ao se analisar a demanda por cimento, deve-se estudar a evolução da construção civil, que tem no cimento o seu principal insumo. Desde o final dos anos 60 até o início da década de 80, o Brasil viveu o chamado milagre econômico, quando houve grande incentivo à construção através do BNH - Banco Nacional de Habitação e à construção pesada, especialmente estradas, barragens, saneamento e edificações urbanas.

A queda do consumo interno aconteceu na década de 80 e causou um período de estagnação da produção de cimento no país. É importante notar que o comércio internacional do cimento é pequeno, tendo em vista o baixo valor unitário da tonelada do cimento e o alto custo do seu transporte. No período de 1968/1980, o consumo de cimento cresceu a uma taxa média de 12%. A recessão do início dos anos 80 fez com que a construção civil se retraísse e o consumo de cimento voltasse a crescer somente, em 1986, com a implementação do Plano Cruzado.

Em 1995, o consumo de cimento apresentava níveis inferiores àqueles relativos a 1980. A ausência de investimentos em infra-estrutura, grandes consumidores de cimento, assim como falta de financiamentos oficiais para a construção de habitações refletiam a prolongada recessão econômica.

A tecnologia para a produção do cimento é amplamente difundida no mundo, no entanto, houve nas últimas décadas a substituição da tecnologia de produção por via úmida para o um novo

processo por via seca¹⁶. Segundo PROCHNIK (1998), as empresas produtoras de máquinas e equipamentos são as principais geradoras de progresso técnico, visto que a tecnologia está incorporada aos equipamentos produzidos por grandes empresas de engenharia e bens de capital. Os fornecedores desses insumos não possuem contratos de exclusividade com as firmas de cimento, o que possibilita o acesso de todos os produtores aos avanços tecnológicos, incorporados às máquinas e equipamentos.

A maior capacitação tecnológica é uma arma de competição entre as empresas produtoras de cimento, em todas as fases do projeto da empresa, na medida em que um maior conhecimento técnico melhora as condições para negociar com os fornecedores de equipamentos.

Entre as principais modificações na economia das empresas de cimento, que se intensificou no período estudado, foi a diminuição do número de empresas nacionais de administração familiar e o aumento das empresas de capital estrangeiro. Em relação à gestão das empresas, observa-se no período uma preocupação com a adoção de novas estratégias organizacionais, visando a obtenção de condições competitivas pela elevação da qualidade e produtividade. No entanto, na prática, verificava-se ainda uma atuação empresarial, através de métodos e técnicas gerenciais ainda bastante ultrapassados.

Tabela 3.3: Cimento – variáveis selecionadas e produtividade média (1988-1990-1995)

	1988	1990	1995
1. Valor real da produção de bens finais	1.885.388	1.763.882	1.885.434
2. Pessoal na produção	36.994	31.446	20.065
Produtividade média (1/2)	51	56	94
3. Pessoal administrativo	19.107	16.350	11.365
Produtividade média (1/3)	99	108	166
4. Valor real do consumo de energia	210.230	144.396	153.344
Produtividade média (1/4)	9	12	12

Fonte: PIA-IBGE

Obs.: O valor real da produção de bens finais e o valor real do consumo de energia estão em mil reais de 1995. Pessoal na produção e administrativo correspondem ao número de pessoas empregadas no setor.

A análise sobre a demanda de cimento pela construção civil, que permaneceu relativamente estável após o Plano Cruzado e antes do Plano Real, corresponde aos dados da tabela apresentada acima (Tabela 3.3) que representam a oferta de cimento através do valor real da produção de bens finais, no período de 1989 a 1995.

¹⁶ Em 1994, a empresa de Cimento Mauá (unidade de Arcos) ainda estava em processo de modernização do processo de produção, substituindo o processo via úmida – em extinção no mundo inteiro- por um novo forno via seca (MARQUES,M.; ALVES,F.,1993).

A mão de obra, tanto do pessoal ligado diretamente à produção quanto ao administrativo, apresentava a mesma tendência de queda acentuada das indústrias já analisadas, chegando a quase metade do nível de emprego de 1988, no ano de 1995. A indústria de cimento apresentou um comportamento igual ao das indústrias Siderúrgicas e do Alumínio no tocante as variáveis de mão de obra. No entanto, de maneira distintas das demais indústrias analisadas, a produtividade média desses fatores quase dobrou entre os anos de 1988 a 1995.

Esse aumento de produtividade está ligado à inovação tecnológica, embutida na utilização de máquinas e equipamentos, assim como a inovação tecnológica representada pela passagem do processo de via úmida para o processo via seca.

6.4 Extração de Minerais Metálicos

Trata-se, basicamente, da extração e do beneficiamento de minério de ferro e da bauxita. A PMB - Produção Mineral Brasileira - apresentou, para o ano de 1995, a produção de 248.571 mil toneladas de minério de ferro e 15.039 mil toneladas de bauxita para a produção de alumínio.

Tanto a extração de minério de ferro, quanto a extração da bauxita são indústrias intensivas em capital. O sistema de operação convencional caracteriza-se em: mina, usina de beneficiamento, transporte (ferrovia ou mineroduto) e instalações portuárias.

Outra característica do setor é o longo período de maturação dos projetos, que requerem prospeção geológica e pesquisa tecnológica, atividades de alto risco, assim como a instalação da infra-estrutura, que pode, além de dispendiosa, implicar em longa espera para o início de operação¹⁷.

Segundo o COUTINHO *et al* (1993), as principais barreiras à entrada neste setor, além do caráter institucional relativo aos direitos de lavra, são: a escala de produção, o volume de capital necessário para a implementação do projeto e o escoamento da produção.

A produção brasileira não apresenta defasagem em relação à adoção de novas tecnologias. A tecnologia utilizada na atividade de mineração, em geral, é bastante disseminada entre os produtores e no caso da mineração de minerais metálicos, tendo em vista a escala de produção, envolve tecnologia embutida de alto nível nas máquinas e equipamentos.

A extração de minério de ferro foi beneficiada por uma conjuntura favorável no mercado externo no início da década de 90, num momento de situação econômica difícil para o país.

A tabela seguinte apresenta as variáveis selecionadas para análise nesse estudo. Em relação ao valor da produção de bens finais, houve uma mudança de patamar no ano de 1990, que significou um aumento de 46% em relação ao ano de 1988.

¹⁷ Em Carajás, o tempo do início da prospeção ao início da operação atingiu 17 anos. (MADER, W.R.; MACHADO, I.C., 1989)

Tabela 3.4: Extração de Minerais Metálicos - variáveis selecionadas e produtividade média (1988-1990-1995).

	1988	1990	1995
1. Valor real da produção de bens finais	1.548.232	2.266.933	2.575.789
2. Pessoal na produção	28.655	24.907	19.261
Produtividade média (1/2)	54	91	134
3. Pessoal administrativo	12.592	12.272	6.479
Produtividade média (1/3)	123	185	398
4. Valor real do consumo de energia	103.396	128.407	153.734
Produtividade média (1/4)	15	18	17

Fonte: PIA-IBGE

Obs.: O valor da produção de bens finais e o valor do consumo de energia estão em mil reais de 1995. Pessoal na produção e administrativo correspondem ao número de pessoas empregadas no setor.

A mesma tendência das demais indústrias foi a de queda na força de trabalho. O pessoal, ligado diretamente à produção, diminuiu em 33%, entre o ano de 1988 a 1995, e o pessoal administrativo em 49%. No entanto, houve um aumento de produtividade excepcional tanto da mão de obra qualificada, quanto da ligada diretamente à produção. Basicamente, as mudanças na produtividade podem ser atribuídas ao aumento de eficiência das máquinas e equipamentos empregados nas grandes minerações. O valor real do consumo de energia teve um aumento gradativo, enquanto a produtividade média da energia permaneceu estável no período.

Conclusões

A inovação tecnológica é fator importante para se explicar as diferenças entre os diversos setores da indústria brasileira. Essa afirmativa pode ser constatada através da análise feita nesse estudo, quando se apresenta o nível de progresso técnico de cada setor da indústria brasileira e quando se analisa a dinâmica da inovação em alguns deles.

A variável patente, utilizada como aproximação (*proxy*) para inovação tecnológica é significativa no modelo desenvolvido, quando se considera as patentes de americanos no Brasil e não as patentes de domiciliados brasileiros. O que confirma a literatura e os estudos desenvolvidos para os países em desenvolvimento, onde existe pouca geração de inovação no próprio país, mas onde a transferência de tecnologia é fator importante para o progresso técnico.

Utilizando o instrumental teórico neoclássico do crescimento econômico, o nível tecnológico foi calculado através da estimativa do modelo de função de produção para os diversos setores da indústria brasileira.

Dentre as indústrias extrativas e de transformação mineral, que apresentaram níveis elevados, destacam-se a Fabricação de Peças e Estruturas de Cimento, Concreto e Fibrocimento

(0,16) e a Extração de Minerais Metálicos (0,26). Por outro lado, indústrias que apresentaram níveis baixos foram a Siderurgia (0,05) e a Metalurgia dos Não Ferrosos (-0,01).

A indústria extrativa mineral, assim como a de transformação mineral são consideradas maduras, possuindo tecnologias já dominadas por muitos anos e, em muitos casos, utilizadas desde o século XIX¹⁸. As inovações tecnológicas nessas indústrias foram introduzidas, na maioria dos casos, com o objetivo principal de reduzir custos de produção e não com outros objetivos, como o de desenvolver novos produtos e abrir novos mercados.

As indústrias de insumo básico, como Siderurgia e Metalurgia dos Não- Ferrosos, são intensivas no uso do fator capital, o que não significa que apresentam maior nível de progresso técnico. O desenvolvimento tecnológico destas indústrias no Brasil baseou-se no licenciamento de tecnologia dos países desenvolvidos, numa estratégia tecnológica de imitação e de adaptação, assim como na procura de maior eficiência dos processos produtivos, mas com pouco ou quase nenhum gasto com inovação e P&D¹⁹. Por outro lado, as empresas multinacionais sempre dependeram da tecnologia das suas matrizes no exterior e nunca investiram em P&D no país.

No entanto, o processo de reestruturação, iniciado com a privatização do setor siderúrgico, a abertura comercial brasileira e o acirramento da competição internacional vêm contribuindo para o aumento das atividades tecnológicas das empresas. As empresas enfrentam, atualmente, um mercado de *commodities*, que cada vez mais, exige o enobrecimento do conjunto de produtos ofertados no mercado mundial.

O temor que a privatização desativasse os centros de pesquisas das estatais não se efetivou. Segundo TIGRE *et al* (2000), a percentagem do faturamento das empresas aplicada em tecnologia permaneceu estável desde então, variando de 0,15% a 0,5%, houve crescimento do número de patentes registradas e aumento da qualificação dos funcionários alocados à área de P&D.

O alto nível de progresso técnico apresentado pela Indústria do Cimento, no período estudado, pode ser explicado pelo fato de que existia uma capacitação técnica das empresas produtoras de cimento para negociar com os fornecedores de máquinas e equipamentos, os principais geradores de inovação tecnológica do setor.

Além disto, existia um mercado bastante competitivo, onde os fornecedores não tinham contratos de exclusividade, possibilitando acesso, em igualdade de condições, dos produtores aos novos equipamentos. Ao mesmo tempo, ou seja, nos anos 80, estava em andamento um processo de substituição da tecnologia mais antiga de produção do cimento, por via úmida, para o processo por via seca.

¹⁸ Por exemplo, o processo Bayer na produção de alumina.

¹⁹ A exceção sendo a USIMINAS, que, após anos de absorção e adaptação, atualmente, transfere tecnologia para outros países

As mudanças na economia brasileira apresentadas desde o início dos anos 90, seguem o modelo de globalização e da liberalização da economia. As empresas, de maneira geral, têm procurado se ajustar à competição internacional através de uma estratégia de especialização e de maior volume de importação, o que modernizou o parque produtivo nacional.

Para TIGRE *et al* (2000),

“ O processo de especialização produtiva brasileira tornou mais competitivos os setores intensivos em escala e mão-de-obra e com baixos custos de produção. A facilidade de importação de bens de capitais e insumos críticos terminaram por estimular a modernização produtiva de setores de menor valor agregado e baixo dinamismo tecnológico.”

MATESCO (1993) também defende a tese de que a concentração dos dispêndios em atividades tecnológicas se deu nos setores produtores de bens mais intensivos, em matérias-primas de menor conteúdo tecnológico e de menor valor agregado.

Ambos estudos confirmam a presente tese que classificou a indústria Extrativa Mineral Metálica como o nível mais elevado de inovação tecnológica. A entrada em operação de Carajás e também o aumento de produção da Mineração Rio do Norte podem ser explicações para o alto nível de progresso técnico detectado pelo modelo. A inovação tecnológica incorporada às novas máquinas e equipamentos nestas duas grandes empresas podem ser considerados como fatores que explicam esta diferença.

Bibliografia

- ALVES, F. Usiminas é líder em venda de tecnologia na AL. In: **Brasil Mineral**, v. 139, p.24-9, 1996
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO-SETOR METALÚRGICO –1991/1995, 1992/1996, 1999, Brasília: MME.
- BARRO, R. **Determinants of economic growth: a cross-country empirical study**. Massachusetts: MIT, 1997.
- BAUMANN, R. (coord.) **Brasil uma década em transição**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- COUTINHO, L. , coord. **Estudos da competitividade da indústria brasileira**. Campinas: Ministério da Ciência e Tecnologia, 1993
- DAMASCENO, E. C. **Introdução ao suprimento de matérias primas minerais para a metalurgia**. São Paulo, 1995 (mimeo).
- GRILICHES, Z. Patent statistics as economic indicators: a survey part I. In: **NBER Working Paper Series**. n.3301. Cambridge, 1990.
- JOHNSON, D.; EVENSON, R. **Invention in less-developed countries**. Washington: World Bank/ Economic Growth Center at Yale University/ Wellesley College, March 1998. (mimeo).
- KORTUM, S.; PUTNAM, J. Assigning patents to industries: tests of the Yale Technology Concordance. In: **Economic Systems Research**, v.9, n. 2, p.161-76, 1997.
- MARQUES, M.; ALVES, F. Cimento - Mauá terá nova unidade em Arcos. In: **Brasil Mineral**, v. 112, p. 23-28, 1993.
- MATESCO, V. R. **Inovação tecnológica das empresas brasileiras: A diferenciação competitiva e a motivação para inovar**. Rio de Janeiro, 1993. Tese de doutoramento - Instituto de Economia Industrial, UFRJ
- OLIVEIRA, M. Usiminas continua investindo em tecnologia. In: **Brasil Mineral**, v.72, p.76-81, 1989.
- PROCHNIK, V. ; PEREZ, A. ; SOUZA E SILVA, C. M. **A Globalização na indústria de cimento**. victorp@openlink.com, outubro 1998.
- TIGRE, P. B; CASSIOLATO, J.E.; SZAPIRO, M. H.S; FERAZ, J. C. Mudanças institucionais e tecnologia: impactos da liberalização sobre o sistema nacional de inovações. In: **Brasil uma década em transição**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

BOLETINS TÉCNICOS - TEXTOS PUBLICADOS

- BT/PMI/001 - Características Geométricas da Escavação Mecânica em Mineração: Exemplo de Escavadora de Caçamba de Arraste - ANTONIO STELLIN JUNIOR
- BT/PMI/002 - Prospecção Geoquímica Experimental na Ocorrência de Ouro Tapera Grande - PAULO BELJAVSKIS, HELMUT BORN
- BT/PMI/003 - Estudo de Processo de Dupla Flotação visando o Beneficiamento do Minério Carbonático de Fosfato de Jacupiranga - JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/004 - Desenvolvimento de um Equipamento Não-Convencional em Beneficiamento Mineral: A Célula Serrana de Flotação Pneumática - RICARDO NEVES DE OLIVEIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/005 - Ajuste de Modelos Empíricos de Operação de Ciclonas - HOMERO DELBONI JUNIOR, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/006 - Contribuição ao Estudo dos Explosivos Permissíveis - AMILTON DOS SANTOS ALMEIDA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/007 - Contribuição ao Dimensionamento de Pilares em Minas Subterrâneas de Manganês - LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA, ANTONIO STELLIN JUNIOR
- BT/PMI/008 - Exploração Mineral: Conceitos e Papel do Estado - LUIZ AUGUSTO MILANI MARTINS, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/009 - Otimização do Projeto de Pátios de Homogeneização através do Método da Simulação Condicional - FLAVIO MOREIRA FERREIRA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/010 - Considerações Gerais sobre Desmonte de Rocha: Análise de Custo - Índice de Produtividade e Otimização da Malha de Perfuração - MARCO ANTONIO REZENDE SILVA, FERNANDO AMOS SIRIANI
- BT/PMI/011 - Aglomeração de Rejeitos de Fabricação de Brita para sua Reciclagem - ARTHUR PINTO CHAVES, BRADDLEY PAUL
- BT/PMI/012 - Método de Dimensionamento de Peneiras para a Classificação Granulométrica de Rochas ou Minérios - FERNANDO AMOS SIRIANI
- BT/PMI/013 - Processo de Beneficiamento para Obtenção de uma Carga Mineral Nobre a partir do Fosfogesso - WALTER VALERY JUNIOR, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/014 - Estudo da Carboxi-Metil-Celulose como Aglomerante para Pelotização - JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/015 - A Influência do Amido de Milho na Eficiência de Separação Apatita/Minerais de Ganga Via Processo Serrana - LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/016 - Beneficiamento de Crolita Natural - Estado da Arte - HENRIQUE KAHN, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/017 - Estudo da Variação do Índice Energético Específico - W_i , segundo a Granulometria do Ensaio, Obtida através de um Moinho de Bolas Padrão, em Circuito Fechado - MARIO SHIRO YAMAMOTO, FERNANDO AMOS SIRIANI
- BT/PMI/018 - Fluorita - FERNANDO FUJIMURA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/019 - O Aproveitamento de Recursos Minerais: Uma Proposta de Abordagem a Nível Nacional - CELSO PINTO FERRAZ, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/020 - Comparação de duas Metodologias - A de Bieniawski e a de Panek, para Dimensionamento de Tirantes em Galerias Subterrâneas de Seção Retangular em Camadas Estratificadas - NESTOR KENJI YOSHIKAWA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/021 - Caracterização de Maciços Rochosos através de Envolvimentos de Resistência por Tratamento Estatístico utilizando Dados de Laboratório do IPT Simulando Condições Geotécnicas do Maciço - NESTOR KENJI YOSHIKAWA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/022 - Avaliação de Impactos Ambientais na Mineração de Combustíveis Fósseis Sólidos - GILDA CARNEIRO FERREIRA, ANTONIO STELLIN JUNIOR
- BT/PMI/023 - O Lado Nocivo do Elemento Quartzo no Desgaste Abrasivo de Mandíbula de Britadores - FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/024 - Conceitos Básicos de Iluminação de Minas Subterrâneas - SÉRGIO MEDICI DE ESTON, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/025 - Sistema Computadorizado para Ajuste de Balanço de Massas e Metalúrgico - ANTONIO CARLOS NUNES, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/026 - Caracterização Mineralógica/Tecnológica das Apatitas de alguns Depósitos Brasileiros de Fosfato - SARA LAIS RAHAL LENHARO, HELMUT BORN
- BT/PMI/027 - Classificação de Maciços quanto à Escarificabilidade - GUILHERME DE REZENDE TAMMERIK, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO, LINDOLFO SOARES

- BT/PMI/028 - Análise Comparativa de Métodos de Amostragem de Depósitos Auríferos - FÁBIO AUGUSTO DA SILVA SALVADOR, HELMUT BORN
- BT/PMI/029 - Avaliação da Qualidade de Corpos Moedores para o Minério Fosfático de Tapira - MG - GERALDO DA SILVA MAIA, JOSÉ RENATO B. DE LIMA
- BT/PMI/030 - Contribuição ao Estudo da Cominação Inicial à Partir da Malha de Perfuração - MARCO ANTONIO REZENDE SILVA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/031 - Análises Químicas na Engenharia Mineral - GIULIANA RATTI, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/032 - Usos Industriais da Atapulga de Guadalupe (PI) - SALVADOR LUIZ MATOS DE ALMEIDA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/033 - Minerais Associados às Apatitas: Análise de sua Influência na Produção de Ácido Fosfórico e Fertilizantes Fosfatados - ROBERTO MATTIOLI SILVA, ANTÔNIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/034 - Beneficiamento dos Caulins do Rio Capim e do Jari - ADÃO BENVINDO DA LUZ, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/035 - Dimensionamento de Suportes em Vias Subterrâneas - LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/036 - Estudos da Modelagem Matemática da Moagem com Seixos para Talco de Diversas Procedências - MARIO VALENTE POSSA, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/037 - Mecânica de Rochas Aplicada ao Dimensionamento do Sistema de Atirantamento em Minas Subterrâneas - LEONCIO TEÓFILO CARNERO CARNERO
- BT/PMI/038 - Geometria de Minas a Céu Aberto: Fator Crítico de Sucesso da Indústria Mineral - FÁBIO JOSÉ PRATI, ANTÔNIO JOSÉ NAGLE
- BT/PMI/039 - Substituição do Aço por Polímero e Compósitos na Indústria Automobilística do Brasil: Determinantes e Consequências para o Mercado de Minério de Ferro - WILSON TRIGUEIRO DE SOUSA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO, ANTONIO JOSÉ NAGLE
- BT/PMI/040 - Aplicação de uma Metodologia que Simule em Moinho de Laboratório Operações Contínuas de Moagem com Seixos para Talco - REGINA COELI CASSERES CARRISSO, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/041 - A Indústria Extrativa de Rochas Ornamentais no Ceará - FRANCISCO WILSON HOLLANDA VIDAL, ANTONIO STELLIN JÚNIOR
- BT/PMI/042 - A Produção de Fosfato no Brasil: Uma Apreciação Histórica das Condicionantes Envolvidas - GILDO DE A. DE SÁ C. DE ALBUQUERQUE, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/043 - Flotação em Coluna - Estado de Arte - JULIO CESAR GUEDES CORREIA, LAURINDO SALIES LEAL FILHO
- BT/PMI/044 - Purificação de Talco do Paraná por Flotação e Alvejamento Químico - IVAN FALCÃO PONTES, LAURINDO SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/045 - Pequena Empresa - A Base para o Desenvolvimento da Mineração - GILSON EZEQUIEL FERREIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/046 - Máquinas de Flotação - ROGÉRIO CONTATO GUIMARÃES, ANTÔNIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/047 - Aspectos Tecnológicos do Beneficiamento do Carvão de Candiota (RS) - ANTONIO RODRIGUES DE CAMPOS, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/048 - Efeito das Dimensões de Provetas no Dimensionamento de Espessadores - ELDON AZEVEDO MASINI, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/049 - Água no Processamento Mineral - RODICA MARIA TEODORESCU SCARLAT, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/050 - Drenagens Ácidas do Estéril Pilritoso da Mina de Urânio de Poços de Caldas: Interpretação e Implicações Ambientais - VICENTE PAULO DE SOUZA, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/051 - "Caracterização Tecnológica de Minérios Auríferos. Um Estudo de Caso: O Minério Primário da Jazida de Salamangone, AP." - MARIA MANUELA MAIA LÉ TASSINARI, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/052 - Ensino de Engenharia de Minas - WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/053 - Redistribuição de Tensões e Desenvolvimento da Zona Clástica em Túneis Circulares - FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/054 - Projeto de Barragem para Reserva de Mistos de Minerais Pesados Rejeitados pelo Beneficiamento de Cassiterita na Mina do Pitinga - MARCELO PIMENTEL DE CARVALHO, EDER DE SILVIO, LINDOLFO DE SILVIO
- BT/PMI/055 - A Segurança e a Organização do Trabalho em uma Mineração Subterrânea de Carvão da Região de Criciúma - Santa Catarina - DORIVAL BARREIROS, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/056 - Diagnóstico de Lixiviação para Minérios de Ouro - VANESSA DE MACEDO TORRES, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/057 - O Estado da Arte em Tratamento de Minérios de Ouro - RONALDO DE MOREIRA HORTA, ARTHUR PINTO CHAVES

- BT/PMI/058 - Vias Subterrâneas em Rocha - Escavação por Explosivos - WILDOR THEODORO HENNIES, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/059 - Aumento da Seletividade na Separação da Fluorita/Calcita/Barita/Apatita por Flotação. Jazida de Mato Preto - PR - MONICA SPECK CASSOLA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMC/060 - Desenvolvimento de Processo para Extração de Gálio do Licor de Bayer por Resinas de Troca-Iônica de Poli (Acrilamidoxima) - WALDEMARAVRITSCHER, LAURINDODESALLES LEALFILHO
- BT/PMI/061 - Estudo de Aspectos Geomecânicos Aplicados ao Projeto de Minas Subterrâneas - EDUARDO CÉSAR SANSONE, LINEU A. AYRES DA SILVA
- BT/PMI/062 - Avaliação da Recuperação de Áreas Degradadas por Mineração na Região Metropolitana de São Paulo - OMAR YAZBEK BITAR, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/063 - Avaliação Técnica dos Processos de Cianetação/Adsorção da Mina de Fazenda Brasileiro - ÁUREA MARIA DIAS, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/064 - A Nova Configuração da Indústria de Fertilizantes Fosfatados no Brasil - YARA KULAIF, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/065 - Estudos de Flotação em Coluna com Finos de Fosfato da Ultrafertil em Escala Piloto - JOSÉ PEDRO DO NASCIMENTO, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/066 - Flotação da Apatita da Jazida de Tapira - MG - LUIZ A. F. BARROS, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO- LUIZ A. F. BARROS, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/067 - Minerais Industriais: Conceituação, Importância e Inserção na Economia - FRANCISCO REGO CHAVES FERNANDES, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/068 - Atividades Micro-Sísmicas e a Ruptura de Rochas - FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/069 - Metodologia para Caracterização Tecnológica de Matérias Primas Minerais - LÍLIA MASCARENHAS SANT'AGOSTINO, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/070 - Aplicação de Modelos Numéricos ao Projeto de Escavação por Explosivos de Túneis e Galerias - LUIZ CARLOS RUSILO, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/071 - O Estado da Arte da Cianetação de Minérios Auríferos - ROBERTO GOULART MADEIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/072 - Revisão da Indústria Mineral de Titânio - ANTÔNIO HELENO DE OLIVEIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/073 - Sistematização de Casos de Instabilidades em Encostas Rochosas no Município de Santos, Através de Nova Metodologia de Avaliação de Estabilidade - NESTOR KENJI YOSHIKAWA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/074 - A Minerio-Metalurgia e suas Ligações com a Geologia e suas Engenharias de Minas, Metalúrgica e Química - RICARDO ALVARES DE CAMPOS CORDEIRO, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/075 - A Redução da Umidade de Minérios de Ferro com o Emprego de Microondas - FERNANDO LEOPOLDO VON KRÜGER, ANTÔNIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/076 - Estimativa de Parâmetros do Modelo Cinético de Moagem - CLÁUDIO FERNANDES, ANTÔNIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMC/077 - A Bauxita e a Indústria do Alumínio - JOSÉ CRUZ DO CARMO FLÔRES, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMC/078 - Técnicas de Tratamento de Minérios para Reciclagem de Vidro - CLEUSA CRISTINA BUENO MARTHA DE SOUZA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/079 - Comparação entre Cylpebs e Bolas na Moagem Secundária da Samarco Mineração - JOAQUIM DONIZETTI DONDA, ANTONIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/080 - Calcários Dolomíticos da Região de Ouro Preto para usos na Metalurgia e como Rochas Ornamentais - MARCÍLIO DIAS DE CARVALHO, PAULO ROBERTO GOMES BRANDÃO
- BT/PMI/081 - Estudo de Reoxidação e Redução de Ferro Contido em Caulins - ADÃO BENVINDO DA LUZ, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/082 - Recuperação do Gálio Existente no Licor de Bayer de Poços de Caldas por Flotação Iônica: Estudo dos Coletores - ANA MARGARIDA MALHEIRO SANSÃO, LAURINDO DE SALLES LEAL
- BT/PMI/083 - Contribuição ao Conhecimento de Argilas de Cuba - GUILLERMO RUPERTO MARTÍN CORTÉS, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/084 - Determinação da Rugosidade da Superfície de Descontinuidades Rochosas - JOSÉ MARGARIDA DA SILVA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/085 - Serragens de Granitos para Fins Ornamentais - ANTONIO STELLIN JR
- BT/PMI/086 - Evolução Magmática e Modelo Metalogenético dos Granitos Mineralizados da Região de Pitanga, Amazônas, Brasil - SARA LAIS RAHAL LENHARO, HELMUT BORN

- BT/PMI/087 – Considerações sobre o Dimensionamento de Equipamentos de Carga e Transporte em Mineração a Céu Aberto – IESO DO COUTO COUTINHO, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO, GIORGIO FRANCESCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/088 – Tratamento do Minério de Transição de Cobre e Ouro de Igarapé Bahia, Carajás, PA – DACILDO RODRIGUES DE SOUZA, PAULO ROBERTO GOMES BRANDÃO
- BT/PMI/089 – Variáveis que Interferem nos Problemas Ambientais Gerados Durante os Desmontes de Rochas – VALDIR COSTA E SILVA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/090 – Caracterização Mineralógica do Minério de Cobre e Ouro Secundário de Igarapé Bahia – LUIS RODRIGUES ARMÔA GARCIA, PAULO ROBERTO GOMES BRANDÃO
- BT/PMI/091 – O Topázio na Região de Ouro Preto: Minas do Vermelhão e Capão do Lana – JAIR MAZON JÚNIOR, HELMUT BORN
- BT/PMI/092 – A Mineralização Aurífera de Fazenda Brasileiro – BA Aspectos Geológicos e Planejamento de Lavra – MARCO ANTONIO DE MORAES SILVA, HELMUT BORN
- BT/PMI/093 – Estudo dos Mecanismos de Adsorção em Meio Ácido dos Metais Chumbo e Zinco em uma Turfa de Jacaré – RJ – MARIA DIONÍSIA COSTA DOS SANTOS, LAURINDO DE SALLES LEAL
- BT/PMI/094 – Cartografia de Riscos Geológicos Associados a Escorregamentos no Município de Embu – RMSP – CÉLIA MARIA GARIBLADI, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/095 – Revisão da Teoria para Projeto de Taludes Heterogêneos em Minas a Céu Aberto – FLÁVIO MOREIRA FERREIRA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/096 – Estratégias para Remediação de um Sítio Contaminado por Metais Pesados: Estudo de Caso – JOSÉ ÂNGELO SEBASTIÃO ARAUJO DOS ANJOS, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/097 – Estudo dos Elementos Abrasivos de Fios Diamantados para a Lavra de Granitos do Ceará – FRANCISCO WILSON HOLLANDA VIDAL, ANTONIO STELLIN JÚNIOR
- BT/PMI/098 – Caracterização Mineralógica do Depósito de Terras no Complexo Alcalino – Carbonatítico de Barra do Itaipirapua (SP/PR) – Área de Detalhe I – Maria de Lourdes Lorenzi, Henrique Kahn
- BT/PMI/099 – Considerações sobre a Seleção de Equipamentos para o Transporte de Minérios – ALEXANDRE DE SANT'ANNA, WILSON THEODORO HENNIES
- BT/PMI/100 – Desgaste Abrasivo em Britadores de Mandíbulas – NILSON MAR BARTALINI, FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/101 – Viabilidade do Emprego de Finos de Basalto em Concreto Compactado a Rolo – KLEBER DA SILVA MENDES, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/102 – Sistema Especialista para o Processamento de Minérios de Ouro – VANESSA DE MACEDO TORRES, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/103 – Desenvolvimento de Eletrodos de Pasta de Carbono Modificados com a Resina Poliamidoxima (ES-346) para a Determinação Potenciométrica de Gálio – MARCO ROGÉRIO BARRIOS, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/104 – Desenvolvimento de Processo para o Aproveitamento do Feldspato Contido em Finos de Pedreira de Nefelina Sienito – PAULO FERNANDO ALMEIDA BRAGA, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/105 – Os Recursos Minerais e a Economia Internacional: Uma Reavaliação das Teorias – FRANCISCO REGO CHEVES FERNANDES, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/106 – Importância dos Aspectos Geológico-Geotécnicos em Obras Implantadas na Serra do Mar – Uma Metodologia de Manutenção Preventiva – ORIOVALDO CUNHA MARTINEZ, FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/107 – Lixiviação e Adsorção em Fazenda Brasileiro – CVRD: Uma Questão de Produtividade – ÁUREA MARIA DIAS GOMES, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/108 – Análise Quantitativas por Difração de Raios-X em Engenharia Mineral – Aplicação dos Métodos de Rietveld e do Padrão Interno – GABRIELA CAMPOS FRONZAGLIA, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/109 – Avaliação das Principais Causas de Acidentes em Barragens de Contenção de Rejeitos Devido a Fatores Geológicos e Geotécnicos – FERNANDO IVAN VÁSQUEZ ARNEZ, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/110 – Problemas Relacionados a Tensões Naturais Durante a Lavra de Rochas Ornamentais – HUGO ANTONIO MERCONCHINI VEGA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/111 – Sistemas de Classificação na Análise da Estabilidade de Taludes em Maciços Brandos – ANDREA CRISTINA Y. DE MATTOS, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/112 – Metodologia para Amostragem de Material Particulado em Suspensão (MPS) – IVO TORRES DE ALMEIDA, SERGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/113 – Viabilização da Recuperação de Ouro de Minério Primário por Lixiviação em Pilha Mediante o uso de Britadores não Convencionais: Um Estudo de Caso: O Minério Primário da Mina de Almas-Paiol, TO – SALOMÃO SOLINO EVELIN, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/114 – Aplicação de Aditivos Químicos à Filtragem de Polpas de Minerais – LUIZ GUSTAVO ESTEVES PEREIRA, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/115 – Proposta de Gerenciamento Ambiental de uma Área Degradada nos Municípios de Mauá e Ribeirão Pires – Região Metropolitana de São Paulo – ÁLVARO GUTIERREZ LOPEZ, LUIZ ENRIQUE SÁNCHEZ

- BT/PMI/116 – Experiência de Gerenciamento da Reforma e Adequação de um Moinho de Bolas de 4000 HP para nova Aplicação – AROLDO DUTRA GARCIA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/117 – Efeitos da Viscosidade no Processo de Deslamagem com Microciclones em Polpa Não-Newtoniana de Rocha Fosfática – MARIO VALENTE POSSA, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/118 – Caracterização Tecnológica de Depósitos de Cromita da Província de Camagüey, República de Cuba – JULIÁN ANDRÉS MÉNDEZ GARCÉS, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/119 – Garimpo de Ouro no Brasil: Desafios da Legalização – MARIA LAURA TAVEIRA DA MOTA GERALDES DE CARVALHO BARRETO, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/120 – Contribuição ao Projeto de Reatores de Ácido Fosfórico para Processamento de Concentrados Apatíticos Brasileiros – ROBERTO MATTIOLI SILVA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/121 – Lixiviação em Pilhas de Minérios Oxidados de Cobre – GEYSA SANTOS DE PONTES PEREIRA, ELTON AZEVEDO MASINI
- BT/PMI/122 – Produção de Agregado como Alternativa para Produtores de Corretivo de Solo da Grande Curitiba – PLÍNIO CRISTIANO CAMBOIM DE OLIVEIRA, ANTÔNIO JOSÉ NAGLE
- BT/PMI/123 – A Competitividade da Mineração Nacional com Ênfase no Minério de Ferro – GILSON EZEQUIEL FERREIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/124 – Aplicação de Turfa na Recuperação de Solos de Degradados pela Mineração de Areia – JOSÉ GUILHERME FRANCHI, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/125 – Aproveitamento de Materiais Fosfáticos Marginais para a Produção de Fertilizantes Organo-Fosfatados – CARLOS ALBERTO IKEDA OBA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/126 – Abordagem Participativa na Gestão de Recursos Minerais – CARLOS C. PEITER, ROBERTO C. VILLAS BÔAS
- BT/PMI/127 – A Importância dos Condicionantes Geológicos-Geotécnicos na Recuperação de Áreas Degradadas por Lavra de Minas a Céu Aberto – RICARDO DEGUTI DE BARROS SILVA, FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/128 – Determinação de Indicadores de Impactos Ambientais Cumulativos Decorrentes da Mineração de Areia no Vale do Paraíba Através de Geoprocessamento – EDER LUIZ SANTO, LUIS HENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/129 – Tecnologia de Corte de Rocha Ornamental com Fio Helicoidal – FERNANDO FUJIMURA, ANTONIO STELLIN JUNIOR
- BT/PMI/130 – Diagnóstico da Degradação do Meio Físico e Proposição de Medidas de Recuperação em Áreas de Mineração Abandonadas na Bacia do Guarapiranga, Região Metropolitana de São Paulo – MARIA MARTA TEIXEIRA VASCONCELOS, LUIS ENRIQUE SANCHEZ
- BT/PMI/131 – A Integração Competitiva do Setor Mineral Brasileiro no Cenário Internacional Estudo de Caso: O Setor de Aços Especiais Inoxidáveis – MANOEL RODRIGUES NEVES, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/132 – Contribuição à Implantação de um Novo Pólo de Fertilizantes no Nordeste do Brasil – GILDO DE ARAÚJO SÁ C. DE ALBUQUERQUE, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/133 – Metodologia Construtiva do Poço de Produção da Mina Fazenda Brasileiro – LEONCIO TEÓFILO CARNERO CARNERO, FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/134 – Aproveitamento de Finos Gerados nas Ferragens de Mármore e Granitos – IVAN FALCÃO PONTES, ANTÔNIO STELLIN JÚNIOR
- BT/PMI/135 – Aspectos Hidrodinâmicos na Flotação de Partículas Grossas – WENDEL JOHNSON RODRIGUES, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/136 – Aproveitamento de Rejeitos de Pedreiras de Santo Antônio de Pádua – RJ para Produção de Brita e Areia – SALVADOR LUIZ DE MATOS DE ALMEIDA, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/137 – Análise Crítica do Desenvolvimento de Processos de Cianetação em Tanques Agitados – RINALDO PEDRO NARDI, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/138 – A Utilização de Finos de Pedreira em Solo-Cimento Ensacado – EDILSON PISSATO, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/139 – Dessulfuração de Finos de Carvão de Santa Catarina por Concentradores Centrífugos – ANTÔNIO RODRIGUES DE CAMPOS, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/140 – Estereoquímica de Polissacarídeos e sua Influência na Seletividade da Separação Apatita/Calcita por Flotação Aniônica Direta – JULIO CESAR GUEDES CORREIA, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/141 – Avaliação do Desempenho Ambiental – Proposta Metodológica e Diretrizes para Aplicação em Empreendimentos Cíveis e de Mineração – FRANCISCO NOGUEIRA JORGE, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/142 – Formação de Barreira Geoquímica para o Abatimento de Drenagens Ácidas de Estéril Pirítico – VICENTE PAULO DE SOUZA, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/143 – Técnicas de Preparação de Areia para uso na Construção Civil – WILLIAM WHITAKER, ARTHUR PINTO CHAVES

