



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

PROGRAMA DE ECONOMIA MINERAL

*PROJETO ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O
CONSUMO DE ENERGIA E O DE INSUMOS
MINERAIS NOS PRINCIPAIS SEGMENTOS DA
INDÚSTRIA MINERAL PARANAENSE
1995-2004*

CURITIBA - PARANÁ
2006



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ

Roberto Requião
Governador

Orlando Pessuti
Vice-Governador

Secretaria de Estado da Indústria, do Comércio e Assuntos do Mercosul

Jacir Bergmann II
Secretário

Minerais do Paraná S.A. – MINEROPAR

Eduardo Salamuni
Diretor Presidente

Rogério da Silva Felipe
Diretor Técnico

Manoel Collares Chaves Neto
Diretor Administrativo Financeiro



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

PROGRAMA DE ECONOMIA MINERAL

***PROJETO ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O
CONSUMO DE ENERGIA E O DE INSUMOS
MINERAIS NOS PRINCIPAIS SEGMENTOS DA
INDÚSTRIA MINERAL PARANAENSE
1995-2004***

Marcos Vitor Fabro Dias
Gerente e Executor



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

APRESENTAÇÃO

Cumprindo com os objetivos do programa de economia mineral da MINEROPAR, apresentamos o relatório “Estudo comparativo entre o consumo de energia e de insumos minerais nos principais segmentos da indústria mineral paranaense – 1995-2004”.

Os dados do consumo de energia foram baseados na publicação “Balanço Energético do Paraná”, de responsabilidade da Companhia Paranaense de Energia - COPEL, órgão responsável pelo planejamento energético estadual (decreto Estadual nº 1.869, de 30/01/80), e que difunde a estatística básica do setor energético com o propósito de subsidiar os estudos de planejamento energético, como também os planos e programas elaborados por empresas e órgãos governamentais e privados.

A produção mineral paranaense teve por base os dados: do Informativo Anual da Produção de Substâncias Mineraias-IAPSM, administrado pela MINEROPAR, e de informação obrigatória para quem extrai substância mineral no Estado; e os dados divulgados pela Agência Nacional do Petróleo-ANP, relativo a produção e refino do petróleo no Paraná.

O presente relatório não tem a pretensão de apresentar o resultado de um estudo acabado, mas um ensaio que buscou testar outros meios e parâmetros que possam ser utilizados para acompanhar e estimar a produção mineral paranaense indiretamente.

A opção por um comparativo entre a transformação de insumos minerais e o consumo de energia é pelo fato da energia ser um insumo de extrema importância na indústria mineral e por ser uma informação disponível e tradicional que traz anualmente o consumo energético para diferentes segmentos econômicos incluindo alguns da indústria mineral. Caso se obtenha uma correlação aceitável, o consumo de energia nestes segmentos da indústria mineral pode vir a ser utilizado tanto para estimativa quanto para aferir o desempenho dos mesmos.

O Balanço Energético do Paraná apresenta de forma consolidada as informações sobre o consumo final de energia nos principais setores da indústria mineral e contempla os segmentos cimento, produtos cerâmicos, cal, gusa e aço, e mineração e pelotização.

A indústria do cimento é o mais importante segmento da indústria mineral paranaense e em 2003 teve uma participação de 2,5% no Valor Adicionado Fiscal-VAF¹ da indústria do Estado. Neste mesmo ano a mineração teve participação de 0,9% do VAF, a indústria cerâmica de 0,6% e a da cal de 0,2%. A participação da mineração pode ser subdividida em: extração de argila, pedra e areia (0,3% no VAF da indústria do Estado); extração de xisto e gás natural (0,3%); e extração dos

¹ Valor Adicionado Fiscal é a diferença entre os valores das operações de saídas de mercadorias e serviços sujeitos ao ICMS, em relação aos de entrada, consideradas as variações de estoque.

demais bens minerais, praticamente de rochas carbonáticas, com participação de 0,3% no VAF da indústria paranaense. No Paraná não existe mineração de ferro e nem produção de gusa, portanto toda produção de aço é realizada a partir de sucata.

Dos 21,79 milhões de toneladas de minérios produzidos no Estado em 2004, a indústria do cimento transformou 31,9%, a cerâmica vermelha 6,9%, a indústria da cal 2,9% e a cerâmica branca 2,1%. A possibilidade de uma boa correlação entre o consumo de energia e a transformação mineral nestes segmentos da indústria permitiria acompanhar indiretamente o comportamento de cerca de 44% da produção mineral do Estado.

A indústria do refino do petróleo é o mais importante segmento da indústria paranaense com participação de 20% no VAF da indústria do Estado em 2003.

SUMÁRIO

1. CONSUMO DE ENERGIA E TIPOS DE COMBUSTÍVEIS UTILIZADOS EM ALGUNS SEGMENTOS INDUSTRIAIS TRANSFORMADORES DE BENS MINERAIS.....	08
1.1 Cimento	10
1.2 Cerâmica.....	11
1.3 Cal.....	12
1.4 Fabricação de ferro gusa e aço.....	13
1.4.1 Perspectiva da siderurgia no Paraná.....	14
1.4.2 História do Grupo Hübner.....	16
1.5 Mineração e pelotização.....	17
2. COMPARATIVO ENTRE O CONSUMO DE ENERGIA E O DE BENS MINERAIS NOS PRINCIPAIS SEGMENTOS DA INDÚSTRIA MINERAL.....	19
2.1 Comparativo com a indústria extrativa mineral.....	19
2.2 Comparativo com a indústria de transformação de bens minerais.....	21
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

Tabelas

TABELA 01 – CONSUMO DE ENERGIA SEGUNDO O SETOR INDÚSTRIAL E EM ALGUNS SEGMENTOS DA INDÚSTRIA MINERAL – PARANÁ, 1995-2004 - em 1000 tEP	08
TABELA 02 - CONSUMO DE ENERGIA PARA A FABRICAÇÃO DE CIMENTO SEGUNDO O TIPO DE COMBUSTÍVEL - PARANÁ, 1995-2004 - em 1000 tEP.....	10
TABELA 03 - CONSUMO DE ENERGIA PARA A FABRICAÇÃO DE PRODUTOS CERÂMICOS SEGUNDO O TIPO DE COMBUSTÍVEL - PARANÁ, 1995-2004 - em 1000 tEP.....	11
TABELA 04 - CONSUMO DE ENERGIA PARA A FABRICAÇÃO DE CAL SEGUNDO O TIPO DE COMBUSTÍVEL - PARANÁ, 1995-2004 - em 1000 tEP.....	12
TABELA 05 - CONSUMO DE ENERGIA PARA A FABRICAÇÃO DE FERRO GUSA E AÇO SEGUNDO O TIPO DE COMBUSTÍVEL - PARANÁ, 1995-2004 - em 1000 tEP.....	14
TABELA 06 - CONSUMO DE ENERGIA NA MINERAÇÃO E PELOTIZAÇÃO SEGUNDO O TIPO DE COMBUSTÍVEL – PARANÁ, 1995–2004, em 1000 tEP.....	18
TABELA 07 - COMPARATIVO ENTRE A PRODUÇÃO MINERAL E O CONSUMO DE ENERGIA NA ATIVIDADE – PARANÁ, 1995-2004.....	20
TABELA 08 - COMPARATIVO ENTRE CONSUMO DE ENERGIA E DE MINÉRIO PARA A PRODUÇÃO DE CIMENTO, MATERIAIS CERÂMICOS E CAL – PARANÁ, 1995-2004.....	24
TABELA 09 - PARTICIPAÇÃO E DADOS DE PRODUTIVIDADE DOS DIFERENTES TIPOS DE FORNOS NA PRODUÇÃO DE CERÂMICA VERMELHA NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA – PARANÁ, 2003.....	26
TABELA 10 – DESTINO DA PRODUÇÃO MINERAL SEGUNDO O USO INDUSTRIAL – PARANÁ, 1995-2004 – em milhões de toneladas.....	28

Gráficos

GRÁFICO 01 - CONSUMO DE ENERGIA NA INDÚSTRIA MINERAL E EM ALGUNS DE SEUS PRINCIPAIS SEGMENTOS - PARANÁ, 1995-2004.....	09
GRÁFICO 02 – PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DOS SEGMENTOS DA INDÚSTRIA MINERAL NO CONSUMO DE ENERGIA DESTA INDÚSTRIA - PARANÁ, 1995-2004.....	09
GRÁFICO 03 - CONSUMO DE ENERGIA PARA A FABRICAÇÃO DE CIMENTO SEGUNDO O TIPO DE COMBUSTÍVEL - PARANÁ, 1995-2004.....	10
GRÁFICO 04 - CONSUMO DE ENERGIA PARA A FABRICAÇÃO DE PRODUTOS CERÂMICOS SEGUNDO O TIPO DE COMBUSTÍVEL - PARANÁ, 1995-2004.....	12
GRÁFICO 05 - CONSUMO DE ENERGIA PARA A FABRICAÇÃO DE CAL SEGUNDO O TIPO DE COMBUSTÍVEL - PARANÁ, 1995-2004.....	13
GRÁFICO 06 - CONSUMO DE ENERGIA PARA A FABRICAÇÃO DE FERRO GUSA E AÇO SEGUNDO O TIPO DE COMBUSTÍVEL - PARANÁ, 1995-2004.....	14
GRÁFICO 07- CONSUMO DE ENERGIA PARA A MINERAÇÃO E PELOTIZAÇÃO SEGUNDO O TIPO DE COMBUSTÍVEL - PARANÁ, 1995-2004.....	18
GRÁFICO 08 - PRODUÇÃO MINERAL, CONSUMO DE ENERGIA NA ATIVIDADE E NÚMERO DE EMPRESAS INFORMANTES DO IAPSM - PARANÁ, 1995-2004.....	21
GRÁFICO 09 – COMPORTAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA EM tEP POR TONELADA DE MINÉRIO EXTRAÍDO - PARANÁ, 1995-2004.....	21
GRÁFICO 10 - COMPORTAMENTO DA TONELADA EQUIVALENTE DE PETRÓLEO (tEP) CONSUMIDA POR TONELADA DE MINÉRIO UTILIZADO SEGUNDO ALGUNS SEGMENTOS DA INDÚSTRIA MINERAL – PARANÁ, 1995-2004.....	24

1. CONSUMO DE ENERGIA E TIPOS DE COMBUSTÍVEIS UTILIZADOS EM ALGUNS SEGMENTOS INDUSTRIAIS TRANSFORMADORES DE BENS MINERAIS

A energia é um insumo estratégico e representa uma importante parcela no custo de produção industrial de uma maneira geral. Dentre os segmentos industriais transformadores de bens minerais, o custo da energia tem especial destaque na produção do cimento, da cerâmica, da cal e da siderurgia, posto que nestes segmentos a transformação se dá pela queima da matéria prima à elevada temperatura.

O consumo de energia pode ser um bom indicador do comportamento destes segmentos da indústria mineral porque teoricamente, sem que haja mudança no processo tecnológico de transformação, deve existir uma boa correlação entre o consumo de energia e a produção física nestes segmentos industriais, que por sua vez está correlacionada com a quantidade de insumo mineral consumido nos mesmos.

Segundo dados da Companhia Paranaense de Energia – COPEL, apresentados no Balanço Energético do Paraná, o setor industrial consumiu 4,783 milhões de toneladas equivalentes de petróleo – tEP em 2004, o que representa 35,0% do consumo total de energia no Estado. Do consumo industrial, a indústria mineral respondeu por 23,4% através da participação do cimento (11,1%), da cerâmica (7,7%), da cal (3,2%), do ferro gusa e aço (1,2%) e da mineração e pelotização (0,2%).

A indústria mineral tem aumentado proporcionalmente a sua participação no consumo total de energia do Estado, passando de 6,9% em 1995 para 8,2% em 2004. O cimento é o grande responsável por este comportamento passando de uma participação de 2,7% no consumo de energia em 1995, para 3,9% em 2004.

Na indústria mineral, de 1995 a 2004, a participação do cimento passou de 38,6% para 47,3%, o gusa e aço passou de 3,2% para 5,3% e mineração e pelotização passou de 0,7 para 1,0. Os produtos cerâmicos tiveram uma redução na participação passando de 36,6% em 1995 para 32,8% em 2004, assim como a cal que passou de 20,8% para 13,7%.

TABELA 01 - CONSUMO DE ENERGIA SEGUNDO O SETOR INDÚSTRIAL E EM ALGUNS SEGMENTOS DA INDÚSTRIA MINERAL – PARANÁ, 1995-2004 - em 1000 tEP

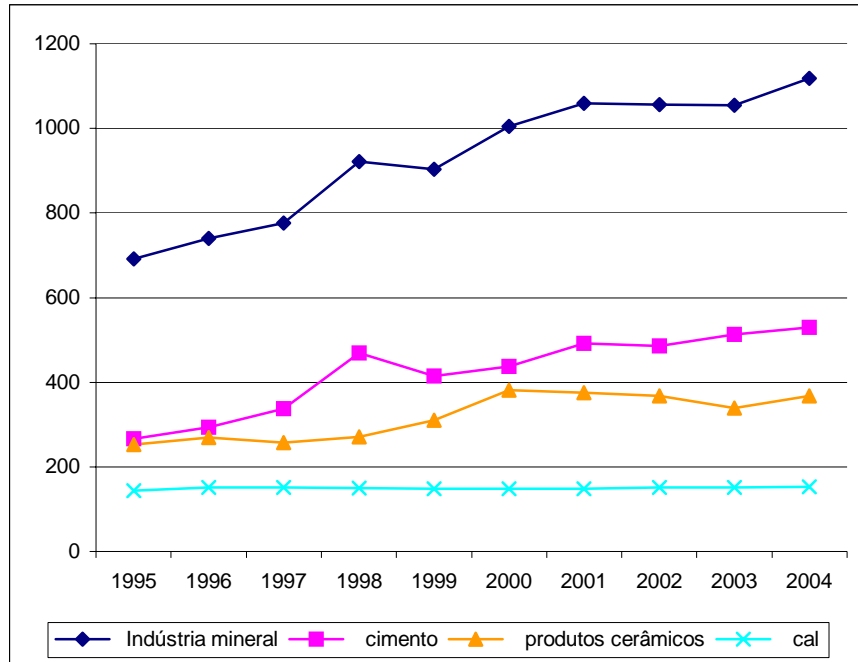
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
PARANÁ	9.972	10.722	11.183	11.612	11.672	11.636	12.522	12.396	12.835	13.682
Indústria	3.084	3.333	3.450	3.768	3.865	3.842	4.140	4.329	4.469	4.783
Indústria mineral	691	740	776	921	904	1.005	1.059	1.056	1.055	1.119
cimento	267	293	337	469	415	438	492	485	513	529
produtos cerâmicos	253	269	258	271	310	382	375	368	339	367
cal	144	152	151	150	149	148	148	151	152	153
gusa e aço	22	22	23	23	22	28	35	40	43	59
mineração e pelotização	5	4	7	8	8	9	9	12	8	11
Outros segmentos industriais	2.393	2.593	2.674	2.847	2.961	2.837	3.081	3.273	3.414	3.664

FONTE:- COPEL - Balanço Energético do Paraná - 2005 / Ano Base 2004. <http://www.copel.com/> - Acessado em 09/01/2006.

NOTA:- tEP - "tonelada equivalente de petróleo". Unidade de medida de energia equivalente, por convenção, a 10.000 Mcal. Todos os produtos energéticos são convertidos para tEP levando-se em conta apenas os seus respectivos poderes caloríficos em relação ao do petróleo médio.

GRÁFICO 01 - CONSUMO DE ENERGIA NA INDÚSTRIA MINERAL E EM ALGUNS DE SEUS PRINCIPAIS SEGMENTOS - PARANÁ, 1995-2004

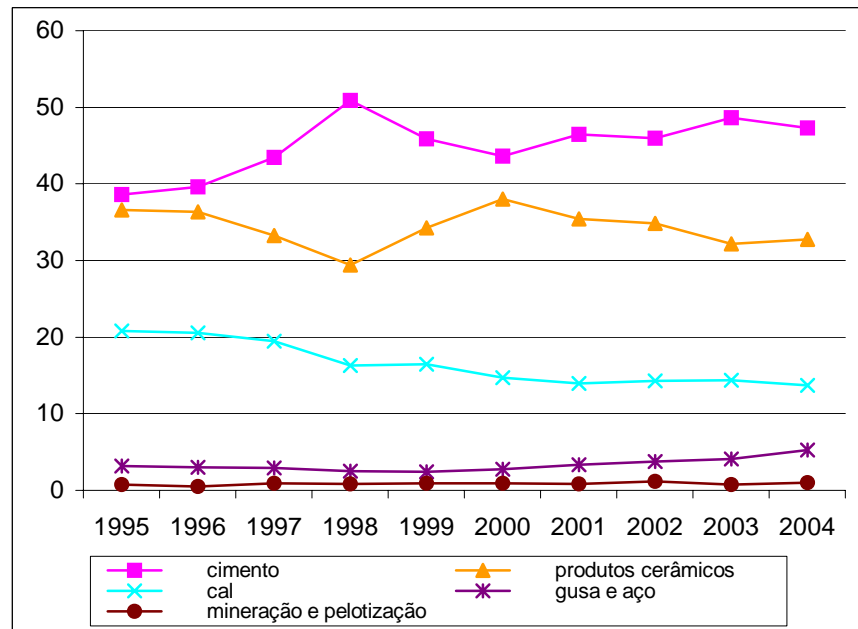
em 1000 tEP



FONTE:- COPEL - Balanço Energético do Paraná - 2005 / Ano Base 2004

GRÁFICO 02 - PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DOS SEGMENTOS DA INDÚSTRIA MINERAL NO CONSUMO DE ENERGIA DESTA INDÚSTRIA - PARANÁ, 1995-2004

em %



FONTE:- COPEL - Balanço Energético do Paraná - 2005 / Ano Base 2004

Na busca constante por uma melhor matriz energética e que resultem em maior eficiência e menor custo, as indústrias constantemente testam novos combustíveis, respeitando as possibilidades técnicas de seus fornos. Um breve

histórico sobre as proporções entre os diferentes tipos de combustíveis utilizados nos diferentes segmentos da indústria mineral considerados é apresentado a seguir.

1.1 Cimento

O setor é bastante dinâmico na busca da melhor matriz energética, tendo em vista o enorme impacto que este custo tem no produto final. Até 1995 o carvão mineral era o principal insumo com participação de 52% na matriz energética neste ano. De 1996 até 1997 a liderança foi do óleo combustível com participação de 70% e 85% respectivamente. Em 1998 houve a introdução do coque de petróleo (46%) que neste ano passou a dividir a maior participação com o óleo combustível (49%). De 1999 em diante o coque de petróleo já liderava com 80% de participação na matriz energética do cimento e a partir de 2000 sua participação fica próxima a 91%.

TABELA 02 - CONSUMO DE ENERGIA PARA A FABRICAÇÃO DE CIMENTO SEGUNDO O TIPO DE COMBUSTÍVEL - PARANÁ, 1995-2004 - em 1000 tEP

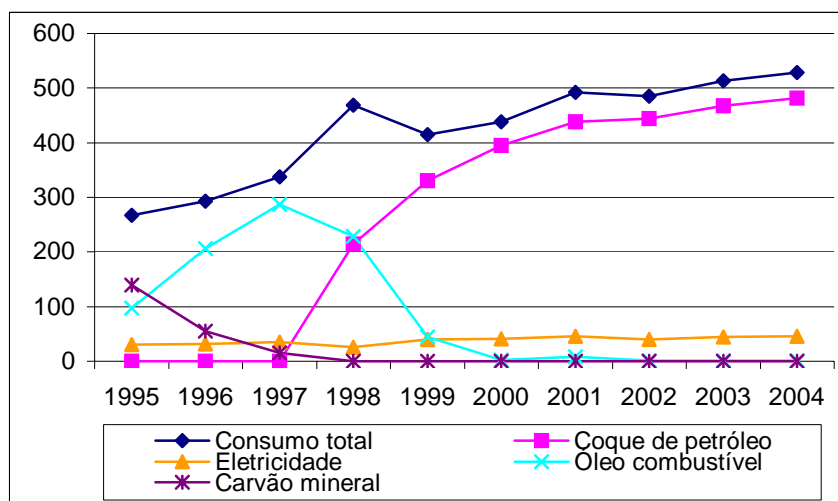
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Fabricação de cimento	267	293	337	469	415	438	492	485	513	529
Coque de petróleo	0	0	0	215	331	395	438	444	468	482
Elettricidade	30	32	35	26	40	41	46	40	44	46
Óleo combustível	97	206	287	228	44	2	8	1	1	1
Carvão mineral	140	55	15	0	0	0	0	0	0	0

FONTE:- COPEL - Balanço Energético do Paraná - 2005 / Ano Base 2004. - Acessado em 09/01/2006.

NOTA:- tEP - sigla de "tonelada equivalente de petróleo". Unidade de medida de energia equivalente, por convenção, a 10.000 Mcal. Todos os produtos energéticos são convertidos para tEP levando-se em conta apenas os seus respectivos poderes caloríficos em relação ao do petróleo médio.

GRÁFICO 03 - CONSUMO DE ENERGIA PARA A FABRICAÇÃO DE CIMENTO SEGUNDO O TIPO DE COMBUSTÍVEL - PARANÁ, 1995-2004

em 1000 tEP



FONTE:- COPEL - Balanço Energético do Paraná - 2005 / Ano Base 2004. <http://www.copel.com/>

NOTA:- tEP - sigla de "tonelada equivalente de petróleo". Unidade de medida de energia equivalente, por convenção, a 10.000 Mcal. Todos os produtos energéticos são convertidos para tEP levando-se em conta apenas os seus respectivos poderes caloríficos em relação ao do petróleo médio.

1.2 Cerâmica

O setor usa uma diversidade muito grande de combustível, reflexo dos diferentes tipos de fornos presentes na indústria cerâmica, que engloba o seguimento de cerâmica vermelha, consumidora principalmente de combustível de origem vegetal, e o de cerâmica branca, esta consumidora principalmente de gás.

Lenha e resíduos de madeira em conjunto sempre tiveram a maior participação na matriz energética do setor cerâmico, com participações superiores a 70% até 1998, 62% em 1999, decrescendo para participações entre 50 a 44% na matriz energética de 2000 a 2004. O xisto é o segundo insumo mais importante na matriz energética na fabricação de produtos cerâmicos, passando de uma participação de 21% em 1999, para valores entre 30 e 36% de 2000 a 2004. O terceiro insumo na matriz energética da fabricação de produtos cerâmicos é o gás, utilizado no segmento da cerâmica branca, e que apresenta uma participação em torno de 10% da matriz total até 1999, passando para cerca de 15% deste ano até 2004. O aumento do consumo de energia a partir de 1999 foi principalmente decorrente do aumento do consumo do xisto e do gás.

O insumo denominado xisto na realidade é uma torta oleosa gerada como subproduto da retorta do xisto com pneu picado. Depois de minerado a céu aberto, o xisto vai para um britador que reduz este minério a tamanhos que variam de 6 a 70 milímetros. Então, este minério é misturado com pneus picados e levadas a uma retorta, onde são pirolisadas (cozidas) a uma temperatura de aproximadamente 500 graus centígrados, liberando-se a matéria orgânica nelas contida sob a forma de óleo e gás. Entre outros subprodutos ou resíduos da retortagem há a torta oleosa que é utilizada como combustível sólido alternativo à lenha e ao carvão mineral na indústria cerâmica.

TABELA 03 - CONSUMO DE ENERGIA PARA A FABRICAÇÃO DE PRODUTOS CERÂMICOS SEGUNDO O TIPO DE COMBUSTÍVEL - PARANÁ, 1995-2004 - em 1000 tEP

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Fabricação de produtos cerâmicos (1)	253	269	258	271	310	382	375	368	339	367
Lenha e resíduos de madeira	185	194	191	191	193	191	165	164	156	164
<i>Lenha</i>	148	154	146	144	144	138	109	105	94	99
<i>Resíduos de madeira</i>	37	40	45	47	49	53	56	59	62	65
Xisto	10	12	15	22	64	114	128	132	108	125
Gás (GLP, natural, de xisto e refinaria)	23	28	21	28	30	51	57	51	54	58
<i>GLP</i>	19	22	15	20	22	22	20	11	15	18
<i>Gás natural</i>	0	0	0	0	0	17	25	25	25	25
<i>Gás de xisto</i>	4	6	6	8	8	10	12	15	14	15
<i>Gás de refinaria</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Óleo combustível	17	18	16	15	9	8	4	4	3	3
Eletricidade	10	10	10	10	11	15	12	8	8	8
Outros (Carvão mineral, vegetal e diesel)	8	7	5	5	3	3	9	9	10	9
<i>Carvão mineral</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Óleo diesel</i>	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
<i>Carvão vegetal</i>	5	5	4	4	2	3	9	9	10	9

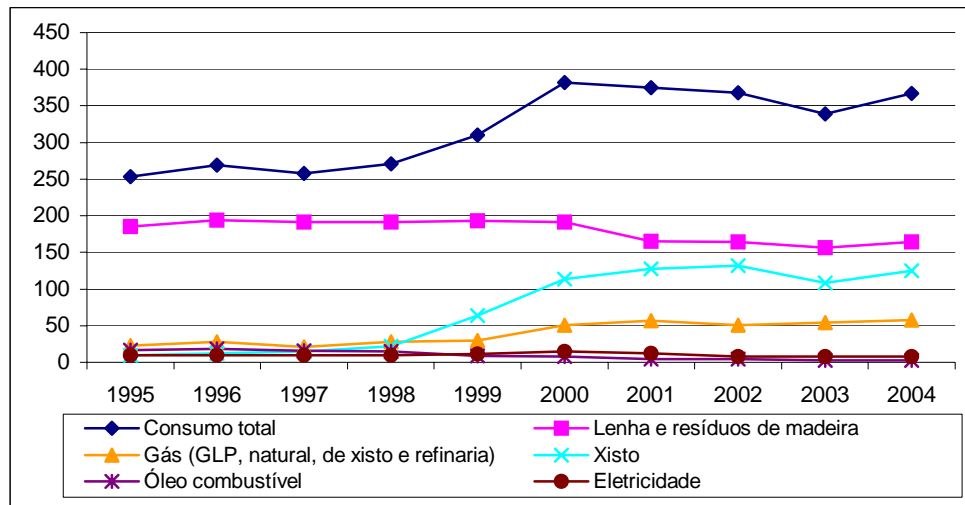
FONTE:- COPEL - Balanço Energético do Paraná - 2005 / Ano Base 2004. <http://www.copel.com/> - Acessado em 09/01/2006.

NOTA:- (1) branca, vermelha, refratária ou não, para uso na construção civil e outros usos.

tEP - sigla de "tonelada equivalente de petróleo". Unidade de medida de energia equivalente, por convenção, a 10.000 Mcal. Todos os produtos energéticos são convertidos para tEP levando-se em conta apenas os seus respectivos poderes caloríficos em relação ao do petróleo médio.

GRÁFICO 04 - CONSUMO DE ENERGIA PARA A FABRICAÇÃO DE PRODUTOS CERÂMICOS SEGUNDO O TIPO DE COMBUSTÍVEL - PARANÁ, 1995-2004

em 1000 tEP



FONTE:- COPEL - Balanço Energético do Paraná - 2005 / Ano Base 2004. <http://www.copel.com/>.

NOTA:- tEP - sigla de "tonelada equivalente de petróleo". Unidade de medida de energia equivalente, por convenção, a 10.000 Mcal. Todos os produtos energéticos são convertidos para tEP levando-se em conta apenas os seus respectivos poderes caloríficos em relação ao do petróleo médio.

1.3 Cal

Em 1992 o setor iniciou a introdução da serragem como combustível em substituição à lenha, único combustível desta indústria até então. A lenha era proveniente especialmente das florestas de bracatinha localizadas no entorno destas indústrias nos municípios de Colombo, Almirante Tamandaré e Rio Branco do Sul. A serragem (pó de serra), denominada na matriz como resíduos de madeira, é um resíduo industrial das serrarias e ou das indústrias moveleiras. Em 1996, lenha e resíduo de madeira praticamente já se equivaliam na composição da matriz energética e a partir deste ano a serragem começou a predominar, culminando e estabilizando-se com participação de 83% na composição da matriz energética desde 1999.

TABELA 04 - CONSUMO DE ENERGIA PARA A FABRICAÇÃO DE CAL SEGUNDO O TIPO DE COMBUSTÍVEL - PARANÁ, 1995-2004 - em 1000 tEP

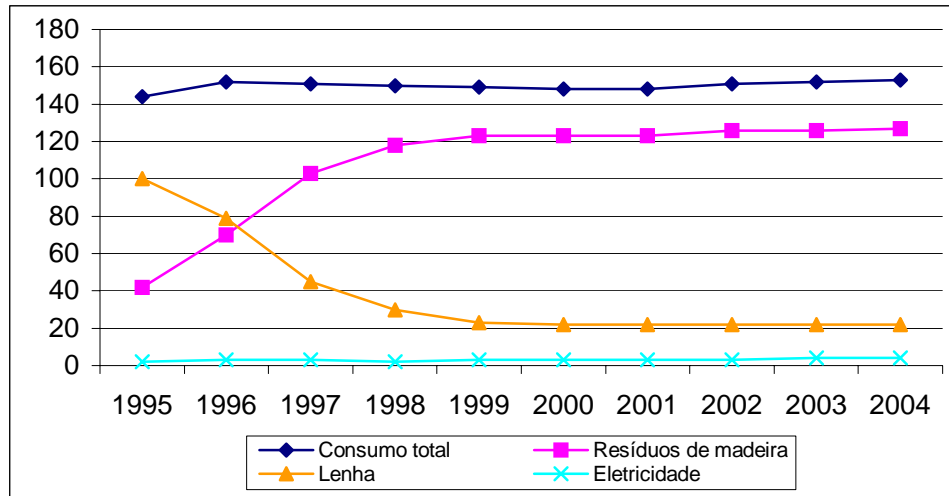
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Fabricação de Cal	144	152	151	150	149	148	148	151	152	153
Resíduos de madeira	42	70	103	118	123	123	123	126	126	127
Lenha	100	79	45	30	23	22	22	22	22	22
Eletricidade	2	3	3	2	3	3	3	3	4	4

FONTE:- COPEL - Balanço Energético do Paraná - 2005 / Ano Base 2004. <http://www.copel.com/> - Acessado em 09/01/2006.

NOTA:- tEP - sigla de "tonelada equivalente de petróleo". Unidade de medida de energia equivalente, por convenção, a 10.000 Mcal. Todos os produtos energéticos são convertidos para tEP levando-se em conta apenas os seus respectivos poderes caloríficos em relação ao do petróleo médio.

GRÁFICO 05 - CONSUMO DE ENERGIA PARA A FABRICAÇÃO DE CAL SEGUNDO O TIPO DE COMBUSTÍVEL - PARANÁ, 1995-2004

em 1000 tEP



FONTE:- COPEL - Balanço Energético do Paraná - 2005 / Ano Base 2004. <http://www.copel.com/>.

NOTA:- tEP - sigla de "tonelada equivalente de petróleo". Unidade de medida de energia equivalente, por convenção, a 10.000 Mcal. Todos os produtos energéticos são convertidos para tEP levando-se em conta apenas os seus respectivos poderes caloríficos em relação ao do petróleo médio.

1.4 Fabricação de ferro gusa e aço

Dentro deste segmento estão as siderúrgicas, que podem operar nas três fases básicas da produção de aço: redução, refino e laminação. Redução é o processo de remoção do oxigênio do ferro para ligar-se ao carbono. Neste processo o ferro se liquefaz e é chamado de ferro gusa ou ferro de primeira fusão. A etapa seguinte do processo é o refino. O ferro gusa é levado para a aciaria, ainda em estado líquido, para ser transformado em aço, mediante queima de impurezas e adições. O refino do aço se faz em fornos a oxigênio ou elétricos. Finalmente, a terceira fase clássica do processo de fabricação do aço é a laminação. O aço, em processo de solidificação, é deformado mecanicamente e transformado em produtos siderúrgicos utilizados pela indústria de transformação, como chapas grossas e finas, bobinas, vergalhões, arames, perfilados, barras etc.

No Paraná não existe produção de ferro gusa e toda a produção de aço é a partir de sucata. Existe um projeto do grupo Hübner de produzir ferro gusa no Estado.

O principal insumo energético utilizado na siderurgia do Paraná é a energia elétrica, com participação entre 59% a 67%. Até 2001, o segundo insumo energético era o óleo combustível, que em 2002 teve participação igual ao do gás natural com 18% cada. A partir de 2003 o gás natural passou a ser o segundo insumo energético mais importante e em 2004 participou com 35,6% da matriz energética para a fabricação de ferro gusa e aço.

TABELA 05 - CONSUMO DE ENERGIA PARA A FABRICAÇÃO DE FERRO GUSA E AÇO SEGUNDO O TIPO DE COMBUSTÍVEL - PARANÁ, 1995-2004 - em 1000 tEP

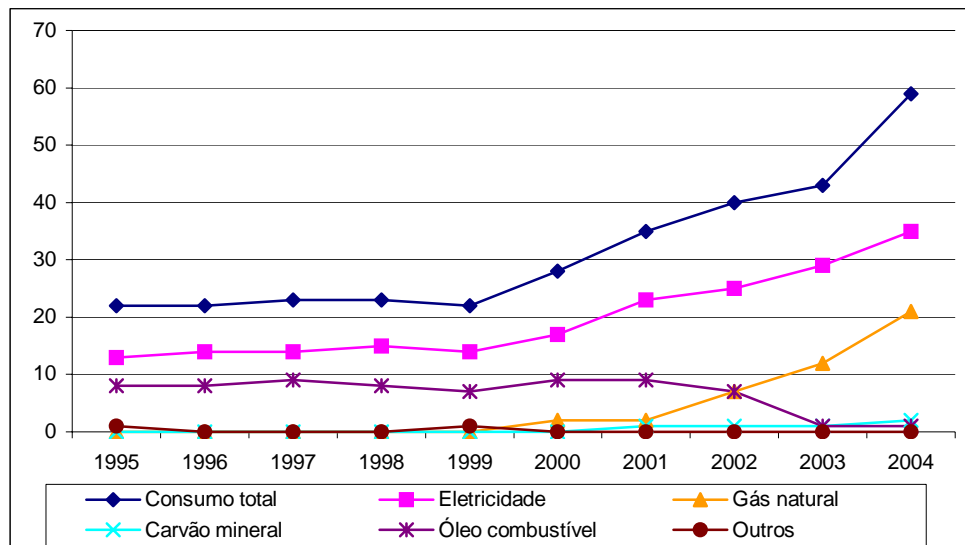
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Fabricação de gusa e aço	22	22	23	23	22	28	35	40	43	59
Eletricidade	13	14	14	15	14	17	23	25	29	35
Gás natural	0	0	0	0	0	2	2	7	12	21
Carvão mineral	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
Óleo combustível	8	8	9	8	7	9	9	7	1	1
Carvão vegetal e gás de refinaria	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0

FONTE:- COPEL - Balanço Energético do Paraná - 2005 / Ano Base 2004. <http://www.copel.com/> - Acessado em 09/01/2006.

NOTA:- tEP - sigla de "tonelada equivalente de petróleo". Unidade de medida de energia equivalente, por convenção, a 10.000 Mcal. Todos os produtos energéticos são convertidos para tEP levando-se em conta apenas os seus respectivos poderes caloríficos em relação ao do petróleo médio.

GRÁFICO 06 - CONSUMO DE ENERGIA PARA A FABRICAÇÃO DE FERRO GUSA E AÇO SEGUNDO O TIPO DE COMBUSTÍVEL - PARANÁ, 1995-2004

em 1000 tEP



FONTE:- COPEL - Balanço Energético do Paraná - 2005 / Ano Base 2004. <http://www.copel.com/> - Acessado em 09/01/2006.

NOTA:- tEP - sigla de "tonelada equivalente de petróleo". Unidade de medida de energia equivalente, por convenção, a 10.000 Mcal. Todos os produtos energéticos são convertidos para tEP levando-se em conta apenas os seus respectivos poderes caloríficos em relação ao do petróleo médio.

1.4.1 Perspectiva da siderurgia no Paraná

Atualmente a siderurgia no Paraná está representada pela Guerdau-Guaira, produtora de aços e laminados e pela Guerdau-Armafer, serviço de corte e dobra de aço, ambas controladas pelo Grupo Guerdau.

A Guerdau-Armafer, localizada em Araucária, é um centro de serviços de corte e dobra de aço que atende a construção civil e possui sete filiais de

comercialização (comercial Gerdau) no Paraná: Cascavel, Curitiba, Londrina, Maringá, Pato Branco, Ponta Grossa e Umuarama, que integram a rede de 70 unidades da maior distribuidora de produtos siderúrgicos do Brasil. A primeira filial da comercial Gerdau no Paraná foi instalada em 1973.

A unidade Guerdau-Armafer foi inaugurada em 2001, somou R\$ 5,8 milhões em investimentos e possui capacidade para atender a 150 obras de construção civil simultaneamente. Este sistema de atendimento reduz a zero o desperdício de aço nas obras, enquanto nas práticas convencionais as perdas podem chegar a 15%.

A siderúrgica Guerdau-Guaira opera com duas unidades no Paraná localizadas nos municípios de Araucária e Curitiba (Vila Guaíra). As duas plantas industriais funcionam de forma totalmente integrada, como uma linha de produção. A usina de Araucária opera como aciaria, onde o aço é fabricado a partir de sucata metálica. A etapa seguinte do processo produtivo é realizada pela unidade de Vila Guaíra, que recebe o aço em forma de tarugos, transformando-o em produtos finais.

Desde 1971, quando chegou ao Paraná, o Grupo Gerdau já investiu R\$ 200 milhões no Estado. O grupo investirá R\$ 54 milhões até o final de 2006 na modernização da siderúrgica. O objetivo do investimento é a modernização tecnológica e aumento de produção da siderúrgica. Em cinco anos, a produção irá crescer para 480 mil toneladas de aço (+ 47%) e 170 mil toneladas de laminados (+ 50%) voltados para atender aos mercados da construção civil e indústria do País.

O conjunto de investimentos será destinado às principais etapas de produção, capacitando a Guerdau-Guaira dentro dos mais avançados padrões de competitividade no setor siderúrgico. Um dos destaques é o novo lingotamento contínuo, equipamento voltado para ampliar a produtividade e otimizar os custos operacionais. A laminação receberá melhorias em automação para aumentar a eficiência operacional da unidade. No pátio de sucata, o Grupo Gerdau irá implantar uma série de novos equipamentos para o beneficiamento deste insumo, como prensas, pontes rolantes e guindastes.

Na área ambiental o projeto prevê a ampliação do uso do gás natural em substituição ao óleo combustível no forno de reaquecimento de tarugos da unidade de Vila Guaíra, investimento que irá resultar em expressivos ganhos ambientais. Atualmente, o gás natural já é utilizado na unidade de Araucária na área da aciaria.

Ainda dentro dos cuidados ambientais, um sistema de tratamento e recirculação das águas industriais é utilizado. Ele trata a água dentro da unidade, permitindo que ela retorne para o processo produtivo. O baixo volume enviado para os rios – 2% do total – apresenta parâmetros de qualidade superior ao da água bruta captada. Para a proteção atmosférica, um sistema de despoeiramento filtra partículas sólidas e gases gerados no processo produtivo.

As usinas de aço do mundo inteiro, segundo o seu processo produtivo, classificam-se em Integradas - que operam as três fases básicas: redução, refino e laminação; e semi-integradas - que operam duas fases: refino e laminação. Estas usinas partem de ferro gusa, ferro esponja ou como no caso paranaense, de sucata metálica adquiridas de terceiros para transformá-los em aço em aciarias elétricas e sua posterior laminação.

Existem ainda unidades produtoras chamadas de não integradas, que operam apenas uma fase do processo: redução ou laminação. No primeiro caso estão os produtores de ferro gusas, os chamados guseiros, que têm como característica comum o emprego de carvão vegetal em altos fornos para redução do minério. No segundo, estão os relaminadores, geralmente de placas e tarugos, adquiridos de usinas integradas ou semi-integradas e os que relaminam material sucitado.

Como informou Cristina Rios na Gazeta Mercantil (<http://www.santander.com.br>), o grupo paranaense Hübner, fabricante de autopeças para as indústrias automotiva e de máquinas agrícolas, anunciou investimento de R\$ 31 milhões na construção de uma siderúrgica de ferro-gusa na cidade de Ponta Grossa-PR. Será a primeira unidade de ferro-gusa da região sul do País, com capacidade para 8 mil toneladas por mês. Cerca de 35% da produção será direcionada para as fundições do grupo e a maior parte (65%) será vendida a outras empresas da região. A operação deve começar em outubro de 2006.

1.4.2 História do Grupo Hübner

O Grupo Hübner tem suas origens em 1980, com a fundação em Curitiba da Mecânica Hübner, pequena empresa que atuava no ramo metal-mecânico, produzindo peças com alto grau de complexidade.

No ano de 1987 a empresa mudou seu nome para Hübner Indústria Mecânica, ocasião em que fornecia peças para diversas montadoras instaladas no país, entre os quais a Volvo, Volkswagen, General Motors, TRW, New Holland e Cummins..

Em 1990 a Hübner lançou no mercado de reposição de autopeças a marca Auto Linea e em 1999 formou uma “joint-venture” com a empresa norte-americana AAM.

No final de 1999, o Grupo Hübner adquiriu a Fundação Trützschler localizada em Ponta Grossa - PR e que operava desde 1939 na fundição de ferro. O objetivo da aquisição foi tornar-se auto-suficiente em peças brutas de ferro fundido, sua matéria-prima principal para a produção de peças da Auto Linea. Atualmente a empresa se chama Fundação Hübner, sendo fornecedora de peças para clientes como Mercedes-Benz, Volvo, Scania, Dana, AAM, John Deere, Valtra, Haas, Atlas Schindler, Trützschler, Pigozzi, Arvin Meritor, Caterpillar, Knorr-Bremse, MWM, TRW, Fontaine e para a própria Auto Linea.

Em 2000 o Grupo adquiriu a totalidade da Metalúrgica Gammetal, fundição de metais não-ferrosos, localizada em Blumenau – SC. Esta fundição fornece peças brutas de alumínio para a Auto Linea e também outros componentes de alumínio, bronze, latão e cobre para empresas como Trützschler, Tecumseh, Gerdau, Weg, Usiminas, Pigozzi, entre outras.

No ano de 2002 o Grupo Hübner adquiriu uma nova planta industrial, a Hübner Fundição, com capacidade de produzir 1,5 mil toneladas de ferro fundido por mês, também localizada em Ponta Grossa.

Durante o ano de 2003 o Grupo comprou a Siderlinea Siderurgia, localizada em São Gonçalo do Pará – MG, com produção de 3,5 mil toneladas ao mês de ferro gusa, matéria prima para a produção de ferro fundido.

Em 2004 o Grupo Hübner anunciou a intenção de implantar a primeira siderúrgica de ferro-gusa para fundição na região sul, a ser localizada em Ponta Grossa, próxima às fundições de ferro fundido do Grupo. Com capacidade inicial para produzir mensalmente 8 mil toneladas, esta fábrica irá otimizar a produtividade da Fundação Hübner e Hübner Fundição, que juntas hoje tem capacidade para produzir 2500 toneladas de peças mês, e que consumirão cerca de 35% do ferro gusa produzido. O restante será vendido para outras fundições do Sul do país, que atualmente compram o produto de fornecedores de Minas Gerais.

Além de garantir ao Grupo Hübner o controle de mais um segmento da cadeia produtiva, a nova siderúrgica acarretará redução de custos e diminuição da dependência de fornecedores externos. Devido à distância de apenas 18 km das duas fundições do Grupo, o ferro-gusa será entregue, nestas duas empresas, no estado líquido, eliminando a fase de fusão do material, que implicará em significativa economia de energia elétrica. Da mesma forma haverá uma redução de gastos com o transporte, que é um dos principais fatores que pesam sobre o custo final do produto.

Quando entrar em atividade a siderúrgica irá gerar cerca de 250 empregos diretos e 1000 indiretos. Hoje a Fundação Hübner e Hübner Fundação empregam 590 pessoas.

Devido a grande necessidade de carvão vegetal, uma das principais matérias-primas para a fabricação do ferro-gusa, o Grupo criou a Bricarbras em Jaguariaíva, 120 km de Ponta Grossa, empresa irá produzir briquetes de serragem e posteriormente os carbonizará, obtendo-se carvão.

Para produzir o ferro-gusa são utilizados como matéria-prima carvão vegetal e minério de ferro, além de calcário e manganês. A função do carvão é desoxidar o minério de ferro, fornecer poder calorífico para derreter o minério e também fornecer carbono para a composição da liga do ferro-gusa.

1.5 Mineração e pelotização

Neste segmento se enquadra toda a indústria extrativa de minerais metálicos e não metálicos, com exceção dos energéticos (carvão, petróleo e xisto pirobetuminoso). Compreende ainda as atividades de beneficiamento associadas ou em continuação à extração (moagem, trituração, classificação, concentração, pelotização, sinterização, etc.), incluindo a fragmentação de pedras para serem utilizadas como matéria-prima para a produção de cal e cimento ou como material para construção, incluindo o britamento de pedra associado a extração.

A pelotização é o processo de aglomeração de finos gerados durante a lavra, beneficiamento e manuseio, com a finalidade de preparo para o uso no processo seguinte. No caso do minério de ferro, a pelotização torna os finos do minério adequado à utilização nos reatores de redução para a produção de ferro primário.

Em 2004 foram produzidos 21,79 milhões de toneladas, ou 18,305 milhões desconsiderando os energéticos, não abrangidos no consumo de energia. Os minérios mais importantes e respectivas participação na produção foram: calcário (31,5%), dolomito (16,7%), xisto pirobetuminoso (15,6%), rochas para produção de brita (11,9% - principalmente de basalto, diabásio, granito e migmatito), argila (8,3%) e areia (7,2%). Toda a mineração do Estado é realizada a céu aberto, com exceção do ouro e prata (937 kg em 2004) e do carvão mineral (0,078 milhões de t).

Do ponto de vista energético, para a prática da mineração (perfuração, desmonte, carregamento e transporte do minério) utiliza-se óleo diesel, e para o beneficiamento (britagem, moagem, classificação, etc.) utiliza-se eletricidade. O estudo da COPEL não considera o uso do explosivo.

Ao longo da série 1995 a 2004 existe alternância entre óleo diesel e eletricidade como principal insumo energético utilizado no setor. Esta alternância pode estar refletindo desequilíbrio entre oferta e demanda por insumos minerais. Em épocas de retração econômica há uma diminuição na produção, num primeiro

momento com geração de estoque na industrialização/beneficiamento, com conseqüente redução na atividade, e posteriormente com reflexo na mineração.

TABELA 06 - CONSUMO DE ENERGIA NA MINERAÇÃO E PELOTIZAÇÃO SEGUNDO O TIPO DE COMBUSTÍVEL – PARANÁ, 1995–2004, em 1000 tEP

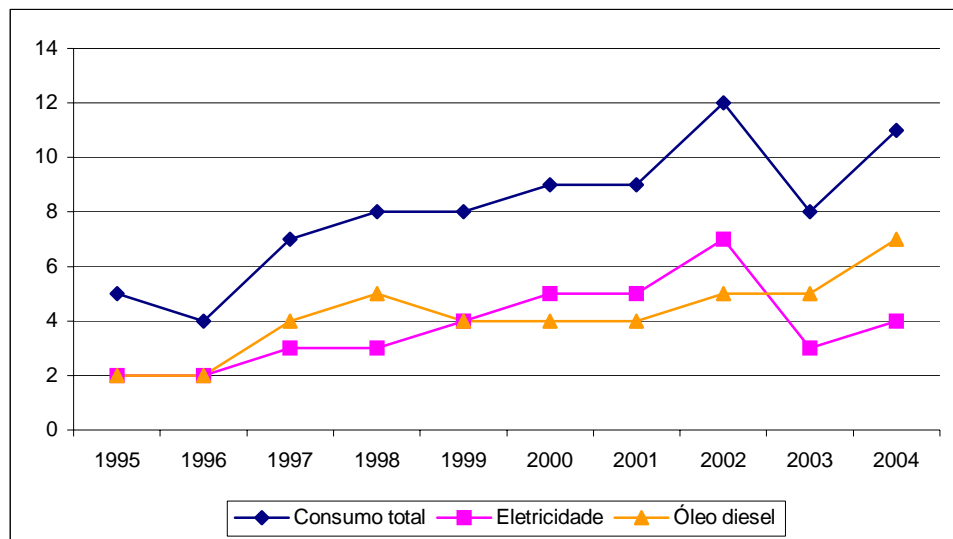
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Mineração e pelotização	5	4	7	8	8	9	9	12	8	11
Eletricidade	2	2	3	3	4	5	5	7	3	4
Óleo diesel	2	2	4	5	4	4	4	5	5	7
Óleo combustível	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FONTE:- COPEL - Balanço Energético do Paraná - 2005 / Ano Base 2004. <http://www.copel.com/> - Acessado em 09/01/2006.

NOTA:- tEP - sigla de "tonelada equivalente de petróleo". Unidade de medida de energia equivalente, por convenção, a 10.000 Mcal. Todos os produtos energéticos são convertidos para tEP levando-se em conta apenas os seus respectivos poderes caloríficos em relação ao do petróleo médio.

GRÁFICO 07- CONSUMO DE ENERGIA PARA A MINERAÇÃO E PELOTIZAÇÃO SEGUNDO O TIPO DE COMBUSTÍVEL - PARANÁ, 1995-2004

em 1000 tEP



FONTE:- COPEL - Balanço Energético do Paraná - 2005 / Ano Base 2004. . <http://www.copel.com/> -

NOTA:- tEP - sigla de "tonelada equivalente de petróleo". Unidade de medida de energia equivalente, por convenção, a 10.000 Mcal. Todos os produtos energéticos são convertidos para tEP levando-se em conta apenas os seus respectivos poderes caloríficos em relação ao do petróleo médio.

2. COMPARATIVO ENTRE O CONSUMO DE ENERGIA E O DE BENS MINERAIS NOS PRINCIPAIS SEGMENTOS DA INDÚSTRIA MINERAL

2.1 Comparativo com a indústria extrativa mineral

Para aferir a existência de correlação entre os parâmetros de consumo de energia e a produção mineral do Estado, utilizou-se a função estatística de correlação do *software* Excel. Quanto mais perfeita é a correlação, mais o coeficiente de correlação se aproxima da unidade.

A correlação entre a produção mineral e o consumo de energia total no período de 1995 a 2004 resultou em coeficiente 0,503848, a correlação entre a produção mineral e o consumo de eletricidade foi de 0,346858 e entre a produção mineral e o consumo de óleo diesel foi de 0,607278, ou seja, uma tênue correlação.

Esta fraca ou ausência de correlação entre consumo de energia e a produção mineral já indica que o problema deve persistir no comparativo do consumo de energia com a quantidade de minério transformado nos diferentes segmentos industriais vinculados a indústria mineral.

Para que esta comparação pudesse ser melhor aferida, além da correta informação acerca da produção mineral prestada pelos mineradores e da coleta do consumo de energia pela COPEL, haveria a necessidade de se comparar o mesmo universo de empresas. Infelizmente não se tem informação de quais e quantas foram as empresas abrangidas neste segmento pelo Balanço Energético produzido pela COPEL. A troca de informações para o aprimoramento dos dados seria de grande valia para todos os órgãos que têm necessidade de informações confiáveis para o planejamento e estabelecimento de políticas.

Por intermédio do Informativo Anual da Produção de Substâncias Minerais - IAPSM, tem-se verificado uma redução no número de empresas informantes de produção mineral, que passou de 634 empresas em 1995 para 468 empresas em 2004. Como o perfil da indústria extrativa mineral é de poucas empresas respondendo por grande parte da produção, apesar desta redução no número de empresas informantes, houve um aumento na quantidade produzida que passou de 14,212 milhões de toneladas em 1995 para 18,305 milhões em 2004, sem considerar a produção dos energéticos (petróleo, gás, carvão e xisto pirobetuminoso).

Na média do período 1995 a 2004, utilizou-se 0,0004 tEP/tonelada de minério produzido no Estado, com um desvio padrão de 0,0001. Como uma tEP é equivalente por convenção a 10.000 Mcal, ou seja 10.000.000 kcal, significa que para a minerar uma tonelada de minério se consumiu em média 4.000 kcal, com variação para mais e para menos de 1.000 kcal.

Segundo a tabela de conversão da COPEL, um m³ de óleo combustível médio (aproximadamente 1000 kg), por conversão equivale 0,959 tEP, ou seja 9.590.000 kcal. Segundo esta conversão pode se dizer que foram consumidos o equivalente a 0,42 litro de óleo combustível por tonelada de minério extraído na média do período 1995 a 2004. Da mesma forma e pelo mesmo critério, foi consumido o equivalente a 0,47 litro de óleo diesel para a mineração de uma tonelada de minério (o m³ do óleo diesel equivale a 8.484.000 kcal - densidade é 840 kg/m³).

De 1995 a 2004 houve um aumento da relação tEP/t minério extraído. As hipóteses para a explicação deste fato é que pode estar ocorrendo um aumento no consumo de energia proporcionalmente a quantidade de minério extraído e beneficiado, o que contraria teoricamente a tendência de melhor eficiência no

processo ao longo do tempo. Outra explicação é de que os consumidores de energia abrangidos pelo levantamento da COPEL estão aumentando proporcionalmente em relação aos informantes da produção mineral abrangidos pelo IAPSM, com reflexo a mais no consumo de energia, ou então as minerações estão se distanciando das unidades de beneficiamento com reflexo no aumento do consumo de óleo diesel para o transporte da produção mina – usina, hipótese pouco provável, ou ainda de que a coleta das informações pela COPEL na quantidade de óleo diesel tenha sido superestimada já que o controle no consumo de energia elétrica certamente é bastante eficiente.

Do lado da diminuição proporcional da quantidade de minério extraído em relação a quantidade de energia consumida, as hipóteses que podem explicar esta constatação são de que está ocorrendo proporcionalmente uma diminuição no número de mineradores que prestam a informação da produção mineral em relação àqueles que são abrangidos pela coleta da informação do consumo de energia, redução esta com impacto na quantidade produzida, ou simplesmente uma declaração a menor da produção mineral real para um mesmo universo de empresas informantes. As possíveis explicações são muitas e somente com análise individual caso a caso haveria a possibilidade de se chegar a resultados mais conclusivos e menos especulativos.

TABELA 07 - COMPARATIVO ENTRE A PRODUÇÃO MINERAL E O CONSUMO DE ENERGIA NA ATIVIDADE – PÁRANÁ, 1995-2004

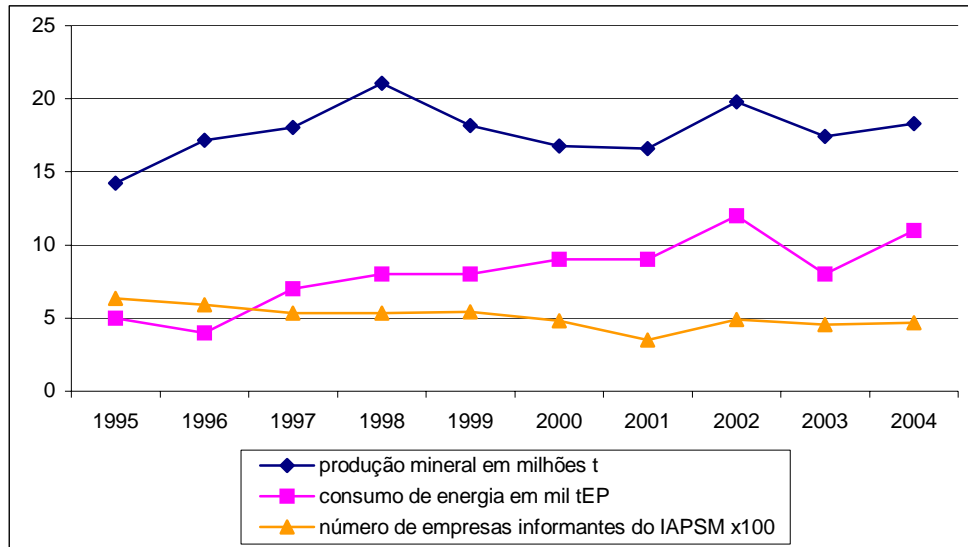
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Mineração e pelotização										
minério em milhões t (1)	14,212	17,152	18,025	21,074	18,189	16,784	16,585	19,790	17,441	18,305
energia em milhões tEP	0,005	0,004	0,007	0,008	0,008	0,009	0,009	0,012	0,008	0,011
tEP / t minério extraído	0,0004	0,0002	0,0004	0,0004	0,0004	0,0005	0,0005	0,0006	0,0005	0,0006
tEP de eletricidade / t minério extraído	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0003	0,0003	0,0004	0,0002	0,0002
tEP de óleo diesel/ t minério extraído	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0004
Empresas informantes do IAPSM	634	592	533	536	543	480	350	489	457	468

FONTES:- IAPSM/MINEROPAR e COPEL - Balanço Energético do Paraná - 2005 / Ano Base 2004. <http://www.copel.com/>.

NOTA:- tEP - sigla de "tonelada equivalente de petróleo". Unidade de medida de energia equivalente, por convenção, a 10.000 Mcal. Todos os produtos energéticos são convertidos para tEP levando-se em conta apenas os seus respectivos poderes caloríficos em relação ao do petróleo médio.

(1) sem xisto pirobetuminoso, carvão, petróleo e gás.

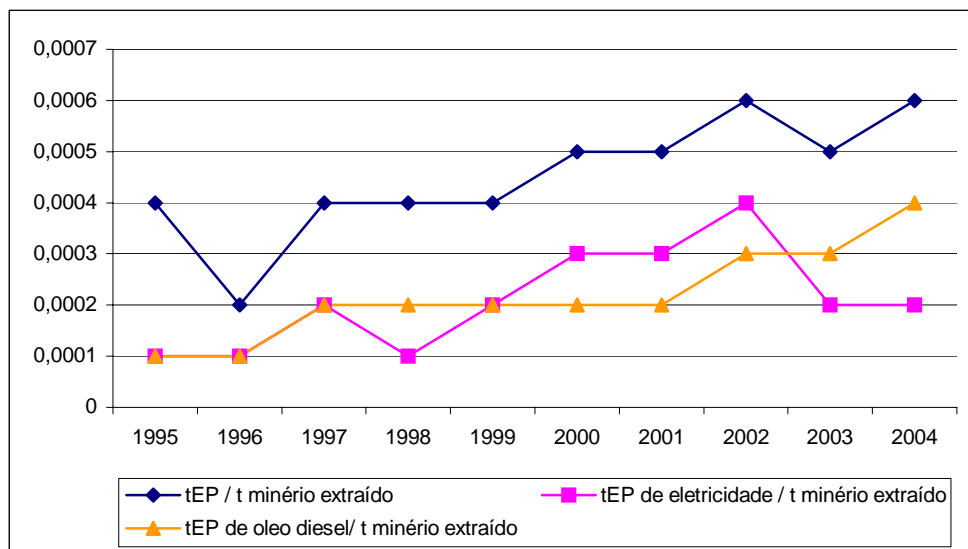
GRÁFICO 08 - PRODUÇÃO MINERAL, CONSUMO DE ENERGIA NA ATIVIDADE E NÚMERO DE EMPRESAS INFORMANTES DO IAPSM - PARANÁ, 1995-2004



FONTE:- IAPSM/MINEROPAR e COPEL - Balanço Energético do Paraná - 2005 / Ano Base 2004.

NOTA:- tEP - sigla de "tonelada equivalente de petróleo". Unidade de medida de energia equivalente, por convenção, a 10.000 Mcal. Todos os produtos energéticos são convertidos para tEP levando-se em conta apenas os seus respectivos poderes caloríficos em relação ao do petróleo médio.

GRÁFICO 09 – COMPORTAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA EM tEP POR TONELADA DE MINÉRIO EXTRAÍDO - PARANÁ, 1995-2004



FONTE:- IAPSM/MINEROPAR e COPEL - Balanço Energético do Paraná - 2005 / Ano Base 2004.

NOTA:- tEP - sigla de "tonelada equivalente de petróleo". Unidade de medida de energia equivalente, por convenção, a 10.000 Mcal. Todos os produtos energéticos são convertidos para tEP levando-se em conta apenas os seus respectivos poderes caloríficos em relação ao do petróleo médio.

2.2 Comparativo com a indústria de transformação de bens minerais

Teoricamente o consumo de energia pode ser um bom indicador do comportamento dos segmentos da indústria mineral, que, por sua vez, está correlacionada à quantidade de insumo mineral transformada pelos mesmos. Para aferir a existência de correlação entre os parâmetros de consumo de energia e de matéria prima mineral nos diferentes segmentos industriais, utilizou-se a função de

correlação do *software* Excel, que forneceu o coeficiente de correlação entre estes dois conjuntos de dados no período de 1995 a 2004.

Embora teoricamente o consumo de energia e de matéria prima mineral utilizada nos segmentos da indústria mineral devessem ter uma boa correlação, na prática isto não se verifica. Existe uma tênue correlação nos segmentos da indústria cimenteira (0,5902) e da cerâmica total (0,4311 – branca e vermelha), considerando o total de energia consumida por estes segmentos.

O motivo da existência de certa correlação entre o consumo de energia e a matéria prima transformada para a produção de cimento talvez se explique pelo fato do mesmo ser constituído de poucas empresas de grande porte e pertencentes a grupos econômicos que requeiram controles rígidos e transparência no modo de operação, bem como pelo fato de utilizarem fornos padronizados e informatizados, com relação rígida entre consumo de energia e transformação ou produção industrial.

O setor cimenteiro no Estado está representado pela Cimento Rio Branco (Grupo Votorantin) que responde por cerca de 79% da produção e pela Cimento Itambé. Juntas estas empresas produziram 4,06 milhões de toneladas em 2004, o que representa cerca de 12% da produção nacional de cimento.

No caso da cerâmica, considerando o segmento como um todo, era esperada a inexistência de correlação porque existe uma nítida separação entre os insumos energéticos utilizados nesta indústria, com a cerâmica branca utilizando praticamente todo o gás consumido no setor. Existe uma boa correlação no segmento de cerâmica branca considerando a matéria prima transformada neste segmento e o insumo energético gás, com coeficiente de 0,8988.

Na cerâmica branca existe também uma nítida separação, de um lado as empresas de grande porte responsáveis pela produção de pisos, revestimentos (Incepa e Eliane) e cerâmica elétrica (Lorenzetti), e de outro as constituídas por empresas principalmente de pequeno e médio porte, produtoras de porcelanas e louças (cerca de doze empresas), com destaque para a porcelana Schmidt. Em função do tipo de produto e independente do porte, estas empresas possuem fornos com controle rígido de queima, necessários para dar qualidade ao produto.

Na produção de pisos e revestimentos, a Incepa responde por cerca de 81% da produção paranaense e a Eliane fica com o restante. Estes dois grupos respondem por aproximadamente 4% da produção nacional de pisos e revestimentos. A Lorenzetti produz isoladores elétricos de porcelana e responde por 15% da produção nacional.

Praticamente inexistente correlação nos segmentos da cal (0,0193) e de cerâmica vermelha (0,1722), neste caso considerando somente os insumos madeira e xisto, principais insumos energéticos utilizados no setor.

No caso do segmento da cerâmica vermelha, consumidora de mais de 70% da matéria prima destinada para o setor cerâmico, o número de empresas transformadoras (olarias) é muito elevado, entre 800 e 1000 empresas, e normalmente são de pequeno porte. As extratoras ou fornecedoras de argila para esta indústria também são numerosas, mais de duas centenas, e também de pequeno porte. O tipo de forno usado majoritariamente é o caipira, que não apresenta uma especificação muito rígida, admite diferentes tipos de insumos energéticos com poder calorífico distinto, e admite quantidade de cargas diferentes o que colabora para a inconstância da relação consumo de energia/produção/quantidade de insumo mineral.

Outro modo de se verificar se existe correlação, é observando o comportamento do resultado obtido da razão entre o consumo de energia e a

tonelada de minério enviado para estas indústrias ano a ano e/ou entre o consumo de energia e a produção industrial. Teoricamente este resultado, e conseqüentemente, a razão entre o minério enviado e a produção industrial, deveriam ser constante ao longo dos anos caso os parâmetros técnicos de produção e produtos se mantivessem inalterados.

Também por este critério de comparação é possível verificar que alguns segmentos apresentaram uma variação importante ao longo dos anos de 1995 a 2004. Na média esta razão foi de: 0,064 tEP/tonelada de minério enviado para a produção de cimento (mínima de 0,049 e máxima de 0,085); 0,118 tEP de gás/tonelada de minério enviada para a cerâmica branca (mínima de 0,092 e máxima de 0,165); 0,267 tEP/tonelada de minério enviado para a indústria cerâmica (branca e vermelha – mínima de 0,188 e máxima de 0,361); 0,299 tEP de madeira e xisto/tonelada de minério enviado para a cerâmica vermelha (mínimo de 0,193 e máxima de 0,507); e de 0,296 tEP/tonelada de minério enviada para a produção da cal (mínima de 0,158 e máxima de 0,558).

Analisando estes mesmos resultados e se valendo estatisticamente do desvio padrão, medida de dispersão que verifica o quanto os resultados se distanciam em relação a média, temos que no período de 1995 a 2005, o menor desvio padrão é na razão tEP/tonelada de minério enviado para a produção de cimento (desvio padrão de 0,0122), seguido da razão tEP de gás/tonelada de minério enviada para a cerâmica branca (desvio padrão de 0,0237). A razão tEP/tonelada de minério enviado para a indústria cerâmica (branca e vermelha) ficou com desvio padrão de 0,0545, e a tEP de madeira e xisto/tonelada de minério enviado para a cerâmica vermelha o desvio padrão foi de 0,0967. O maior desvio padrão foi da relação tEP/tonelada de minério enviada para a produção da cal com resultado de 0,1353.

Na indústria cimenteira, no período de 1995 a 2004, observa-se ainda uma boa correlação (*software* Excel), inclusive com similaridade nos índices, entre a quantidade de minério enviada para esta indústria e a produção de cimento (0,8496) e entre o consumo de energia e a produção de cimento (0,8493), índices melhores que a relação minério enviado para a indústria e o consumo de energia (0,5902) o que anima a prosseguir nesta linha de pesquisa para os demais segmentos.

Infelizmente para os demais segmentos, em função da ausência de dados históricos de produção industrial tanto da indústria cerâmica quanto da cal, não foi possível fazer esta correlação. Para a indústria da cal esta comparação seria relativamente simples em função do produto ser padronizado e comercializado por peso. Na cerâmica branca a produção de pisos e revestimentos, normalmente aferida em m², demandaria uma estimativa em peso e no caso da produção de cerâmica artística, porcelanas e louças, como a produção normalmente é informada em número de peças, a conversão seria muito difícil para peso em função dos inúmeros tamanhos das peças.

Na razão entre o consumo de energia e a produção de cimento, a média no período 1995 a 2004 foi de 0,113 tEP/tonelada de cimento produzido (mínima de 0,09 e máxima de 0,13) e o desvio padrão foi de 0,0157.

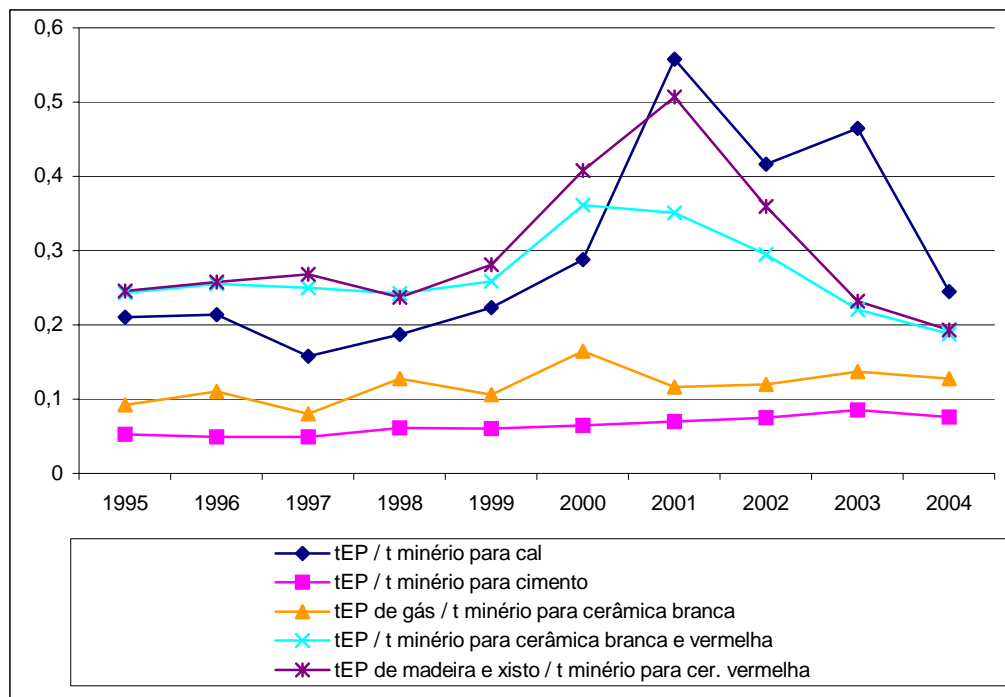
TABELA 08 - COMPARATIVO ENTRE CONSUMO DE ENERGIA E DE MINÉRIO PARA A PRODUÇÃO DE CIMENTO, MATERIAIS CERÂMICOS E CAL – PÁRANA, 1995-2004

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Fabricação de cimento										
minério em milhões t	5,022	6,030	6,850	7,662	6,917	6,774	7,069	6,496	6,056	6,961
energia em milhões tEP	0,267	0,293	0,337	0,469	0,415	0,438	0,492	0,485	0,513	0,529
tEP / t minério	0,053	0,049	0,049	0,061	0,060	0,065	0,070	0,075	0,085	0,076
cimento em milhões t	2,73	3,28	3,75	3,99	3,79	3,81	4,10	3,64	3,94	4,06
t de minério/ t cimento	1,84	1,84	1,83	1,92	1,83	1,78	1,72	1,78	1,54	1,71
tEP / t cimento	0,10	0,09	0,09	0,12	0,11	0,11	0,12	0,13	0,13	0,13
Fabricação de cerâmica										
minério em milhões t	1,042	1,053	1,031	1,120	1,196	1,057	1,069	1,249	1,532	1,949
energia em milhões tEP	0,253	0,269	0,258	0,271	0,31	0,382	0,375	0,368	0,339	0,367
tEP / t minério	0,243	0,255	0,250	0,242	0,259	0,361	0,351	0,295	0,221	0,188
de cerâmica vermelha										
minério em milhões t	0,793	0,799	0,769	0,900	0,914	0,748	0,578	0,824	1,139	1,494
madeira e xisto em milhões tEP	0,195	0,206	0,206	0,213	0,257	0,305	0,293	0,296	0,264	0,289
tEP de madeira e xisto / t minério	0,246	0,258	0,268	0,237	0,281	0,408	0,507	0,359	0,232	0,193
de cerâmica branca										
minério em milhões t	0,249	0,254	0,262	0,220	0,282	0,309	0,491	0,425	0,393	0,455
gás em milhões tEP	0,023	0,028	0,021	0,028	0,03	0,051	0,057	0,051	0,054	0,058
tEP de gás / t minério	0,092	0,110	0,080	0,127	0,106	0,165	0,116	0,120	0,137	0,127
Fabricação de cal										
minério em milhões t	0,687	0,709	0,956	0,803	0,667	0,514	0,265	0,363	0,327	0,625
energia em milhões tEP	0,144	0,152	0,151	0,150	0,149	0,148	0,148	0,151	0,152	0,153
tEP / t minério	0,210	0,214	0,158	0,187	0,223	0,288	0,558	0,416	0,465	0,245

FONTE:- IAPSM/MINEROPAR e COPEL - Balanço Energético do Paraná - 2005 / Ano Base 2004. <http://www.copel.com/>.

NOTA:- tEP - sigla de "tonelada equivalente de petróleo". Unidade de medida de energia equivalente, por convenção, a 10.000 Mcal. Todos os produtos energéticos são convertidos para tEP levando-se em conta apenas os seus respectivos poderes caloríficos em relação ao do petróleo médio.

GRÁFICO 10 - COMPORTAMENTO DA TONELADA EQUIVALENTE DE PETRÓLEO (tEP) CONSUMIDA POR TONELADA DE MINÉRIO UTILIZADO SEGUNDO ALGUNS SEGMENTOS DA INDÚSTRIA MINERAL – PÁRANA, 1995-2004



FONTE:- IAPSM/MINEROPAR e COPEL - Balanço Energético do Paraná - 2005 / Ano Base 2004. <http://www.copel.com/>.

NOTA:- tEP - sigla de "tonelada equivalente de petróleo". Unidade de medida de energia equivalente, por convenção, a 10.000 Mcal. Todos os produtos energéticos são convertidos para tEP levando-se em conta apenas os seus respectivos poderes caloríficos em relação ao do petróleo médio.

São vários os motivos que podem explicar esta falta de correlação entre a quantidade de minério enviada para diferentes segmentos da indústria e o consumo de energia pelo mesmo. As explicações passam pela não declaração ou sonegação de informação da produção mineral, formação de estoques, equívoco nos valores informados, diferenças nos rendimentos dos fornos utilizados pelas diferentes indústrias, avanços tecnológicos ou mudanças nos rendimentos dos diferentes tipos de fornos nos diferentes segmentos, características dos diferentes tipos de combustíveis utilizados, problemas na aferição do consumo de energia por setor ou provável ineficiência na coleta destas informações, etc.

No caso da cal, para a produção de uma tonelada de cal utilizam-se cerca de duas toneladas de calcário dolomítico. A produção da cal virgem se dá pela calcinação de rochas carbonáticas. O calcário e ou dolomito, devidamente bitolado, é calcinado sob temperaturas de até 1100 °C/1200 °C. No processo de queima das rochas carbonáticas ocorre desprendimento de gás carbônico (CO₂) que ocasiona perda de massa. A reação teórica é conforme segue: $(Ca,Mg)CO_3 \rightarrow (Ca,Mg)O + CO_2$ (gás).

Na calcinação do carbonato de cálcio puro (CaCO₃), o rendimento teórico é de 56% já que o peso molecular do carbonato é de 100 e são perdidos 44% em peso com a emissão de CO₂ (peso molecular de 44). Já na calcinação do dolomito puro (peso molecular de 84), o rendimento é de 40%. Em função das características químicas dos dolomitos paranaenses que possuem cerca de 30% de CaO e 20% de MgO, o rendimento teórico deve se situar em torno de 53%.

A presença de diferentes tipos de fornos, cada qual com uma relação diferente de consumo de energia por unidade produzida, é um dos fatores que pode alterar a relação consumo de energia por quantidade de minerais enviados para o processo de industrialização.

Segundo Oliveira (2004), em Minas Gerais há diversos modelos de fornos modernos para a obtenção de cal virgem. Os mais comuns são os verticais (Azbe e Maerz) e os horizontais (F.L. Smidth, Polysius, KVS). Não são raros porém, os fornos anulares e os flashes, com o consumo de calor variável de 950 kcal/kg até 1.450 kcal/kg, para produção de cal virgem cálcica. Nos calcários magnesianos e nos dolomitos a dissociação ocorre sob temperaturas menores, entre 510 °C e 750 °C e nos calcários calcíticos entre 800 e 900 °C.

No Paraná existem poucos fornos do tipo AZBE e a maioria é de barranco vertical contínuo, contendo de uma a quatro bocas, cada qual com um grau de eficiência, com a ampla maioria funcionando a serragem e o restante a lenha ou resíduos de madeira.

Segundo a Associação Paranaense dos Produtores de Cal – APPC, existem no Estado 199 fornos de barranco vertical contínuo, totalizando 339 bocas (média de 1,7 bocas por forno) o que resulta numa capacidade instalada de 154.923 t/mês (457 t/mês/boca), e 8 fornos tipo AZBE, que resultam em 9.000 t/mês (1.125 t/mês/forno) totalizando uma capacidade instalada para o Paraná de 1,97 milhões de toneladas/ano de produção de cal.

Dados recentes do sindicato apontam para a presença de 95 empresas envolvidas, das quais 33 são sindicalizadas e 25 pertencentes à Associação Paranaense dos Produtores de Cal – APPC. Segundo estimativa do SINDICAL, a produção em 2004 foi de 1,2 milhões t de cal, o que é muito superior a produção de 0,3 milhões de toneladas de cal, estimada pela quantidade de minério declaradas no Informativo Anual de Produção de Substâncias Mineraias – IAPSM como destinadas a produção de cal e que foi de 0,6 milhões de toneladas. Este número mostra a

fragilidade da informação da produção de bens minerais destinados para esta indústria especificamente.

No caso da cal, além da falta de declaração de minério enviada para esta indústria, assim como da declaração a menor da realmente comercializada, certamente existe equívoco na declaração, quando erroneamente muitos dos produtores informam a quantidade de cal produzida e não a quantidade de bens minerais enviados para a produção da cal. As somatórias destes problemas distorcem substantivamente a relação consumo de energia e minério enviado para a produção industrial desta substância, justificando a ausência de correlação.

No caso da cerâmica vermelha também existem os mesmo tipos de problemas de sonegação ou ausência de informação do minério destinado para esta indústria e também grande variação no rendimento dos diferentes tipos de fornos utilizados nesta indústria, mais em função do tamanho e número de cargas mensal, do que em função do tipo de forno já que existe ampla predominância do tipo caipira sobre os demais, pelo menos na Região Metropolitana de Curitiba. O consumo de energia por quantidade de minério enviada para a produção de tijolos é bastante variável, conseqüência tanto da variação na eficiência deste tipo de forno quanto pela variação superimposta do tamanho do mesmo.

Em pesquisa efetuada pela MINEROPAR sobre as indústrias de cerâmica vermelha da Região Metropolitana de Curitiba em 2003 constatou-se a existência de 304 indústrias cerâmicas das quais 237 estão ativas. Dos 620 fornos cadastrados, 599 (97%) são do tipo caipira e respondem por cerca de 89% da produção nesta região. A produtividade destes fornos são muito variáveis com mínimo de 9 e máximo de 120 milheiros/mês, resultado da combinação de tamanhos muito variáveis, com capacidade de carga mínima de 9 até um máximo de 40 milheiros e do número de fornadas/mês variando de um mínimo de 1 a um máximo de 7,5.

A produtividade do forno caipira de 40 milheiros/forno/mês é das mais baixas, estando no patamar do corujinha (47) e do abóboda (44). As melhores produtividades são do forno tipo vagão, com 325 milheiros/forno/mês, seguido do renascer com 245 milheiros/forno/mês.

TABELA 09 - PARTICIPAÇÃO E DADOS DE PRODUTIVIDADE DOS DIFERENTES TIPOS DE FORNOS NA PRODUÇÃO DE CERÂMICA VERMELHA NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA – PARANÁ, 2003.

TIPOS DE FORNOS	NUMERO DE EMPRESAS	PARTICIPAÇÃO NA PRODUÇÃO TOTAL %	TOTAL DE FORNOS	CAPACIDADE DE CARGA / FORNO (MILHEIROS)			NÚMERO DE FORNADAS / MÊS			PRODUTIVIDADE FORNO / (MILHEIROS / MÊS)		
				Média	Min.	Max.	Média	Min.	Max.	Média	Min.	Max.
Caipira	201	88,9	599	17	9	40	2,3	1	7,5	40	9	120
Vagão	7	8,5	7	30	18	40	11	8	15	325	144	600
Corujinha	2	0,7	4	23	16	30	2	2	2	47	34	60
Contínuo (*)	1	0,2	4	7	7	7	2	2	2	14	14	14
Renascer	1	0,9	1	35	35	35	7	7	7	245	245	245
Abóboda	1	0,8	5	20	20	20	2,2	2,2	2,2	44	44	44

FORNTE:- MINEROPAR, 2003

NOTA:- (*) produtor de telha

Quanto à ausência ou sonegação de informação da quantidade de minério enviado para a produção de cerâmica vermelha na região metropolitana de Curitiba, é forçoso dizer que ela é extremamente elevada. A produção declarada de cerca de 26.000 milheiros/mês apurada na pesquisa da MINEROPAR em 2003 nesta região, leva a um consumo anual de aproximadamente 1 milhão de toneladas de argila. Oficialmente no Informativo Anual de Produção de Substâncias Minerais - IAPSM, se declarou uma produção média anual (1995/2000) de cerca de 120.000 t de argila

para a indústria de cerâmica vermelha, ou seja, oito (8) vezes menor que a estimada nesta pesquisa. Esta constatação por si só já explica do porque inexistente correlação entre o consumo de energia e a quantidade de insumos minerais destinados para esta indústria e apurados pelo IAPSM.

Existem outros fatores que colaboram para a baixa correlação da produção mineral de argila destinada para a cerâmica vermelha e o consumo de energia. Uma delas é o fato de que parte dos ceramistas compra argila de mineradores informais (que não declaram produção e comercialização). Outro fato e de extrema relevância é que os ceramistas trabalham com estoques de matéria prima mineral elevado e para vários anos, em função de requisitos do processo de fabricação e como forma de garantir o suprimento. Alguns produtores não efetuam compras sistemáticas e regular de matéria prima mineral o que pode concentrar grandes compras em determinados períodos e ausência em outros.

No caso das indústrias cimenteiras elas mesmas produzem os minérios mais importantes de que necessitam (calcário, argila ou filito) e a produção/industrialização e mineração constituem um processo contínuo, praticamente com estoques reguladores (pulmão) fixos.

No caso da cerâmica branca, em função de rigoroso controle de qualidade dos insumos minerais que compõem suas massas, necessariamente produzem ou compram de minerações legalizadas e da mesma forma que na indústria do cimento, os estoques são relativamente regulares.

No caso da cerâmica vermelha certamente a melhor correlação seria entre o consumo de energia e a produção industrial. Existiria a necessidade de conversão da produção para peso já que normalmente ela é divulgada em milheiros. Apesar de existência de produtos fora de padrão, existe uma grande concentração na produção de tijolos de 6 furos o que facilitaria esta conversão. Os índices a serem utilizados para a conversão seriam os presentes nas normas técnicas. No Paraná são raros os produtores de telhas.

Da pesquisa efetuada pela MINEROPAR em 2003 na Região Metropolitana de Curitiba, verifica-se que o consumo médio de combustível é de cerca de 1 m³ de madeira por de milheiro de tijolo produzido. Os principais combustíveis utilizados são refil de pinus (39%), serragem (35%), lenha (20%), e resíduos de madeira em geral (5%). Como resíduo de madeira inclui-se refil de serraria, restos de construção civil, qualquer resíduo de madeira derivado tanto da indústria como do comércio de madeira em geral.

Pela tabela de conversão para tEP médio utilizada pela COPEL, o m³ da lenha empilhada (st) catada (residencial) possui 0,094 tEP, o m³ da lenha comercial empilhada (st) possui 0,121 tEP e a tonelada de resíduo de madeira possui 0,278 tEP.

O poder calorífico considerado para estas fontes primárias, nesta mesma publicação, foi de 3.100Kcal/Kg para a lenha, tanto catada (residencial) como comercial, e de 3.000 Kcal/Kg para os resíduos de madeira, assim como a massa específica considerada para a lenha catada e comercial é de 1000 kg/m³.

Utilizando-se alguns parâmetros obtidos em manuais de engenharia pode-se considerar que um britador de mandíbula produz de 4 a 22 m³ de brita de uma poplegada/hora, com motor de 10 a 50 hp. Utilizando-se a conversão de que um hp equivale a 641,2 kcal/hora, resulta que para a produção de um m³ de brita se consome entre 1457 e 1603 kcal, ou seja, média de 1530 kcal, ou utilizando-se a densidade da brita equivalente a 1,5 t/m³, temos que para a produção de uma tonelada de brita consome-se 1020 kcal. Se por conversão um litro de óleo diesel

possui 8484 kcal, resulta que para a produção de uma tonelada de brita de uma polegada consome-se 0,12 litro de óleo diesel.

Para o caso da moagem, se valendo de dados de manual de engenharia, um moinho de martelo pode utilizar um motor de 40 hp e obter uma produção de 9t/h para moer a 2 mm, ou seja consumir 2849,8 kcal/tonelada moída, da mesma forma que a utilização de um motor de 150 hp consome 4371,8 kcal/tonelada moída a 2 mm. Na média haveria um consumo de 3610 kcal para produzir uma tonelada de minério moído a 2mm, ou seja, aproximadamente 0,43 litros de óleo diesel.

De maneira prospectiva, é possível se fazer a aferição do consumo de energia na indústria extrativa mineral valendo-se dos dados teóricos acima estimados. Considerando que em 2004 foram destinados para a indústria do cimento 6,961 milhões de toneladas e que foram produzidos 2,84 milhões de toneladas de corretivo agrícola e que estes materiais foram moídos pelo menos a 2 mm, se estima um consumo teórico de energia de 3538,161 tEP para esta atividade. Para a produção de brita e pavimentação foram destinadas 2,808 milhões de toneladas e considerando que estas rochas foram britadas pelo menos a uma polegada, é possível estimar que teoricamente foram consumidos estimativamente 286,416 tEP para esta atividade. Para estas duas atividades, que do ponto de vista de beneficiamento da produção mineral são as mais importantes realizadas no Estado, foram consumidas 3824,577 tEP, valor próximo aos 4 mil tEP consumidos de eletricidade em 2004.

Apesar dos cálculos acima serem elementares e elaborados de maneira prospectiva, é possível verificar que esta linha de pesquisa tem fundamento sendo aconselhável o aprofundamento das pesquisas nesta direção, em especial pelos órgão estaduais com atribuições no planejamento.

TABELA 10 – DESTINO DA PRODUÇÃO MINERAL SEGUNDO O USO INDUSTRIAL – PARANÁ, 1995-2004 – em milhões de toneladas

Uso	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CONSTRUÇÃO CIVIL	11,387	13,194	14,09	17,264	14,796	14,449	13,004	13,038	12,238	13,836
Cimento	5,022	6,030	6,850	7,662	6,917	6,774	7,069	6,496	6,056	6,961
Brita	1,924	1,674	1,813	2,595	2,185	2,609	2,003	2,433	2,479	2,591
Cerâmica vermelha (1)	0,793	0,799	0,769	0,900	0,914	0,748	0,578	0,824	1,139	1,494
Areia para agregado	2,484	3,093	3,025	3,913	3,035	2,89	2,266	2,276	1,607	1,487
Cal	0,687	0,709	0,956	0,803	0,667	0,514	0,265	0,363	0,327	0,625
Cerâmica branca (2)	0,249	0,254	0,262	0,22	0,282	0,309	0,491	0,425	0,393	0,455
Pavimentação	0,211	0,514	0,409	1,117	0,788	0,592	0,331	0,217	0,236	0,217
Revestimento (3)	0,017	0,121	0,006	0,054	0,008	0,013	0,001	0,004	0,001	0,006
INDÚSTRIA PETROQUÍMICA	3,334	2,790	2,551	3,385	2,672	2,689	2,802	3,438	3,001	3,407
CORRETIVO AGRÍCOLA	2,398	3,413	3,544	3,449	3,004	1,884	2,689	5,179	3,837	2,840
ÁGUA MINERAL	0,057	0,058	0,076	0,091	0,102	0,134	0,161	0,288	0,179	0,161
TERMOELÉTRICA	0,039	0,017	0,024	0,067	0,056	0,086	0,078	0,150	0,072	0,078
OUTROS (4)	0,370	0,487	0,315	0,270	0,287	0,317	0,731	1,285	1,187	1,468
TOTAL	17,585	19,959	20,600	24,526	20,917	19,559	19,465	23,378	20,514	21,790

FONTE:- IAPSM/MINEROPAR

NOTA:- (1) Cerâmica vermelha (tijolos, telhas, manilhas,etc)

(2) Cerâmica branca (pisos, azulejos, louças de mesa)

(3) Revestimento (ornamental e calçamento)

(4) Outros usos incluem os segmentos: agrícola, metalurgia, química; metal precioso; nutrição animal; recurso energético; refratário, etc. e as substâncias minerais são: agalmatolito; areia; arenito; argila; barita; basalto; calcário; carvão; cascalho; caulim; dolomito; feldspato; filito; fluorita; granito; mármore; migmatito; ouro; prata; quartzito; saibro; sericita; talco e turfa.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relatório não tem a pretensão de apresentar o resultado como um estudo acabado, mas como um ensaio que buscou testar outros meios e parâmetros que possam ser utilizados para acompanhar e estimar a produção mineral paranaense indiretamente.

A opção por um comparativo entre a transformação de insumos minerais e o consumo de energia, se dá pelo fato da energia ser um insumo de extrema importância na indústria mineral e por ser uma informação disponível e tradicional que traz o consumo anual energético para diferentes segmentos econômicos, incluindo alguns da indústria mineral. Caso se obtenha uma correlação aceitável em qualquer dos segmentos analisados, o consumo de energia nestes segmentos da indústria mineral pode vir a ser utilizado tanto para estimativa quanto para aferir o desempenho dos mesmos.

Os segmentos da indústria mineral analisados, ou seja cimento, produtos cerâmicos, cal, gusa e aço, e mineração e pelotização, consumiram 43,8% de toda a produção mineral do Estado em 2004, responderam por 23,4% do consumo de energia industrial e representaram 4,2% do Valor Adicionado Fiscal da indústria do Paraná no mesmo ano.

Infelizmente o processo comparativo para a verificação se existe ou não correlação entre o consumo de energia e o de matéria prima mineral nos segmentos industriais analisados ficou prejudicado, pois não se sabe se a comparação esta sendo feita sobre o mesmo universo de empresas abrangidas pela produção mineral e o consumo de energia. Para que esta comparação pudesse ser melhor aferida, além da correta informação acerca da produção mineral prestada pelos mineradores e da coleta do consumo de energia pelos mesmos através da COPEL, haveria a necessidade de se comparar o mesmo universo de empresas. Infelizmente não se tem informação de quais e quantas foram as empresas abrangidas neste segmento pelo Balanço Energético produzido pela COPEL. A troca de informações para o aprimoramento dos dados seria de grande valia para todos os órgãos que têm necessidade de informações confiáveis para o planejamento e estabelecimento de políticas.

Outra dificuldade é a possibilidade de mudança no processo industrial ao longo do período analisado com alterações de rendimento e consumo de energia, o que prejudicaria a comparação.

O comparativo entre o consumo de energia e a mineração revela que de 1995 a 2004 houve um aumento da relação tEP/t de minério extraído. As possíveis explicações para este fato são muitas e só se fosse possível analisar individualmente caso a caso se poderia chegar a resultados mais conclusivos e menos especulativos.

Apesar destas dificuldades, e talvez pelas particularidades dos segmentos cimento e cerâmica branca, foi possível constatar que existe correlação entre o consumo de energia e produção de cimento e entre consumo de energia e quantidade de matéria prima enviada para a produção de cerâmica branca.

Nos segmentos das indústrias da cerâmica (vermelha e branca) e cal, não se tem dados sobre a produção industrial para se fazer o comparativo direto entre o consumo de energia e a produção industrial, a exemplo do que foi feito com a indústria do cimento.

No caso do cimento, o motivo da existência de certa correlação entre o consumo de energia e a produção deste produto talvez se explique pelo fato do mesmo ser constituído de poucas empresas de grande porte e pertencentes a

grupos econômicos que requeiram controles rígidos e transparência no modo de operação (Votorantim e Itambé), bem como pelo fato de utilizarem fornos padronizados e informatizados, com relação rígida entre consumo de energia e transformação ou produção industrial, além de operarem com fluxo regular de minério extraído pelas próprias indústrias e praticamente com estoques fixos.

Também existe boa correlação entre o consumo de matéria prima mineral e o gás no segmento de cerâmica branca. Neste segmento existem empresas de grande porte responsáveis pela produção de pisos, revestimentos (Incepa e Eliane) e cerâmica elétrica (Lorenzetti), assim como empresas de pequeno e médio porte, produtoras de porcelanas e louças (cerca de doze empresas), com destaque para a porcelana Schmidt. Neste segmento, em função do tipo de produto e independente do porte, as empresas possuem fornos com controle rígido de queima, necessários para dar qualidade ao produto. Trabalham praticamente com estoques de matéria prima fixos, comprados regularmente de empresas legalizadas e que dão suporte a uma produção industrial regular.

No segmento da cerâmica vermelha, não existe correlação entre o consumo de matéria prima mineral e energia, sendo várias as causas que podem explicar este fato. É um segmento constituído por centenas de empresas transformadoras (olarias) e extratoras ou fornecedoras de argila para esta indústria, maciçamente de pequeno porte e constituída principalmente de empresas familiares, com controles menos formais tanto do consumo de materiais quanto da produção, assim como contábil. Certamente existe significativa sonegação ou ausência de informação do minério destinado para esta indústria. Também é grande a variação no rendimento dos fornos utilizados nesta indústria, pois não possuem especificação muito rígida, admitem diferentes tipos de insumos energéticos e quantidade de cargas, o que colabora para a inconstância da relação consumo de energia/produção/quantidade de insumo mineral. Os ceramistas trabalham com estoques elevados de matéria prima mineral, para vários anos, concentrando grandes compras em curtos períodos intercaladas de longos períodos sem aquisição.

No segmento da cal também não existe correlação entre o consumo de matéria prima mineral e energia. No caso da cal, segundo a associação dos produtores, são quase uma centena de indústrias produtoras, com cerca de 95% da produção sendo feita com fornos de barranco contínuo (95% da produção) que possuem diferentes rendimentos em função do número de bocas o que certamente influencia na relação consumo de energia por material processado. Certamente existe falta de declaração de minério enviada para esta indústria, assim como da declaração a menor da realmente comercializada, assim como equívoco na declaração, quando erroneamente muitos dos produtores informam a quantidade de cal produzida e não a quantidade de bens minerais enviados para a produção da cal. As somatórias destes problemas distorcem substantivamente a relação consumo de energia e minério enviado para a produção industrial desta substância, justificando a ausência de correlação.

No caso da cerâmica vermelha e da cal, em função dos problemas no controle do minério enviado para estas indústrias, certamente a melhor correlação seria entre o consumo de energia e a produção industrial o que infelizmente não foi possível de se fazer por ausência de informação.

São vários os motivos que podem explicar esta falta de correlação entre a quantidade de minério enviada para diferentes segmentos da indústria e o consumo de energia pelo mesmo. As explicações passam pela não declaração ou sonegação de informação da produção mineral, formação de estoques, equívoco nos valores informados, diferenças nos rendimentos dos fornos utilizados pelas diferentes

indústrias, avanços tecnológicos ou mudanças nos rendimentos dos diferentes tipos de fornos nos diferentes segmentos, características dos diferentes tipos de combustíveis utilizados, problemas na aferição do consumo de energia por setor ou provável ineficiência na coleta destas informações, etc.

De maneira prospectiva e com base em cálculos especulativos efetuados, é possível se fazer o caminho inverso, com previsão do consumo de energia a partir do consumo de matéria prima mineral.

Como perspectivas de incremento no consumo de energia pelo setor mineral podemos dizer que cerca de 62,3% da produção mineral em 2004 foi destinado para a construção civil, assim como 12,8% para a agricultura (corretivo agrícola) e portanto o comportamento do setor é altamente influenciado pelas políticas governamentais adotadas para estes segmentos econômicos.

Outra perspectiva de aumento no consumo de energia pelo setor é a possibilidade de construção de uma siderúrgica para produção de ferro-gusa com capacidade para 8 mil toneladas por mês.

Do ponto de vista de suprimento de energia, a recente nacionalização da exploração de petróleo e gás pelo governo Boliviano e a elevação do imposto sobre o gás de 50% para 82% pode afetar o preço para as indústrias paranaenses que dependem deste insumo energético proveniente da Bolívia. No Paraná, em 2004, o gás natural participou com 6,8% da matriz energética da indústria cerâmica e com 35,6% da matriz energética para a fabricação de ferro gusa e aço.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAUJO, L. A. de. **Manual de siderurgia**. São Paulo: Arte & Ciência, c1997. v. 1.
2. BANCO SANTANDER. **Hübner anuncia a construção de usina siderúrgica no raná**. [S. l.], 2005. Disponível em: http://www.santander.com.br/portal/bsb/script/portal_noticias/BuscaNoticiasDet.do?co_edtr=6&co_sub_edtr=563&co_notc=531843. Acesso em: 09 jan. 2006.
3. BEZERRA, E. F. Perfil do setor da cal no Paraná. In: TARDE DE DEBATE GEOLÓGICO, 2005, Curitiba. [Palestra...]. Curitiba: MINEROPAR, 2005.
4. COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA. **Balço energético do Paraná – 2005 ano base 2004**. Disponível em: <http://www.copel.com/pagcopelnsf/docsap/0693B2C20BA789F8032570CF00632D78?OpenDocument&secao=Balan%20E7o%20Energ%20E9tico%20do%20Paran%20E1%20004&>. Acesso em: 9 jan. 2006.
5. DIAS, M. V. F. **A mineração na Região Metropolitana de Curitiba**: relatório de fase. Curitiba: MINEROPAR, 2003. 71 f.
6. DIAS, M. V. F.; OLIVEIRA, M. A. de; GUANABARA, C. A. P. **A indústria mineral paranaense e sua participação no número de estabelecimentos, de empregos e no valor adicionado fiscal da indústria do estado e de suas regiões - 1999 e 2003**. Curitiba: MINEROPAR, 2005. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/mineropar/publicacoes>. Acesso em: 6 fev. 2006.
7. DIAS, M. V. F. et al. **Panorama e análise da produção mineral paranaense 1995-2001**. Curitiba: MINEROPAR, 2004. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/mineropar/publicacoes>. Acesso em: 6 fev. 2006.
8. GROCHOWICZ, C. Economia mineral na Região Metropolitana de Curitiba – indústria de calcário agrícola. In: TARDE DE DEBATE GEOLÓGICO, 2005, Curitiba. [Palestra...]. Curitiba: MINEROPAR, 2005.
9. GRUPO HÜBNER. **História da Fundação Hübner**. [Ponta Grossa, s. d.] Disponível em: http://www.hubner.com.br/fundicao/03_01historia Acesso em: 2 maio 2006.
10. INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Arranjos produtivos locais e o novo padrão de especialização regional da indústria paranaense na década de 90**. Curitiba, 2003. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/ipardes/pdf/arranjos.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2006.
11. MINEROPAR – Minerais do Paraná S/A. **Planilha completa com valor, ICMS e quantidade produzida por uso industrial, segundo os municípios paranaenses, de 1995 a 2004 (.xls)**. Curitiba, 2006. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/mineropar/prodsubstancias.html>. Acesso em: 6 fev. 2006.
12. OLIVEIRA, C. A. de S. **Comportamento físico e avaliação microestrutural de argamassas produzidas a partir da mistura exaurida gerada na indústria de**

magnésio metálico. 2004. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Minas) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

13. SALAZAR JÚNIOR, O. et al. **Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Curitiba.** Curitiba, 2004. 2 v. Convênio: MINEROPAR e DNPM Disponível em: <http://www.pr.gov.br/mineropar/publicacoes>. Acesso em: 03 jan. 2006.