

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

DEPARTAMENTO DE ENERGIA

ÁREA INTERDISCIPLINAR DE PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL

DA TESE DEFENDIDA POR Mauro Donizeti

Berni

E APROVADA PELA

COMISSÃO JULGADORA EM 04/01/93

[Assinatura]

ORIENTADOR

ENERGIA, INDUSTRIALIZAÇÃO E EXPORTAÇÕES :
ANÁLISE DOS RAMOS METALÚRGICO E PAPEL & CELULOSE

02 / 93

Dissertação apresentada à Comissão de Pós-graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências, na Área de Planejamento de Sistemas Energéticos.

Autor : MAURO DONIZETI [BERNI] ¹⁵⁴

Orientador : Prof. Dr. SINCLAIR MALLET-GUY [GUERRA] ¹⁵⁴

Campinas, janeiro de 1993

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

SCPG-Planejamento de Sistemas Energéticos

Tese de: MESTRADO

Título da Tese: ENERGIA, INDUSTRIALIZAÇÃO E EXPORTAÇÕES: ANÁLISE DE
ALGUNS RAMOS INDUSTRIAIS GRANDES CONSUMIDORES

Autor: Mauro Donizeti Berni

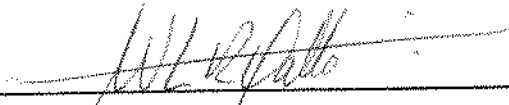
Orientador: Prof.Dr. Sinclair Mallet-Guy Guerra

Aprovado por



Prof.Dr. SINCLAIR MALLET-GUY GUERRA

Presidente



Prof.Dr. WALDYR LUIS RIBEIRO GALLO



Prof.Dr. GILMAR MOMPEAN MUNHOZ DA CRUZ

Prof.Dr.

Prof.Dr.

Dedico esse trabalho

A minha esposa GRACINHA, a meu filho SAMUEL e aos meus pais, Vicente e Olga pelo amor, apoio, estímulo e compreensão pelas horas de ausência.

AGRADECIMENTOS

Aos professores e companheiros do Departamento de Energia e da Area Interdisciplinar de Planejamento de Sistemas Energético, em particular aos Professores Sergio Valdir Bajay e Arnaldo C. S. Walter, pelo incentivo, discussões e condições proporcionadas ao desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. SINCLAIR MALLET-GUY GUERRA, pela orientação segura, efetiva e constante apoio, fundamentais para a realização desta dissertação.

Aos amigos Ivan, Silvia, Nilo, Sandra, Bolívar, Raimundo, Salatíel, Marcelo Veirano e Márcio pelo apoio e incentivo.

Finalmente desejo ressaltar minha inteira responsabilidade pelas insuficiências ou erros que se possam aqui verificar

RESUMO

O processo de industrialização desde os seus primórdios tem-se baseado no trabalho humano e, ao mesmo tempo, no uso crescente de carvão mineral, de eletricidade, de petróleo e em menor escala na energia nuclear. Ainda neste século, tais fontes energéticas foram consideradas promissoras a até, inesgotáveis.

A partir da década de 70, as duas crises do petróleo aliado às pressões ambientalistas, aceleraram o processo de mudança nas relações de produção vigente e suas decorrentes formas de apropriação, entre países desenvolvidos e em desenvolvimento. Nessa conjuntura, o Brasil, para completar o seu parque industrial, acaba aceitando o repasse de indústrias com processos produtivos intensivos em energia e matéria prima, com os agravantes de serem danosos ao meio ambiente, necessitarem de grandes volumes de recursos em infra-estrutura para viabilizá-los e sobretudo altamente direcionados ao mercado externo.

Dentro desse contexto, esta dissertação, busca a partir de uma análise retrospectiva, estudar a questão energética no âmbito industrial, vis-a-vis o crescimento do nível de atividade do país nas últimas duas décadas. Para tanto, equaciona-se e relaciona-se parâmetros energéticos, econômicos e sociais, objetivando o entendimento qualitativo e quantitativo das inter-relações entre energia, indústria e economia. Não obstante, a relevância da análise do setor industrial de forma global, o enfoque principal é dado para os ramos industriais energo-intensivos de papel e celulose e metalúrgico - ferro gusa e aço, não ferrosos e ferroligas -, tendo em vista as questões de conservação e substituição energética e o questionamento da validade das suas inserções crescentes nos mercados internacionais através de produtos com alto conteúdo energético.

CAPITULO 1

A QUESTÃO ENERGETICA E A INDUSTRIALIZAÇÃO NO BRASIL

1.1	Introdução.....	1
1.2	Condicionantes Econômicos.....	4
1.3	Condicionantes Energéticos.....	12
1.4	Bibliografia.....	17

CAPITULO 2

CONSIDERAÇÕES SOBRE METODOS PARA A ANALISE DA EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA

2.1	Introdução.....	19
2.2	As ligações entre Energia e Economia e, os Modelos.....	20
2.2.1	Elementos energéticos e econômicos.....	20
2.2.2	Condicionantes para a escolha da modelagem.....	22
2.2.3	Modelos Econométricos.....	23
2.2.3.1	Elasticidade do consumo de energia.....	24
2.2.4	Modelo Sibilin.....	26
2.2.4.1	Introdução.....	26
2.2.4.2	Detalhamento do modelo.....	27
2.3	Bibliografia.....	31

CAPITULO 3

ENERGIA E INDUSTRIA NO BRASIL

3.1	Introdução.....	33
3.2	Consumo Industrial de Energia.....	33
3.2.1	As Causas e as alterações no consumo de energia.....	36

3.2.1.1	Consumo e o nível de atividade.....	37
3.2.1.2	Consumo e a estrutura industrial...	38
3.2.2	Elasticidade e a decomposição do consumo de energia em três efeitos: Conteúdo, Estrutura e Atividade.....	43
3.2.2.1	Elasticidade do consumo.....	43
3.2.2.2	Método Sibilin: decomposição do consumo de Energia.....	44
3.2.3	Consumo e os programas de racionalização energética.....	50
3.3	Bibliografia.....	55

CAPITULO 4

RAMO INDUSTRIAL DE PAPEL E CELULOSE - RPC

4.1	Introdução.....	57
4.2	Caracterização do Ramo.....	58
4.2.1	Produção de papel e celulose.....	66
4.3	Questão Energética.....	68
4.3.1	Introdução.....	68
4.3.2	Principais energéticos.....	70
4.3.3	O Consumo de energia.....	73
4.3.3.1	Alterações na matriz energética....	77
4.3.3.2	Estrutura de consumo das plantas...	80
4.4	Considerações Finais.....	82
4.5	Bibliografia.....	85

CAPITULO 5

RAMO INDUSTRIAL METALURGICO - RM

5.1	Introdução.....	87
5.2	Evolução Recente e Perspectivas.....	88
5.3	O Ramo de Ferro Gusa e Aço - RBFA	
5.3.1	Introdução.....	92

5.3.1.1	Planos e ações governamentais.....	94
5.3.2	Tecnologia de produtos e processos.....	96
5.3.3	Evolução da produção e do mercado mundial..	99
5.3.3.1	Ferro Gusa.....	100
5.3.3.2	Aço.....	102
5.3.3.3	Perspectivas para a atividade siderúrgica.....	108
5.3.4	Questão energética.....	109
5.3.4.1	Introdução.....	109
5.3.4.2	Principais energéticos.....	110
5.3.4.3	Estrutura de consumo por tipo de Usina.....	110
5.3.4.3.1	Usinas integradas a Coque.....	112
5.3.4.4	Racionalização energética.....	117
5.3.4.4.1	Programas de conservação e substituição.....	120
5.3.5	Considerações finais.....	123
5.4	O Ramo de Ferroligas - RFEL	
5.4.1	Introdução.....	125
5.4.2	Caracterização do ramo.....	125
5.4.2.1	Processos.....	125
5.4.2.2	Tecnologia.....	127
5.4.2.3	Evolução da produção e do mercado..	128
5.4.3	Questão energética.....	135
5.4.3.1	Introdução.....	135
5.4.3.2	Matriz energética.....	136
5.4.3.3	Racionalização energética.....	138
5.4.3.3.1	Evolução do consumo específico.....	139
5.4.4	Considerações finais.....	145
5.5	O Ramo de Não Ferrosos - RNF	
5.5.1	Introdução.....	146
5.5.2	Caracterização do ramo.....	147
5.5.2.1	Processos eletrometalúrgicos.....	147
5.5.2.1.1	Produção de alumínio	

LISTA DE TABELAS

CAPITULO 1

Tabela 1.1 Dívida externa, taxa de juros e preços do petróleo.....	10
Tabela 1.2. Participação dos derivados de petróleo e eletricidade no cons. final industrial...	15

CAPITULO 3

Tabela 3.1 Intensidade Energética Industrial.....	35
Tabela 3.2 Evolução do nível de atividade e do consumo de energia no setor industrial....	37
Tabela 3.3 Consumo final (CF) de energia e Valor Agregado (VA).....	39
Tabela 3.4 Elasticidade do Consumo de Energia.....	43
Tabela 3.5 Decomposição do Cons. Industrial Energia...	45
Tabela 3.6 Evolução do Consumo Específico.....	51
Tabela 3.7 Média anual de utilização da capacidade...	53

CAPITULO 4

Tabela 4.1 Evolução da produção, consumo interno, importação e exportação de papel.....	59
Tabela 4.2 Evolução da produção, consumo interno, importação e exportação de celulose.....	59
Tabela 4.3 Taxas anuais de crescimento do PIB, da produção e consumo de papel.....	60
Tabela 4.4 Evolução mundial da produção de papel e celulose.....	62
Tabela 4.5 Consumo específico de energia.....	67
Tabela 4.6 Consumo energético por tipo de planta.....	69
Tabela 4.7 RPC-Evolução do VA e Cons. Final Energia...	74
Tabela 4.8 Eletricidade autogerada.....	79
Tabela 4.9 Índice de Substituição óleo combustível...	79

Tabela 4.10	Eletricidade autogerada e comprada.....	79
Tabela 4.11	Consumo de energia por tipo de planta....	81
Tabela 4.12	Consumo específico por tipo de planta....	82

CAPITULO 5

Tabela 5.1	Produção de ferro gusaa e aço bruto.....	93
Tabela 5.2	Estrutura da produção mundial de ferro....	99
Tabela 5.3	Evolução das exportações de ferro gusa por grupo de países.....	101
Tabela 5.4	Evolução da participação dos PDs e PVDs na produção mundial de Aço Bruto.....	105
Tabela 5.5	Saldo Comercial do Aço Bruto, em países selecionados.....	106
Tabela 5.6	Evolução das exportações brasileiras de Aço Bruto.....	107
Tabela 5.7	Evolução do consumo específico de óleo combustível.....	112
Tabela 5.8	Principais insumos e energéticos utilizados na produção ferro gusa e aço.....	113
Tabela 5.9	Evolução do consumo dos principais energéticos das usinas a coque.....	114
Tabela 5.10	Autogeração de EE por usina.....	115
Tabela 5.11	Evolução do consumo específico energia na produção de aço - usina a coque.....	116
Tabela 5.12	PEDESID-Meta de redução do "coke-rate"...	117
Tabela 5.13	Evolução da produção de aço bruto, em países selecionados.....	118
Tabela 5.14	RFGA - Participação da energia importada e nacional.....	119
Tabela 5.15	Evolução do consumo específico de óleo combustível fins térmicos.....	121
Tabela 5.16	RFGA - Evol.cons.óleo combustível.....	121
Tabela 5.17	RFGA - Participação dos energéticos.....	123
Tabela 5.18	Distribuição regional da cap.produção...	128
Tabela 5.19	Índices médios de consumo de Ferroligas.	130

Tabela 5.20	RFEL: Crescimento da produção, exportações e consumo interno.....	130
Tabela 5.21	RFEL: produção, importação e exportação.	131
Tabela 5.22	Evolução das exportações de Ferroligas..	132
Tabela 5.23	Faixas de consumo de eletricidade-REFL..	133
Tabela 5.24	Evolução da produção mundial Ferroligas.	134
Tabela 5.25	Evolução das exp.mundiais de Ferroligas.	134
Tabela 5.26	Evolução do consumo dos principais energéticos - RFEL.....	137
Tabela 5.27	Quantidade teórica de energia para a redução de Ferroligas.....	140
Tabela 5.28	Consumo específico de energéticos por tipo de liga.....	140
Tabela 5.29	RNF - Produção e consumo de energia.....	147
Tabela 5.30	RNF - Produção, consumo e exportação.....	153
Tabela 5.31	Parque produtor de alumínio - Brasil.....	154
Tabela 5.32	Relação Al secundário/produção de Al primário, países selecionados.....	157
Tabela 5.33	Produção mundial de alumínio primário...	158
Tabela 5.34	Taxas médias anuais de crescimento da produção de Al primário.....	159
Tabela 5.35	Produção de Al primário em países selecionados.....	160
Tabela 5.36	Participação da produção nacional de Al primário no total mundial.....	161
Tabela 5.37	Principais fontes de energia empregada na produção dos metais não ferrosos.....	163
Tabela 5.38	Consumo Específico do RNF.....	166
Tabela 5.39	Consumo Específico médio de EE para a produção de Al primário, alguns países..	167

CAPITULO 6

Tabela 6.1	Coeficientes de exportação e participação dos ramos no total do valor exportado....	176
Tabela 6.2	Consumo industrial de eletricidade.....	177

Tabela 6.3	Eletricidade agregada às exportações de papel e celulose.....	179
Tabela 6.4	RFGA - Índices de consumo específico.....	180
Tabela 6.5	Eletricidade agregada às exportações de ferro gusa e aço.....	181
Tabela 6.6	Consumo específico de eletricidade, por grupo de ferroliga.....	182
Tabela 6.7	Eletricidade agregada às exportações de Ferroligas.....	182
Tabela 6.8	Eletricidade agregada às exportações de alumínio primário.....	183
Tabela 6.9	Potência instalada e Investimentos.....	184
Tabela 6.10	Investimentos e participação das exportações no total da produção dos ramos...	184
Tabela 6.11	Taxa de juros empregada para a correção dos investimentos.....	185
Tabela 6.12	RPC - Receita de exportação e dívida gerada pela montagem da infra-estrutura para a exportação.....	
Tabela 6.13	RFGA - Receita de exportação e dívida gerada pela montagem da infra-estrutura para a exportação.....	187
Tabela 6.14	RFEL - Receita de exportação e dívida gerada pela montagem da infra-estrutura para a exportação.....	189
Tabela 6.15	RNF - Receita de exportação e dívida gerada pela montagem da infra-estrutura para a exportação.....	190
Tabela 6.16	Agregado RPC, RFGA, RFEL e RNF, Receitas exportação e dívida gerada pela montagem da infra-estrutura para a exportação....	192
Tabela 6.17	Evolução do número de empregados.....	194
Tabela 6.18	Produtividade, Rentabilidade e a relação Salários por Valor da Produção.....	195

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 3

Figura 3.1 Intensidade Energética Setor Industrial...	40
Figura 3.2 Setor Industrial : Evolução E/PIB.....	41
Figura 3.3 Ramo Metalúrgico : Evolução E/VA.....	41
Figura 3.4 Ramo de Papel e Celulose : Evolução E/PIB.	42
Figura 3.5 Outros Ramos Industriais : Evolução E/PIB	42
Figura 3.6 Decomposição do Cons.Industrial.....	46
Figura 3.7 Decomposição do Consumo de Energia - RM..	48
Figura 3.8 Decomposição do Consumo de Energia -RPC...	48
Figura 3.9 Decomposição do Cons.Energia Ramo Outros..	49
Figura 3.10 Efeito Conteúdo por ramo industrial.....	49

CAPITULO 4

Figura 4.1 Evolução da produção e Util.capacidade....	62
Figura 4.2 Evol.da prod. e consumo de papel x PIB....	63
Figura 4.3 Evol.da prod. e consumo de celulose x PIB.	63
Figura 4.4 Evolução das exportações:Papel e Celulose.	65
Figura 4.5 RPC e Setor Industrial: relação E/PIB.....	74
Figura 4.6 Energia/PIB, 1990.....	75
Figura 4.7 RPC: Participação no cons.final energia...	76
Figura 4.8 RPC: Participação dos energéticos.....	78
Figura 4.9 RPC: Evol.dos preços reais energéticos....	78

CAPITULO 5

Figura 5.1 Diagrama dos processos siderúrgico.....	87
Figura 5.2 Produção e Consumo Mundial.....	90
Figura 5.3 RM : Evolução da intensidade de energia...	91
Figura 5.4 Diagrama de Usina Integrada a Coque.....	98
Figura 5.5 RFGA - Evol. da Produção e Exportação....	100
Figura 5.6 Evolução da produção mundial de Aço.....	103
Figura 5.7 Evol.da produção de Aço Bruto PDs e PVDs.	104

Figura 5.8	Evolução da produção de Aço Bruto em países selecionados.....	105
Figura 5.9	RFGA - Evol.da participação no consumo final de energia.....	111
Figura 5.10	Consumo Especifico de Energia.....	119
Figura 5.11	Evolução dos preços reais energéticos do RFGA.....	122
Figura 5.12	Diagrama da produção de Ferroligas.....	127
Figura 5.13	Evolução dos preços reais energéticos....	137
Figura 5.14	Estrutura de consumo de energia-RFEL....	138
Figura 5.15	RFEL - Consumo Especifico.....	142
Figura 5.16	RFEL - Taxas de crescimento da produção e consumo de energia.....	143
Figura 5.17	RFEL - Crescimento da produção e participação por grupo de liga.....	144
Figura 5.18	Alumínio primário - produção, consumo e exportação.....	152
Figura 5.19	Brasil e PDs - Proporção de Al secundário no consumo total de Al.....	156
Figura 5.20	Brasil - Índice Al sec./Al prim.....	156
Figura 5.21	Participação dos PRs e PDs na produção mundial de Al primário.....	161
Figura 5.22	RNF - Participação das principais fontes de energia.....	163
Figura 5.23	RNF - Evol.preços reais energéticos.....	164
Figura 5.24	RNF - Evol. do Consumo Especifico.....	166

CAPITULO 6

Figura 6.1	RPC : Receitas exportação x Juros.	186
Figura 6.2	RFGA: Receitas exportação x Juros.....	188
Figura 6.3	RFEL: Receitas exportação x Juros.....	189
Figura 6.4	RNF : Receitas exportação x Juros.....	191
Figura 6.5	Agregado RPC, RFGA, RFEL e RNF, Receitas exportação x Juros.....	192

CAPITULO 1

A QUESTAO ENERGETICA E A INDUSTRIALIZACAO NO BRASIL

1.1 INTRODUÇÃO

A industrialização é parte de um processo sem fim de desenvolvimento econômico, que começou em meados do século XVIII na Inglaterra com novos métodos de fiar e tecer algodão. Com a revolução industrial a industrialização é disseminada, o progresso tecnológico passa a depender do científico e com isso novas técnicas de mecanização são introduzidas em toda a economia, sobretudo na indústria.

Este fato, fez com que a industrialização desempenhasse um papel fundamental no processo de crescimento econômico dos países, o que a tornou em objetivo fundamental de política econômica. Isto ocorreu, primeiro na nações européias e depois nos E.U.A. e no Japão. Desde o princípio, a expansão da industrialização envolveu tecnologia, especialização e recursos naturais. Inicialmente centrou-se nos têxteis, depois no ferro, no aço e mais recentemente, desenvolveu-se baseada na eletrônica e microeletrônica.

O processo de industrialização desde os seus primórdios tem-se baseado na exploração do trabalho humano e, ao mesmo tempo, no uso crescente de carvão mineral, de eletricidade, de petróleo e em menor escala na energia nuclear. Ainda neste século, tais fontes energéticas foram consideradas promissoras e até, inesgotáveis. Entretanto, com a rapidez das transformações econômicas e sociais, aumenta a certeza de que os custos destas fontes energéticas tende a apresentar um custo cada vez mais alto, face ao volume crescente de restrições e limitações para a sua utilização. Todavia, a industrialização apesar dos seus custos crescentes, cada vez mais vêm apropriando-se dessas fontes de energia.

Este aspecto pode ser explicado pela adoção de processos produtivos com alta densidade de energia e, modos de consumo de alto conteúdo energético, sobretudo nos países desenvolvidos-PDs. Entretanto, com a possibilidade de escassez de recursos naturais e energia nesses países, aliado à um crescente movimento de preservação ambiental, verifica-se uma tendência de transferir à países em desenvolvimento indústrias cujos processos são caracterizados pelo alto consumo de energia, bem como extremamente danosos ao meio ambiente.

Nesse contexto, surgia a partir do início da década de 70, as chamadas crises energética e ambiental, decorrente do desgaste do esquema de industrialização nos PDs. Fato que acelera a migração de indústrias energo intensivas para países em vias de desenvolvimento-PVDs, ou seja, altera-se as relações de produção vigentes e suas decorrentes formas de apropriação e transferência de renda e energia entre PDs e PVDs.

Historicamente o processo de industrialização não favoreceu os PVDs (Rovere, 1988). Pelo contrário, o velho padrão pelo qual os países industrializados exportavam manufaturas para aqueles em vias desenvolvimento em troca de produtos primários, continuou, com sucessivas mudanças de roupagem ao longo do tempo. Inicialmente, os PVDs trocavam com os PDs produtos como especiárias, ouro e prata, entre outros, por produtos mais elaborados; em seguida, trocaram-se produtos primários: como o algodão, por tecidos e manufaturas em geral. Num momento seguinte, instalam-se indústrias têxteis nos PVDs, desde que estes importassem os teares dos industrializados.

No pós guerra, o elevado crescimento industrial e os problemas daí decorrentes, como o suprimento de matérias-primas, poluição ambiental, escassez de recursos naturais e energia, começam a inviabilizar a expansão de determinados tipos de indústrias nos chamados PDs. Assim mais uma vez, os PVDs são chamados a desenvolver seus parques industriais e toda sua infra-estrutura, desde que comprem tecnologia e utilizem financiamentos dos países industrializados.

De forma geral, este relacionamento entre PDs e PVDs no campo da industrialização, trouxe melhoria econômica e social aos segundos. Em contrapartida, no longo prazo, isto têm significado a colocação dos recursos de espaço, mão de obra, recursos minerais e energia a serviço dos países industrializados, e não do seu próprio desenvolvimento.

Na atualidade, tal situação agrava-se com a existência do comércio intra-indústria, da formação dos blocos geo-econômicos, bem como em função da maior liberalização do comércio mundial. Essa situação acirrou a competitividade e a necessidade de incorporações crescentes de tecnologia aos processos produtivos, decorrendo à inserção das chamadas indústrias "finas" que utilizam tecnologia de ponta e pouca energia. O comércio intra-indústria é realizado pelos PDs, nos quais as vantagens comparativas só tem sentido quanto a produtos muito desagregados. Comumente, a produção de um único bem agora se estende por vários países, sendo que cada país nessa "fabrica global" desempenha tarefa no qual ele tem uma vantagem no custo. A formação de blocos geo-econômicos dá o suporte necessário à completa viabilização desse tipo de comércio, pois barreiras tarifárias e alfandegárias são abolidas

entre seus países. A evolução das formas de produzir bens, nada mais é do que uma síntese da evolução da ciência e tecnologia nos últimos cem anos. Já não se trata de produzir mais, como durante a revolução industrial, mas conseguir avanços qualitativos interagindo tecnologia e meio ambiente. Por exemplo, não há necessidade de se fabricar mais aço. Pelo contrário, este segmento industrial parece estar superdimensionado em muitos países, ocorrendo a necessidade de otimizá-lo, nos seus aspectos produtivos ou até reconvertê-lo utilizando avanços técnicos.

Estes aspectos podem ser observados ao longo de todo o processo de industrialização brasileiro. Ressalte-se os ramos industriais produtores de bens intermediários implantados a partir do II Plano Nacional de Desenvolvimento-PND, cuja característica básica é o alto consumo energético e a exportação. Entre os principais ramos industriais energo-intensivos contemplados pelo II PND, destacam-se - cimento, petroquímico, ferro gusa e aço, não ferrosos, ferroligas e o de papel e celulose. Por exemplo, o país produz atualmente mais aço e alumínio do que suas necessidades internas, ou seja, produz-se para exportar.

O processo de industrialização dentro do II PND pode ser entendida, segundo duas abordagens distintas.

A primeira argumenta que era fundamental o país possuir um parque industrial com indústria de bens de capital e de produtos intermediários, que até então faltavam. Contrapondo a esta posição de natureza estratégica para o processo de desenvolvimento industrial e econômico para o país, a segunda argumentação sustenta que o Brasil aceitou o repasse de ramos industriais energo intensivos dos países desenvolvidos após o primeiro choque do petróleo, significando a aceitação de um novo quadro na divisão do trabalho, entre os PDs e aqueles em vias desenvolvimento.

Independentemente das abordagens, o fato é que grandes volumes de recursos foram canalizados para a viabilização desses ramos industriais, sobretudo para sua infra-estrutura energética. Fato, altamente questionável, tendo em vista que, além de exportar-se energia agregada aos produtos, a produção de bens intermediários é altamente poluente, resulta um baixo valor agregado, utilizam pouca mão de obra e principalmente em alguns casos, as receitas obtidas com as exportações não chegam a cobrir os dispêndios com a sua infra-estrutura energética, em um contexto de deficiências quase-insuperáveis de prestação de serviços básicos à população.

Por outro lado, a implantação das indústrias de bens intermediários através do II PND, ampliou significativamente o parque industrial nacional e a sua inserção nos mercados internacionais, todavia, é preciso considerar que esta expansão industrial caminhou em sentido oposto ao direcionamento dado pelos PDs

aos seus respectivos parques industriais. Por exemplo, a produção brasileira de aço bruto, celulose e alumínio tem crescido de forma pronunciada desde o segundo choque do petróleo, em 1979. Em contrapartida, observa-se uma diminuição continuada da produção e aumento substancial da importação destes produtos pelos principais PDs. Os Estados Unidos, o Japão e a Itália, são exemplos de importadores potenciais de bens intermediários brasileiros.

1.2 CONDICIONANTES ECONOMICOS

O Brasil é um dos exemplos mais bem sucedidos entre os países que se industrializaram no pós guerra, haja visto que em espaço de tempo relativamente curto, construiu um amplo e diversificado parque industrial, bem como a infra-estrutura necessária para sua viabilização.

O processo de industrialização brasileiro iniciado na década de 30, adotou o modelo internacional vigente, no qual o petróleo era a principal fonte de energia primária. Este modelo mostrou-se durante certo período capaz de gerar os recursos necessários para o crescimento econômico, entretanto no longo prazo inviabilizou-se, principalmente a partir de 1973 com a primeira crise de petróleo que gerou grandes desequilíbrios no balanço de pagamentos e na economia como um todo.

Com o movimento crescente da industrialização ocorrida no país, pós 1930, todos os planos governamentais traziam em seu bojo uma preocupação com a criação de infra-estrutura em energia, capaz de dar sustentação a essa atividade e ao modelo de desenvolvimento que ela induzia.

O período entre 1930 e 1950 é marcado por um contexto internacional de grande instabilidade, a Grande Depressão dos anos 30, a II Guerra Mundial e a "guerra fria", são fatos relevantes desses anos. Nessa conjuntura, o modelo agrário exportador entra definitivamente em crise no Brasil, principalmente em função da diminuição das exportações dos chamados produtos primários, o que viria a colocar nas mãos do Estado a tarefa de abrir novas frentes de expansão para a economia nacional. As políticas econômica e energética traduzem inicialmente o papel assumido pelo Estado de criar as bases institucionais com vistas à industrialização.

O Estado garantia a proteção contra as importações de bens de consumo e realizava investimentos de infra-estrutura econômica, principalmente em energia, o que proporcionava economias externas ao setor industrial. Após o período de proteção à indústria e interrupção das importações durante a II Guerra Mun-

dial, o país esgotou rapidamente as divisas acumuladas durante a guerra. A partir daí a política centrou-se na utilização de mecanismo cambial para conter importações. Nesse sentido a Instrução número 70/SUMOC-Ministério da Indústria e Comércio beneficiou duplamente o processo de substituição das importações, pois ao mesmo tempo em que estimulava a importação de bens de capital e intermediários, aumentando o nível de atividade, proibia a importação de produtos menos essenciais, assegurando assim mercado interno para esses produtos.

Na época vislumbrava-se como saída para o subdesenvolvimento à industrialização via substituição das importações. Portanto, seria necessário adequar a matriz energética às fontes comerciais, pois até 1940, o Brasil possuía uma estrutura de consumo baseada quase que exclusivamente na biomassa - lenha, bagaço de cana e carvão vegetal.

Em 1941 a biomassa participava com 77% contra 23% das energias comerciais - eletricidade, carvão e petróleo - na matriz energética nacional. A produção de petróleo continuava insignificante, apesar do crescimento de seu consumo, a de carvão estacionária e a de eletricidade insuficiente, o que estava determinando a crise energética da época (Calabi, 1983). Para a caracterização da crise, o jornal o Estado de São Paulo chamava a atenção para o fato de que, do ano de 1947 para o ano de 1952, a autosuficiência do país declinara de aproximadamente 42% para 37%. A dependência externa em energia agrava-se durante a década de 50, na área de petróleo, por exemplo esta dependência ultrapassa 80%.

Este quadro energético, aliado ao processo de industrialização em curso, fez com que o Estado brasileiro conduzisse uma política para o setor energético, tendo em mente a identificação de recursos capazes de dotar o país de instalações e capacidade de produzir localmente insumos e os equipamentos necessários a suprir à demanda de energia resultante da industrialização.

Todavia, é na década de 50 que os investimentos governamentais na área tomam maior peso e na qual se definem importantes diretrizes para área industrial, as quais tiveram importância fundamental para a definição do padrão atual de consumo energético. Neste período criaram-se a Petrobrás e empresas de energia elétrica, como por exemplo, a Companhia Hidroelétrica do São Francisco-CHESF e Companhia Elétrica de Minas Gerais que viriam no início da década de 60 a se estruturar em torno da Eletrobrás. Ainda, nesta década ampliou-se a Companhia Siderúrgica Nacional-CSN e, criou-se o Banco Nacional de Desenvolvimento-BNDE que viria se revelar iniciativas governamentais decisivas à evolução industrial brasileira.

No segundo quinquênio da década de 50, acelera-se o crescimento industrial, acompanhado por grandes transformações na estrutura produtiva, através da expansão dos bens de consumo duráveis, representado principalmente pelos produtos automotivos e eletrodomésticos.

O esforço de industrialização neste período teve como principal elemento propulsor o Plano de Metas, cujos objetivos básicos consistiam na integração e complementação da estrutura industrial e a adequação da infra-estrutura em transportes e energia, ao grau de desenvolvimento econômico do país. A eletricidade e o petróleo tornaram-se as fontes energéticas básicas da indústria nascente. Na época eram insumos energéticos abundantes e baratos.

Na área elétrica, devido a necessidade de vultosos recursos, longos períodos para maturação dos investimentos e baixa rentabilidade, o Estado aumenta enormemente sua atuação direta, de forma a viabilizar as atividades industriais; o mesmo já havia ocorrido na área petróleo.

Ressalte-se que a ampliação da base industrial foi obtida mediante a concessão de fortes incentivos ao capital nacional e estrangeiro e, em alguns casos, através da ação direta do Estado, quando o vulto dos investimentos iniciais e a baixa rentabilidade do empreendimento representavam fatores de desestímulo à iniciativa privada. Na divisão de tarefas entre os capitais nacional e o externo, coube à empresa estrangeira, mediante aporte de capital e tecnologia, atuação nos ramos mais dinâmicos da economia, como o químico, material de transporte elétrico, metalurgia e de comunicações. A iniciativa privada nacional concentrou-se nos segmentos tradicionais da estrutura industrial, como a indústria têxtil e alimentos, e alguns segmentos do ramo de autopeças.

Na década de 60, o suprimento de energia elétrica é atingido pelo aumento contínuo da demanda, devido o rápido processo de industrialização e urbanização, observado nos anos 50, principalmente no sul e sudeste do país. Neste momento, existia um total desconhecimento do potencial hidráulico do país.

Neste sentido, a opção que o país fizera pela hidroeletricidade no final do século passado e início deste era posta em dúvida para o futuro. O longo prazo da maturação do projetos hídricos, aliado ao total desconhecimento do real potencial hidráulico dos rios e de estudos energéticos mais aprofundados que permitissem a escolha de projetos hidroelétricos adequados traziam fortes dúvidas sobre o futuro desta fonte. Assim, no curto prazo, apontavam-se como saída as termoelétricas, que além de custos menores, poderiam ser implantadas próximas aos parques industriais e com rapidez, contando com um combustível barato - óleo combus-

tível -. Entretanto, com a criação do Comitê Coordenador dos Estudos Energéticos, cujo objetivo era conhecer melhor as potencialidades hidráulicas brasileiras e a contratação do consórcio Canadense-Americano-CANAMBRA, que forneceu informações de custos entre várias fontes energéticas e do provável potencial hídrico do país, acabou-se optando primordialmente pela expansão do parque de hidroeletricidade (Sicsu, 1985).

Ao longo da década de 60, o Brasil acentua a exploração da hidroeletricidade, tornando-se vulnerável em energia externa, no caso o petróleo. A Petrobrás, após relativo insucesso dos seus primeiros anos em prospecção, passa gradativamente a deslocar seu investimento para o refino e transporte. A partir de 1968, a política de auto-suficiência petrolífera perseguida desde os anos 30, foi substituída por outra, cuja linha diretriz era o ajustamento do setor energético às condições vigentes no mercado internacional. Esta diretriz acabou levando ao quase abandono da prospecção, visto que o mercado internacional podia oferecer petróleo barato e abundante. Como consequência dessa estratégia, a produção brasileira de petróleo vai permanecer praticamente estagnada até 1979, por ocasião do segundo choque do petróleo.

Não obstante os grandes investimentos na área energética, o país entre 1962 e 1967 apresenta um declínio substancial de crescimento da economia, tendo a taxa média anual de expansão do PIB caído para 3,7%, enquanto o crescimento industrial atingiu uma taxa de 3,2%; bastante inferior aos 10% ao ano registrado entre 1950 e 1962.

A sustentação de um nível de investimento que viesse a assegurar a manutenção da taxa de crescimento ocorrida entre 1950 e 1962, viu-se limitada por problemas relacionados com a estrutura de demanda e de fontes de financiamento. Os problemas com a demanda residiam na estrutura de distribuição de renda extremamente concentrada, ao mesmo tempo em que as fontes de financiamento, através de emissões e déficits públicos, perderam sua funcionalidade depois que a inflação passou a se intensificar.

Com os governos militares a partir de 1964, implementou-se uma política econômica que objetivava reduzir a inflação, buscar novos mecanismos de financiamentos que, simultaneamente com as reformas no mercado de capitais e da legislação do capital estrangeiro tentava alavancar o setor industrial. O governo federal lança mão de incentivos fiscais com a orientação para aplicação regional e setorial, na medida em que concentra a arrecadação. Estimula também mecanismos de crédito ao consumo, destinados a aumentar a demanda de bens e conseqüentemente levar a um maior aproveitamento da capacidade instalada do setor industrial.

Entre 1968 e 1973, a economia brasileira apresentou elevadas taxas de crescimento. Estava, nesse período ocorrendo o

chamado " milagre " sob os auspícios do I Plano Nacional de Desenvolvimento. O PIB crescia a uma taxa média de 11,5 % ao ano, a inflação é reduzida e o resultado do balanço de pagamentos permitiu a acumulação de reservas da ordem de US\$ 6,4 bilhões em 1973, por exemplo. Várias foram as razões que contribuíram para o crescimento industrial nesse período. Internamente, tem-se do lado da oferta, a existência de ociosidade da capacidade produtiva industrial e, pelo lado da demanda, a adoção de medidas de políticas fiscal e monetária expansionistas, das quais decorrem a explosão do consumo de bens duráveis, particularmente os automóveis e eletrodomésticos. Destaca-se também, a criação do Banco Nacional de Habitação que fomenta a construção imobiliária no país, através da captação de recursos a médio/longo prazos no sistema financeiro, como por exemplo as cadernetas de poupança. Externamente, a expansão da exportação é estimulada através de uma grande desvalorização cambial em 1968, seguida da adoção do sistema de mini-desvalorizações de acordo com a inflação, bem como da criação de incentivos, subsídios e programas especiais para este fim. Nessa época o comércio mundial esta plenamente aquecido, o que viria a facilitar a inserção brasileira no mercado internacional.

Ainda nesse período, ocorre a retomada do investimento público, principalmente na infra-estrutura elétrica; mediante recursos externos e aumentando o montante do endividamento externo que passou de US\$ 3,9 bilhões, em 1968, para US\$ 12,6 bilhões em 1973. O crescimento industrial do período 1968 e 1973 foi marcado por grandes desequilíbrios setoriais, decorrentes do atraso de crescimento da produção de máquinas, equipamentos e bens intermediários em relação aos setores de bens de consumo duráveis não duráveis e da construção civil. Como consequência, verificou-se acelerado crescimento das importações de bens intermediários e de capital, em proporção muito superior à produção doméstica, fato que o governo federal tenta minimizar através do II Plano Nacional de Desenvolvimento-PND.

O II PND, propunha a redução da vulnerabilidade externa do Brasil, não somente em termos da fabricação local de bens de capital e intermediários, como também o equacionamento do problema da dependência externa em energia. Uma vez que, até então a política energética esteve centrada na busca da auto-suficiência no refino, fato que veio a aumentar ainda mais a vulnerabilidade do país em energia externa, sobretudo a partir do primeiro choque do petróleo em 1973.

Após 1973 com o primeiro choque de petróleo e a consequente elevação dos preços das matérias primas no mercado internacional, o crescimento industrial brasileiro sofre nitido processo de desaceleração da performance apresentada no período entre 1968 e 1973.

Entretanto, apesar do agravante da situação econômica do país, os níveis de investimentos no setor industrial continuaram elevados, sobretudo pela existência de reservas e pela ação estruturadora do Estado com o II Plano Nacional de Desenvolvimento-PND e a manutenção do modelo de desenvolvimento com endividamento que se passou a adotar. Com o II PND o Estado articula investimentos públicos e privados nas indústrias de bens intermediários, como a siderurgia, metalurgia dos não ferrosos, química, petroquímica, fertilizantes, cimento e papel e celulose e; bens de capital como equipamentos mecânicos, elétricos e de comunicações, bem como na infra-estrutura energética. Estes investimentos buscavam complementar a estrutura industrial brasileira e incrementar as exportações, notadamente, através dos insumos intermediários iniciada em meados da década de 60 (Suzigan, 1987).

A partir de meados da década de 70, a tentativa governamental de conciliar a sustentação da taxa de crescimento do nível de atividade, com a reversão da inflação e o reestabelecimento do balanço de pagamentos, imprimiu à política econômica um caráter de curto prazo. De uma forma geral prevaleceu neste período a ótica expansionista do II PND o qual, contemplando grandes investimentos nas áreas de insumos intermediários e de bens de capital, gerou fortes pressões sobre o balanço de pagamentos e a taxa inflacionária.

Na área energética, no curto prazo elevaram-se os preços dos derivados de petróleo e para o médio e longo prazo, introduziram-se o Programa Nacional do Alcool-PROALCOOL, os contratos de risco para a prospecção de petróleo, o acordo nuclear com a Alemanha e o incentivos ao carvão nacional, visando sua maior penetração na indústria através do PROCARVÃO.

Por outro lado, é importante observar que embora os ramos industriais de bens de capital e insumos intermediários tenham se expandido, não conseguiram desempenhar papel dinâmico para a economia, necessitando, portanto, de investimentos estatais para a sua manutenção. Exemplo deste fato, foi o projeto Grande Carajás, através do qual o governo federal imaginava minimizar os problemas da dívida externa, que evolui de US\$ 17,2 bilhões em 1974 para aproximadamente US\$ 64,2 bilhões, em 1980.

Nesse momento o país já começa a apresentar sintomas graves de uma crise econômica, que seriam agravados pelos equívocos da concepção de alguns grandes projetos (IPEA/IFLAN, 1990), como o da Açominas, Companhia Siderúrgica Tubarão, Caraíba Metais, Alcanorte e Petromisa, entre outros. Como também pelos programas de investimento em obras de infra-estrutura energética, que não foram racionalmente reformulados em função das tendências de crescimento da economia e do surgimento das restrições financeiras a partir do final da década de 70, elevando os custos de-

vido à extensão dos cronogramas.

No governo Figueiredo, concomitantemente com a elevação da inflação, que atingiu em 1979 cerca de 69%, e aumento substancial da dívida externa, que ultrapassou a barreira dos US\$ 49 bilhões, ocorreu o segundo choque do petróleo e a elevação abrupta das taxas de juros internacionais (tabela 1.1), fatores que viriam criar problemas de ajuste de curto e longo prazos, notadamente o desequilíbrio no balanço de pagamentos. Fatos que obrigaram a uma nova reorientação na política de desenvolvimento do país.

Tabela 1.1 Dívida externa, taxa de juros e preços do petróleo

Ano	Dívida externa bruta(US\$bilhões)	Taxa média de juros(%)	Preço do petróleo (US\$/b)*
1973	12.6	8.3	3.88
1974	17.1	5.5	12.55
1975	21.2	8.7	12.27
1976	26.0	9.3	12.97
1977	32.0	8.5	13.51
1978	43.5	8.5	13.65
1979	49.9	10.4	18.36
1980	53.8	13.4	30.72
1981	61.4	17.0	36.59
1982	70.2	17.1	35.23
1983	81.3	12.4	31.93
1984	91.1	12.9	30.88
1985	95.9	11.3	29.70

Obs: * preços em US\$ 1973

Fonte: Banco Central do Brasil; BEN, ano base 1987

Neste contexto, a questão energética ganha relevância, sobretudo face ao fracasso dos contratos de risco, inviabilização do acordo nuclear com a Alemanha, devido ao alto custo do KW gerado comparativamente a hidroeletricidade, o PROCARVAO não ter atingido os objetivos esperados. Assim, tendo em vista minimizar o volume de recursos canalizados para a importação de petróleo, a Petrobrás intensifica a atividade de prospecção, procura-se deslançar o PROALCOOL e lança-se o Modelo Energético Brasileiro-MEB, cujas linhas básicas eram promover a conservação de energia e substituição de certos usos de derivados na indústria, e o aumento da produção e reservas nacionais de petróleo e gás natural. Os investimentos em prospecção de petróleo quase dobra entre 1978 e 1982, passa de US\$ 1,7 bilhões para US\$ 3,1 bilhões. Como medidas complementares, são suspensos os subsídios ao óleo combustí-

vel e é estabelecido o critério de cotas às indústrias e cria-se o programa de eletrotermia. O setor industrial responde com uma redução drástica no consumo de óleo combustível, em contrapartida, aumenta substancialmente o consumo de eletricidade.

Em termos econômicos, as altas taxas reais de juros obrigaram o país a depender menos de empréstimos externos para financiar o desenvolvimento e incrementar as vendas externas de forma a manter o coeficiente estoque da dívida/exportações nos mesmos níveis dos anos 70 quando as taxas de juros eram extremamente baixas. Desta forma, priorizou-se a exportação de manufaturados e a contenção das importações visando a geração de saldos comerciais crescentes para honrar o serviço da dívida externa. Vale destacar que os preços reais da maioria dos metais, minerais e produtos primários não combustíveis, base de exportação do país, permaneceram em declínio ao longo dos anos 80, excetuando 1988, quando ocorreu uma recuperação dos preços dos metais (Banco Mundial, 1989, p.12).

Entre 1981 e 1984, o país atravessa um período recessivo, face à implementação de políticas de ajuste. O PIB em 1981 caiu -4,4%, praticamente não cresce em 1982, 0,6%. Diminui novamente em 1983, quando atinge -3,4%, cresce em 1984, atingindo 5,3%. Neste período, o país passa a exportar capital líquido na forma de juros. Adota-se rigorosas medidas econômicas em 1983, conforme orientação do Fundo Monetário Internacional-FMI. Nesse contexto, proliferam medidas protecionistas às exportações, através de isenções e subsídios, que entre outros gravames, contribuem para o surgimento de focos inflacionários, déficit público e a queda da eficiência do setor industrial.

Por ocasião da instalação da "Nova República" em 1985, apesar do crescimento do PIB, cerca de 8,0%; a inflação continua em alta, atinge 235 % ao ano. Tendo em vista a crescente escalada da inflação, em 1986, o governo implanta o "Plano Cruzado" congelando preços e salários, propiciando ganhos reais de salários e a expansão da demanda interna. O PIB cresce 7,6%, no entanto, a dívida externa eleva-se e atinge US\$ 95,9 bilhões.

Entre 1987 e 1988, a inflação, face ao malogro do "Plano Cruzado" e do "Plano Bresser" subsequente, continua crescendo, atingindo, respectivamente, 415,8% e 933% a.a.. O PIB por seu turno, cresceu apenas 3,5% em 1987 para cair a -2,4% no ano de 1988. Em 1987, Brasil decretava a moratória do pagamento de juros da dívida externa e ao fim de 1988 atingia-se um saldo de US\$ 19 bilhões na balança comercial.

Apesar de iniciar-se 1989 com um bom desempenho das exportações, a nível interno a inflação continua com sua tendência de alta. O governo lança o "Plano Cruzado Novo", que rapidamente

mostrou-se ineficaz, após um ligeiro declínio a inflação volta a crescer, atingindo um patamar de 50% ao fim do ano. Surgia assim a chamada "ciranda financeira" e a completa indexação dos preços e salários. No entanto, apesar da conjuntura, verifica-se em 1989, um crescimento do PIB da ordem de 3,3%.

Desde então, têm-se observado políticas de curtíssimo prazo, como, por exemplo, o "Plano Brasil Novo" do Governo Collor. O referido plano caracterizou-se por bloquear mais de 70% dos ativos financeiros da sociedade e pela ausência de estratégias globais de médio e longo prazos para a economia, especialmente para o setor industrial, o qual apresentou em 1990 taxa negativa de crescimento, cerca de -4,4%, próxima à taxa de variação do PIB cerca de -4,6%.

Diante de tal conjuntura, o setor industrial aprofundou ainda mais sua crise, afetando substancialmente a sua competitividade, sobretudo em termos mundiais, bem como a sua eficiência desde a utilização dos insumos energéticos quanto da qualidade do produto final.

Em termos energéticos, excetuando os avanços da Petrobrás na prospecção, nada foi realizado para adequar-se a matriz energética nacional, frente aos graves problemas econômicos enfrentados pelo país, sobretudo, devido à escassez de recursos para novos investimentos na infra-estrutura energética.

1.3 CONDICIONANTES ENERGETICOS

O desempenho da economia brasileira e a evolução do processo de industrialização do país estiveram historicamente vinculados ao Estado, que desempenhou um papel propulsor para a estruturação e consolidação da atual base industrial, bem como ao apórtre de recursos de agências de fomento, bancos multilaterais e privados, sobretudo nas duas últimas décadas.

Para os anos 90, todas as evidências apontam para a permanência de baixos fluxos de capital para os PVDs, acentuando, a grande dificuldade da alavancagem do crescimento econômico brasileiro com capital externo, uma vez que as agências de fomento e bancos multilaterais, exigem o pagamento dos juros de dívidas contraídas nas décadas passadas, para aí pensarem em novos desembolsos. Dessa forma, evidencia-se a necessidade de os PVDs adotarem políticas que aumentem a poupança interna e permitam o uso mais eficiente dos recursos financeiros, naturais e energéticos.

Diante deste quadro, a ampliação da oferta energética poderá estagnar-se pela falta de investimentos, comprometendo o crescimento no médio e longo prazos, requerendo ações no sentido

do uso racional da energia de forma a se buscar a otimização e os instrumentos necessários para a atuação na área energética; seja na projeção do consumo ou no subsídio ao planejamento da oferta, bem como, na identificação de potenciais de conservação e mercados para fontes alternativas. Nesse sentido, dentro do processo de industrialização, a questão energética e o seu planejamento adquire papel crucial na retomada do crescimento econômico, pois a análise da evolução recente da relação nível de atividade e o consumo energético industrial, aponta uma elevação desta relação, comparativamente, aos países industrializados, mesmo em uma conjuntura recessiva como foi os anos 80, demonstrando a necessidade de atuação não só pelo lado da oferta, mas também pela ação eficaz sobre a demanda ¹ através de uma política racional.

No período pré década de 70, o marco para o setor industrial foi sem dúvida o Plano de Metas, através do qual o Estado mobilizou todas as suas forças, articulando o capital privado nacional, estrangeiro e o próprio Estado entrando em áreas estratégicas, como a energética.

No decorrer das décadas de 70 e 80, o crescimento industrial e o consumo energético refletem a influência de um conjunto de fatores associados à reestruturação e consolidação do parque industrial, às oscilações do processo de desenvolvimento econômico do país, e aos efeitos de alguns esforços de conservação e substituição de energia, a partir do lançamento do MEB. Sob os impactos dos choques de petróleo implementou-se uma política energética que buscava a auto-suficiência e diversificação das fontes primárias de energia, principalmente a substituição do petróleo importado, de modo a garantir-se o crescimento econômico apesar dos altos custos envolvidos e dos volumes crescente de subsídios.

O principal resultado dessa política, pode ser observado na redução da dependência em relação ao petróleo, que caiu de 90,7% em 1973 ², para cerca de 48,7% em 1990 ³. Para tanto investiu-se pesadamente em energia, que em relação ao Produto Interno Bruto, evolui de 2,8 % ao ano entre 1971 e 1973, para cerca de 5 % em 1982, declinando a partir daí para cerca de 3 % em 1987 (IPEA/IPLAN, 1990).

¹ Utiliza-se como sinônimo Consumo e Demanda de energia, sabendo-se que a demanda, tal como é concebida na literatura econômica, não expressa necessariamente todas as necessidades de energia.

² Balanço Energético Nacional, ano base 1988.

³ Balanço Energético Nacional, ano base 1990.

Deve ser ressaltado, que a área elétrica foi a mais contemplada com investimentos, fato que esta intimamente ligado às metas do II PND que entre outros objetivos visava no curto prazo ampliar a base industrial com a produção de bens intermediários, notadamente eletrointensivos, de forma a substituir importações da química pesada, siderurgia, metais não ferrosos e minerais não metálicos, bem como intensificar exportações de celulose, ferro gusa, ferroligas, alumínio e aço.

A viabilização dos bens intermediários através do II PND, foi um dos fatores que levaram o setor elétrico a contrair uma dívida da ordem de US\$ 30 bilhões, o que correspondia, a mais de 25% ⁴ da dívida externa brasileira em 1988, da ordem de US\$ 103 bilhões.

No setor industrial as diretrizes básicas dessa política levaram a uma redução acentuada no consumo de derivados de petróleo, aumento significativo da participação da eletricidade e a resultados pouco favoráveis com o carvão energético e lenha.

Do total do consumo final de energia do setor industrial, os derivados de petróleo diminuíram sua participação de 27,5% em 1979, para apenas 9,8% em 1990. De forma semelhante observa-se diminuição substancial do consumo de derivados de petróleo nos ramos industriais metalúrgico e de papel e celulose no mesmo período (tabela 1.2). A modificação da matriz energética do setor industrial, foi resultado, sobretudo, de programas de substituição e conservação de energia implementados após o segundo choque do petróleo.

No caso da eletricidade, sua produção elevou-se de um patamar de aproximadamente 126 TWh em 1979, para cerca de 222 TWh em 1990, representando um crescimento de 76% no período, reflexo sobretudo, do aumento no consumo de eletricidade pelo setor industrial. Neste período, o consumo de eletricidade pelo setor industrial cresceu 80%, alavancado pelos consumos dos ramos metalúrgico e de papel e celulose, que agregados elevaram seus consumos em 102%. Vale salientar que em 1990, a eletricidade participava com quase 50% do consumo final de energia desses dois ramos industriais, conforme pode ser observado na tabela 1.2.

Saliente-se que o processo que possibilitou a constituição do parque industrial do país, caracterizado por níveis elevados de protecionismo e busca generalizada da auto-suficiência interna, foi complacente com ineficiências estruturais, com níveis de produtividade inferiores aos padrões internacionais e heterogeneidade técnica, que gerou deficiências para o desenvolvimento tecnológico e a elevação do consumo energético.

⁴

Tal situação, aliada à indefinição de política para área industrial neste início de década, é preocupante na medida em que contrasta com a evolução bastante favorável da maior parte dos países desenvolvidos, onde estão em gestação transformações que tendem a afetar o desempenho da economia brasileira e o seu parque industrial.

Tabela 1.2 Participação dos derivados de petróleo e eletricidade, no consumo final de energia do setor industrial e nos ramos metalúrgico e de papel e celulose, em %

Setor/ Ramo	1979		1990	
	Der.petróleo	Eletricidade	Der.petróleo	Eletricidade
S.Industrial	27,5	37,8	9,8	49,1
R.Metalúrgico*	11,5	42,6	3,4	50,6
R.Pap.Celulose	33,4	39,7	10,7	43,4

* agregado: ferro gusa e aço, não ferrosos e ferroligas

Fonte: Balanço Energético Nacional, ano base 1990.

Entre estas transformações, pode-se destacar o fortalecimento de medidas protecionistas em mercados importantes para as exportações brasileira, como o americano; a formação dos chamados blocos econômicos, que potencializam investimentos para a sua órbita e incorporações tecnológicas que, entre outras consequências, comprometem as condições de competitividade brasileira, baseadas em recursos naturais e disponibilidade e custos de mão de obra.

A crescente inserção no mercado internacional, praticamente esgotou-se quando do término da implantação dos projetos previstos no II PND. Tal esgotamento aliado à constatação de que uma política de substituição de importações não se constituirá na base do desenvolvimento futuro, leva à discussão de quais serão os objetivos que deverão nortear a política de desenvolvimento do país, permitindo a continuidade de seu crescimento. Para que tal objetivo seja atingido ocorre a necessidade de superação de diversos gargalos de infra-estrutura e, sem dúvida, a área energética aparece como a mais relevante.

Atualmente a inserção brasileira na economia mundial é muito vulnerável pois ainda se baseia, em larga escala, nos produtos primários e recursos naturais. No caso dos recursos minerais identificam-se dois agravantes. O primeiro diz respeito aos

ramos industriais que processam recursos naturais, uma vez que estes se caracterizam por apresentarem elevados prazos de maturação de novos investimentos, o que compromete as perspectivas de manutenção, do ritmo exportador atual, nos próximos anos, particularmente pela falta de recursos para ampliações. O segundo relaciona-se com aqueles ramos industriais intensivos não só em energia, como também em matéria prima e, além disso agressivos ao meio ambiente, com a característica de que os preços praticados no mercado internacional, quase sempre, não cobrem esses dispêndios e muitas vezes sequer remuneram os investimentos realizados na criação da infra-estrutura.

Nos próximos capítulos, buscou-se a partir de uma análise retrospectiva, estudar a questão energética no âmbito industrial, vis-a-vis com o crescimento do nível de atividade do país nas últimas duas décadas. Para tanto, equaciona-se e relaciona-se parâmetros energéticos, econômicos e sociais, objetivando o entendimento qualitativo e quantitativo das inter-relações entre energia, indústria e economia. Não obstante, a relevância da análise do setor industrial de forma global, o enfoque principal é dado para os ramos industriais de papel e celulose e metalúrgico⁵ - correspondendo ao agregado ferro gusa e aço, não ferrosos e ferroligas -, tendo em vista a questão da racionalização energética e o questionamento da validade da inserção brasileira no mercado internacional através de produtos com alto conteúdo energético. Acrescenta-se que a análise da evolução recente desses ramos industriais, possibilita o entendimento do papel governamental no processo de industrialização, uma vez que, cabe ao governo, estabelecer regras básicas a serem seguidas de forma a defender os interesses do país.

5

O ramo metalúrgico engloba os segmentos: ferro gusa e aço, não ferrosos e ferro-ligas. A classificação de gêneros industriais do IBGE não coincide com a classificação de setores ou ramos da indústria utilizado no Balanço Energético Nacional. Para execução deste trabalho e tornar os dados comparáveis, reagruparam-se os ramos industriais da seguinte forma:

FIBGE	BEN
1. Metalurgia	1. Ferro gusa e aço Não ferrosos Ferroligas
2. Papel e Papelão	2. Papel e Celulose

1.4 BIBLIOGRAFIA

ALCOFORADO, F. A atual crise energética do Brasil e seus impasses estruturais In: Revista Brasileira de Energia, v.1, 1990.

Balanco Energético Nacional, vários anos.

Banco Mundial, Relatório de desenvolvimento, 1989, p.12

Banco Central, Relatório anual, vários anos.

CALABI, A.S. et alii. A Energia e a Economia Brasileira, FIPE/Pioneira, 1983.

CASTRO, A.B. et alii. Economia Brasileira em Marcha Forçada, Editora Paz e Terra, 1989.

Companhia Vale do Rio Doce, Relatório anual, 1986.

Conselho Nacional do Petróleo-CNP, Anuário Estatístico, 1988.

Estado de São Paulo, 13/11/1990, p. 15; 25/10/1956.

FONSECA, E.G., Energia e a Economia Brasileira. In : Revista Econômica Política, v.7, n.1/1987.

FURTADO, A.T.- Energia e Desenvolvimento no Brasil. In : Anais do Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, Campinas, UNICAMP/1989.

- As Grandes Opções da Política Energética Brasileira: O Setor Industrial de 1980 a 1985. In: Revista Brasileira de Energia, v.1, n.2, 1990

Informativo da Dívida Externa, n.21, julho/1989, Porto Alegre, RS.

IPEA/IPLAN - Prioridades e Perspectivas de Políticas Públicas, volume 1, 1989.

- Prioridades e Perspectivas de Políticas Públicas, volume 2, 1990.

- Energia: Problemas e Perspectivas, Agosto/1988.

- LIMA, J. L. et alii. Aspectos da Evolução Institucional do Setor Energético no Brasil: 1930 a 1964. In: Revista Estudos Econômicos, 1981, n.23/34.
- Observatoire de L'Energie, Les Chiffres Cles de L'Energie, Edition 1990, DGEMP, Paris, France.
- ONU, Anuário Estatístico da América Latina Y El Caribe, 1989.
- PACY, A.& GARCIA, V. Política Industrial e Energia, quinze anos após primeiro choque do petróleo. In: Revista Brasileira de Energia, v.1, n.3, 1990.
- PERCEBOIS, J., Economie de l'Energie, Cap. 1, - Paris/1989.
- RAMOS, F. Conservação de energia e política de exportação de metais básicos. In: Rev. São Paulo Energia, Ano VI, n.55, Agosto/1989, p. 3 a 12.
- ROVERE, E.L. et alii, Economia & tecnologia de Energia, COPPE/UFRJ, FINEP, Ed.Marco Zero, 1988.
- Secretaria de Desenvolvimento Industrial-SDI/MIC, Anuário Estatístico do Setor Metalúrgico, 1989.
- SICSU, A. B. "A questão energética no contexto do desenvolvimento brasileiro", tese de doutorado apresentada ao Instituto de Economia/UNICAMP, 1985.
- SUZIGAN, W., Indústria Brasileira: Perspectivas de Crescimento Acelerado, In: Revista de Economia Política, v.7, n.1, 1987.
- VERNETTI, J. C. et alii. Energia e Política de Industrialização. In: Anais V Congresso Brasileiro de Energia, R.Janeiro, 1990.
- ZYLBERSTAJN, D. & Geller, H.S. Energy-intensity trends in Brazil In: Annual. Rev. Energy Environ, 1991, p.179 a 203.

CAPITULO 2

CONSIDERAÇÕES SOBRE AS FORMAS DE ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA

2.1 INTRODUÇÃO

A questão energética e as suas políticas exigem uma profunda investigação sobre a utilização da energia nas várias atividades econômicas, de forma subsidiar a elaboração do planejamento energético. Não há como formular uma política energética consistente, sem o conhecimento do consumo passado e sem a execução de algum exercício de análise dos principais determinantes que podem afetar os dispêndios energéticos dessas atividades.

No caso do setor industrial, sabe-se "a priori" que um bom planejamento minimiza as perdas de recursos que afetam as possibilidades de expansão do capital, justificando-se assim, a necessidade de redução das perdas e a adoção de políticas que privilegiem a eficiência no uso dos recursos energéticos.

A partir das duas crises energéticas da década de 70 e a consequente elevação abrupta dos preços internacionais do petróleo, verificou-se uma ruptura nas possibilidades de crescimento continuado da atividade industrial nos moldes até então empregados. O insumo energia tinha importância periférica no contexto de viabilização do crescimento econômico dos países, tanto na estrutura de custo quanto nos preços finais dos produtos industriais.

O Brasil, não se ajustou a esta nova conjuntura de forma imediata, como ocorreu com a maioria dos PDs. Isto só viria a ocorrer após o segundo choque, em 1979. Ao longo da década de 70 e início da de 80, o país continuou incorporando a idéia errônea de que a correlação Consumo de Energia e Produto crescia à medida que o país atingia maiores graus de industrialização (Goldemberg, 1979) e impulsionava a implantação e a expansão de ramos industriais energo-intensivos.

Com o agravamento dos problemas econômicos e energéticos do país após o segundo choque do petróleo, começou-se a deixar de utilizar métodos econométricos para analisar e fazer previsões de consumo de energia. Estes métodos extrapolam para o futuro as tendências observadas no passado. Atualmente, os métodos econométricos são mais utilizados para análises de curto prazo e, dependendo das circunstâncias agrega-se nas análises a técnica de cenários.

Após o primeiro choque do petróleo e, sobretudo nos PDs, novos modelos onde as oscilações de preços de energéticos fosse captada, fornecendo respostas mais factíveis ao planejamento através de um melhor equacionamento das ligações entre energia e economia, começam a serem adotados.

Nesse sentido, a escolha da modelagem adequada e a sua aplicabilidade para a análise do consumo de energia industrial, passa necessariamente pelo entendimento de alguns aspectos que possibilitam a ligação energia e economia.

2.2 AS LIGAÇÕES ENTRE ENERGIA E ECONOMIA E, OS MODELOS

2.2.1 Elementos Energéticos e Econômicos

Os principais elementos que devem ser equacionados de forma a se relacionar economia e energia tendo em vista analisar a relação consumo de energia e crescimento econômico, estão apresentados a seguir.

O Produto Nacional Bruto-PNB representa o nível de produção do país, definido como as despesas com o consumo pessoal, as compras governamentais de bens e serviços, a formação bruta de capital fixo das empresas e do governo e do saldo líquido das exportações menos importações de bens e serviços. O Produto Interno Bruto-PIB é obtido a partir do PNB subtraído as remessas de capitais enviada ao exterior, oriunda de investimentos estrangeiros no país. O Produto setorial decorre da desagregação do PIB total do país, e demonstra em quais atividades econômicas o produto está sendo gerado (PIB industrial, agrícola, etc).

O Valor Agregado ou Adicionado bruto-VAB de um ramo industrial ou indústria é obtido através do valor bruto da produção - valor monetário da venda efetiva das mercadorias produzidas pelo ramo ou indústria - subtraído do valor dos insumos industriais - matéria prima, energia, etc - e dos gastos para adquirir insumos de serviços - transportes, aluguéis, seguros, empréstimos, etc - (Miglioli, 1989). O Valor Agregado ou Adicionado líquido-VAL, de um ramo industrial ou indústria é obtido subtraindo-se do Valor Agregado Bruto os dispêndios com mão de obra (salários e encargos) e a depreciação do capital fixo.

A Formação Bruta de Capital Fixo-FBCF, representa o nível de investimento concretizado num dado período de tempo. Se na FBCF agregar-se as variações de estoques, tem-se o investimento bruto. Por outro lado, se da FBCF deduzir-se o valor da depreciação, tem-se o investimento líquido. A FBCF pode ser dividida em

investimentos governamentais representados pela poupança do Governo em conta corrente mais o saldo do balanço de pagamentos e investimentos privados representados pela poupança bruta da iniciativa privada (Miglioli, 1989).

Outro elemento fundamental a se considerar são as unidades de medida de energia pois, dependendo da referência, as mesmas podem levar a grandes distorções na análise do seu consumo.

Existem normas internacionais que regulamentam sua especificação, através de inúmeros parâmetros, de forma a expressar as quantidades de energia contida nas fontes energéticas em uma unidade comum de medida. Embora no Sistema Internacional o "Joule" seja a unidade básica de energia, utiliza-se mundialmente a tonelada equivalente de petróleo-tEP, dado que o petróleo é a fonte energética predominante.

Vale salientar que existem dois conceitos que podem ser empregados para a contabilização energética. O primeiro, denominado de equivalente calórico, faz a homogeneização das diversas fontes de energia levando-se em conta a quantidade de calor que elas podem produzir - balanço de energia - e o conceito do equivalente trabalho, onde considera-se a quantidade de trabalho que uma determinada fonte energética é capaz de realizar - balanço de exergia.

A metodologia empregada pelo Balanço Energético Nacional-BEN, principal base de dados para este trabalho, considera o equivalente calórico - energia final -. Nesse sentido, à exceção do álcool e da eletricidade, todos os demais insumos energéticos são convertidos para tEP levando-se em conta o Poder Calorífico Superior-PCS ¹ do petróleo consumido no país, que é de aproximadamente 10.800 Kcal/Kg ². Na conversão do álcool e eletricidade para tEP, consideram-se os rendimentos para suas gerações em centros de transformação ³.

¹ _____

Poder calorífico superior é o total calor gerado quando determinada quantidade de um combustível é completamente queimado. Poder calorífico inferior é a quantidade de calor resultante da reação de combustão da amostra, descontada a quantidade de calor necessária para evaporar a água formada na combustão.

² _____

O petróleo padrão utilizado internacionalmente possui um poder calorífico da ordem de 10.000 Kcal/kg.

³ _____

Centros de transformação, locais onde são realizadas as conversões da energia para sua forma final de utilização, uma vez que, quase sempre a energia não é disponível diretamente.

2.2.2 Condicionantes para a escolha da modelagem

Não obstante a ampla utilização das eficiências termodinâmicas, principalmente a da segunda lei, nas análises técnicas de equipamentos industriais e seus respectivos consumos energéticos, propiciando quantificações de conservação e indicações para eventuais substituições energéticas. Salienta-se que estas são excelentes medidas de engenharia, tendo em vista a análise de equipamentos e processos, sem, no entanto, proporcionar uma ligação direta com a economia.

Dessa forma, ao iniciar-se a verificação da modelagem que melhor avaliasse o consumo de energia do setor industrial, considerando tanto os aspectos energéticos quanto econômicos, surgiu o seguinte questionamento: quais seriam os determinantes do consumo de energia no setor industrial e como poderiam ser quantificados. A resposta tradicional a este questionamento é imediata. O consumo de energia relaciona-se com o nível de atividade econômica. De onde decorre uma das principais formas de se quantificar o consumo de energia, em termos econômicos - correlacionado-o com o PIB.

A correlação Consumo de Energia e o PIB, fundamenta-se nos conceitos de : elasticidade e intensidade energética, sendo que o último é aquele que relaciona componentes termodinâmicos com economia.

Entretanto, no setor industrial, o simples conhecimento do comportamento das elasticidades e da intensidade energética pode não ser instrumental suficiente para justificar alterações do consumo energético, levando muitas vezes à acentuada distorções da realidade.

As modificações na intensidade energética podem ser resultantes de fatores técnicos, econômicos e sociais (Araujo, 1989), destacando-se as mudanças :

i) no conteúdo energético - capital, trabalho e energia podem ser combinados em diferentes proporções, seja por decorrência de alterações nos seus preços relativos, de melhorias técnicas ou do progresso tecnológico -;

ii) na composição do produto ou estrutura industrial - aumento ou redução de um ramo no produto total pode alterar a intensidade energética total de acordo com a intensidade desse ramo -; e

iii) no nível de atividade - alterações no nível de atividade podem não resultar em variações proporcionais no consumo de energia, principalmente em períodos pequenos.

Considerando-se estes fatores, a análise quantitativa da relação Energia/PIB implica não somente se destacar ao máximo os fatores de natureza técnica ou econômica, como também é necessário determinar as possibilidades de interação entre eles.

Diante deste quadro, o entendimento do processo de evolução da intensidade energética no setor industrial brasileiro e, particularmente, nos ramos energo-intensivos metalúrgico e de papel e celulose, implicou na busca de uma modelagem que conseguisse distinguir, a partir da referida relação, o que é devido à deformação estrutural da produção, a mudanças técnicas, alterações nos preços relativos entre energéticos e às modificações de comportamento.

Nesse sentido, buscaram-se várias alternativas de modelos que são apresentados a seguir.

2.2.3 Modelos Econométricos

São modelos matemáticos que procuram relacionar os principais elementos estruturais que governam o consumo de energia. A característica fundamental desses modelos é quantificar os efeitos de preços, renda ou nível de produção no consumo energético, a partir de uma base econométrica.

A factibilidade dessas relações esta diretamente relacionada à qualidade das correlações estatísticas, frequentemente avaliada segundo testes convencionais do tipo R^2 , T Student, etc.

Tais modelos tomam em consideração variáveis explanatórias econômicas mensuráveis estatisticamente e que tiveram uma relação com o consumo de energia estatisticamente significativa. As possibilidades de desagregação são diretamente dependentes da precisão das observações estatísticas. No caso de sua utilização para o futuro, esbarra-se na limitação de se reproduzir as relações já observadas no passado.

Até o primeiro choque do petróleo, esses modelos foram muito usados e com relativo sucesso, dentro de um contexto de crescimento econômico regular e preços de energia estabilizados. Desde então as importantes modificações ocorridas na estrutura de consumo de energia, colocaram em cheque a validade desse modelos.

Por exemplo, Percebois (1989), argui a não constância de parâmetros econométricos, devido a mudanças na estrutura de produção e nos rendimentos dos sistemas energéticos, tanto no que se refere aos equipamentos, como também na eficácia das fontes energéticas utilizadas. Por outro lado, autores como Jaccard(1989) e Passeron(1987), buscaram explicações para as altera-

ções do consumo de energia em modelos econométricos, introduzindo novas especificações e variáveis, e análises complementares.

Do exposto, verifica-se que a utilização de um modelo de base puramente econométrica não deve fornecer resultados satisfatórios para a análise do consumo de energia, na medida em que não se consegue distinguir eventuais avanços tecnológicos, alterações na estrutura de produção e, sobretudo em face da intensidade depender de fatores, cuja estabilidade ao longo do tempo não pode ser assegurada.

Nesse trabalho utilizou-se o conceito de elasticidade de consumo, que matematicamente foi obtida a partir de método econométrico. Todavia, ressalta-se que a sua análise foi feita em conjunto com os resultados do método contábil de decomposição do consumo de energia, adotado.

2.2.3.1 Elasticidade do Consumo de Energia

A evolução comportamental de um dado parâmetro pode ser associada a um outro, ou mesmo a um conjunto de outros parâmetros. Uma exemplificação típica para a área de planejamento energético seria, por exemplo, a análise da correlação entre o consumo de energia e o indicador do nível de atividade de um setor econômico, região ou país.

Essa associação pode ser representada graficamente plotando-se em um diagrama bidimensional o conjunto de dados correspondente às observações feitas entre o indicador do nível de atividade (I) e o consumo de energia (E).

Uma equação poderia ser definida, relacionando esses dois parâmetros. A estimativa dessa equação é geometricamente equivalente a ajustar uma curva aos dados dispersos no diagrama. Isto é o que se chama regressão ⁴ de E (consumo de energia) sobre I (nível de atividade).

⁴ Se o modelo matemático associa uma variável dependente a uma única variável que explica seu comportamento, e por isso chamada variável explanatória, ou independente, tem-se uma regressão simples. Se a explicação do comportamento da variável dependente é feita em uma associação com duas ou mais variáveis explanatórias, tem-se um modelo de regressão múltipla.

Como modelo matemático simples, tal relação pode ser útil como descrição breve e precisa da correlação entre esses dois parâmetros, ou ainda como meio de estimativa do consumo de energia a partir da evolução do nível de atividade, desprezando-se o efeito de todos os demais parâmetros que afetam o consumo de energia. Entre os vários modelos propostos para relacionar estas duas variáveis, o mais difundido é o exposto a seguir ⁵ :

$$E = k * I^e$$

onde: E = Consumo total de energia
 I = Indicador de atividade econômica
 e = elasticidade do consumo
 k = constante

Se a estimativa da equação entre as variáveis dependente e independentes equivale geometricamente ao ajuste de uma reta entre os pontos, tem-se um modelo de regressão linear.

A maioria dos "softwares" estatísticos disponíveis para o ajuste e análise dessas regressões só são capazes de efetuar ajustes lineares, restando ao analista a alternativa de "linearizar" a relação matemática entre as variáveis quando a distribuição das observações claramente evidencia um comportamento não linear. Entre as várias alternativas para este fim, pode-se transformar o modelo apresentado na forma de logaritmica, conforme pode ser observado a seguir.

$$\ln E = e * \ln I + \ln k$$

onde: e = elasticidade do consumo de energia

Uma questão importante está associada à qualidade do ajuste, ou em outras palavras, à precisão com que o modelo matemático consegue reproduzir os dados da observação tomada como base para a definição da própria equação de ajuste. Este aspecto pode ser analisado através dos seguintes parâmetros :

⁵
 IDEE, 1987.

- i) Coeficiente de correlação múltipla - " R^2 ";
- ii) Grau de significância dos coeficientes da regressão - "t de Student";
- iii) Análise da variância da variável dependente - "F de Snedecor"; e
- iv) Análise de auto-correlação dos erros "Durbin-Watson-DW"

Outras alternativas de modelagem foram buscadas. Entre estas, escolheu-se o Modelo SIBILIN, uma vez que é aquele que parece fornecer as respostas mais factíveis no estudo da questão energética e da avaliação dos determinantes da evolução do consumo e do produto. O Modelo Sibilin, foi concebido por Patrick Criqui(1982) e empregado na análise dos impactos do primeiro choque do petróleo no consumo final de energia.

2.2.4 Modelo Sibilin

2.2.4.1 Introdução

A correlação que existia entre Consumo de Energia e o Produto Industrial passa a se enfraquecer a partir de 1973, com o primeiro choque do petróleo, para se tornar evidente através do segundo, em 1979. A aplicação do modelo Sibilin permite buscar as explicações para esta ruptura nos PDs e o seu crescimento na maioria dos PVDs.

Este modelo foi exposto por Zylberstajn(1987), a nível de setores econômicos, Araujo e Oliveira(1984), para ramos industriais e por Guerra e Bensusan(1989), para o setor agrícola do estado de São Paulo, e primordialmente por seu idealizador - Criqui, em estudo sobre os impactos dos choques de petróleo.

Essa modelagem possibilita o estudo da evolução da intensidade energética do PIB, a partir de um enfoque algébrico e não econométrico. Para tanto, isola os efeitos explicativos da variação do consumo de energia, permitindo minimizar as insuficiências da simples correlação do consumo de energia com o Produto Industrial.

A metodologia escolhida pertence à família dos modelos para decomposição de consumo, usa identidades para atribuir responsabilidades por variações no consumo de energia, pode ser uti-

lizada com níveis elevados de desagregação e é, antes de tudo, um método de análise e não um modelo (Araujo, 1988). Por outro lado, explica o consumo de energia não apenas pela evolução do Produto Industrial, mas também pelas mudanças na estrutura desse produto e do conteúdo energético de cada ramo industrial.

2.2.4.2 Detalhamento do modelo

No modelo, o consumo final de energia de um determinado ramo industrial i é calculado pela equação:

$$E_{Fi} = E_{Fi}/VA_i * VA_i/PI * PI \quad (1)$$

onde:

E_{Fi} = consumo energético no ramo industrial i

VA_i = Valor Agregado do ramo i

PI = Valor do Produto Industrial

As variáveis do modelo são, portanto :

- i) o conteúdo energético, E_{Fi}/VA_i ;
- ii) a estrutura produtiva, VA_i/PI ; e
- iii) o nível de atividade econômica do ramo industrial, PI .

Na medida em que se processa o crescimento econômico, tanto o conteúdo energético de cada ramo industrial quanto sua participação no produto se alteram, contribuindo para a evolução do consumo de energia. Desta forma, admite-se que a variação do consumo de energia de um ramo industrial i é devida à variação das três variáveis do modelo. Assim:

$$E_{Fi} + \$E_{Fi} = \{ [E_{Fi}/VA_i + \$(E_{Fi}/VA_i)] \} * \{ [VA_i/PI + \$(VA_i/PI)] \} * \{ [PI + \$(PI)] \} \quad (2)$$

onde:

$\$$ = variação

É possível decompor a variação do consumo energético dos ramos ($\$E_{Fi}$), com a finalidade de identificar a sua influência em cada uma das três variáveis citadas. Para tanto, efetuam-se os produtos indicados na equação 2, do resultado subtrai-se a equação 1, e obtém-se a equação 3 :

$$\begin{aligned} \Delta EFi = & \{ [\Delta (EFi/VAi) * VAi/PI * PI] + [\Delta (VAi/PI) * EFi] \} + \\ & [\Delta EFi/VAi * VAi/PI * \Delta (PI)] + \Delta 2 + \Delta 3 \end{aligned} \quad (3)$$

A equação 3 mostra que uma dada variação de consumo energético pode ser decomposta em cinco parcelas (efeitos), as quais explicam a contribuição de cada uma das variáveis do modelo. Portanto, da equação 3 obtêm-se os efeitos abaixo.

i) O efeito de conteúdo energético, $\Delta (EFi/VAi) * VAi/PI * PI$, que indica a variação no consumo de energia em função de mudanças nas relações entre a energia utilizada e o valor agregado. Essa relação, ao longo do tempo, depende tanto da evolução técnica no que se refere ao consumo de energia, como também, das modificações nos preços relativos dos bens. Caso os preços relativos não sofram modificações significativas ao longo do tempo, o decréscimo do efeito conteúdo energético retrata melhoria de eficiência dos processos tecnológicos empregados;

ii) O efeito estrutura produtiva, $\Delta (VAi/PI) * EFi$, que indica a variação no consumo energético, em função de mudanças verificadas na participação relativa do ramo considerado no produto industrial. Do mesmo modo as mudanças estruturais podem significar tanto alterações na estrutura produtiva quanto dos preços relativos nos diversos ramos industriais. Quando os preços relativos não sofrerem mudanças abruptas, pode-se assimilar o efeito de estrutura nas alterações de consumo devido a mudanças da participação dos ramos intensivos em energia, na estrutura industrial;

iii) O efeito atividade econômica, $\Delta EFi/VAi * VAi/PI * \Delta (PI)$, que indica a variação do consumo em decorrência de modificações ocorridas no nível de atividade econômica;

iv) O efeito de segunda ordem- $\Delta 2$, calculado pela equação 4,

$$\begin{aligned} \Delta 2 = & \{ [\Delta (EFi/VAi) * \Delta (VAi/PI) * PI] + \\ & [\Delta EFi/VAi * \Delta (VAi/PI) * \Delta (PI)] + \\ & [\Delta (EFi/VAi) * VAi/PI * \Delta (PI)] \} \end{aligned} \quad (4)$$

onde:

Δ = variação
 $\Delta (EFi/VAi) * \Delta (VAi/PI) * PI$ = efeito cruzado (conteúdo energético e estrutura produtiva);
 $\Delta EFi/VAi * \Delta (VAi/PI) * \Delta (PI)$ = efeito cruzado (estrutura produtiva e nível de atividade);

$\$EF_i/VA_i * VA_i/PI * \PI = efeito cruzado (conteúdo energético e nível de atividade).

v) O efeito de terceira ordem- $\&3$, calculado pela equação 5,

$$\&3 = [\$ (EF_i/VA_i) * \$ (VA_i/PI) * \$ (PI)] \quad (5)$$

onde:

$\$EF_i/VA_i$ = variação do conteúdo energético;

$\$VA_i/PI$ = variação da estrutura produtiva;

$\$PI$ = variação do nível de atividade industrial.

O "efeito conteúdo" de um energético pode ser dividido em duas parcelas. A primeira corresponde ao efeito escala ou conservação, em função do que teria ocorrido a um energético, se este tivesse mantido constante sua participação no consumo total. A segunda corresponde ao efeito substituição aparente, dado em função da diferença entre o efeito conteúdo medido para este energético e o efeito conservação que dá uma medida de deslocamento de sua participação no total das fontes.

Entretanto, como todo método, o modelo Sibilin apresenta vantagens e desvantagens, as quais estão delineadas abaixo:

Vantagens

"Em primeiro lugar, o modelo prevê uma estrutura de análise contábil que pode ser refinada até onde a informação disponível o permita, no caso de séries temporais; é possível chegar ao nível de processos e usos finais, permitindo analisar mudanças nos padrões de requerimentos energéticos da economia sem fazer apelo a parâmetros e hipóteses de comportamento.

Em segundo lugar, mesmo para níveis moderados de desagregação tem-se uma primeira indicação de fenômenos requerendo estudo mais aprofundado: em particular, pontos de inflexão podem ser detectados com grande precisão (contrariamente a métodos baseados em regressões, que detectam o comportamento médio sobre todo o período de análise), preservando ao mesmo tempo a acumulação dos efeitos ao longo do tempo, e portanto as tendências médias" (Araujo, 1988).

Desvantagens

"Inicialmente, deve ter-se em conta que a adequação da decomposição é limitada por aquela dos equivalentes energéticos e dos índices de atividade usados; idealmente esses deveriam refletir os requerimentos energéticos dos diversos usos e processos.

Caso a informação disponível não o permita, e seja necessário ficar no nível de energia final, os equivalentes serão na melhor das hipóteses aproximações mais ou menos grosseiras da energia útil e ter-se-á o velho problema da agregação energética.

Por outro lado, na medida em que os setores ou ramos não são homogêneos os índices de atividade refletem essa heterogeneidade, mesmo se físicos: com efeito, estarão refletindo uma mistura de processos e produtos ao invés de atividades homogêneas, com o conseqüente problema de agregação intra-setorial (mudanças no perfil de processos e produtos modificarão conteúdo e estrutura). Se monetários, a este problema junta-se o dos preços relativos, cujos movimentos podem igualmente modificar conteúdo e estrutura por um problema de agregação" (Araujo, 1988).

Com a metodologia apresentada, avalia-se a questão energética do setor industrial e dos ramos metalúrgico e de papel e celulose, considerando-se a evolução do consumo de energia e produto - intensidade energética -.

2.3 BIBLIOGRAFIA

- ARAUJO, J.L. Modelos de Energia para Planejamento, AIE-COPPE/UFRJ, Setembro/1988, Tese para professor titular.
- ARAUJO, J.L. & OLIVEIRA A., Resposta do setor industrial brasileiro ao segundo choque do petróleo e à recessão. In: Energia e Crise no Brasil. Editora Vozes, Petrópolis. pp. 121 a 138, 1984.
- ARAUJO, J.L. & MOTTA, R.S., Decomposição dos efeitos de intensidade energética no setor industrial brasileiro. In : Pesq. Plan. Econômico, abril/1989, pp 113 a 132.
- BERNDT, E.R. Aggregate Energy, Efficiency and Productivity Measurement. Annual Rev. Energy, 1978.
- BRANDAO, S.P. Índices de Divisia, integrais curvilíneas e índices econômicos. Revista de Econometria, vol.52, n.4, outubro/1982.
- BOYD, G. & et alii. Separating the changing composition of U.S. Manufacturing Production from Energy Efficiency Improvements: A Divisia Index Approach. The Energy Journal, vol.8, n.2, 1987.
- CRIFI, P. Etude des impacts des chocs Pétroliers sur la consommation d'énergie : La problématique activité économique, prix et consommation de l'énergie, IEJE, Grenoble, França, 1982.
- ENDO, S.K. Métodos quantitativos, Editora Atual, 2.edição, 1988, São Paulo-Brasil.
- FERGUSON C.E., Microeconomia, Forense, 2.edição, RJ, Brasil, 1978.
- GOLDEMBERG, J. Energia no Brasil. Livros Técnicos e Científicos Editora, Rio de Janeiro, São Paulo, 1979
- GUERRA, S.M.G. & BENSUSSAN, J.A. Conteúdo energético da agricultura paulista - 1980/1985. In: Anais do I Congresso Brasileiro de Planejamento Energético. DPE/DE/FEM/UNICAMP, maio/1987.
- HOFFMAN, K.C. & JORGENSON, D.W. "Economic and technological models for evaluation of energy policy". In: The Bell Journal of Economics, 1977. Energy Research Cavendish Laboratory.

- IDEE, Instituto de economia energética, Fundação Bariloche, Economia de la energia, XVII Curso Latinoamericano de Economia Y Planificaci6n Energética, 1987, Argentina, pp.32 a 61.
- JACCARD, M. Application dy modèle ISTUM-PC à l'industrie du papier-carton. In: Revue L'énergie, n.416, 1989, pp. 1066 a 1074.
- MADDALA, G. S. Econometrics. Editora Mcgraw-Hill, 1977, University of Fl6rida.
- MANON, G., Revue critique des diverses méthodes de prévision de la demande d'énergie, In: Revue de l'énergie, n.427, jan/1991.
- MIGLIOLI, J. et alli. O Funcionamento da Economia Capitalista: Uma introdução ao estudo da economia. IFCH/UNICAMP, mimeo 35 pág., 1989.
- NEUYEN, H.V. Energy elasticities under Divisia and BTU aggregation. Energy Economics, october/1987.
- PERCEBOIS, J. Economie de L'Energie, Paris, 1989, pp 75 a 119.
- PASSERON H., CHOUARD, P., MEALLIER, A. Revue d L'énergie, n.392, mai/87. Energie et économie dans l'OCDE une approche économétrique.
- PRDOPS, J.L.R. Input-Output analysis and energy intensities: a comparison of some methodologies. In: Appl. Math. Modelling, 1977, v.1, march, pp. 181 a 186.
- SOUZA, J. Estatística Econômica e Social, Editora Campus, RJ, 1977
- ZYLBERSZTAJN, D. A comparação internacional com metodologia de análise e avaliação da demanda energética. In: Anais do I Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, v.2, 1989. UNICAMP/CAMPINAS-SP.
- ZYLBERSTAJN, D. Argentine, Brésil, Mexique : Les consommations d'énergie face aux crises des années 70. Université des Sciences Sociales de Grenoble, 1987. pp 203-218.

CAPITULO 3

ENERGIA E INDUSTRIA NO BRASIL

3.1 INTRODUÇÃO

Energia nas suas diversas formas, é um dos principais insumos do processo produtivo. Sua incorporação ao produto industrial ocorre de duas maneiras distintas.

A primeira, destina-se às atividades que criam as condições de alimentação, higiene e conforto para os trabalhadores no local de trabalho. A segunda, trata de usos específicos, como na alimentação dos processos, máquinas e equipamentos, tendo em vista à produção de calor e a realização de trabalho.

Por outro lado, a magnitude do consumo de energia relaciona-se fundamentalmente com os tipos de processos industriais e materiais que serão manufaturados. Normalmente, o maior consumo de energia está concentrado nos primeiros estágios do processamento de materiais básicos, podendo ser identificados três grandes grupos de processos industriais, quanto ao consumo energético - alto, médio e baixo. A intensidade da degradação ambiental decorrente do funcionamento destes processos industriais, ocorre na mesma proporção do grau do consumo de energia.

O alto consumo energético é encontrado em indústrias que transformam a estrutura molecular dos materiais, como a de celulose e a siderúrgica. Indústrias com médio consumo, são aquelas que mudam o estado ou configuração dos materiais, como a têxtil; enquanto as de baixo consumo, modificam o lay-out ou a localização dos materiais, caso da indústria gráfica e automobilística.

3.2 CONSUMO INDUSTRIAL DE ENERGIA

O consumo de energia e o PIB é uma das relações mais estudadas como indicador das atividades sócio-econômicas dos países. Pois a evolução do PIB, além de representar o nível de atividade econômica fornece também indícios do nível de vida da população e do grau de conforto alcançado. Nesse sentido, a atividade econômica e o bem estar da população implica em consumo de energia em suas várias formas e portanto este consumo é determinado em grande parte pela evolução do PIB.

A partir da primeira crise do petróleo em 1973, este tipo de análise tem sido fortemente questionada, tendo em vista a possibilidade de desacoplar a evolução do consumo de energia e a evolução do crescimento do PIB, observada nos PDs e sobretudo na atividade industrial.

Em termos mundiais, até a crise energética e o início das pressões ambientalistas ocorridas nos anos 70, pouco ou quase nada se fez, para minimizar o consumo de energia no âmbito industrial (Percebois, 1989). Percebois (1989, detectou duas fases distintas para a relação entre consumo de energia e a atividade econômica - Energia/PIB, anteriormente à primeira crise petrolífera.

A primeira caracterizada por uma evolução contínua da intensidade energética do PIB ¹, devido principalmente, mas não exclusivamente, à evolução da estrutura de produção de bens e serviços. A industrialização nos PDs estava fortemente direcionada para as chamadas indústrias de base. Sua ocorrência variou de país para país; por exemplo, na Inglaterra deu-se na virada do século, nos EUA e Alemanha até 1920, na França até 1929, no Japão até 1970 e na Itália até 1975. A segunda caracterizou-se por uma diminuição contínua, explicado antes de tudo por fatores tecnológicos mas também por substituições entre energéticos, bem como uma evolução do PIB no sentido de uma terciarização. Ocorreu no início deste século na Inglaterra após 1920, nos EUA e Alemanha, na França após 1929 e no Japão, na década de 1970.

Ainda conforme Percebois, entre 1960 e 1973 dá-se uma estabilização da intensidade energética do PIB, para os EUA, Inglaterra, Alemanha e França. Esta relativa constância da relação Energia/PIB, no entanto, não se traduziu propriamente em tendência à diminuição, mas em alta continuada e com gradientes mínimos ano a ano. Três fatores, segundo o autor explicariam esta situação.

O primeiro seria a diminuição do progresso ao nível dos rendimentos energéticos, em função das dificuldades ou custos de aperfeiçoamentos técnicos. O segundo seria a intensificação dos processos de transformação de energia primária ² em secundária, uma vez que esta transformação significa perda e, por último, ocorreu a terciarização e o desenvolvimento da informática e da automação.

¹ _____
Intensidade energética do produto é dado pela relação Energia/PIB.

² _____
Por energia primária entende-se aquelas fontes providas pela natureza na sua forma direta. Por exemplo, o petróleo, que quando passa por centro de transformação é convertido em fontes de energia secundária.

Impulsionado pela elevação abrupta dos preços do petróleo em 1973, verifica-se, em termos mundiais, grandes aperfeiçoamentos tecnológicos em inúmeros processos industriais, o que acabou levando ao redimensionamento dos mesmos. Paralelamente, também buscou-se outras alternativas, como, por exemplo, a implementação de programas de conservação e a substituição energética (Larson, 1987).

Diante desta nova conjuntura, surgiam as primeiras evidências de que o aumento do consumo de energia não era diretamente proporcional à expansão da atividade econômica. Uma vez que, nos PDs, e sobretudo após 1973, o consumo de energia não mais acompanhava o crescimento das economias. Estes países absorvem rapidamente os impactos dos choques do petróleo e aumentam gradativamente os seus níveis de atividade, com uma diminuição gradativa do consumo de energia.

Em contrapartida, no Brasil, ocorre uma antítese dos PDs, ou seja, verifica-se uma elevação substancial das taxas anuais de crescimento da intensidade energética do PIB (tabela 3.1). A evolução deste indicador no Brasil, vêm ao encontro da teoria que, a partir da primeira crise energética, acelerou-se o processo de migração de indústrias energo intensivas para países em desenvolvimento, significando o início de uma nova fase na divisão internacional do trabalho (Brito/1989).

Tabela 3.1 Intensidade energética industrial, em Tcal/US\$ de 1985

País	1973	1987	variação período(%)
EUA	0,59	0,44	-25,4
JAPAO	0,39	0,26	-33,3
CEE	0,51	0,42	-17,7
BRASIL	0,63	0,65	3,2

Fonte: Pagy & Garcia, 1990.

De uma forma geral, O Brasil, foi impelido a aceitar essa nova situação, uma vez que, a trajetória econômica nacional sempre foi influenciada pelos avanços científicos e tecnológicos que ocorriam nos PDs, como também parte substancial da produção industrial do país, a estes eram direcionadas.

Nesse repasse industrial, o Brasil acaba por completar o seu parque industrial, através da implantação do segmento das indústrias de bens intermediários ³, a partir dos anos 70.

3.2.1 As Causas e as Alterações no Consumo de Energia

Nas últimas duas décadas, o setor industrial brasileiro passou por diferentes etapas evolutivas, que vão desde o crescimento dos anos do "milagre econômico", passando pela chamada "marcha forçada" ⁴, após o primeiro choque do petróleo, até a etapa da recessão no início dos anos 80; que se seguiu como resultado do segundo choque do petróleo e, mais recentemente a tímida retomada do crescimento com o Plano Cruzado, para, ao fim da década, atingir a quase estagnação das atividades produtivas.

A razão de crescimento entre o Produto Interno Bruto de 1973 e o de 1989 não chegou a atingir duas unidades. Em termos energéticos o consumo final de energia do país nesse período crescia 2,0 vezes, enquanto o consumo energético industrial cresceu aproximadamente 2,5 vezes; concomitantemente ocorriam profundas transformações na matriz energética do setor.

Os dois principais energéticos do setor industrial- eletricidade e petróleo, apresentaram comportamentos distintos, no que concerne aos seus respectivos consumos. Em 1973, a eletricidade e os derivados de petróleo participavam respectivamente, com 30,1% e 28,8% no total de energia consumida pelo setor industrial. Entretanto, em 1989 os derivados de petróleo diminuíam sua participação para apenas 9,5%, enquanto a eletricidade aumenta sua participação substancialmente, atinge cerca de 49%, representando um acréscimo de 600% do seu consumo no período.

As mudanças observadas no consumo energético industrial após 1973 relacionam-se fundamentalmente com dois fatores. O primeiro, refere-se às alterações do lado da oferta, pois com a elevação dos preços do petróleo, buscou-se energéticos substitutos, bem como a implementação de programas de conservação de energia. O segundo, relaciona-se com as oscilações do nível de atividade industrial e, principalmente devido ao processo de reestruturação e consolidação do parque industrial de bens intermediários, notadamente através de indústrias eletro-intensivas.

³

Indústrias que realizam os primeiros passos da manufatura.

⁴

Maiores detalhes verificar Castro, A.B., 1989.

3.2.1.1 Consumo e o nível de atividade

O setor industrial participava com 32,8% do consumo final de energia em 1973, alcançou o patamar de 42,6% em 1989, representando uma taxa média de crescimento de 5,7% ao ano, bem superior aos 4,3% do Produto Interno Bruto e 3,3% do Produto Industrial. Este consumo cresceu substancialmente nos anos 70, tendo evoluído à taxas médias anuais muito menos significativas na década de 80, taxas essas praticamente idênticas às do crescimento do consumo total de energia final (tabela 3.2)

Tabela 3.2 Evolução do nível de atividade e consumo de energia no setor industrial, em taxas médias anuais.

Períodos	1973/80	1980/89	1973/89
<u>Energia</u>			
consumo total	5,4	3,2	4,2
consumo industrial	8,6	3,6	5,7
<u>Nível de atividade</u>			
PIB total	8,2	2,2	4,3
PIB industrial	6,8	0,7	3,3

Fonte: Balanço Energético Nacional, vários anos.

Com o consumo energético crescendo em uma velocidade maior que o produto industrial, a intensidade energética cresce de forma pronunciada nos anos 70, enquanto na década de 80 continua sua tendência de crescimento, todavia, com taxas menos acentuadas.

É interessante ressaltar que duas foram as principais causas relacionadas à elevação continuada da relação Energia/PIB no setor industrial.

A primeira, de menor importância, foi a redução da atividade econômica, basicamente entre 1980/84 e após 1987, se por um lado implicou em menor consumo de energia, por outro foi responsável por um incremento do consumo, dado que a operação de equipamentos e processos industriais com maior nível de ociosidade, implica invariavelmente em menor eficiência, e por consequência, maior consumo energético (Walter, 1989).

A segunda, e a de maior relevância, foram sem dúvida as transformações ocorridas na estrutura industrial.

3.2.1.2 Consumo e a estrutura industrial

Ao analisar-se a evolução do consumo final de energia no setor industrial, verifica-se que os ramos metalúrgico e de papel celulose, foram aqueles que, no período 1973 a 1989, apresentaram as maiores taxas anuais de consumo de energia. Nesse período, o consumo energético do ramo metalúrgico cresceu a uma taxa média de aproximadamente 9% ao ano, seguido dos ramos de papel e celulose e químico com taxas de crescimento de 7,1% e 6,7%, respectivamente. Os demais ramos da indústria de transformação mantiveram um crescimento de seus consumos a taxas médias anuais inferiores a 3%.

O conjunto das indústrias dos ramos metalúrgico e de papel e celulose aumentaram sua participação no consumo de energia final do setor industrial de 31,3% em 1973, para aproximadamente 49% em 1989. A eletricidade foi o insumo que apresentou a maior penetração nestes ramos industriais no período, bem como foi na infra-estrutura elétrica que ocorreram os maiores investimentos governamentais.

Tais investimentos como percentual do PIB, elevaram-se de 7,7% em 1973, para 10,2 em 1978, mantém uma média de 9% ao ano entre 1979 e 1981, crescem em 1982 e 1983, apesar da recessão econômica, atingindo mais de 11% ao ano (Plano 2010). Fato decorrente, mas não exclusivo, da expansão de indústrias eletrointensivas ligadas ao ramo metalúrgico.

Entre 1973 e 1989, sobretudo a partir a partir de 1981, verificou-se um aumento substancial da intensidade energética do produto no ramo metalúrgico. No ramo de papel e celulose a intensidade energética do produto apresenta-se de forma mais pronunciada entre 1973 e 1978, enquanto no restante do período adquire uma tendência de estabilização (figura 3.1)

As razões que levaram ao aumento do consumo e da intensidade energética do setor industrial (figura 3.1) e nos ramos metalúrgico e de papel e celulose, sem dúvida, relacionam-se com os objetivos de industrialização do II PND.

De acordo com as diretrizes do II PND pretendia-se criar no país, no curto prazo, condições de substituir importações e gerar excedentes para atingir o mercado externo (Serra, 1982), através de produtos siderúrgicos, petroquímicos, alumínio, ferroligas e celulose, entre outros; bens de alto conteúdo energético e oriundos em sua maioria dos ramos metalúrgico e de papel e celulose.

Nos ramos metalúrgico e de papel e celulose as taxas médias anuais de evolução do consumo de energia foram substancialmente maiores que os seus respectivos níveis de atividade ou

valores agregados, fato que explica o elevado crescimento da intensidade energética nestes ramos, bem como o crescimento deste indicador no setor industrial, sobretudo na década de 80, quando os demais ramos industriais apresentaram taxas de crescimentos tanto do consumo de energia quanto do valor agregado ⁵ semelhantes (tabela 3.3).

Tabela 3.3 Consumo final(CF) de energia e do valor agregado(VA) dos ramos metalúrgico(RM) e de papel e celulose(RPC), em 10³ tEP e 10⁶ US\$ de 1987.

Ano	S.Indl		RM		RPC		Outros	
	CFI	PI	CFM	VAM	CFPC	VAPC	CFD	VAD
1973	28445	58439	7192	5216	1699	1532	19554	51691
1977	40847	75578	11825	6988	2635	1684	26387	66906
1981	47009	83315	13474	7412	3599	2185	29936	63718
1985	59338	87443	21143	8128	4406	2595	33789	76720
1989	69229	98928	28352	9565	5073	3257	35804	86106
Cresc. anual 73/89 (%)	5,72	3,34	8,95	3,86	7,08	4,83	3,85	3,24

Fonte: Balanço Energético Nacional, ano base 1989 e 1990.

Obs:a) Outros corresponde aos demais ramos industriais da indústria de transformação, acrescido do extrativo mineral.

b) PI = Produto Industrial; VAM = Valor Agregado do RM; VAPC= Valor Agregado do RPC e VAD = Valor Agregado demais ramos.

c) CFI = Consumo Final de Energia no setor industrial

d) CFM = Consumo Final de Energia no ramo metalúrgico

e) CFPC= Consumo Final de Energia no ramo de papel e celulose

f) CFD = Consumo Final de Energia demais ramos industriais

⁵

Apesar do conhecimento das diferenças conceituais entre nível de atividade ou produto de um setor ou ramo industrial e valor agregado, conforme descrito no capítulo 2, optou-se neste trabalho pela utilização do produto setorial publicado no BEN, face às dificuldades de levantamento do valor agregado dos ramos industriais. Todavia, salienta-se que esta simplificação não implica em grandes alterações na análise da intensidade energética, como já ficou demonstrado em trabalhos de FURTADO, 1989 e ZYLBERSZTAJN, 1987.

Intensidade Energética (Energia/PIB) Setor Industrial - 1973/89

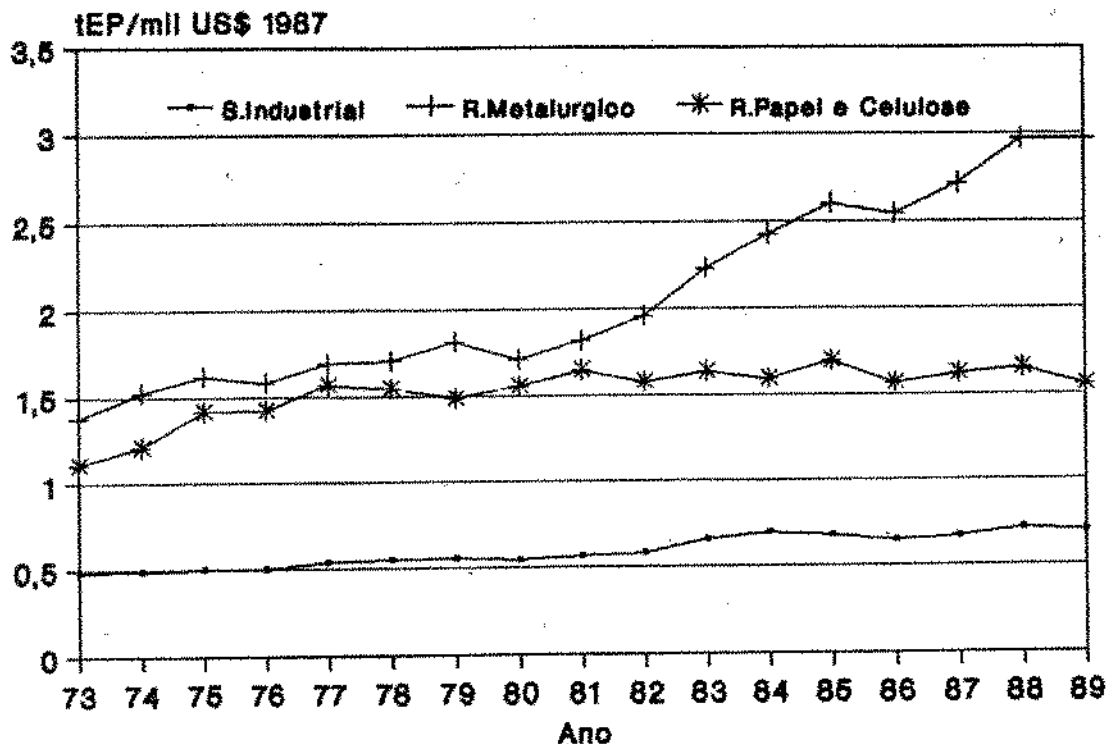


Figura 3.1 Fonte: BEN, 1989 e 1990

As figuras 3.2, 3.3, 3.4 e 3.5, mostram em forma de índice, como evoluiu o consumo de energia e valor agregado - indicadores que fornecem quantitativamente a intensidade energética - para o setor industrial, ramo metalúrgico, ramo de papel e celulose e os demais ramos industriais. De acordo com estas figuras, tanto em termos do setor industrial quanto nos demais ramos industriais, verifica-se que o índice de evolução do consumo de energia supera, ao longo de todo o período, os respectivos níveis de atividade econômica.

Entre 1973 e 1980, verifica-se uma forte correlação entre os índices de consumo de energia e o valor agregado, especialmente para o agregado - outros ramos industriais (figura 3.5). Todavia, no período entre 1980 e 1989, a evolução do índice de consumo energético (figuras 3.2 a 3.5) adquire uma tendência de alta acelerada, sobretudo no ramo metalúrgico, que em 1988 dobrou o consumo de energia verificado em 1973, o que acaba elevando sobremaneira a intensidade energética do produto, demonstrando ser este ramo o mais energético do setor industrial.

Setor Industrial - Índice de evolução do Consumo de Energia e Produto Industrial

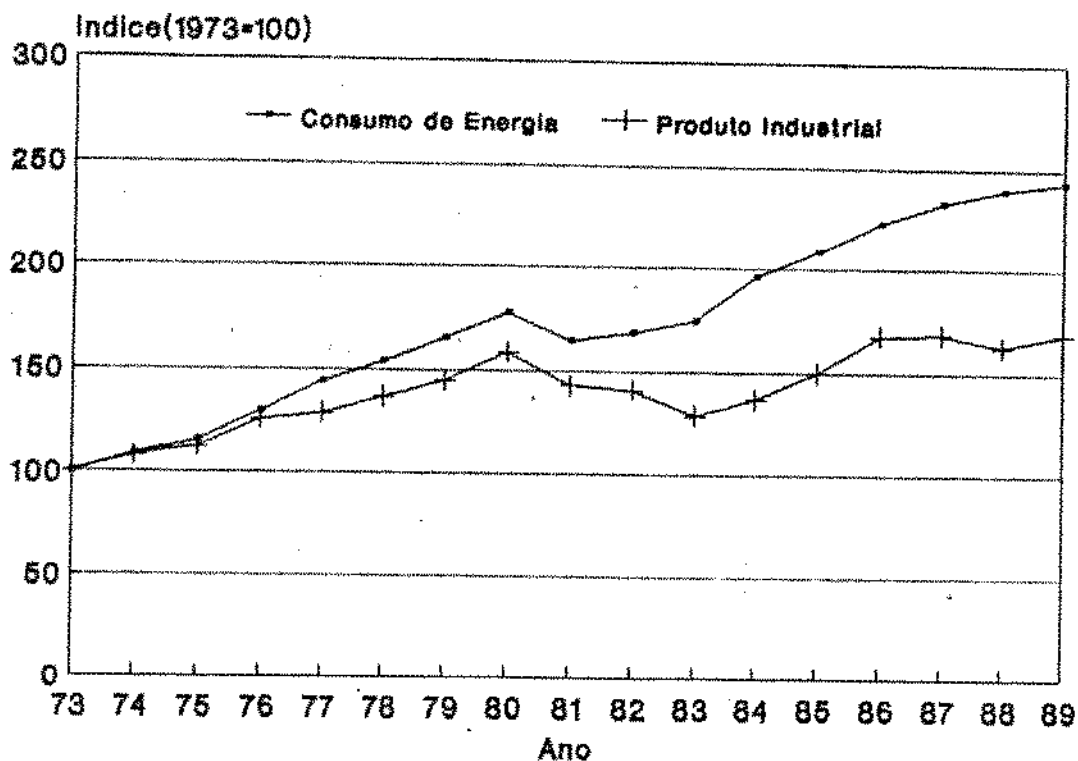


Figura 3.2 Fonte: BEN, 1989 e 1990

Ramo Metalúrgico - Índice de evolução do Consumo de Energia e Valor Agregado

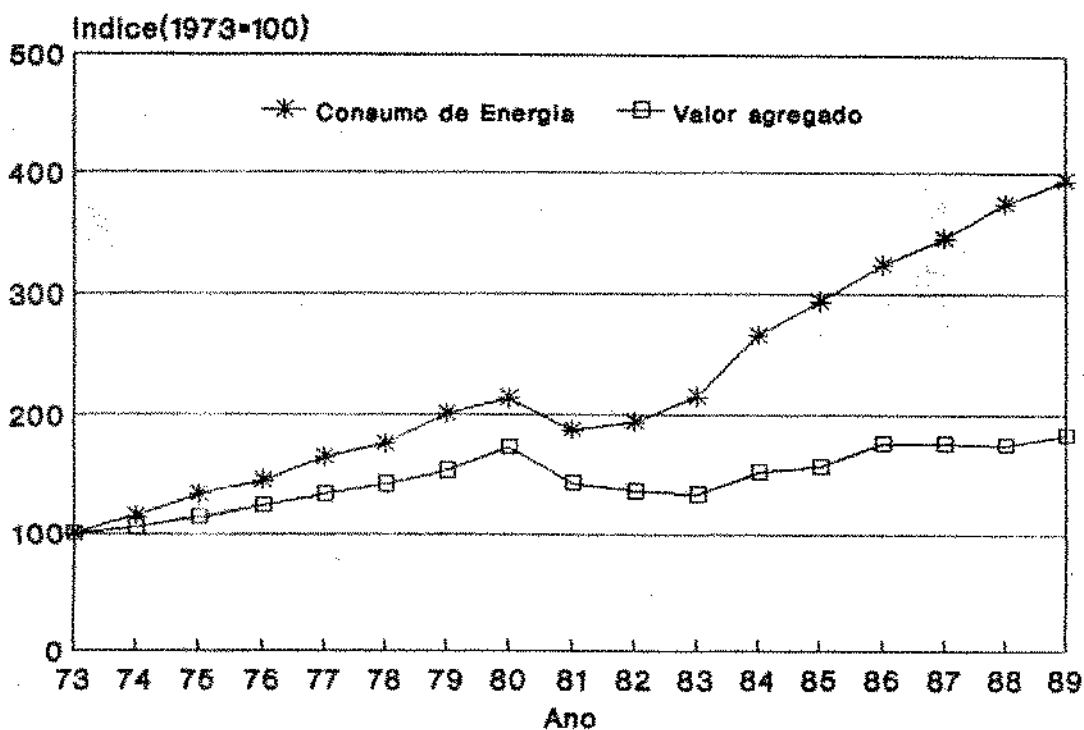


Figura 3.3 Fonte: BEN, 1989 e 1990

Ramo Papel e Celulose-Índice de evolução Consumo de Energia e Valor Agregado

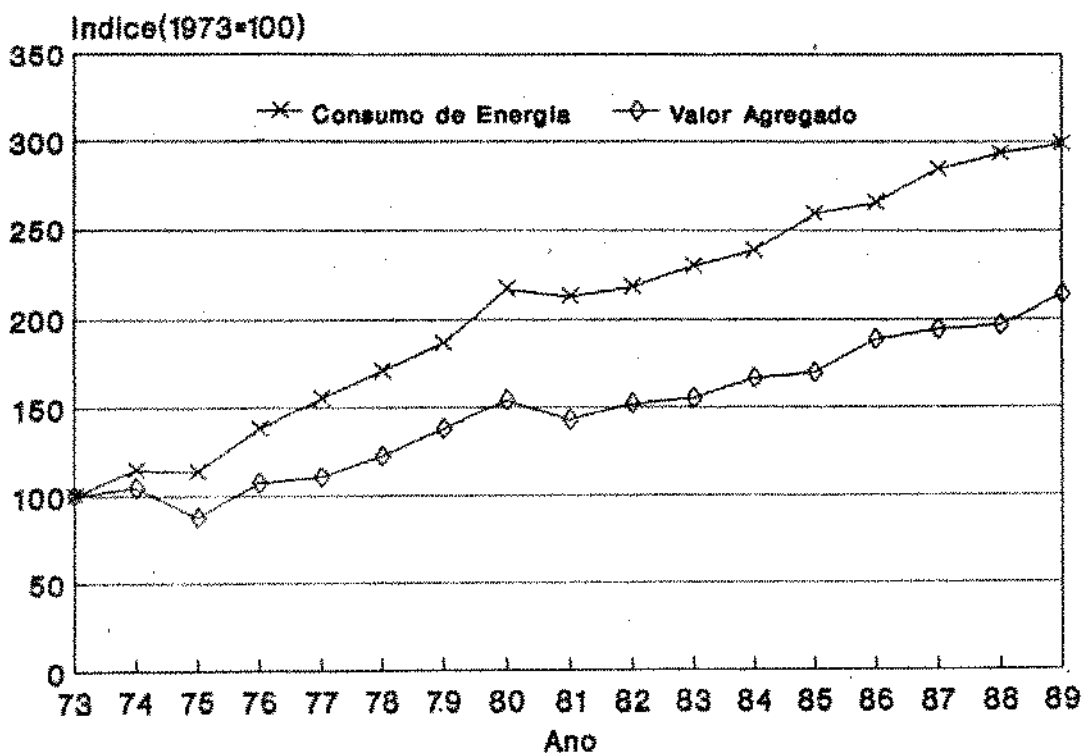


Figura 3.4 Fonte: BEN, 1989 e 1990

Outros R. Industriais-Índice evolução do Consumo de Energia e Valor Agregado

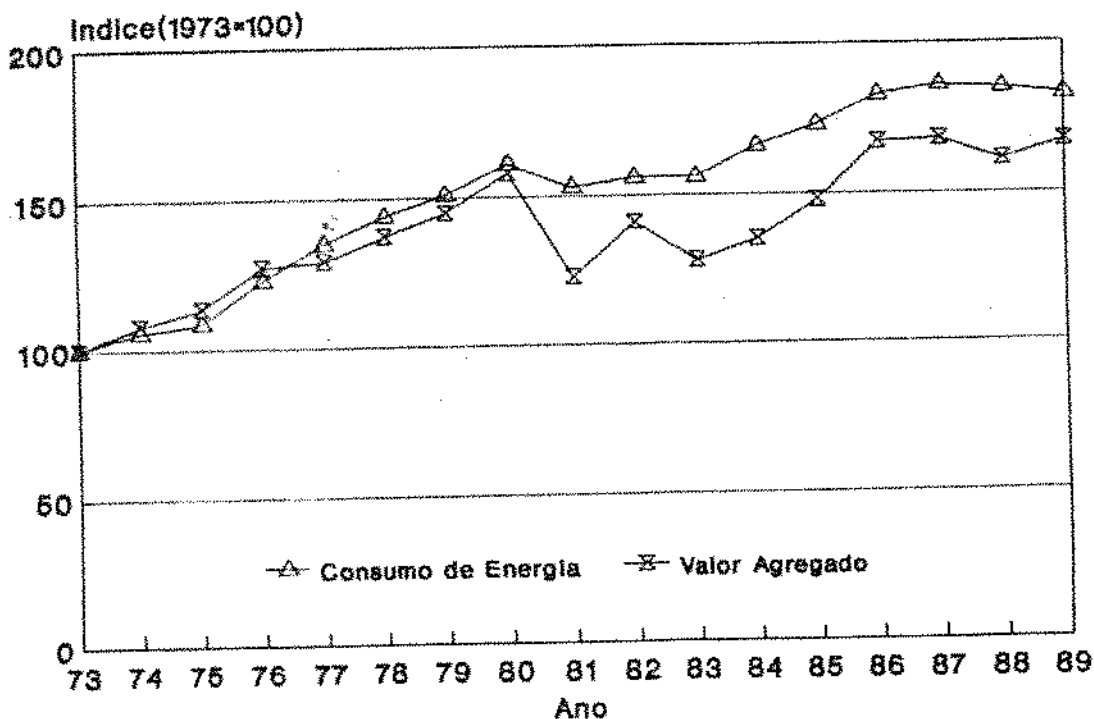


Figura 3.5 Fonte: BEN, 1989 e 1990

3.2.2 Elasticidade e a Decomposição do Consumo de Energia em três efeitos : Conteúdo, Estrutura e Atividade

3.2.2.1 Elasticidade do Consumo

Tendo em vista demonstrar o nível de correlação entre o consumo de energia e o valor agregado, bem como o alto conteúdo energético dos ramos industriais metalúrgico e de papel e celulose, calculou-se a elasticidade do consumo através de regressão linear simples, cujos resultados encontram-se na tabela 3.4.

Os valores obtidos para as elasticidades do consumo, confirmam que os ramos metalúrgico e de papel e celulose, além de serem os mais energo intensivos do setor industrial, agregam muito pouco ao produto industrial, comparativamente ao agregado - outros ramos industriais. Por exemplo, o ramo metalúrgico consome duas unidades de energia, para gerar apenas uma unidade de capital.

Tabela 3.4 Elasticidade do Consumo de Energia

Setor/Ramo	Regressão e Elasticidade	Qualidade do ajuste
Industrial	$\ln CFI = \underline{1.645} PI - 7.831$	$R^2 = 0.884$ $F = 123.0$ $DW = 0.738$ $T = 11.09$
Outros	$\ln CFD = \underline{1.186} VAO - 2.977$	$R^2 = 0.843$ $F = 87.4$ $DW = 1.275$ $T = 9.34$
P.Celulose	$\ln CFPC = \underline{1.288} VAPC - 1.805$	$R^2 = 0.941$ $F = 256.7$ $DW = 0.951$ $T = 16.02$
Metalúrgico	$\ln CFM = \underline{2.093} VAM - 9.054$	$R^2 = 0.863$ $F = 102.4$ $DW = 0.619$ $T = 10.11$

3.2.2.2 Método Sibilin: Decomposição do Consumo de Energia

As principais causas das variações da intensidade energética dos ramos industriais metalúrgico-RM e de papel e celulose-RPC, notadamente aquelas relacionadas à variáveis macro-econômicas e à eficiência de utilização da energia na produção de bens, podem ser melhor entendidas com a decomposição do consumo energético em três efeitos: conteúdo, estrutura e atividade.

O efeito conteúdo representa as variações de intensidade de energia descontadas dos efeitos estruturais das mudanças na composição do valor agregado, enquanto o efeito atividade capta as mudanças relativas às variações do nível de atividade do ramo.

De uma forma geral, tal decomposição possibilita distinguir as variações de intensidade decorrentes de mudanças na função de produção, mudanças na estrutura produtiva, como também daquelas resultantes do próprio nível da atividade econômica.

A decomposição do consumo foi realizada para cada ano, entre 1973 e 1989 e, para os períodos 1973/77, 1977/81, 1981/85 e 1985/89. A tabela 3.5 e as figuras 3.6 a 3.10 mostram os resultados dessa decomposição nos períodos citados. Salienta-se que os efeitos dos períodos correspondem à agregação dos efeitos anuais, bem como nas figuras não estão representados os efeitos de segunda e terceira ordem.

De uma forma geral, no período 1973/77, sob uma conjuntura favorável dos preços dos energéticos, observa-se a expansão econômica alavancando o consumo de energia.

Ressalte-se que nesse período o efeito estrutura do RPC, apesar de responsável por um decréscimo no consumo, esteve bem abaixo das contribuições dos efeitos atividade e conteúdo. A participação relativa do RPC no produto industrial decresce. A provável causa desse fato deve ter sido a queda do ritmo das exportações do ramo nesse período.

No período seguinte, 1977/81, a conjuntura recessiva do fim do período, aliada à ainda relativa internalização de toda a elevação no preço do petróleo, acaba refletindo de forma diferenciada na decomposição do consumo de energia dos RM, RPC e Outros. Inclusive, com o último apresentando uma evolução semelhante à do setor industrial.

Nesse período o efeito atividade parece ter sido o determinante do consumo de energia do RM, não obstante, a sua principal forma de sustentação para o crescimento econômico, o mercado externo, apresentaram-se bastante desfavorável, com preços deprimidos na maioria dos seus produtos.

Tabela 3.5 Decomposição do Consumo Industrial de Energia,
em 10^3 tEP

Ramos Industriais	Períodos				
	1973/77				
	ECO	EES	EAT	EST	ET
Metalúrgico	1889	431	2419	107	4846
Papel e Celulose	689	- 334	537	- 51	841
Outros	1321	- 7	5648	27	6989
Total Indústria	3899	90	8604	83	12676
	1977/81				
	ECO	EES	EAT	EST	ET
Metalúrgico	835	- 500	1305	4	1644
Papel e Celulose	202	512	244	8	966
Outros	5297	- 4692	2795	41	3441
Total Indústria	6334	- 4680	4344	53	6051
	1981/85				
	ECO	EES	EAT	EST	ET
Metalúrgico	5848	550	1302	9	7709
Papel e Celulose	138	394	206	- 77	661
Outros	- 2620	3877	1575	- 944	1888
Total Indústria	3432	4821	3017	-1012	10258
	1985/89				
	ECO	EES	EAT	EST	ET
Metalúrgico	3306	1077	2714	- 118	6979
Papel e Celulose	- 430	510	522	- 65	537
Outros	- 2174	- 289	4098	- 375	1260
Total Indústria	702	1298	7334	- 558	8776

Obs: ECO = Efeito Conteúdo;
EES = Efeito Estrutura;
EAT = Efeito Atividade; e
EST = equivale à soma dos efeitos anuais dos efeitos de segunda e terceira ordem.

Decomposicao do Consumo Industrial

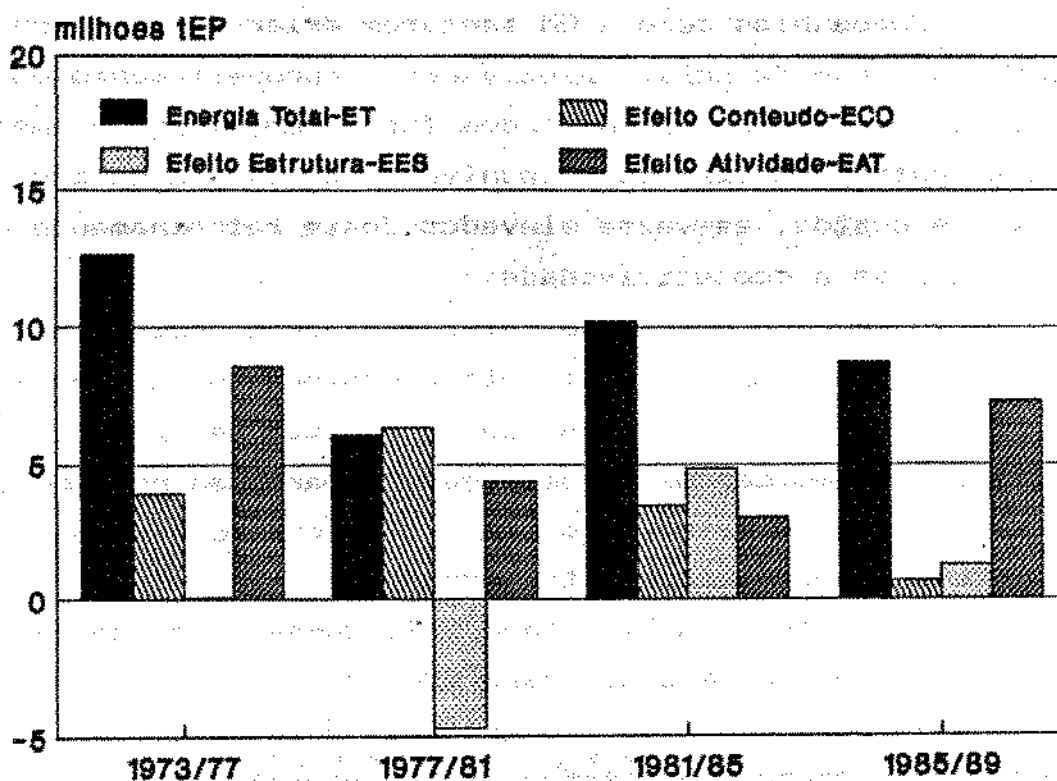


Figura 3.6

Ainda, em relação ao período 1977/81, o RPC, além da modernização tecnológica levando a melhoria de eficiência dos processos, verificou-se uma grande alteração no efeito estrutura, uma vez que o mercado externo favorável garantiu o aumento de participação no produto industrial, em uma conjuntura interna altamente recessiva, principalmente no fim do período.

No tocante à década de 80, a decomposição do consumo de energia nos períodos de 1981/85 e 1985/89 demonstra que o consumo no setor industrial adquire uma tendência à diminuição, sendo que nestes dois períodos é o efeito conteúdo do ramo Outros e RPC que predomina como a principal causa dessa tendência.

A significativa relevância do efeito conteúdo negativo no ramo Outros nos períodos de 1981/85 e 1985/89 e, do RPC, no período de 1985/89, pode indicar melhorias tecnológicas em todos os ramos industriais, excetuando o RM, sobretudo quanto à substituição energética.

Por exemplo, é sabido que o RPC, além da incorporação de avanços técnicos, notadamente nas plantas integradas, em 1985 atingiu um alto estágio de desenvolvimento do processo para o reaproveitamento da lixívia como fonte alternativa.

Em plena fase recessiva - 1981/85, o efeito estrutura do setor industrial reverte o sinal de crescimento do consumo de energia. Fato indicativo de uma possível mudança do produto em direção a ramos industriais mais intensivos em energia.

Observe-se que o efeito conteúdo do RM foi positivo e crescente em relação ao período 1977/81. Na década de 80, ocorreu uma grande expansão do parque industrial de não ferrosos, um dos componentes do RM. Fato semelhante ocorreu com a indústria do ferro gusa e aço no início da década de 70.

De uma forma geral, entre 1973 e 1989, verifica-se uma reversão do efeito conteúdo no setor industrial e ramos enfocados na análise, indicando uma possível melhoria no uso das fontes energéticas comerciais ou não. Essa eventual melhoria pode ter sido ocasionada por reflexos de programas de conservação ou pela substituição forçada pela mudança nos preços relativos dos combustíveis, sobretudo a partir de 1979, com o segundo choque do petróleo.

A principal substituição ocorrida no setor industrial, após o segundo choque - foi dos derivados do petróleo, sendo a eletricidade a principal fonte substituta. Esta substituição ocorreu de forma eficaz em todos os ramos industriais, excetuando o RM (Furtado, 1990).

O cenário esperado até o fim dessa década, apontam para uma relativa estabilidade nos preços internacionais do petróleo, fato indicativo de que uma eventual limitação para a expansão da oferta de derivados de petróleo não será tão restritiva. Inclusive, já se pode observar um relativo incremento de alguns derivados nos ramos de ferro gusa e aço, e RPC (BEN, 1991).

Paradoxalmente, aquele que foi o energético mais demandado na substituição aos derivados de petróleo - eletricidade -, não apresenta segurança no seu suprimento, supondo-se um cenário de retomada do crescimento econômico.

O setor elétrico, além das limitadas possibilidades de financiamento para a sua expansão, tem a questão ambiental de certa forma restringindo sua expansão, sobretudo em termos de grandes projetos hidroelétricos.

Por outro lado, observa-se o questionamento da validade de sua expansão para o atendimento de ramos industriais grandes consumidores e altamente direcionados ao mercado externo, como por exemplo o RM, sem uma efetiva política de racionalização. Nos RM e RPC, a eletricidade participa atualmente com mais de 40% do consumo final.

Decomposicao do Consumo R.Metalurgico

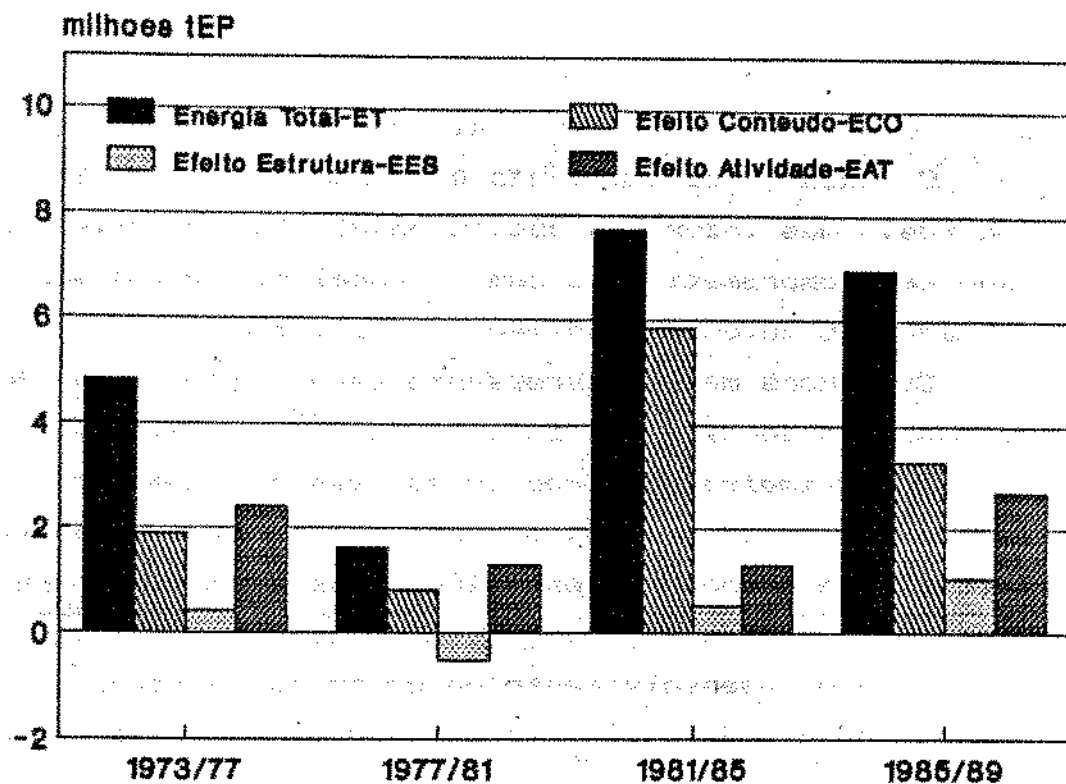


Figura 3.7

Decomposicao do Cons. R.Papel e Celulose

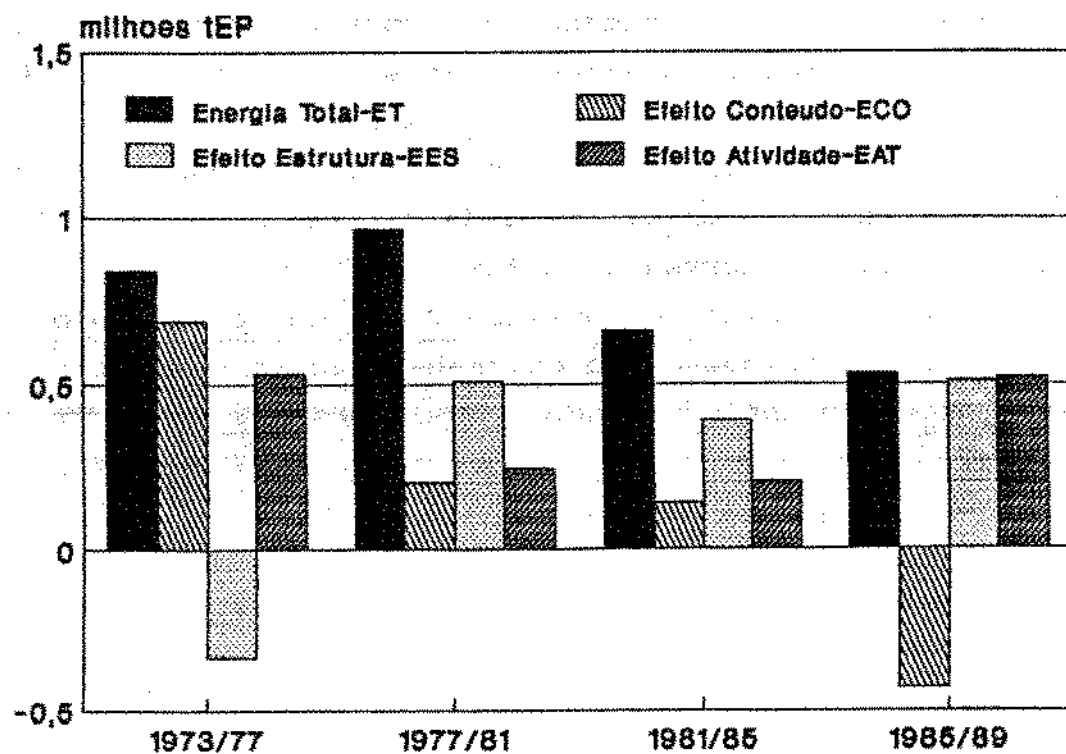


Figura 3.8

Decomposicao do Consumo Ramo Outros

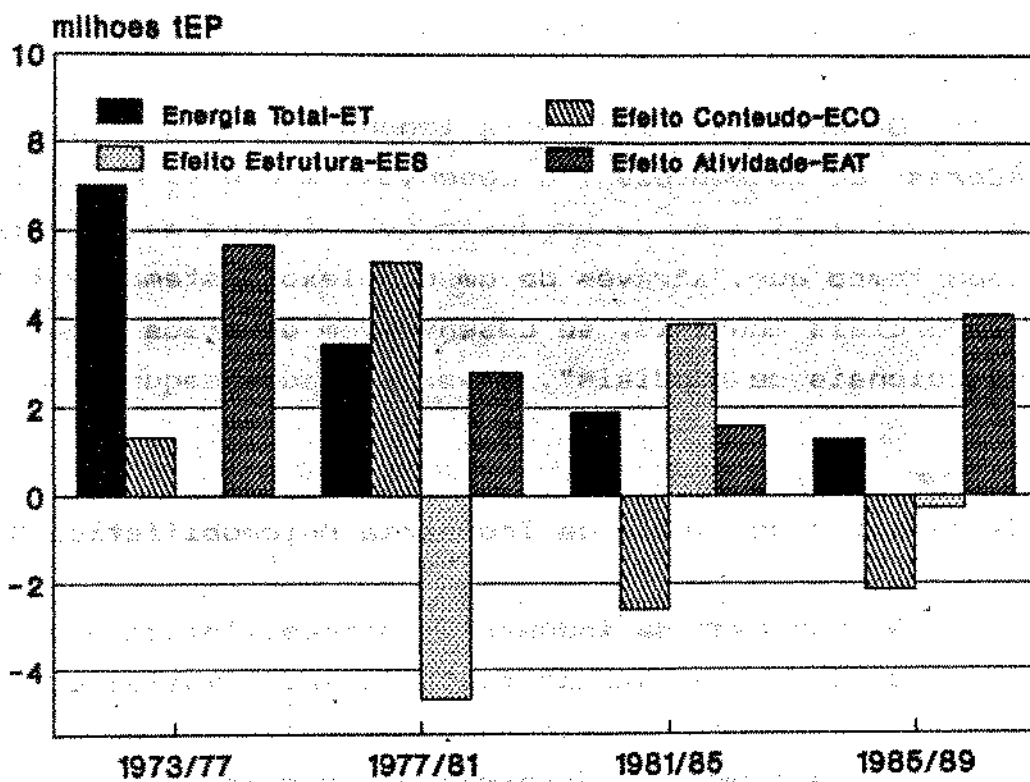


Figura 3.9

Efeito Conteúdo por ramo industrial

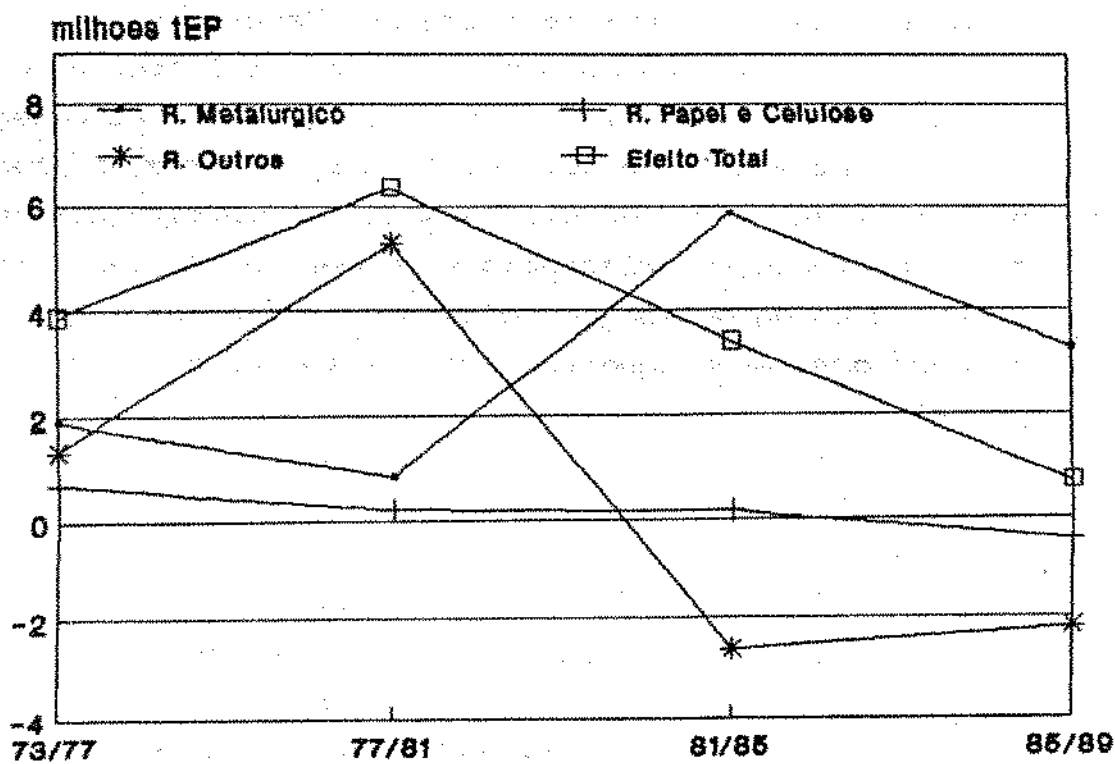


Figura 3.10

3.2.3 Consumo e os Programas de Racionalização Energética

A idéia de racionalização de energia fortaleceu-se e ganhou espaço com os impactos das duas crises energéticas, em 1973 e 1979, através da alta acentuada dos preços internacionais do petróleo.

No caso brasileiro, a adoção de programas de racionalização visando a conservação de energia ⁶ reveste-se de uma importância especial. Numa sociedade em que a economia está fundamentada em ramos industriais intensivos em energia e com a necessidade de um processo de desenvolvimento econômico acentuado de maneira a que sejam reduzidas ao máximo as pressões sociais, com a carência de infra-estrutura básica e com a escassez de recursos financeiros, é necessário que o país esteja engajado num processo permanente de racionalização de amplo alcance, com destaque nos aspectos energéticos.

Nas últimas duas décadas, os esforços de conservação e/ou substituição de energia no setor industrial, indicam que, foram pouco eficazes quanto à conservação, mas relativamente eficientes quanto à substituição (Walter, 1989).

A conservação de energia pode ser mensurada pela relação consumo de energia e produção física. Tal relação expressando a eficiência de medidas de racionalização no uso de energia deve ser utilizada de maneira cuidadosa, uma vez que é influenciada por fatores como - nível de atividade e alterações na estrutura da matriz energética industrial, ligada basicamente a eventuais substituições entre energéticos, mais ou menos eficientes. Considerando-se este aspecto, pode-se proceder a análise do consumo específico que é definido como - consumo final de energia/ produção física.

⁶

Na visão de Hu/1983, a conservação de energia deve ser entendida de uma maneira ampla, abrangendo três conceitos fundamentais. O primeiro parte da definição de uma função genérica de um bem ou serviço, em que a energia juntamente com as matérias primas, mão de obra, capital e tempo, é entendida como um insumo para a produção, neste sentido a conservação de energia seria a sua substituição, em um processo produtivo, por um ou mais insumos, sem que isso prejudique o nível de produção. O segundo está relacionado ao que se entende usualmente por processos de substituição entre formas energéticas. A idéia baseia-se na possibilidade de recursos renováveis e menos nobres, em substituição a fontes de energia raras ou não renováveis. O terceiro conceito, de caráter mais geral, entende que a energia sendo um insumo de processos de produção, é possível a redução a sua demanda. Esta abordagem permite uma visão de que a conservação de energia, bem como toda problemática energética num sentido mais amplo, é uma questão que transcende as dimensões técnica e econômica para um problema mais geral, com influências e repercussões nos níveis político, social, ecológico e estratégico.

O setor industrial comparativamente ao período 1973/90, apresentou ao longo da década de 70 uma ligeira diminuição nas taxas médias anuais de crescimento do consumo específico, para na década de 80 essas taxas elevaram-se atingindo cerca 2,1% ao ano, conforme indicam os dados da tabela 3.6. Os ramos industriais metalúrgico e de papel e celulose apresentam uma tendência semelhante ao setor industrial, ou seja, diminuição dessas taxas nos anos 70 e elevação nos anos 80.

Tabela 3.6 Evolução do consumo específico de energia, em % e taxas médias anuais de crescimento

Períodos	1973/90	1973/80	1980/90
Setor Industrial	2,0	1,8	2,1
Ramo Metalúrgico	0,9	-0,2	1,8
Ferro Gusa e Aço	0,1	-0,4	0,5
Não Ferrosos	-1,0	-0,5	-1,4
Ferroligas	1,0	-1,3	2,5
Ramo Papel e Celulose	1,0	-1,7	0,1

Fonte: BEN, 1990(dados 1973/88) e 1991(dados 1989/1990)

Em termos dos ramos industriais, o metalúrgico apresentou um recuo moderado no consumo específico no período 1973/80, para elevar-se sensivelmente na década de 80, inclusive, bem acima das taxas observadas no período 1973 a 1990. No tocante aos seus segmentos, o de ferro-ligas sobressai sobre os demais, especialmente no período 1980/90, quando o seu consumo específico evoluiu a taxas médias de 2,5% ao ano. No ramo de papel e celulose, consumo específico no período 1973/80 apresentou uma taxa de crescimento negativa, contrastando com o subperíodo 1980/90, quando este indicador cresce a uma taxa de 0,1% ao ano.

De acordo com os dados apresentados, pode-se afirmar que o ramo de papel e celulose foi mais eficiente que o metalúrgico na execução de programas de racionalização energética. Todavia, ressalte-se que a grande expansão da produção do ramo de papel e celulose ocorreu nos anos 70 e a do ramo metalúrgico nos anos 80, fato, que sem dúvida influenciou a evolução do consumo específico desses ramos industriais. Por outro lado, a eficiência na racionalização de uso da energia no setor industrial, representado pelos esforços dispendidos em conservação, apontam para

um relativo insucesso principalmente no período entre 1980 e 1990.

A melhor "performance" do consumo específico de energia no setor industrial no período 1973/80 pode em parte ser creditada à expansão do parque industrial, incorporando tecnologia mais moderna quanto ao uso de energia e à forte inserção de alguns ramos industriais nos mercados internacionais, uma vez que a concorrência exigia medidas de redução de custos de forma a ter-se um produto final com preço competitivo. Nesse período intensificou-se o esforço governamental de industrialização através da substituição de importações, da promoção de exportações de bens intermediários e dos investimentos na infra-estrutura energética para a viabilização do II PND, provocando alterações profundas na estrutura industrial.

O período 1980/90, caracterizou-se de maneira geral pela elevação do consumo específico, quer no setor industrial como um todo, quer nos ramos em análise. Nesse período, apesar da mudança mundial dos preços relativos dos energéticos, após o primeiro choque do petróleo, medidas objetivas de racionalização somente foram tomadas no Brasil somente após o segundo impacto da crise energética de 1979. Até então, os preços dos principais insumos energéticos foram mantidos artificialmente baixos e utilizados como instrumentos de política econômica.

Após o segundo choque do petróleo, observou-se uma tímida iniciativa de realinhamento dos preços dos energéticos entre 1979/1982, logo abandonada em nome da premência de uma política econômica de curto prazo que visava corrigir o processo de recessão e crise econômica iniciado em 1980/81.

Nesse contexto, a tendência de diminuição e da possível estabilização do consumo específico observado no setor industrial e nos ramos metalúrgico e de papel e celulose na década de 70, evoluiu na década de 80, supostamente face aos seguintes fatores:

i) devido aos efeitos dos períodos recessivos - 1981 a 1984 e a partir de 1987 - as indústrias tiveram aumentado os seus níveis de ociosidade, mesmo daquelas onde o mercado externo representava uma "boa" fatia do seu faturamento (tabela 3.7).

ii) a utilização de tecnologias de conversão de menor eficiência, implicando em um maior consumo;

iii) a recessão levou a menores investimentos em tecnologia e manutenção, provocando diminuição do rendimento energético dos processos, bem como a própria deterioração física das unidades fabris;

iv) ações governamentais orientadas basicamente para a solução do problema do petróleo, inclusive com ótimos resultados; no entanto, incentivaram-se substituições cujos usos finais levaram à redução na eficiência do uso da energia e consequentemente elevando o consumo específico; e

v) Em função da conjuntura recessiva e da existência de inúmeras fontes alternativas à disposição - carvão mineral, lenha, carvão vegetal, eletricidade, etc - com preços altamente favorecidos, acabam inibindo maiores investimentos em conservação de energia.

Tabela 3.7 Média anual de utilização da capacidade, em %

Ramo industrial	Períodos		
	1973/88	1973/80	1980/88
Ind. de Transformação*	81,9	86,1	78,3
Ind. de Papel e Celulose	88,1	88,4	88,2

* = Ramo metalúrgico inserido na ind. de transformação

Fonte: Fundação Getúlio Vargas, Sondagem Conjuntural, 1990

Por outro lado, há que se destacar que os programas de racionalização energética desse período, devido ao seu caráter imediatista, levaram à exploração indiscriminada da lenha com graves consequências ao meio ambiente, graves transtornos nas empresas que aderiram ao "PROCARVÃO" e ao programa de Eletrotermia, para as quais as promessas governamentais de expansão da oferta não ocorreram. No caso da Eletrotermia pensava-se à época, solucionar dois problemas localizados e de natureza distinta - o excesso momentâneo de eletricidade e escassez de petróleo -. Este programa inviabilizou-se no curto prazo na medida em que o setor elétrico não conseguiu manter os contratos de Energia Garantida por Tempo Determinado-EGTD. Além de questionáveis no plano prático, os esforços governamentais de substituição dos derivados de petróleo refletem uma falta total de planejamento, o que reforçou o descrédito às políticas energéticas das últimas duas décadas.

Por último, vale salientar que a conservação de energia através da reciclagem de materiais - metais e papeis - ainda é pouco difundida no país, comparativamente aos PDs. Além da minimização dos problemas ambientais, a reciclagem de materiais, possibilita economias relacionadas ao próprio processo produtivo, sobretudo energética. Por exemplo, no caso dos metais e especifi-

camente do alumínio, a energia consumida para a reciclagem da sucata é cerca de 20 vezes inferior à necessária para produzir o metal primário (ELETROBRAS, 1992). No caso da reciclagem de papel velho o consumo de energia é reduzido em torno de 50%, podendo chegar a 78% quando comparado com o de uma produção equivalente de papel jornal a partir de pasta mecânica de refinador. A cada 12,5 toneladas de papel velho reciclado estima-se um economia de 7 barris de petróleo (D'Almeida, 1991).

Nos próximos capítulos, aprofunda-se o estudo da questão energética nos ramos industriais metalúrgico e de papel e celulose, considerando-se :

- i) as suas evoluções recentes;
- ii) a eficiência de utilização da energia;
- iii) a inserção crescente nos mercados internacionais;
- iv) o estreito vínculo com os recursos naturais - matéria prima - e sua ligação com o meio ambiente; e
- v) aos volumosos investimentos realizados em infra-estrutura para viabilizá-los, sobretudo na área elétrica, vis-a-vis às receitas obtidas com a exportação dos seus produtos.

3.3 BIBLIOGRAFIA

Balanco Energético Nacional-BEN, ano base 1989 e 1990.

BRITO, S.S. "Energia em países em desenvolvimento". In: Economia & Tecnologia, ed. Marco Zero, FINEP, RJ, 1989.

CASTRO, A.B. et alii. A Economia Brasileira em Marcha Forçada, ed. Paz e Terra, 1989.

Conselho Nacional do Petróleo-CNP, Anuário Estatístico, 1988.

CRQUI, P. et alii. " Politiques énergétiques et adaptations au Nouveau contexte économique ". In: Revue de l'énergie, n.388, décembre, 1986, pp 933-945.

D'ALMEIDA, M.L.O. "Reciclagem de papel". In: Revista O Papel, nov. 1991, pp.131 a 135.

DARMSTADER, J. et alii. " International Variations in Energy use: Findings from a comparative Study ". In: Annual Rev. Energy, 1978, pp 201-223.

ELETRROBRAS, Comitê Técnico/CTEM, Estudos de Mercado-premissas, básicas, 1992.

Fundação Getúlio Vargas, Sondagem Conjuntural, 1990.

FURTADO, A. " As Grandes Opções da Política Energética Brasileira: O setor Industrial de 80 a 85. In: Anais do I Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, v.2, UNICAMP, Campinas, 1989, pp. 49 a 67.

HOWARTH, R.B., SCHIPPER, L., Manufacturing Energy Use in Eight OECD Countries:Trends throught. The Energy Journal, v.12,n.4, 1991, pp.15 a 40

Hu, S.D. Handbook of Industrial Energy Conservation, Nostrand, Reinhold Company, NY, 1983.

LAFRANGE, G. " L'importance des industries fortes consommatrices d'électricité au Québec ". In: Revue de l'énergie, n.404, juillet/86, pp 484-485.

- LARSON, E.D., WILLIAMS, R.H., ROSS, H.M. " Materials, Affluence, and Industrial Energy Use ". In: Annual Rev. Energy, 1987. pp99/144.
- PAGY, A. & GARCIA, V. " Política Industrial e energia quinze anos após o primeiro choque do petróleo ". In: Revista Brasileira de Energia, v.1, n.3. 1990.
- PERCEBOIS, J. Economie de L'Energie, Paris, 1989, pp.75 a 119.
- ROSA, L.P. " Tendência mundial do consumo, produção e conservação de energia - O meio ambiente e os avanços tecnológicos ". In: Revista Brasileira de Energia, vol.1, n.3, 1990.
- ROSS, M. "Energy Consumption by Industry". In: Annual Rev. Energy, 1981, pp 379-415.
- ROSS, M.H. & STEINMEYER "Energy for Industry" In: Scientific American, Special Issue, September/1990, pp 47-53.
- SERRA, J. "Ciclos e Mudanças Estruturais na Economia Brasileira de após Guerra : A Crise Recente". In: Rev.Economia Política, v. 2/3, julho/setembro, 1982.
- ZYLBERSTAJN, D. Argentine, Brésil, México: Les consommations d'énergie face aux crises des années 70. Université des Sciences Sociales de Grenoble, 1987, Tese de doutorado.
- WALTER, A.C.S. " Considerações sobre a Demanda Industrial de Energia: Análise de Tendência e Perspectivas ". Trabalho apresentado junto ao IPEA/Brasília, agosto/1989, mimeo 8 pg.

CAPITULO 4

RAMO INDUSTRIAL DE PAPEL E CELULOSE

4.1 INTRODUÇÃO

Na indústria de papel e celulose pode-se identificar dois processos fundamentais: i) fabricação de matéria fibrosa - pastas e celulose -; e ii) fabricação de papel.

Quanto às matérias primas utilizadas para se produzir matéria fibrosa, estas são em geral vegetais, como por exemplo, o pinus, o eucalipto e o bambu. Utiliza-se também aparas recicladas.

Os processos de fabricação utilizados baseiam-se na transformação físico-química das matérias primas, ou seja, eles vão desde os puramente químicos, em que as fibras são separadas dissolvendo-se a lignina que os mantém unidos no vegetal, até os puramente mecânicos, em que as fibras são separadas por atrito.

Neste ramo industrial, não se pode falar somente em plantas de papel sem se considerar as de celulose e/ou pastas, uma vez que, existe complementariedade entre elas. A tendência mundial é promover-se cada vez mais, uma integração entre estas plantas, devido às grandes vantagens relacionadas à escala e ao consumo energético. De uma forma geral, encontra-se no ramo de papel e celulose três categorias de plantas ¹:

- a) plantas de pastas e/ou celulose cuja matéria prima é o vegetal e/ou aparas e o produto final é a pasta e/ou celulose;
- b) plantas integradas de pastas e/ou celulose e papel, cuja matéria prima é o vegetal e/ou pastas/celulose e o produto final podendo ser a pasta, a celulose e/ou papel; e
- c) plantas de papel, cuja matéria prima pode ser aparas, pasta e/ou celulose e o produto final é o papel em vários tipos.

¹

Para efeito desta dissertação a ênfase das análises é direcionada para as plantas integradas.

Em uma planta integrada a fabricação consiste no manuseio da matéria prima e sua transformação física, preparação de massa, produção de celulose e/ou pastas e da máquina de papel. Neste tipo de planta, os grandes consumidores de energia mecânica são os refinadores de massa, os depuradores, as bombas de vácuo e o acionamento da máquina de papel, enquanto energia térmica é consumida basicamente nas operações de secagem.

Apesar das diferenças dos rendimentos energéticos e produtivos em função dos processos adotados em cada planta, o calor é consumido a baixa temperatura e em forma de vapor a pressões que variam de 2 a 12 Kg/cm² e de 130 a 180 graus centígrados. De modo que se verifica uma ampla margem entre a temperatura de trabalho e a da chama dos combustíveis utilizados, o que proporciona a geração de energia elétrica, cuja quantidade será proporcional ao processo adotado. Esta característica e o reaproveitamento de subprodutos do processo, como por exemplo, a lixívia, confere ao ramo de papel e celulose-RPC a possibilidade de cogeração.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO RAMO

Historicamente, as primeiras atividades do ramo de papel e celulose começaram no princípio deste século; todavia, a moderna indústria brasileira de papel e celulose, teve como marco inicial o ano de 1956 quando surgiram as primeiras plantas para a produção de celulose, resultado dos investimentos em indústrias de base contemplados pelo Plano de Metas. Até então, o mercado nacional de papéis era abastecido quase que em 100% por papel importado e a produção de celulose praticamente inexistia.

Embora as atividades do ramo tenham sido ampliadas ao longo da década de 60, de acordo com a estratégia nacional de substituição de importações, foi somente com o II PND e a implantação do Programa Nacional de Papel e Celulose-PNPC, a partir de 1974, que ele obteve grande impulso.

Entre 1974 e 1989 a produção de papel mais do que duplicou, e a de celulose triplicou a sua capacidade de produção. Neste período, a taxa média anual de crescimento da produção brasileira de celulose foi de 8,6% e a de papel 6,6%, bem acima do crescimento médio do Produto Interno Bruto no período, que foi de 4,1% ao ano. Com a expansão da produção, a dependência externa em celulose e papel foram superadas, respectivamente, no início das décadas de 70 e 80 (tabelas 4.1, 4.2 e 4.3).

Entre 1980 e 1989 a taxa média anual de crescimento da produção de papel e celulose foram de respectivamente, 4,2% e

3,7%, menores que no período base de 1974 a 1989, mas ainda assim acima da taxa de crescimento do PIB no período, que foi de 2,2% ao ano (tabela 4.3).

Tabela 4.1 Evolução da produção, consumo interno, importação e exportação de papel, em toneladas

Ano	Papel				
	produção	consumo	importação	exportação	Dep.ext.(%)*
1970	1.098.910	1.284.252	186.290	2.164	14.31
1973	1.587.403	1.906.562	346.028	42.564	15.47
1974	1.853.616	2.232.116	466.438	30.860	19.23
1980	3.361.697	3.410.514	257.755	190.657	1.89
1981	3.102.614	3.001.594	234.927	329.350	-2.79
1985	4.021.400	3.540.200	120.915	543.383	-10.51
1989	4.867.036	4.382.333	321.802	898.882	-11.13

* Dependência externa = (importação - exportação)/produção

Fonte: ANFFPC, Relatórios anuais.

Tabela 4.2 Evolução da produção, consumo interno, importação e exportação de celulose, em toneladas

Ano	Celulose				
	produção	consumo	importação	exportação	Dep.ext.(%)*
1970	777.269	784.391	28.199	39.583	-1.46
1973	1.130.470	1.109.093	122.648	194.178	-6.33
1974	1.294.414	1.374.015	179.319	133.801	3.52
1980	3.096.265	2.341.537	59.806	890.695	-26.84
1981	2.992.325	2.171.044	15.730	951.187	-31.26
1985	3.751.977	2.897.822	35.288	933.185	-24.16
1989	4.278.329	3.378.345	69.348	1.001.871	-21.80

* Dependência externa = (importação - exportação)/produção

Fonte: ANFFPC, Relatórios anuais.

O consumo interno de papel e celulose também apresentou um crescimento médio anual acima do Produto Interno Bruto, respectivamente 4,6% e 6,2% (tabela 4.3). No caso da celulose, o

consumo cresceu a taxas médias anuais muito próximas ao da produção. Entretanto, o consumo interno de papel ², apresentou taxas de crescimento bem inferiores à produção, reflexo principalmente, das oscilações econômicas do país e da diminuição do nível de renda, fatos que acabam levando o ramo a dar maior ênfase ao mercado externo.

Tabela 4.3 Taxas anuais de crescimento do PIB, da produção e consumo de papel e celulose, em %

Período	Produção		Consumo Interno		PIB
	Papel	Celulose	Papel	Celulose	
1974/1989	6,6	8,6	4,6	6,2	4,1
1980/1989	4,2	3,7	2,8	4,2	2,2

Fonte: BEN, ano base 1989 e tabelas 4.1 e 4.2

O acesso brasileiro ao mercado externo de celulose - fibra curta - não tem apresentado dificuldade. Entre 1973 e 1989, as exportações de celulose cresceram a uma taxa média anual de 20%, indicando uma tendência de ampliação de participação no mercado externo, principalmente, considerando-se os acordos para a equalização dos preços internacionais, entre a celulose de fibra curta e longa. Entretanto, o mercado externo de papéis, apesar de ter crescido a taxas superiores ao de celulose (cerca de 40% a.a. entre 1973 e 1989), verificam-se grandes dificuldades para se elevar a participação nacional, face à acirrada concorrência de empresas norte-americanas e escandinavas ³.

De uma forma geral, ao longo dos anos 70 e 80, comparativamente a outros ramos industriais, o de papel e celulose expandiu seu nível de atividade devido principalmente ao incremento das exportações, notadamente na década de 80 e apesar de não estar trabalhando no limite de sua capacidade instalada.

²

Paradoxalmente, ao lado da grande produção nacional de papéis, verifica-se um consumo per capita extremamente baixo quando comparado a países desenvolvidos. Em 1990, o consumo per capita nacional era de aproximadamente 29 kg/hab., cerca de 1/5 da média européia. A manutenção do crescimento vegetativo da população brasileira, cerca de 2,0% ao ano, deverá elevar o patamar de consumo, sem no entanto, atingir níveis desejáveis, exceto se ocorrer por exemplo uma política de redistribuição de renda.

³

Conforme a ANFPC, 1990.

Na década de 80, excetuando o período 1981/84, o volume de exportações do ramo de papel e celulose participou com mais de 3% do total exportado pelo setor industrial. Entre 1981/84 esta participação declina para cerca de 2,7%, no entanto em termos monetários cresce, em função da manutenção dos preços internacionais da celulose. Fato responsável pela rentabilidade das plantas nacionais e pela tendência de crescimento das taxas históricas do nível de atividade do ramo, apesar da conjuntura recessiva interna (IPEA, 1990). Entre 1981 e 1984, o preço médio internacional da celulose atingiu cerca de US\$ 380 FOB/ton, enquanto no mercado interno oscilava entre US\$ 250 e US\$ 300 (Zaeyen, 1986).

Por outro lado, vale salientar que a não utilização plena da capacidade instalada é resultante de investimentos em melhoria operacional, os quais estão progressivamente esgotando seu potencial para uma ampliação significativa da capacidade de produção; requerendo dessa forma, investimentos na ampliação da capacidade, no caso de uma situação de crescimento acentuado da produção nos anos 90 (IPEA/IPLAN, 1989). A figura 4.1 - evolução da produção e utilização da capacidade -, além de ilustrar este aspecto no período 1980 e 1988, explica o lançamento do II Programa Nacional de Papel e Celulose, comentado a seguir.

As figuras 4.2 e 4.3 fornecem através de índice, uma visão global das evoluções da produção e do consumo interno de papel e celulose, comparativamente à evolução do PIB, ao longo das décadas de 70 e 80. A figura 4.4, além de ilustrar a evolução das exportações de papel e celulose, explica os substanciais aumentos de suas respectivas produções a partir de 1977 (figuras 4.2 e 4.3).

O Brasil está classificado em oitavo lugar, entre os maiores produtores mundiais de celulose, e em décimo primeiro lugar, entre os produtores de papel⁴. A produção nacional de papel e celulose, em termos mundiais, é aquela que vem apresentando as maiores taxas anuais de crescimento. De acordo com a tabela 4.4 observa-se uma pronunciada diferença entre as taxas de crescimento do ramo de papel e celulose do Brasil e dos países selecionados, sobretudo em termos da produção de celulose.

Segundo a ANFFPC, a despeito da instabilidade econômica do país, se prevê que a tendência de crescimento da capacidade produtiva tanto de papel quanto de celulose deverá ser mantida nos próximos anos, principalmente tendo em vista os projetos de expansão do ramo que estão em andamento.

⁴ _____

De acordo com a Associação Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose-ANFFPC.

Evolução da Produção e Util.Capacidade
Ramo de Papel e Celulose-Índice 1980=100

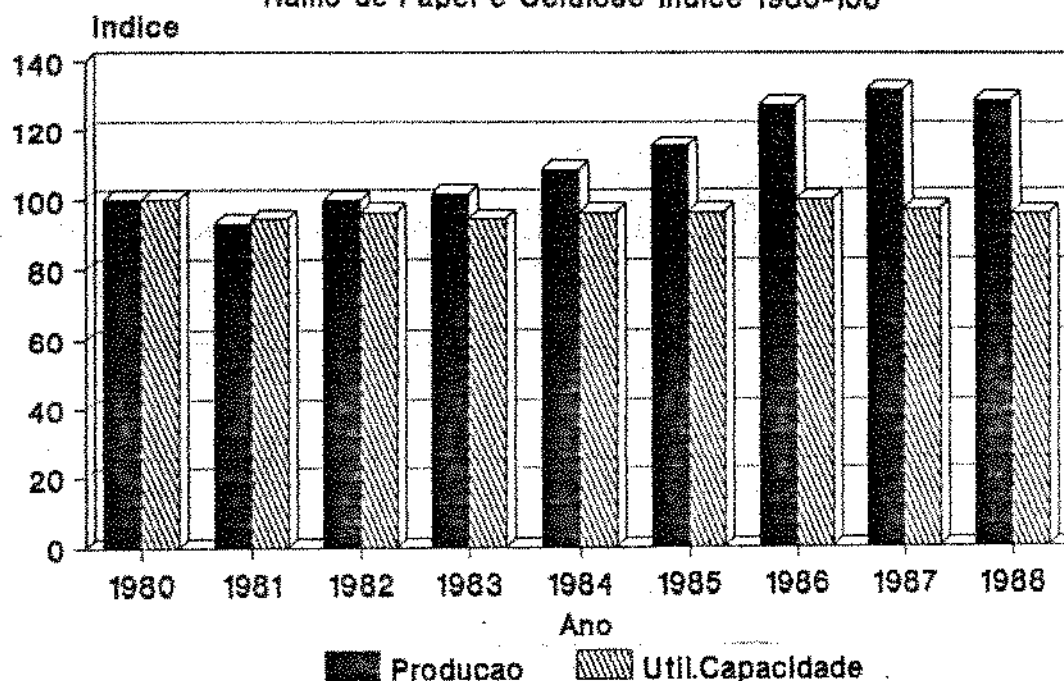


Figura 4.1 Fonte: IPEA, 1989

Tabela 4.4 Evolução mundial da produção de papel e celulose em países selecionados - período 1976/85

País	Taxas médias anuais de crescimento(%)	
	Papel	Celulose
Estados Unidos	1,3	1,2
Japão	3,2	-0,3
Canadá	2,3	1,4
Finlândia	5,6	4,5
Suécia	3,9	1,0
França	1,7	0,7
Alemanha	4,1	2,2
BRASIL	7,8	10,9

Fonte: Paper & Pulp, vários números

Evol. da Producao e Consumo interno de papel x PIB - 1974/1989

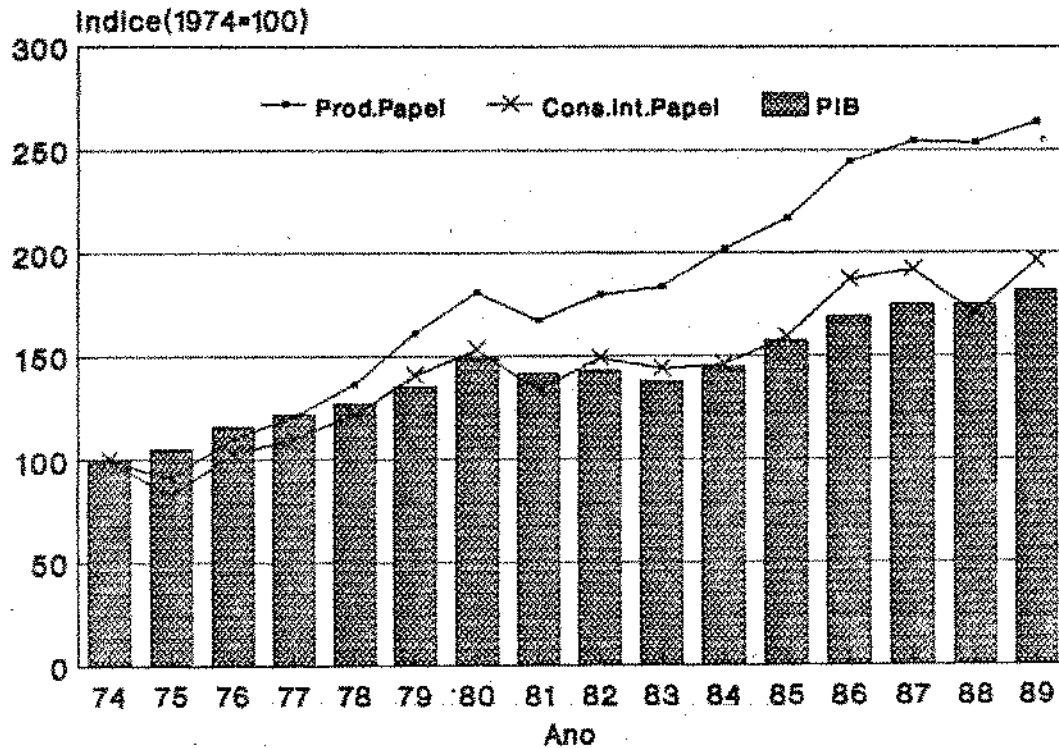


Figura 4.2

Fonte:ANFPC e BEN

Evol. da Producao e Consumo interno de Celulose x PIB - 1974/1989

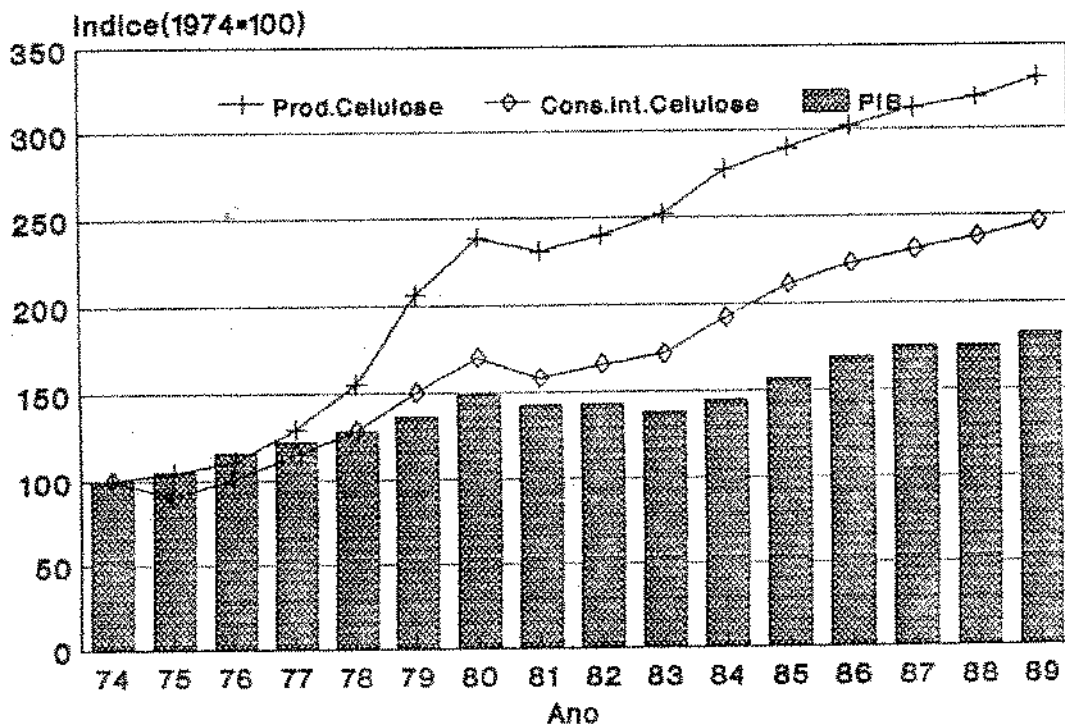


Figura 4.3

Fonte:ANFPC e BEN

Entre os novos projetos, pode-se destacar o Bahia Sul, o Norcel e o da Celuba no Estado da Bahia. Tais projetos decorrem da aprovação do II PNPC, cujas metas atingem o ano de 1995, com o objetivo de atender a demanda interna e, principalmente, ampliar a produção e a participação brasileira no mercado mundial de celulose de fibra curta. De acordo com IIFNPC, projeta-se na área de celulose atingir 6,6 milhões de toneladas/ano e, na de papel, cerca de 8,4 milhões de toneladas/ano, com investimentos da ordem de US\$ 3,8 bilhões e US\$ 1,8 bilhões, respectivamente.

Ainda segundo o II PNPC, a tecnologia a ser empregada nestes projetos, será aquela que já vem sendo largamente utilizada pelo ramo ⁵, ou seja, aprimoramentos na área de biotecnologia, na medida em que o eucalipto será a principal matéria prima; pesquisas industriais visando elevar o grau de eficiência dos processos, através da diminuição de perdas e reaproveitamento de subprodutos e incrementar a utilização de sistemas de controles de processo com base na microeletrônica.

Neste contexto, vale salientar dois aspectos. O primeiro é que o desenvolvimento de "know how" para a produção de celulose fibra curta branqueada a partir de eucalipto ⁶, no país é um dos fatores responsáveis pelo aumento da participação brasileira no mercado mundial de celulose. Todavia, não se pode relegar a uma posição secundária os interesses dos PDs em concentrar suas atividades na produção de papel em detrimento da celulose. A produção de celulose ⁷, além de exigir grande espaço físico, é altamente poluidora e por estar no início da cadeia produtiva exige um grande consumo de energia. O segundo diz respeito à velocidade com que vem se desenvolvendo e empregando nas plantas de papel e celulose os Sistemas Digitais de Controle Distribuídos -SCCD, controladores de inúmeras variáveis físico-químicas que atuam e interferem no processo e na qualidade final dos produtos.

Conforme a ANFPC, cerca de 85% da produção nacional de celulose concentram-se em 12 indústrias, enquanto 25 indústrias respondem por 64% da produção de papel. Estas indústrias concentram-se na região Sudeste, e em particular a de papel, no Estado de São Paulo, que participa com 46,8% da produção nacional.

5

De uma maneira geral pode-se afirmar que a tecnologia empregada no ramo de papel e celulose é relativamente simples e de domínio pleno dos fabricantes.

6

O eucalipto comparativamente às coníferas do hemisfério norte, apresenta um maior rendimento florestal, por possuir um ciclo biológico de crescimento menor.

7

Em 1990, na produção nacional de celulose empregou-se como matéria prima, cerca de 66% de eucalipto - fibra curta e 29% de pinus - conífera de fibra longa.

Evolução das Exportações de Papel e Celulose - 1974/1989, mil tons.

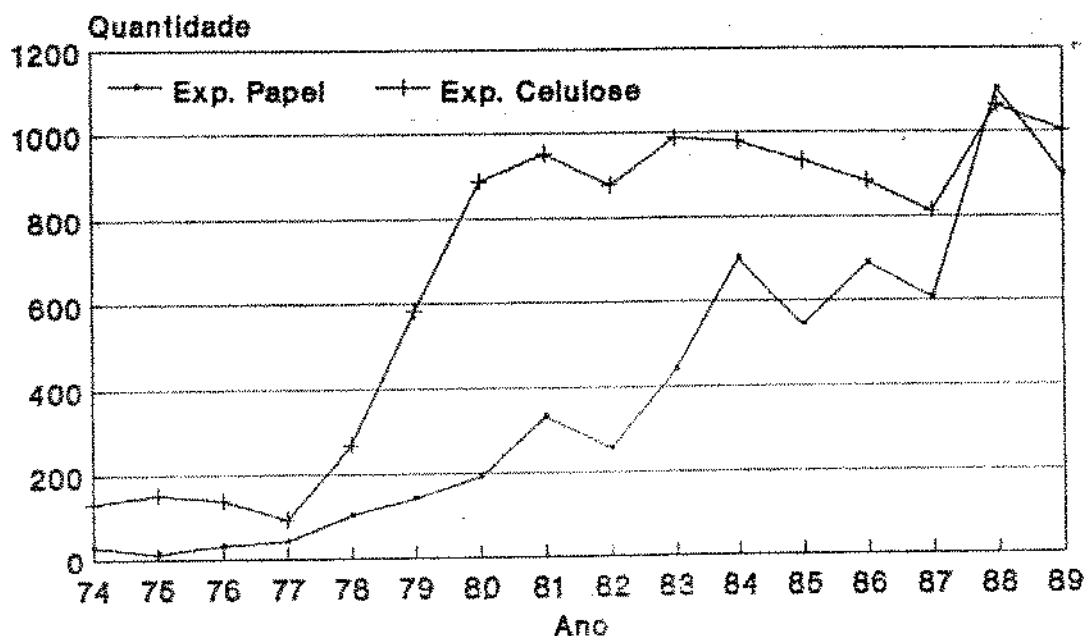


Figura 4.4

Fonte: ANFPC

O parque industrial nacional de papel e celulose, conta com 191 empresas que operam 236 unidades industriais localizadas em 17 estados, mantendo em torno de 1.200.000 hectares de reflorestamentos próprios, basicamente eucaliptos e pinus, o que atende a cerca de 70% de suas necessidades de matéria-prima. Por outro lado, o ramo de papel e celulose apresenta elevado grau de verticalização, consequência do grande volume de recursos necessários para implantação de plantas industriais, sem no entanto verificar-se grande participação de capital estrangeiro.

Aproximadamente 90% do capital do ramo de papel e celulose é controlado por empresas nacionais, e as 7 empresas de capital estrangeiro com atividade no país, respondem por apenas 1/6 da produção nacional. Entre as 20 maiores empresas do ramo, apenas quatro têm controle estrangeiro - Champion (SP), Rigesa (SP), Manville (SC) e Pirahy (RJ) ⁸.

8

Melhores e Maiores, revista Exame, 1991.

4.2.1 Produção de Papel e Celulose

As principais fontes de matéria prima para a obtenção de matéria fibrosa - pastas e celulose ⁹, no Brasil, são o eucalipto e o pinus. A matéria fibrosa pode ser obtida através de vários processos, os quais estão diretamente relacionados com o consumo de energia, qualidade e o tipo de papel a ser produzido. Por outro lado, dada a origem vegetal destas matérias primas, as mesmas são constituídas por fibras vegetais dispostas em múltiplas camadas, cuja união é mantida por forças interfibrilares e pela lignina que age como ligante.

Através de processos de polpação, separa-se e isola-se as fibras de celulose da lignina, contidas na matéria prima vegetal. Para a separação destas fibras é necessário consumir energia - química e/ou mecânica - em uma quantidade diretamente proporcional ao grau de extração da lignina, que depende do processo de polpação e da qualidade desejada para o produto final. Quanto melhor a qualidade do produto final, menor terá de ser o percentual de lignina na matéria fibrosa e conseqüentemente maior serão as necessidades energéticas (tabela 4.5).

Entre os principais processos de polpação ou da produção de matéria fibrosa/celulose, pode-se destacar o mecânico, semi-químico e o químico ¹⁰.

O passo seguinte à obtenção da celulose é o seu encaminhamento para a fabricação de papel. Tal fabricação inicia-se com a preparação de massa, onde é realizado o tratamento mecânico da massa celulósica através de refinadores e depuradores e a sua homogeneização com produtos químicos. Na máquina úmida - Fourdrinier se dá a formação da folha, através da deposição das fibras sobre uma tela, sendo extraída a maior parte da água da massa por processos mecânicos de drenagem e sucção.

⁹

A celulose é um polímero natural presente em todas as células vegetais.

¹⁰

No processo mecânico a matéria fibrosa é obtida geralmente via moagem, pela ação abrasiva de rebolos ou discos de corte, podendo usar energia química e/ou térmica, visando obter pastas com menor teor de lignina.

No processo semi-químico, o desfibramento ocorre através de um tratamento químico e mecânico. Observe-se que neste processo a matéria fibrosa obtida terá um menor teor de lignina que o mecânico.

No processo químico, a matéria prima sofre a ação de reagentes químicos em equipamentos especiais, denominados - digestores ou auto-clave -. Os dois principais processos químicos são - o soda e o sulfato ou kraft -. Com estes processos, além de uma quase completa deslignificação da matéria fibrosa, tem-se um considerável aumento da velocidade de polpação, facilita a recuperação dos reagentes químicos utilizados no cozimento e a fase de branqueamento da celulose, comparativamente aos demais processos.

Tabela 4.5 Consumo específico de energia

Produto final	Eletricidade(Kwh/t)	Energia Térmica(Mcal/t)
Papelão	600	2.160
Caixa p/embalagem	504	2.214
Papel impressão	854	2.905
Papel kraft	1.174	3.035
Papel especial	1.371	3.618

Fonte: CEMIG, 1988.

A seguir a folha já formada passa pela seção de prensa-
gem que promove extração adicional da água por ação mecânica.
Após as prensas a folha de papel é secada em contato com cilin-
dros aquecidos com vapor - máquina seca. Finalmente, nas opera-
ções de acabamento ou na etapa anterior, de secagem, o papel pode
passar por varios tratamentos de superficie, tanto em termos qui-
micos como mecânicos, dependendo de sua utilização final.

De uma forma geral, o consumo energético das plantas de
papel e/ou celulose ocorrem em dois níveis - energia térmica,
oriunda de biomassa e derivados de petróleo; e energia mecânica
para acionamento, oriunda de eletricidade autogerada ou comprada
de concessionárias.

A título de exemplificação, são apresentados a seguir,
dois diagramas, nos quais podem ser observados os produtos e os
principais insumos, inclusive energéticos, nas várias etapas da
produção de matéria fibrosa/celulose e de papel, em uma planta
integrada com o processo kraft ou sulfato.

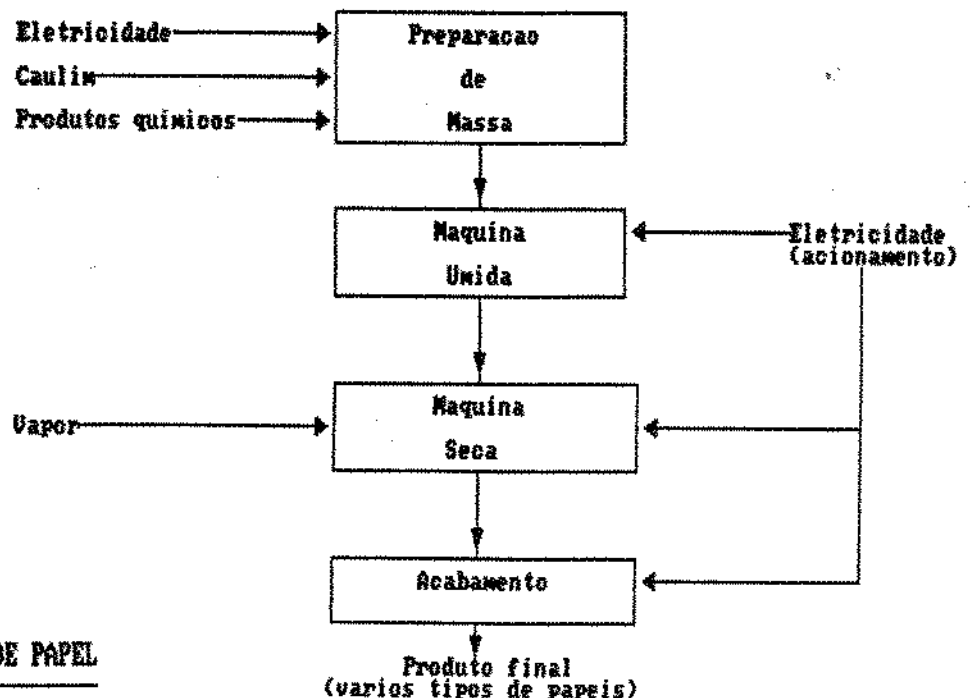
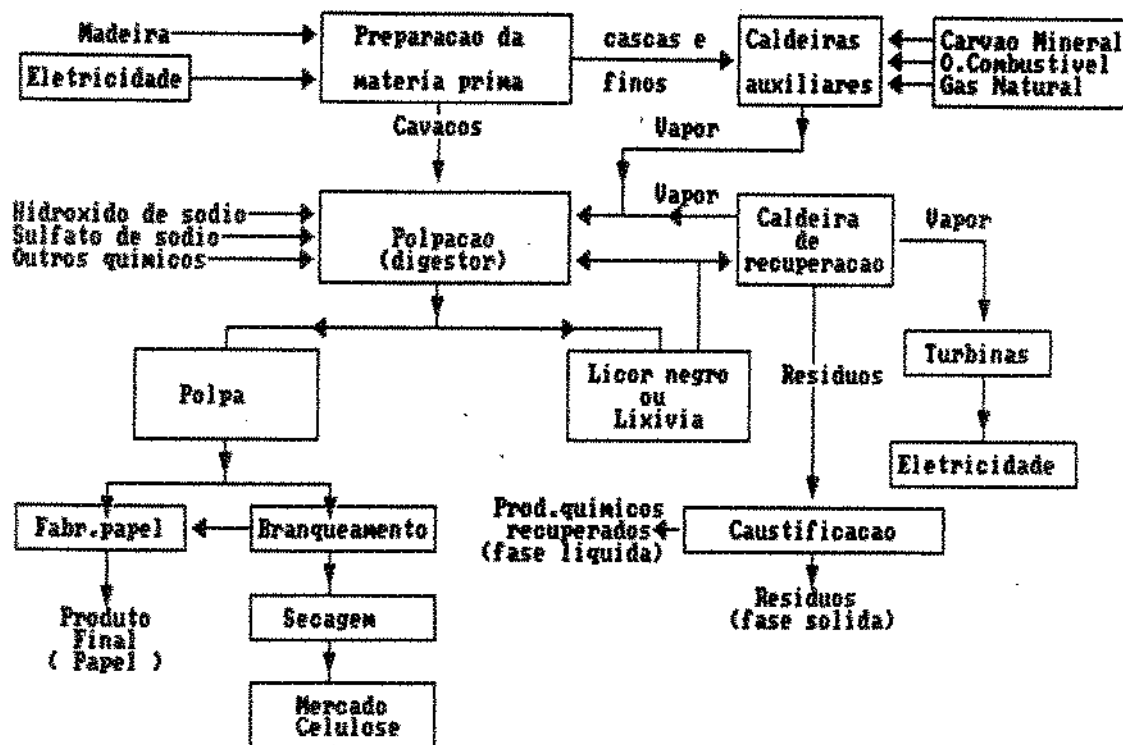


DIAGRAMA DA FABRICAÇÃO DE PAPEL

DIAGRAMA DE PRODUÇÃO DE CELULOSE VIA PROCESSO SULFATO



4.3 QUESTÃO ENERGÉTICA

4.3.1 Introdução

A produção de papel e matéria fibrosa é caracterizada pelo uso intensivo de energia, tanto na forma térmica como na forma elétrica.

O consumo de energia térmica ocorre basicamente para a geração de vapor enquanto a energia elétrica é utilizada fundamentalmente para o acionamento de máquinas e motores. Salienta-se, que em menor escala, a energia térmica é utilizada no forno de cal - caustificação, durante a recuperação de produtos químicos em plantas com o processo sulfato ou kraft.

A estrutura do consumo energético desse ramo industrial é influenciada pelas características das plantas, ou seja, produtoras exclusivas de matéria fibrosa ou papel e aquelas integradas. De acordo com dados da tabela 4.6, observa-se que as plantas de papel e celulose estão fortemente baseadas em energéticos derivados da biomassa. Ressaltando-se que as plantas de celulose e as integradas utilizam principalmente a lixívia, subproduto de processo enquanto as de papel tem na lenha comprada de terceiros o seu principal energético. Excetuando a eletricidade, fundamental para o acionamento de equipamentos, as demais fontes energéticas apresentam um maior ou menor emprego devido à disponibilidade e proximidade das plantas, apresentando vantagens de custo, como é o caso do carvão mineral nas plantas do sul do país. Dessa forma, apesar da análise da questão energética do ramo de papel e celulose ter um enfoque global, considerar-se-á tais particularidades.

Tabela 4.6 Consumo energético por tipo de planta-1989, em mil tEP

Energéticos	Plantas			
	Celulose	Integrada	Papel, exceto sanitários	Papel, fins sanitários
Eletricidade*	169.3	476.7	393.7	118.4
Óleo combustível	83.9	236.4	151.6	29.2
Lixívia	528.1	752.2	22.2	-
Cavacos	133.2	183.8	42.1	3.2
Cascas	97.9	237.3	9.7	0.4
Resíduos	81.8	14.5	25.4	0.1
Lenha	26.3	424.2	518.3	129.4
Carvão Mineral	-	158,0	-	1.4
Bagaço de Cana	-	65.4	9.3	2.1
Outros	10.3	19.1	11.8	1.7
Total	1130.8	2567.3	1184.1	285.9
%	21.9	49.7	22.9	5.5

* = comprada concessionárias

Fonte: ANFPC

4.3.2 Principais Energéticos

O consumo de energia do ramo de papel e celulose até 1950 teve na lenha o seu principal combustível. A partir dessa data, a PETROBRAS iniciou intensa campanha visando a substituição deste energético por derivados de petróleo, através do oferecimento de inúmeras vantagens de preço e suprimento. Na prática isto implicou grande penetração dos derivados de petróleo nas plantas industriais, sem no entanto deslocar por completo os equipamentos baseados na queima da lenha. Fato que de certa forma ajudou em fins da década de 70, ao retorno rápido da lenha, bem como a utilização de outros energéticos derivados da biomassa. Entre as décadas de 50 e 70, inexisteram maiores preocupações de racionalização em todas as atividades econômicas do país.

Os choques do petróleo provocaram a elevação abrupta dos preços internacionais de derivados ¹¹ e, conseqüentemente, crescentes restrições no seu consumo, sobretudo após 1979. Dessa forma, a necessidade imperiosa de se manter a viabilidade econômica dos produtos industrializados, obrigou o governo e a classe empresarial a se preocuparem com as formas de utilização daquele energético. Rapidamente o petróleo e os seus derivados passaram de energéticos baratos e abundantes, a insumos caros e cuja limitação da oferta era sentida na prática. O item energia, cuja disponibilidade não sofria restrições até a década de 70, sofre severas políticas de redução do consumo, acompanhadas de aumentos de tarifas e preços e outras medidas visando garantir uma possível substituição e a conservação energética ¹².

Nesse contexto, o ramo de papel e celulose, assina em outubro de 1980 um protocolo com o governo brasileiro, visando a conservação e a substituição dos derivados de petróleo por fontes energéticas de origem nacional. Com o protocolo várias alternativas foram propostas ao ramo. Todavia, ressaltou-se que priorizou-se aquelas direcionadas à substituição, em detrimento de medidas de racionalização ou conservação do uso da energia.

As principais fontes energéticas alternativas consideradas foram analisadas dentro do contexto das disponibilidades regionais, segurança no suprimento, custos de transporte e armazenagem, implicações tecnológicas, eficiência energética, como também face à localização das plantas industriais (Eoas, 1990).

¹¹ _____

No final da década de 70, o Brasil importava cerca de 85% do petróleo que consumia.

¹² _____

O Programa do Alcool, foi uma das principais medidas adotadas.

i) Alcool

O álcool, embora destinado fundamentalmente à substituição da gasolina, foi uma alternativa considerada. A sua utilização exigiria mudanças apenas no tocante as caldeiras, pois o seu transporte, armazenagem e queima seria semelhante ao óleo combustível. Contudo, o governo para evitar desvios do PROALCOOL proibiu sua utilização para este fim industrial.

ii) Bagaço de Cana

O bagaço de cana parecia inicialmente uma alternativa promissora, pois empresas do ramo já vinham utilizando-o em caldeiras e com eficiência superior a 65%. Os problemas de transporte, armazenamento e garantia de suprimento pareciam resolvidos num primeiro momento.

O transporte e o armazenamento estava solucionado com a secagem e enfardamento, enquanto a questão do suprimento equacionada com o desenvolvimento do PROALCOOL.

Todavia, a sua utilização como energético pelo ramo de papel e celulose inviabiliza-se devido fundamentalmente a dois aspectos.

O primeiro é que as próprias usinas de açúcar e álcool incrementaram o seu uso nas próprias plantas, o que acaba trazendo dificuldades ao suprimento para as plantas de papel e celulose. Segundo refere-se à concorrência com outros usos do bagaço de cana, elevando o seu preço de mercado acima do seu valor de comercialização comparativamente a outras fontes energéticas e os seus respectivos poderes caloríficos. Tais aspectos acabaram inviabilizando-o como substituto ao óleo combustível.

Atualmente empresas do ramo de papel e celulose que queimam bagaço de cana, o fazem por estar fisicamente próximas a usinas de açúcar e álcool ou por as possuírem, advindo daí vantagens econômicas.

iii) Lenha

A lenha foi a principal fonte alternativa adotada pelo ramo de papel e celulose.

Nas plantas exclusivas de celulose e integradas já existiam em pleno funcionamento caldeiras a lenha, devido à quei-

na de cascas e resíduos provenientes da madeira como matéria prima de fabricação. No caso das plantas de papel, em sua maioria possuíam caldeiras a lenha desativadas entre as décadas de 60 e 70, as quais poderiam rapidamente serem reformadas e colocadas em operação.

iv) Carvão Vapor

O carvão vapor, não apresentou uma evolução crescente de consumo devido aos seus altos custos de transporte, política confusa de subsídios executada pelo governo, falta de segurança no suprimento e problemas ambientais oriundos de sua queima. Com relação a este último, a sua solução implicaria por parte da empresa na montagem de uma estrutura industrial visando a eliminação dos resíduos do carvão queimado ¹³, bem como investimentos para o controle dos poluentes, sobretudo das empresas localizadas próximas a centros populacionais. Apenas cinco empresas da região Sul do país utilizam este energético regularmente, devido às vantagens comparativas de proximidade das minas e da existência de linhas férreas para o transporte ¹⁴.

v) Eletricidade

Das fontes de energia compradas, após a lenha, a eletricidade foi uma das mais utilizadas em substituição ao óleo combustível, principalmente com a criação da Energia Garantida por Tempo Determinado-EGTD. A EGTD garantia o suprimento de eletricidade por preço inferior aos normalmente cobrados e num tempo suficiente para se pagar os investimentos em caldeiras elétricas. Todavia, face às perspectivas de agravamento do suprimento futuro, a ELETROBRAS acaba com a EGTD e cria a ETST-Energia Temporária para Substituição, ainda utilizada por algumas empresas que mantêm caldeiras elétricas.

¹³ _____
O carvão mineral nacional possui alto teor de cinzas, implicando na geração de um grande volume de resíduos. Os carvões são classificados de acordo com a fração de carbono, material volátil, umidade e cinzas, sendo mais elevada a sua qualidade quanto maior a quantidade de carbono.

¹⁴ _____
A Klabin possui minas e ferrovias para transporte de carvão.

vi) Gás natural

O gás natural foi considerado o substituto ideal ao óleo combustível, principalmente em termos ambientais. Entretanto, problemas relativos à competência da sua distribuição e a necessidade de investimentos em gasodutos até as plantas industriais têm retardado o seu maior aproveitamento. A partir da promulgação da Constituição de 1988, determinando a competência estadual para sua distribuição e os recentes contratos de seu fornecimento pela Bolívia, esperam-se no curto e médio prazos maiores incrementos do seu consumo no RPC, como também nos demais ramos industriais grandes consumidores de energia.

Outras alternativas foram postas ao ramo. Aquela que mais aumentou sua participação na matriz energética do ramo, foi a lixívia ou licor negro, subproduto das plantas exclusivas de celulose e integradas.

4.3.3 O Consumo de Energia

Dentro do setor industrial o ramo de papel e celulose, após o metalúrgico, é o mais intensivo no consumo de energia por unidade de valor agregado.

O crescimento do consumo de energia pelo ramo de papel e celulose ocorreu de forma pronunciada nos anos 70, tendo evoluído à taxas médias anuais muito menos significativas na década de 80, taxas essas idênticas às de crescimento do valor agregado (tabela 4.7). Em decorrência do elevado crescimento do consumo de energia pelo ramo de papel e celulose, comparativamente ao valor agregado gerado, notadamente no período 1973/80, verifica-se um aumento substancial da intensidade energética do produto - Energia/PIB -. Através da figura 4.5, na forma de índice, pode-se observar este aspecto, como também a evolução menos pronunciada desse indicador para o setor industrial.

Em 1990, enquanto a relação consumo de energia/PIB do setor industrial atingia 0,765 tEP/mil US\$, o ramo de papel e celulose com 1,735 tEP/mil US\$, só foi superado pelo ramo metalúrgico que atingia 3,132 tEP/mil US\$ (figura 4.6). Representando uma participação de apenas 3,4% para a formação do produto industrial, o ramo de papel e celulose consumiu 7,8% do total de energia direta do setor industrial.

RPC e SETOR INDUSTRIAL

Evolução da relação ENERGIA/PIB

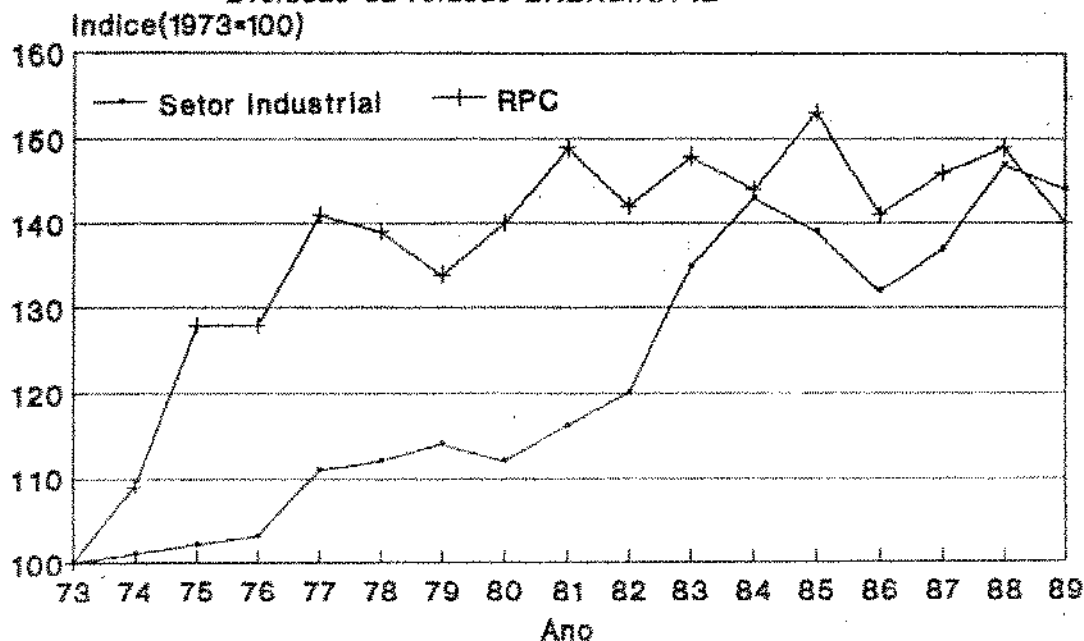


Figura 4.5 Fonte: BEN, 1990

Tabela 4.7 RPC - Evolução do Valor Agregado-VA e do Consumo final de Energia, em % e taxas médias anuais de crescimento

Períodos	1973/89	1973/80	1980/89
Cons.Energia	7,1	11,6	3,7
VA	4,8	6,4	3,7

Fonte: BEN, 1990

Entre 1973 e 1983, a participação do RPC no consumo total de energia do setor industrial eleva-se de um patamar de 6% para aproximadamente 7,8%, em grande parte devido aos crescentes aumentos da produção global, ao ritmo acelerado das exportações do período e à diminuição do nível de atividade do setor industrial, sobretudo daqueles ramos direcionados apenas ao mercado interno (figura 4.7). Neste período as produções e as exportações

de papel e celulose cresceram respectivamente 7,9% e 11,1% e, 26,4% e 17,7%.

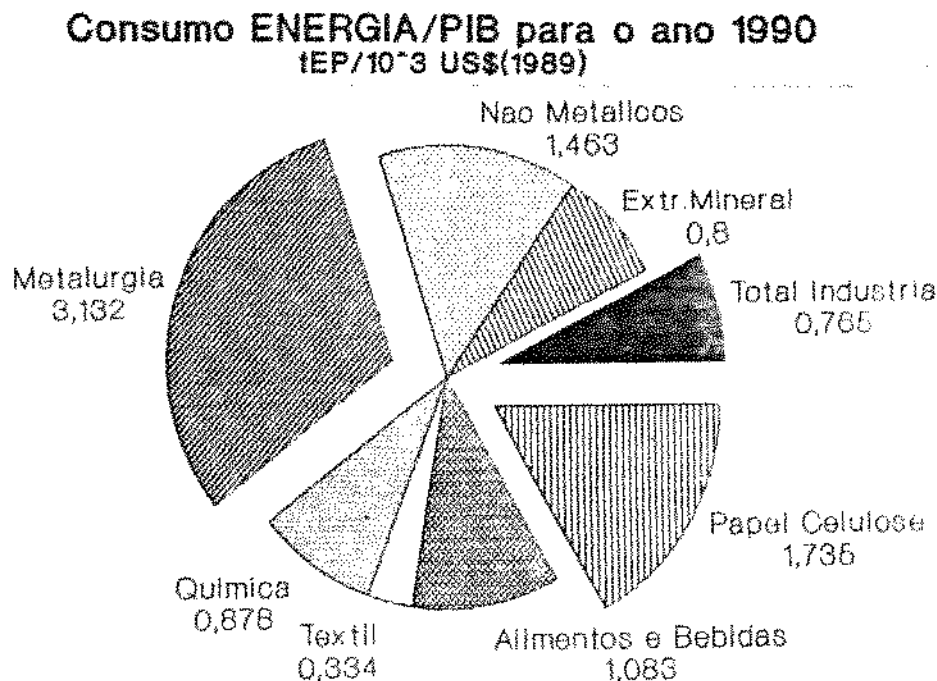


Figura 4.6 Fonte: BEN, 1991

No período compreendido entre 1983 e 1990, essa participação sofre grandes oscilações. Atinge um patamar mínimo em 1986, cerca de 7,1%, eleva-se nos anos seguintes, chegando em 1989, com uma participação de 7,3%. Em 1990 a participação do RPC no consumo final de energia do setor industrial atinge o nível verificado em 1983, cerca de 7,8%. As variações de participação observadas neste período, decorreu das oscilações econômicas do país e a diminuição do ritmo de crescimento da produção, face à estabilização das exportações, sobretudo de celulose, cujas taxas declinaram de mais de 17% do período anterior para menos de 1% ao ano e a relativa estagnação da demanda interna.

Conforme comentado em capítulo anterior, após o segundo choque do petróleo, implementaram-se vários programas de racionalização energética, os quais, apesar de marginal, propiciaram um

recuo no consumo de energia e conseqüentemente influenciaram na relativa estabilização da participação do ramo de papel e celulose no consumo final de energia do setor industrial, sobretudo entre 1984 e 1989 (figura 4.7).

Todavia, cabe salientar que a contenção do consumo de derivados de petróleo através da substituição por um lado resultou em um ganho líquido extremamente favorável ao ramo, por outro não levou a grandes desenvolvimentos tecnológicos com o agravante de elevar-se o consumo devido o uso de fontes de energia menos eficiente, sobretudo no início de implementação dos programas. Fato este que em parte explica o aumento da participação do ramo de papel e celulose no consumo industrial durante a crise econômica do início da década de 80 (figura 4.7).

**RPC : Participação no consumo final
de energia e no Produto Industrial**

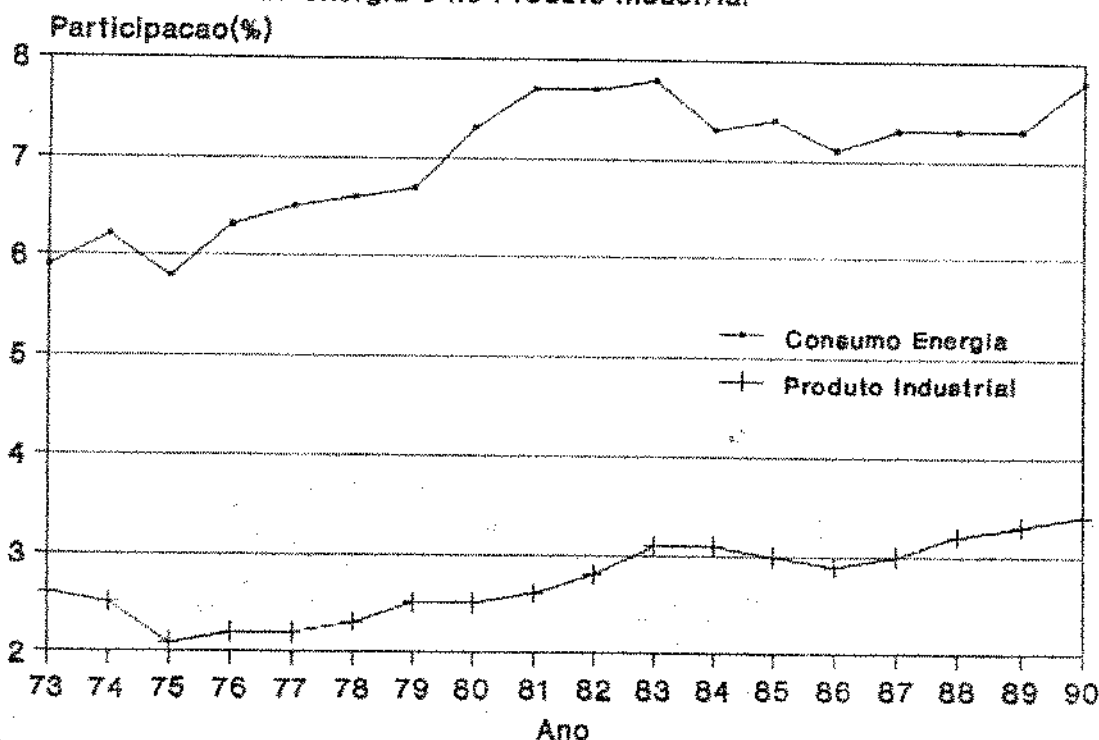


Figura 4.7 Fonte: BEN, 1989/90/91

4.3.3.1 Alterações na Matriz Energética

O maior consumo de combustíveis no ramo de papel e celulose ocorre através das caldeiras para a geração de calor, onde a lenha, a lixívia e o óleo combustível são os insumos mais empregados. A eletricidade é utilizada para o acionamento de motores, bombas, compressores, "hydrapulpers", refinadores e depuradores, entre outros.

Com o segundo choque do petróleo, verificou-se mudança significativa na estrutura de consumo energético deste ramo industrial. Em 1978, a participação do óleo combustível no consumo final era de 36,9%, enquanto o carvão vapor, lenha e a lixívia participavam, respectivamente, com 1,9%, 6,4% e 19,5%.

A eletricidade no período pré segundo choque do petróleo respondeu em média por cerca de 38% do consumo final.

A partir de 1979, amplia-se a participação da lixívia, e em particular a da lenha, que atinge em 1984, atinge 23,7% do consumo final. Concomitantemente, verifica-se uma redução acentuada da participação do óleo combustível no consumo final do ramo. Ressalte-se que a partir de 1985 a participação da lixívia - subproduto de processo e utilizado como combustível em caldeiras de recuperação - supera definitivamente a lenha na produção de calor nas plantas industriais integradas.

A participação da eletricidade eleva-se ligeiramente até 1982, acentua-se nos anos seguintes, sobretudo em 1986 com o programa de eletrotermia (figura 4.8).

A grande participação da lenha resultou em uma completa mudança das caldeiras a óleo por caldeiras a lenha, devido à programas de incentivos à substituição dos derivados de petróleo. Ainda segundo esta ótica observou-se também aumento significativo no número de caldeiras elétricas, entre 1985 e 1986.

No tocante à participação da eletricidade, historicamente sua participação tem oscilado em torno de 40% do consumo final de energia do ramo de papel e celulose. Em termos absolutos o seu consumo elevou-se continuamente, devido à expansão das plantas integradas no II PND e aos estímulos da EGTD.

Na figura 4.9 pode-se observar a evolução dos preços reais dos principais energéticos do RPC. Note-se que os incrementos de participação da lenha, lixívia e da eletricidade ocorrem concomitantemente com a elevação dos preços reais, sobretudo do óleo combustível.

RPC: Participação dos energéticos no consumo final de energia, em %

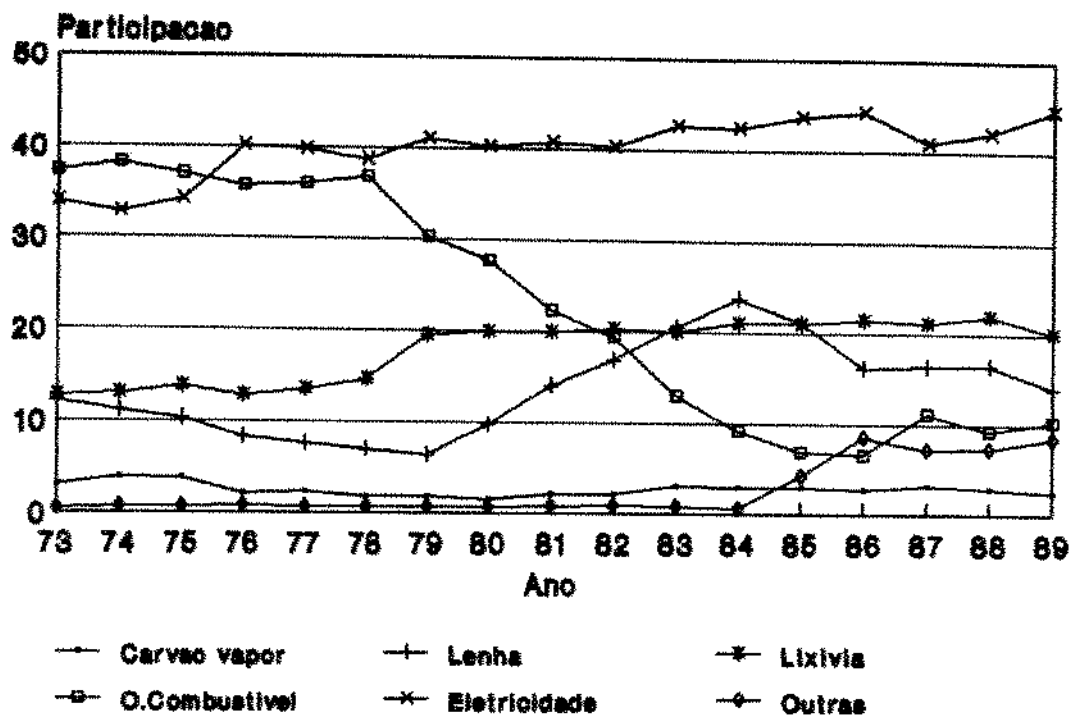


Figura 4.8 Fonte: BEN, 1990

Evolução dos preços reais dos principais energéticos do RPC, em mil Cr\$(1987)/tEP

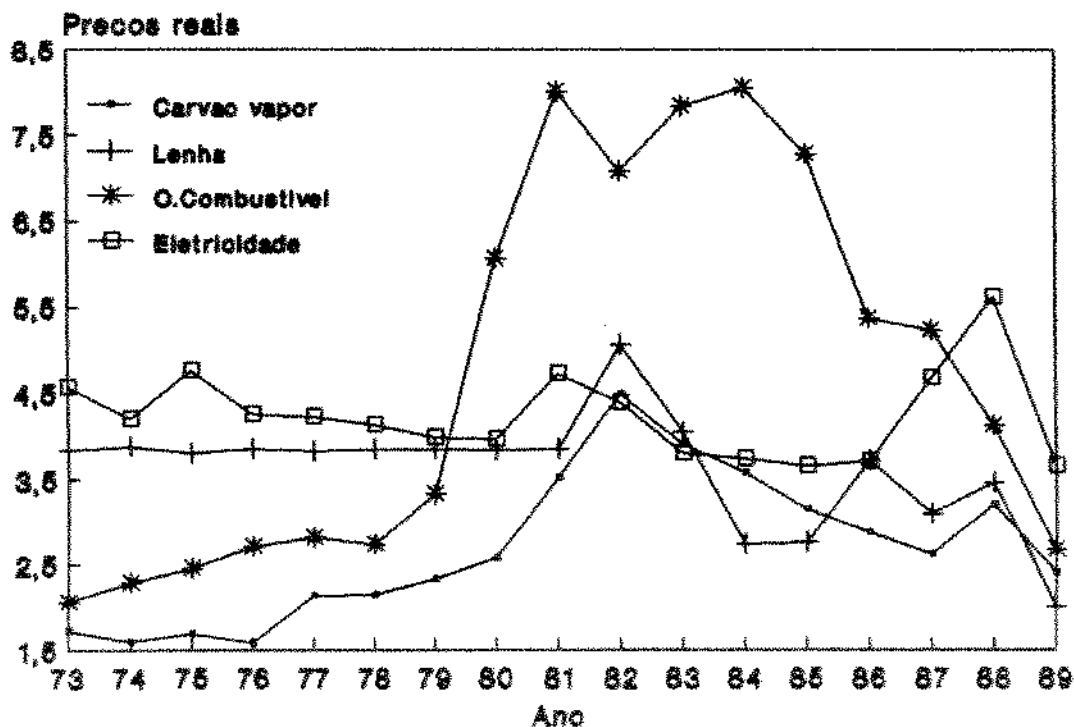


Figura 4.9

A eletricidade utilizada pelo ramo provém de duas fontes: comprada junto às concessionárias e autogerada. A eletricidade autogerada provém em quase sua totalidade da queima da lixívia em caldeiras de recuperação. A partir de 1986 com o término da EGTD e do ligeiro aumento do preços reais da lenha¹⁵, este subproduto da polpação solidifica-se como uma das principais fontes de energia para as plantas exclusiva de celulose e integradas, fato que acaba incrementando o deslocamento da lenha e do óleo combustível. Com relação à redução do consumo de óleo combustível, vale salientar que no período 1980/85, quando da vigência do Protocolo de Intenções e do estabelecimento de cotas às empresas, o índice de substituição deste energético evolui de 52% para 78%. Atinge 91% em 1986 de uso de combustíveis alternativos, nível este que vem sendo mantido pelo ramo graças principalmente à melhoria de produtividade no uso de alternativos (tabela 4.9). Atualmente, o óleo combustível é bastante consumido quase que apenas em plantas exclusivas de papel, quando estas por localizarem-se próximas a centros consumidores, também dificuldades de acesso ao mercados fornecedores de lenha.

Tabela 4.9 Índice de substituição de óleo combustível, em %

Ano	1980	1985	1986	1987	1988	1989
Índice	52	78	91	88	90	88

Fonte: ELETROBRAS, 1992

Conforme dados da tabela 4.10, no período 1979/88 o ramo de papel e celulose tem autogerado, em média, mais de 40% do seu consumo de eletricidade, com a particularidade de que nos anos 80 este percentual tem evoluído para cima ou para baixo em função da evolução dos preços reais deste energético.

Tabela 4.10 Eletricidade autogerada e comprada, em %

Ano	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
Comprada	55.9	56.0	57.4	58.2	58.2	59.0	60.0	57.6	57.3	62.9
Autogerada	44.1	44.0	42.6	41.8	41.7	41.0	40.0	42.4	42.7	37.1

Fonte: Boas, 1990

¹⁵

Com o Plano Cruzado, verificaram-se aumentos dos fretes e da mão de obra, fatores que provocaram um acréscimo nos preços da lenha, particularmente nas regiões Sul e Sudeste.

Do total autogerado, cerca 30% é obtido por geração hidroelétrica, enquanto o restante provém da geração térmica através da queima de lenha, carvão vapor, óleo combustível e principalmente de lixívia (Boas, 1990).

Em 1990, a eletricidade e a lixívia representaram mais de 64% do consumo final do ramo de papel e celulose, enquanto lenha, óleo combustível e carvão vapor cerca de 27,7%, sendo que a lenha sózinha representava mais de 50% deste percentual. Considerando-se além da lixívia e a lenha, outros resíduos vegetais utilizados, constata-se que mais da metade dos energéticos consumidos, tiveram origem na biomassa.

4.3.3.2 Estrutura de consumo das plantas

O parque industrial do ramo de papel e celulose, conforme comentado anteriormente é composto por três tipos de plantas: produtoras exclusivas de papel, produtoras exclusivas de celulose e as que produzem papel e celulose, denominadas de integradas.

Tal desagregação torna-se fundamental quando deseja-se quantificar o consumo específico por tipo de unidade industrial. "A priori", sabe-se que as plantas integradas e as de celulose apresentam os maiores índices de consumo específico, comparativamente às plantas de papel.

De acordo com dados da tabela 4.11, em 1989, as plantas integradas agregaram aproximadamente 50% do consumo final de energia do ramo de papel e celulose. Enquanto as plantas de papel-exceto sanitários e de celulose agregaram em torno de 22% e, as de papel para fins sanitários quase 6%.

No tocante a cada planta, observa-se que em 1989 ocorreu um predomínio da lenha nas plantas produtoras de papel exceto sanitários e nas produtoras de papel para fins sanitários, participando, respectivamente, com cerca de 43,8% e 45,3% das necessidades energéticas destas unidades. Em seguida, os energéticos mais consumidos foram a eletricidade e o óleo combustível, com participações oscilando respectivamente, entre 40% e 10%. Os demais energéticos tiveram participações marginais.

Nas plantas de celulose, por iniciar o seu processo de produção a partir da matéria prima bruta, tem nos derivados da biomassa os seus principais energéticos. Em 1989 a biomassa participava com mais de 70% no consumo final destas plantas. A lixívia sózinha representava aproximadamente 65% do total de biomassa utilizada como fonte energética. Já nas plantas integradas, como

ocorre nas de celulose, a lixívia é o energético mais consumido, aproximadamente 30% do consumo final destas plantas. Constatou-se que nestas plantas mais de 60% do consumo energético origina-se na biomassa.

Tabela 4.11 Consumo energético do ramo de papel e celulose, por tipo de planta - 1989, em mil tEP

Energético	Tipo de planta*				Total
	Celulose	Integrada	Papel		
			exceto sanitários	fins sanitários	
Eletricidade**	169,3	476,7	393,7	118,4	1.158,1
O.Combustível	83,9	236,4	151,6	29,2	550,8
Lixívia	528,1	752,2	22,2	nu	1.302,5
Cavacos	133,2	183,8	42,1	3,2	362,3
Cascas	97,9	237,3	9,7	0,4	345,3
Resíduos	81,8	14,5	25,4	0,1	121,8
Lenha	26,3	424,2	518,3	129,4	1.098,2
Carvão vapor	nu***	158,0	nu	1,4	159,4
Bagaço de cana	nu	65,4	9,3	2,1	76,8
Outros	10,3	19,1	11,8	1,7	42,9
Total	1.130,8	2.567,3	1.184,1	285,9	5.168,1
Participação(%)	21,9	49,7	22,9	5,5	100,0

Fonte: Anuário ANFPC, 1990 e ELETROBRAS, 1992

Obs:*não considerado as plantas de pastas de auto rendimento(PAR)

**refere-se a eletricidade comprada de concessionárias

***nu= não utiliza

Em termos da evolução do consumo específico, o ramo de papel e celulose, excetuando as plantas produtoras de pastas de alto rendimento-PAR, consumiu 792 kgEP/tonelada em 1989 (tabela 4.12)

O menor consumo específico, tanto de energia global quanto de eletricidade foi verificado nas plantas produtoras de papel, exceto sanitários.

Dos quatro tipos de plantas analisadas, as de celulose são aquelas que apresentam os maiores consumo específico de energia global e de eletricidade, indicando o quanto é intensivo em energia o processo de fabricação de celulose. Tal fato é alvo de profundas discussões na medida em que os PDs promoveram o repasse de indústrias energo intensivas para PVDs. Vale salientar que as plantas integradas também são intensivas em energia, o menor con-

sumo específico destas plantas, comparativamente às de celulose, relaciona-se com o efeito escala, uma vez que estas plantas englobam em uma mesma unidade industrial a produção de papel e celulose.

Tabela 4.12 Consumo específico de energia - 1989

Produção, Consumo e Rendimentos	Tipo de planta *				Total
	Celulose	Integrada	Papel		
			exceto sanitários	fins sanitários	
Produção(mil t)	1.169	3.051	1.964	340	6.524
Consumo eletricidade** total(mil tEP)	417	803	437	122	1.778
Cons.Esp. Eletricidade (kgEP/t)	357	263	223	359	273
Cons.Esp. Total de Energia (kgEP/t)	967	842	603	841	792

Fonte: Tabela 4.11, Anuário ANFPC, 1990 e ELETROBRAS, 1992

Obs: * não considerado PAR ** refere-se ao total

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O atual parque industrial de papel e celulose não deverá sofrer mudanças estruturais, como as ocorridas conjuntamente ao II Plano Nacional de Desenvolvimento. Naquela época o crescimento do ramo embasou-se no movimento de substituições das importações e posteriormente na penetração crescente nos mercados internacionais.

Diante da constatação que esta estratégia não se constituirá na base do desenvolvimento futuro do ramo de papel e celulose, discute-se quais os objetivos que deverão nortear o crescimento deste ramo nos anos 90. O "pano de fundo" tem sido o profundo e continuado processo recessivo do país desde os anos 80 e a nova ordem mundial de liberalização do comércio exterior em choque com o protecionismo.

Diante destes fatos, para a década de 90, mesmo considerando-se os investimentos previstos no II PNCP ¹⁶, o crescimento da produção global estará com certeza, abaixo das taxas de crescimento da década de 70.

A manutenção dos atuais níveis de produção e sua eventual expansão, dependerão fundamentalmente da execução de políticas que ampliem o mercado interno, pois é sabido que o potencial consumidor existe e esta latente. Externamente os esforços deverão ser redobrados para ampliação dos atuais mercados, face à tendência de uma maior liberalização do comércio mundial, trazendo em seu bôjo, acirrada concorrência e a busca de melhores preços e padrões de qualidade.

Quanto à questão energética dois cenários poder ser colocados ao ramo de papel e celulose, considerando-se a continuidade da atual situação, para a qual não existe uma política claramente definida desde meados dos anos 80.

O primeiro, seria a continuidade da estratégia colocada em prática nos anos 80, quando priorizou-se a substituição energética em detrimento de medidas de conservação. Neste sentido, deve-se manter o atual estágio tecnológico e a mesma matriz energética, significando a não ocorrência de alterações no consumo específico no curto e médio prazos.

O segundo cenário, pressupõe que o ramo de papel e celulose não esperará que o Estado forneça as diretrizes básicas, tendo em vista otimizar o uso de energia. Aliás, esta parece ser um tendência natural dentro do ramo, na medida em que, o mercado internacional de papel e celulose vem sofrendo acirrada concorrência em termos de qualidade e preços, o que obrigara o ramo a buscar alternativas, as quais com certeza deverão passar pela questão energética e os seus custos decorrentes. Por exemplo, na área de qualidade, já é realidade no ramo a utilização das normas da série ISO 9000.

Na área energética, imagina-se que a necessidade de otimização dos custos, implicará em análises dos atuais insumos e a busca de melhorias técnicas visando melhorar sua eficiência, redundando em uma possível otimização do consumo específico, bem como facilitando a obtenção de produtos com preços competitivos.

¹⁶

Esse programa cobre o período 1987 a 1996.

Em termos tecnológicos, apesar do conhecimento de que as tecnologias empregadas no RPC é de domínio público e relativamente simples, espera-se alguma evolução técnica, mesmo que marginal. Com o incremento tecnológico espera-se ações mais concretas em direção à medidas de conservação, uma vez que a substituição de fontes energéticas parece estar atingindo o seu limite.

Finalmente, cabe mencionar que várias inovações tecnológicas estão sendo discutidas no ramo de papel e celulose, destacando-se a chamada tecnologia "DARS - Direct Alkali Recovery System", que consiste na junção em um único estágio da caldeira de recuperação e o forno de cal, decorrendo melhorias na recuperação dos reagentes, velocidade do processo e a sobretudo levando a um melhor uso da energia na fabricação de celulose, bem mais energo intensiva que a fabricação do papel.

4.5 BIBLIOGRAFIA

Associação Nacional dos Fabricantes de Celulose e Papel-ANFCP, Anuário Estatístico, vários anos.

Balanco Energético Nacional-BEN, varios anos.

BOAS, P.V. "Energia no setor de papel e celulose", ANFCP, 1990, mimeo, 22 pag.

CEMIG, Uso de Energia na Indústria de Papel e Celulose em Minas Gerais, 1988.

CEMIG, Cenários da Economia 1986/2005, n. 2, Papel e Celulose, Belo Horizonte, fevereiro/1987.

CESP/FDTE, Energia na Indústria: Análises Setoriais, CESP/FDTE, São Paulo/1981, pp. 163 a 222.

Editora Abril, Melhores e Maiores, Rev.Exame,-1991.

ELETRONBRAS/DM, Diagnósticos de setores industriais grandes consumidores de energia, sinopse, 1992, 25 pp.

Folha de São Paulo, 25/10/1991, pp. 3-10; 27/12/1990, pp. E-1; 19/12/1990; 30/12/1990, pp. B-6.

IPEA/IPLAN, Acompanhamento de Políticas Públicas n. 6, Análise do Desempenho do Setor Industrial, 1988, IPLAN/IPEA, pp. 21 a 27.

IPEA/IPLAN, Para a Década de 90, Prioridades e Perspectivas de Políticas Públicas, v.1, novembro/1989.

IFT/CNP/FINEP, Conservação de energia na indústria de celulose e papel, vols.1 e 2, São Paulo, 1985.

IFT/FECAMP, Desenvolvimento Tecnológico da Indústria e a Constituição de um Sistema Nacional de Inovação no Brasil: O Setor Celulose-Papel, Campinas, 1990.

IFT/DES-AETEC, Relatório n. 28.656, 1990.

JOICHEM, E. et alii. Energy Conservation Indicators. Fraunhofer fur Systemtechnik und Innovationsforschung and Commission of the European Communities, Brussels and Luxembourg, 1987.

MIC/CDI. II Plano Nacional de Desenvolvimento - 1974/1979,
Brasília, 1974.

Revista Celulose & Papel, n 27, março/abril, 1990, pp.25 a 28.

ROSA, L.P. "Tendência mundial do consumo produção e conservação
de energia - meio ambiente e os avanços tecnológicos" In:
Revista Brasileira de Energia, v.1, n 3, 1990.

SHREVE, R.N. & BRINK, J.A. "Indústrias de Processos Químicos" 4 ed.
Editora Guanabara Dois, RJ, 1980.

TERADA, O.A. "Conservação de energia na indústria" In: Anais do
Seminário Introdução de Tecnologias Energéticas Alternativas
no Brasil até o ano 2000", FINEP/COPPE, Vol.2, novembro/1985

ZAEYEN, A. "Estrutura e Desempenho do setor de papel e celulose no
Brasil", Tese de mestrado, Inst. Economia Industrial, COPPE,
UFRJ, 1986.

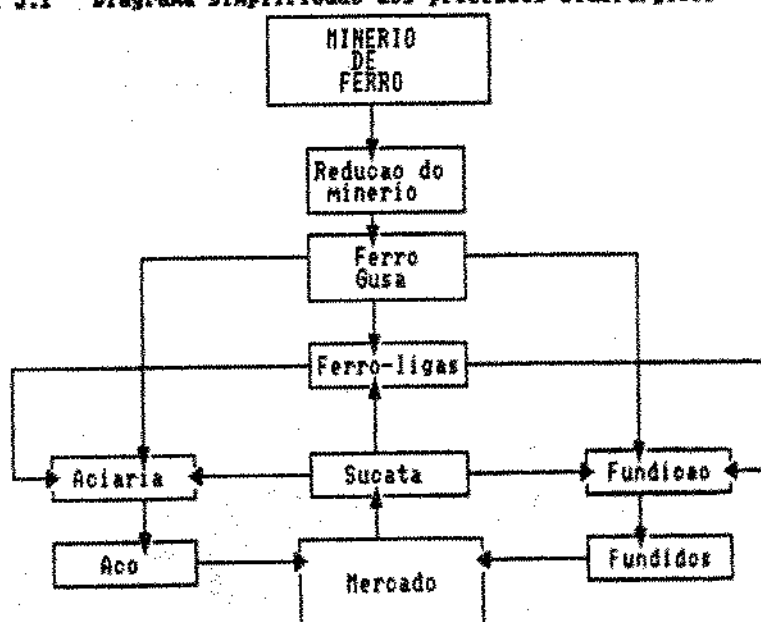
CAPITULO 5

RAMO INDUSTRIAL METALURGICO

5.1 INTRODUÇÃO

No ramo metalúrgico-RM encontra-se uma grande variedade de produtos e processos, o que dificulta o seu estudo econômico e energético de forma agregada, com o agravante de que os dados estatísticos disponíveis diferem entre as várias fontes. Nesse sentido, além de se buscar a compatibilização dos generos ou ramos industriais da Fundação Instituto Brasileiro de Geográfica e Estatística-FIRGE e dos setores do Balanço Energético Nacional, enfocou-se separadamente cada um dos ramos industriais que compõe o RM-ferro gusa e aço, ferroligas ¹ e não ferrosos ². A seguir apresenta-se diagrama simplificado dos processos siderúrgico.

Figura 5.1 Diagrama simplificado dos processos siderúrgicos



¹ Os ramos industriais ferro-ligas e ferro gusa e aço, originam-se dos processos denominados siderúrgicos, caracterizando-se pelo uso da pirometalurgia, cuja primeira etapa é a obtenção do ferro bruto e impuro, produto básico para a fabricação dos vários tipos de aço e ferroligas. Os ferroligas são materiais ferrosos, que consistem de ligas binárias de ferro e outros metais.

² Os produtos do ramo de não ferrosos, são classificados em dois grupos em função da sua importância comercial e industrial. Os não ferrosos comuns, como o alumínio e os especiais como o antimônio e níbio, entre outros.

5.2 EVOLUÇÃO RECENTE E PERSPECTIVAS

De uma forma geral, até o início da década de 60, o desenvolvimento do ramo metalúrgico brasileiro foi pouco expressivo. Até então a produção de não ferrosos era incipiente, inclusive não satisfazendo as necessidades do país. Por outro lado, a produção siderúrgica ainda era centrada em poucos produtos e sobretudo naqueles menos elaborados.

Vários fatores contribuíram para a não expansão do parque industrial metalúrgico até este período. Entre eles, pode-se destacar o rigor das leis minerais em vigor no país, as quais não contemplavam diretrizes claras para os investimentos estrangeiros (Fernandes, 1988), como também em face do reduzido mercado nacional (Sá, 1988).

Até a década de 60, a fraca demanda interna por produtos metalúrgicos relaciona-se ao modelo de desenvolvimento adotado. Prioriza-se então o chamado processo de substituição de importações de bens duráveis em detrimento de uma maior capacitação do país na produção de insumos intermediários. Com o governo militar a partir de 1964, concomitantemente com a liberalização da legislação mineral, as orientações governamentais foram no sentido de buscar-se a auto-suficiência nos insumos intermediários, especialmente na área siderúrgica (Sá, 1988). Tais decisões, por um lado promoveram a entrada de capital estrangeiro na área mineral e a conseqüente expansão do ramo metalúrgico. Por outro lado, significou a colocação de enormes volumes de recursos obtidos via empréstimos externos para a viabilização destes projetos, sobretudo na montagem da infra-estrutura em energia.

Por ocasião do primeiro choque do petróleo, verifica-se o desequilíbrio da balança comercial, na qual os custos das importações de petróleo não podiam ser sustentados pelas exportações, baseadas sobretudo em produtos primários e recursos minerais, especialmente minério de ferro.

Neste sentido, entre os vários objetivos embutidos no II PND, destaca-se para a área metalúrgica a ênfase num primeiro momento, da substituição de importações de produtos siderúrgicos, não ferrosos e a consolidação do ramo de ferro-ligas; e num segundo momento, aproveitar-se das vantagens comparativas em termos dos recursos minerais, energia e mão de obra, visando uma maior inserção no mercado internacional.

Com o II PND, a partir de 1974, verifica-se a consolidação e a expansão do parque industrial metalúrgico no país. Além de dotar o país dos insumos intermediários necessários ao desenvolvimento, permitiu uma penetração crescente nos mercados internacionais. Por outro lado, os desdobramentos dessa estratégia de

desenvolvimento, incrementou substancialmente o volume da dívida externa e trouxe graves problemas ambientais, com os agravantes de pouco agregar ao produto industrial e da grande quantidade de energia subsidiada e incorporada às exportações.

Todavia, a inserção crescente dos produtos metalúrgicos nacionais nos mercados internacionais parece ter seu ciclo terminado a partir de meados da década de 80³, face à competitividade e a concorrência cada vez maior, de países que até 1974 tinham pouca representatividade no mercado mundial de metais, sobretudo no comércio mundial de aço.

Desde então a estrutura de oferta de aço bruto têm sofrido modificações sensíveis em termos dos países produtores. Entre os países que tiveram uma produção siderúrgica emergente pode-se destacar a Coreia do Sul, Taiwan, Índia, China. Por outro lado, as transformações estruturais de caráter liberalizante em curso, além de estarem contribuindo para a mudança do conceito de reservas estratégicas de metais⁴, têm alterado substancialmente o mercado dos metais (Suslick, 1988). Fato que aliado à concorrência de novos materiais, têm provocado uma diminuição da demanda mundial de metais e tende a impor cada vez maiores dificuldades a uma maior inserção brasileira nos mercados internacionais.

Das décadas de 50 e 60 até a primeira crise energética, as economias ocidentais cresceram num ritmo extremamente rápido e a demanda por metais excedia a oferta. Após o primeiro choque do petróleo, o nível de suprimento tem-se mostrado maior que a demanda para muitos produtos metalúrgicos, notadamente os não ferrosos, devido à utilização de novos materiais (polímeros, principalmente) e ao melhor emprego dos materiais em geral. A figura 5.2 mostra a evolução de produção e consumo agregado de alumínio, cobre, níquel, chumbo e zinco, para o período de 1973 a 1985. Observe-se que nos períodos de 1974/1976 e de 1979/1983 a oferta excedeu a demanda.

3

Ao longo dos anos 70 e até meados dos anos 80, a penetração da brasileira nos mercados internacionais, limitou-se na maior parte das vezes a responder às oportunidades criadas pelo próprio mercado, em uma conjuntura onde os reflexos da elevação dos preços internacionais do petróleo provocou uma reestruturação nas indústrias metalúrgicas dos PDs, importadores potenciais do Brasil.

4

O conceito de materiais estratégicos, surge na década de 20 nos Estados Unidos, face a essencialidade de alguns materiais para a indústria bélica, como por exemplo o ferro e aço. Posteriormente, este conceito ampliou-se, incluindo materiais estratégicos para o funcionamento da economia, cuja produção interna fosse insuficiente para atender a demanda.

A tendência mundial de ampla oferta, preços relativamente baixos e das perspectivas da total reestruturação da indústria e dos mercados para produtos metalúrgicos na década de 90 (Banco Mundial, 1987). Nesse sentido, a manutenção da atual participação brasileira nos mercados externos de metais, implicará necessariamente, em um grande esforço de inovação, contemplando a diferenciação de produtos via incorporação de tecnologia possibilitando a agregação de valor e a otimização dos recursos, sobretudo energia.

Internamente, deve-se canalizar esforços na ampliação do mercado. Estudos do BNDES/1987 para a área siderúrgica, relacionando a renda nacional bruta ao consumo de aço utilizando a curva logística em S comparativamente à "Curva teórica do Steel Intensity" da IISI, mostram que a dinâmica do consumo de aço deve ser crescente, indo ao encontro à teoria de que o Brasil ainda está completando sua estrutura industrial e suas redes de infraestrutura energética, urbana e de transportes.

Produção e Consumo Mundial AGREGADO: Al, Cu, Ni, Pb e Zn - 1973/85

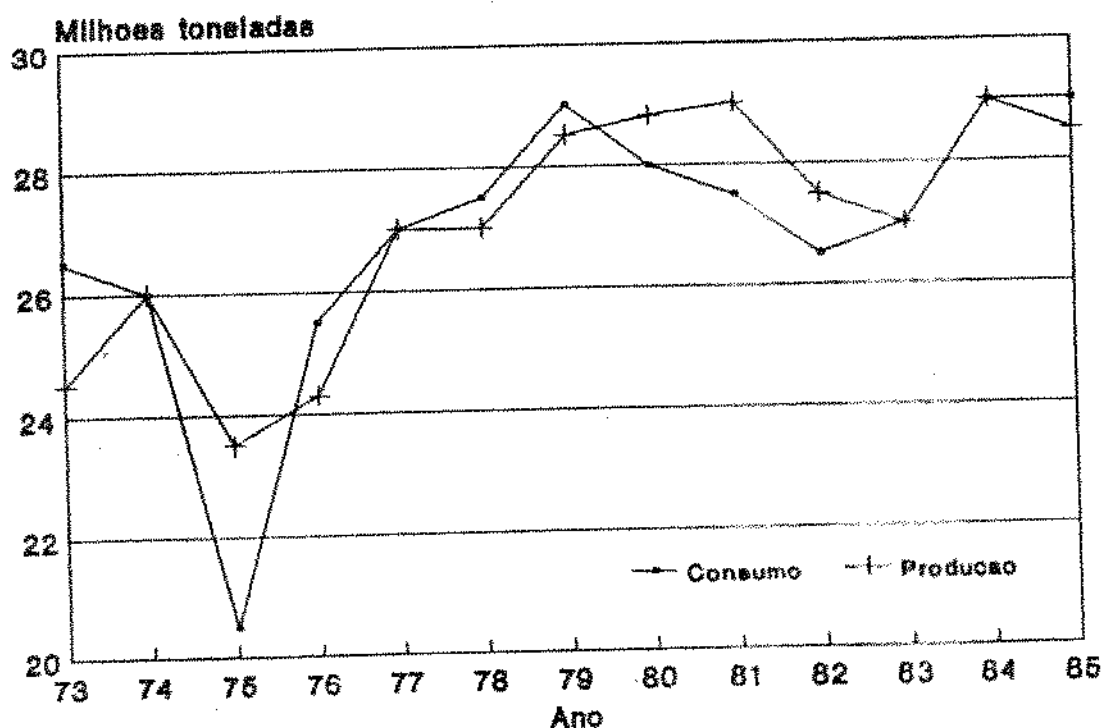


Figura 5.2 Fonte: Revue de Metallurgie

Dentro do setor industrial o ramo metalúrgico é o mais intensivo no consumo energético. Entre 1974 e 1989, a intensidade energética do produto cresceu a taxas anuais de quase 5%, enquanto a do setor industrial crescia a taxas médias anuais de 2,9%. A evolução da intensidade energética do ramo metalúrgico-E/VA e do setor industrial-E/PIB, pode ser observada na figura 5.3. Neste período o consumo final de energia por unidade monetária do ramo metalúrgico quase duplicou. Em contrapartida sua participação na formação do Produto Industrial, cresceu apenas um ponto percentual, ou seja, elevou-se de 8,7% em 1974 para 9,7% em 1989.

RM - Evolução da Intensidade Energética e participação do VA no PIB Industrial

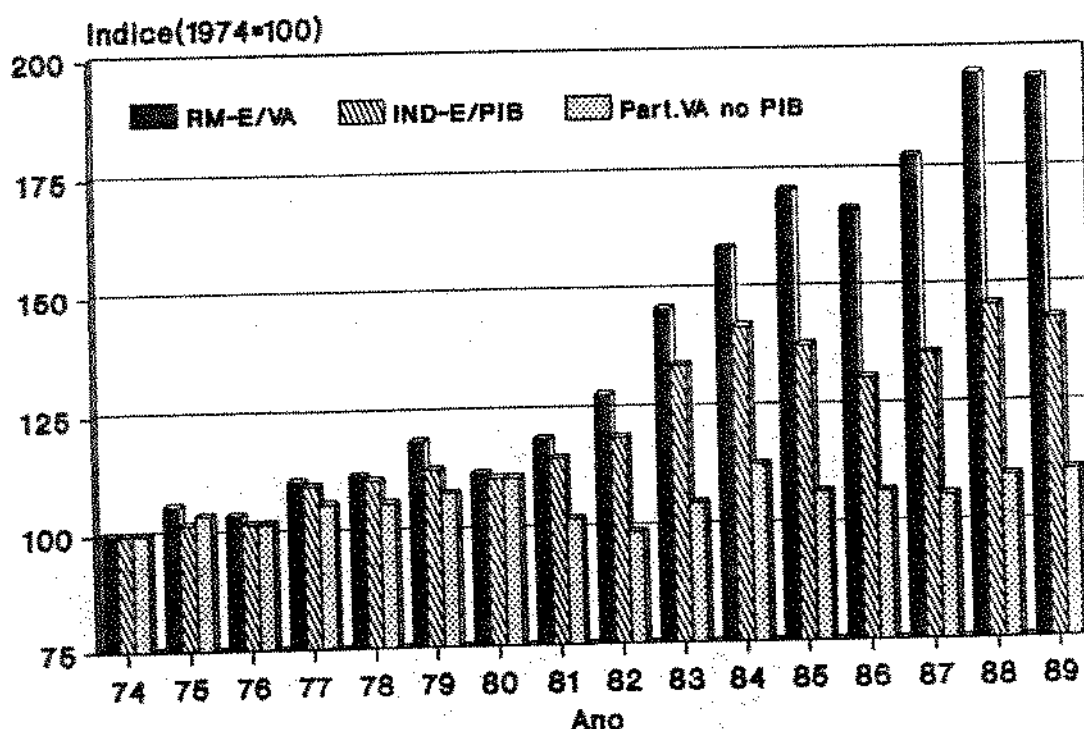


Figura 5.3 Fonte: BEN, 1990

5.3 O RAMO DE FERRO GUSA E AÇO - RFGA

5.3.1 Introdução

No Brasil, a atividade siderúrgica ⁵ tem seu marco histórico o ano de 1812 na região de Congonhas do Campo, Minas Gerais, quando instalou-se a primeira fábrica de ferro.

O desenvolvimento da moderna siderurgia brasileira inicia-se em 1946, quando o governo federal criou a Companhia Siderúrgica Nacional-CSN em Volta Redonda, RJ. Usina integrada que além de possuir a maior capacidade de produção do país da época (cerca de 300 mil toneladas/ano) utilizaria o coque ⁶ como agente redutor do minério de ferro.

A evolução do parque siderúrgico nacional esteve historicamente ligada ao modelo de desenvolvimento, que se baseou na substituição das importações, na participação decisiva do setor público na atividade econômica e ambiente externo favorável.

Neste sentido, a política de substituição de importações para a área siderúrgica inicia-se com as dificuldades de importação de produtos siderúrgicos, por ocasião da Primeira Guerra Mundial. A produção nacional de ferro e aço, que antes da guerra supria apenas 13% do mercado interno, inicia os anos 20 respondendo por cerca de 43% da demanda interna. Em seguida, com a crise de 30 e o rompimento do modelo agrário exportador, incrementa-se o processo de industrialização nacional, o que fornece um novo impulso à produção siderúrgica. Entre 1930 e 1940, a produção de ferro, passa de 35,3 mil para 185,6 mil toneladas/ano; e a de aço bruto de 21,0 mil para 141,2 mil toneladas/ano, como pode ser observado na tabela 5.1.

Anteriormente à criação da CSN, e da Aços Especiais de Itabira-ACESITA em 1944, a Companhia Siderúrgica Belgo Mineira foi a primeira usina de grande porte implantada no Brasil. Com as suas 59,2 mil toneladas/ano, duplicou a capacidade de produção nacional de aço, a partir de 1937.

⁵

A atividade siderúrgica engloba os processos de produção de ferro gusa, aço e ferroligas.

⁶

Coque ou carvão metalúrgico, combustível obtido da hulha ou carvão mineral.

Tabela 5.1 Produção de ferro gusa e aço bruto, em mil toneladas
Brasil - 1925/1940

ANO	Ferro gusa	Aço
1925	30,0	7,6
1930	35,3	21,0
1935	64,1	64,2
1940	185,6	141,2

Fonte: Locatelli, R.L.

Ao longo das décadas de 50 e 60, três novas estatais foram criadas na área siderúrgica. As usinas integradas da Companhia Siderúrgica Paulista-COSIPA, em 1953; da USIMINAS em 1956; e da AÇOMINAS em 1966. A COSIPA e a USIMINAS, atingem a plena operação respectivamente, em 1965 e em 1964, ambas com capacidade de produção de 500 mil toneladas/ano de produtos siderúrgicos planos. Ainda nesse período, a iniciativa privada amplia substancialmente a siderurgia dos não planos e a produção do ferro gusa em usinas não integradas.

O ciclo de criação de grandes usinas siderúrgicas pelo Governo Federal parece ter terminado com a implantação da Cia Siderúrgica de Tubarão-CST (1971) com a associação de capital nacional, japonês e italiano.

A década de 70, foi altamente promissora para a área siderúrgica; sob os auspícios do II Plano Nacional de Desenvolvimento verificou-se inserção crescente dos produtos siderúrgicos brasileiros nos mercados internacionais. Inclusive, dentro desta conjuntura favorável, cria-se a holding SIDERBRAS, especialmente para coordenar as atividades das usinas estatais.

Na década de 80, o modelo de desenvolvimento que vinha sendo aplicado nas últimas três décadas deteriora-se frente à resposta tardia aos choques do petróleo, às oscilações do nível de atividade do país, ao maior liberalismo do comércio e às mudanças de caráter geo-político no âmbito mundial. Fatores que levam a uma nova discussão do papel do Estado na economia e da sua inserção na área industrial, sobretudo neste início de década.

Neste contexto, iniciou-se o processo de desestatização da economia, sendo a área siderúrgica escolhida para iniciar este processo. O Governo Federal extingue em 1990, a SIDERBRAS, como primeiro passo para a privatização de empresas estatais da área siderúrgica. A USIMINAS acabou sendo privatizada em 1991 e a Cosinor, CST e a Acesita em 1992, com indicações de que a CEN deve passar para a iniciativa privada até fins de 1993.

O processo de privatização na área siderúrgica ainda encontra-se em seu início, e ainda não é possível mensurar os possíveis desdobramentos econômicos e energéticos. Todavia, este processo tende a acelerar-se, uma vez que as resistências estão paulatinamente sendo superadas. Pois a única alternativa para a não privatização seria a injeção de recursos do setor público para tornar estas estatais competitivas e saneadas. Entretanto, esta opção está totalmente descartada frente à falta de capacidade de investimento do Governo Federal e da necessidade premente, de primeiro equacionar os graves problemas econômicos e sociais do país.

O Brasil conta com cerca de 10 parques siderúrgicos, englobando 43 empresas, estatais e privadas, sendo 9 integradas a carvão vegetal, 2 integradas a redução direta, 5 integradas a coque e 27 semi-integradas. Agregam-se a esta estrutura, produtores independentes de ferro gusa a carvão vegetal, com cerca de 120 altos fornos, variando de 25 a 400 toneladas/dia de capacidade produtiva (IPT, 1990).

5.3.1.1 Planos e Ações Governamentais

Historicamente o ferro gusa e o aço tem sido produtos essenciais ao funcionamento do sistema econômico e condicionante do crescimento industrial. Daí os governos, em sua maioria, não medirem esforços tendo em vista a estruturação de seus parques siderúrgicos.

O Brasil não fugiu a regra, pelo menos até o início do processo de desestatização. Desde os primórdios da instalação da indústria siderúrgica no país o governo participou efetivamente da sua criação, expansão e no seu supervisionamento.

Ainda na década de 40, o governo federal instala a Comissão Executiva do Plano Siderúrgico. Em 1967, cria-se o Grupo Consultivo da Indústria Siderúrgica-GCIS, e é estabelecido o I Plano Siderúrgico Nacional-I PSN, cuja linha de ação básica, era equacionar as distorções decorrentes do crescimento não planejado do parque siderúrgico nacional.

O I PSN dividiu-se em duas fases. A primeira entre 1967 e 1971, contemplou o projeto de criação da SIDERBRAS e a expansão e a ampliação de usinas estatais e privadas, visando atender a demanda interna de laminados, como também, a definição de um projeto para a produção de semi-acabados para a exportação. A segunda fase, entre 1972 e 1977, teve seus objetivos iniciais revistos ao longo dos anos pelo Conselho Consultivo da Indústria Siderúrgica.

Ainda com o I PSN em andamento, o Governo Federal implementa o II Plano Nacional de Desenvolvimento-II PND, cujas diretrizes básicas priorizavam investimentos em indústria de base, o que acaba indo de encontro a um dos objetivos do I PSN, qual seja, expandir a produção de semi-acabados via construção de novas usinas.

Em março de 1987, o Ministério da Indústria e Comércio elaborou o II Plano Siderúrgico Nacional-II PSN, prevendo investimentos de US\$ 16,4 bilhões no horizonte 1987/2000 e o acréscimo de capacidade instalada em 15 milhões de toneladas. Este acréscimo de produção ocorreria mediante a expansão das usinas existentes e implantação de novas plantas (IPEA/IPLAN, 1987).

Na mesma época do II PSN, a SIDERBRAS⁷ elaborou o Plano Estratégico de Desenvolvimento do Sistema SIDERBRAS-PEDESID, prevendo a expansão e otimização das cinco maiores usinas existentes⁸, até o horizonte de 1997, visando também o atendimento do mercado interno e a geração de excedentes exportáveis. Vale salientar, que com a extinção da SIDERBRAS, em 1990, e o início do processo de privatização na área siderúrgica, todos os investimentos contemplados no PEDESID ficaram sem efeito e aguardando os desdobramentos da privatização em curso.

Os planos e ações governamentais colocadas em prática a partir dos anos 40 até os anos 70, sem dúvida, possibilitaram a estruturação no país de um moderno parque siderúrgico. Na década de 80, apesar do quadro recessivo da economia e da reestruturação no mercado mundial do aço, insistiu-se na continuidade dos programas de investimentos.

Segundo o IPEA/IPLAN (1989) à medida que os financiadores externos retraíam-se e o Governo limitava o seu aporte de recursos do Tesouro, a SIDERBRAS passou a captar recursos junto ao mercado privado de crédito, a custos extremamente elevados. Provocando uma situação de crescente fragilidade econômica, insolvência financeira e, portanto, de incapacidade de se autofinanciar seu crescimento ou modernização, afetando sua competitividade.

⁷ SIDERBRAS, holding criada para coordenar e supervisionar todas as atividades das usinas siderúrgicas estatais, integradas a coque.

⁸ CSN, COSIPA, USIMINAS, CST e AÇOMINAS

A situação agrava-se à medida em que o aporte de recursos via Tesouro e outras fontes tornou-se mais problemático, tanto pela redução da receita federal, como também devido às restrições impostas pela constituição de 1988 à atuação do Estado na área produtiva.

Por outro lado, as mudanças no mercado mundial, sobretudo com o desenvolvimento da moderna siderurgia japonesa e a emergência da produção em alguns países em desenvolvimento, elevou a competitividade nos mercados, tornando-se cada vez difícil ao país mantê-los, sem novos investimentos, principalmente no tocante ao desenvolvimento tecnológico dos processos e produtos.

5.3.2 Tecnologia de produtos e processos

Até a década de 60 os grandes complexos siderúrgicos implantados no país se apoiavam essencialmente em tecnologias importadas. A contribuição dos produtores nacionais de bens de capital era pouco significativa e se limitava quase que exclusivamente ao fornecimento de alguns elementos secundários dos sistemas produtivos.

Na década de 70, conjuntamente ao grande crescimento da siderurgia nacional, as empresas começaram a se organizar no sentido de procurar entender e absorver tecnologias importadas. Surgem assim centros de pesquisas e núcleos de desenvolvimento tecnológico das empresas; contudo, a assistência técnica externa ainda é intensamente utilizada, principalmente devido à inesperienza nacional no desenvolvimento de produtos. Neste período, aumenta sensivelmente a participação dos produtores locais no fornecimento de bens de capital.

Nos anos 80 consolida-se a capacitação técnica da siderurgia brasileira para a produção de aço, nos seus principais processos tecnológicos. Resultado em grande parte devido à crescente competitividade nos mercados e da necessidade de sobrevivência nos mesmos, uma vez que países detentores de tecnologias relutam em transferi-la a seus concorrentes, principalmente as tecnologias para a produção de aços especiais. É exatamente o desenvolvimento de produtos com alto conteúdo tecnológico que auxiliará as empresas siderúrgicas nacionais a manterem sua participação nos mercados, sobretudo internacional.

Vale salientar que nas exportações brasileiras de produtos siderúrgicos predominam os semi-acabados, de baixo conteúdo tecnológico, que nem sempre são comercializados a preços vantajosos. Preços mais elevados correspondem a produtos diferenciados e

que fogem da característica de "commodity", como por exemplo tubos sem costura e barras de aço especial, com alto conteúdo tecnológico. De acordo a Secretaria de Desenvolvimento-SDI, em 1988 o preço médio do aço bruto foi de US\$ 289 FOB/t, enquanto os trefilados (produtos mais elaborados) atingiu em média US\$ 710 FOB/t.

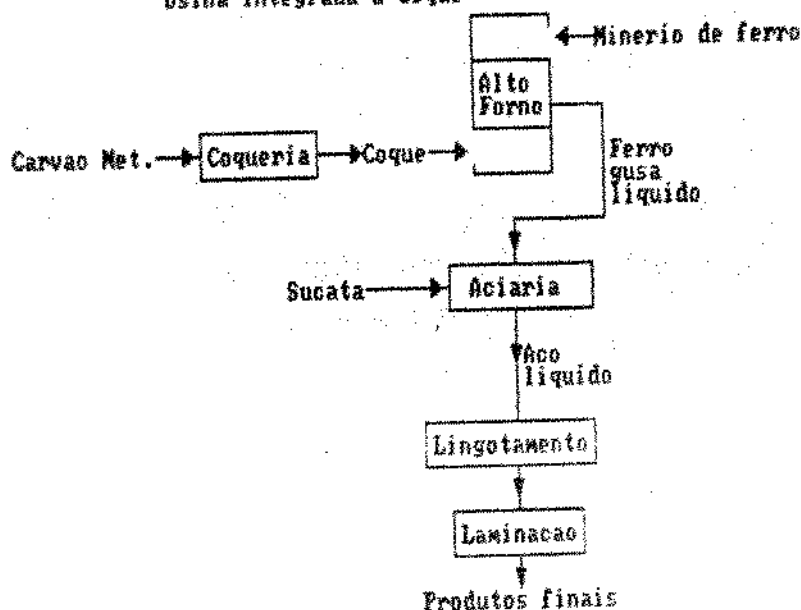
A produção nacional de ferro gusa e aço esta assentada em quatro modelos tecnológicos de usinas - integradas a coque, integradas a carvão vegetal, integradas a redução direta e usinas semi-integradas.

O processo de produção em uma usina integrada é composto de quatro etapas básicas - preparação da carga, redução, refino e laminação. As usinas integradas a carvão vegetal são semelhantes às integradas a coque, excetuando-se o agente redutor. Vale salientar, que devido à complexidade e tamanho das usinas integradas, costuma-se dividi-las, em módulos produtivos - de coque/sinterização, de ferro gusa, de aço e de laminação. No caso das usinas integradas a redução direta utiliza gás natural e/ou gás de carvão como agente redutor, dando origem ao ferro esponja⁹ ao invés do ferro gusa. Finalmente, tem-se as usinas semi-integradas que se dedicam em sua maioria à produção de aços não planos comuns e especiais. Estas plantas operam a partir da etapa do refino.

A figura 5.4 fornece uma visão geral das etapas do processo de uma planta integrada a coque.

⁹ O ferro esponja é obtido pela redução direta do minério de ferro. A sua extração do alto forno ocorre a uma temperatura imediatamente anterior ao ponto de fusão do minério, daí sua característica esponjosa e sólida, facilitando a sua oxidação. A produção de ferro esponja é voltada basicamente para a siderurgia do aço, principalmente nos casos onde o carvão mineral é de baixa qualidade e gera-se pouca quantidade de sucata. Os seus custos de produção tem-se mostrado relativamente altos, o que de certa forma tem freado uma maior expansão dos processos de redução direta. Este processo responde por menos de 15% da produção mundial de ferro, inclusive, nunca atingiu a capacidade instalada estimada entre 35 e 25 milhões de toneladas/ano. O Brasil não tem participação no mercado internacional, sua produção destina-se apenas ao mercado interno.

Figura 5.4 Diagrama simplificado de fabricacao do FERRO GUSA E AÇO - Usina Integrada a Coque



A atualização tecnológica nacional é bastante nítida na produção do aço, sobretudo nas usinas que têm o coque como agente redutor e fonte de calor, em conjunto com conversores LD ¹⁰ e lingotamento contínuo ¹¹. Por outro lado, tem-se buscado também o desenvolvimento tecnológico na produção do ferro gusa, notadamente nas usinas integradas. Por exemplo, novos processos de sinterização ¹², tem facilitado o enformamento apenas de cargas preparadas, fazendo com que o alto forno tenha uma operação mais uniforme e homogênea, facilitando a introdução da automação nos mesmos. Até recentemente, o emprego de automação só era possível na produção de aço - aciaria e laminação.

¹⁰

O processo LD permite a redução de 5 horas para 40 minutos o tempo de corrida em relação ao forno Siemens-Martin. O conversor LD foi desenvolvido no início do século na Austria, se nome vem das iniciais das duas fábricas que primeiro o utilizaram, Linz e Donawitz. O processo Siemens-Martin é bastante empregado nas usinas integradas do país; foi desenvolvido em meados do século passado e caracteriza-se por apresentar uma grande capacidade de produção e propiciar a reciclagem de grandes quantidades de sucata, cerca de 50 a 60% da carga.

¹¹

O lingotamento contínuo propicia ganhos importantes de rendimento em relação ao lingotamento convencional, dispensa o uso de lingoteiras e estripadores, além de conferir um melhor acabamento.

¹²

Processo em que duas ou mais partículas sólidas se aglutinam pelo efeito do aquecimento a uma temperatura inferior a de fusão, mas suficientemente alta para possibilitar a difusão dos átomos das partículas.

5.3.3 Evolução da Produção e do Mercado Mundial

5.3.3.1 Ferro gusa

Nos últimos anos a indústria mundial de ferro gusa praticamente estagnou em torno de 500 milhões de toneladas/ano. De acordo com dados da Secretaria Especial de Desenvolvimento Industrial-SDI e do International Iron and Steel Institute-IISI, entre 1977 e 1988 a produção mundial cresceu a taxas médias de apenas 0,8% ao ano. Por outro lado, verifica-se que apesar da produção mundial de ferro gusa concentrar-se nos países industrializados, sua participação têm diminuído, paralelamente a um aumento de participação dos países em desenvolvimento e de certa estabilização na produção nos ex-países socialistas (tabela 5.2). A participação brasileira na produção mundial apesar de crescente ao longo dos últimos, ainda é muito pequena - passou de 2,0% em 1977 para 4,4% em 1988.

Tabela 5.2 Evolução da participação e da produção mundial de ferro gusa por grupo de países, em milhões de toneladas e %

Países	1977	%	1982	%	1988	%
Europa, EUA, Japão	286	59	233	52	260	49
Países em desenvolvimento	30	6	41	9	64	12
ex-Países socialistas	169	35	180	39	207	39
TOTAL mundial	485	100	453	100	531	100

Fonte: Elaborado com dados do anuário SDI/1989 e IISI/1990

No tocante a países, a ex-URSS em 1988 foi o principal produtor mundial, com cerca de 114 milhões de toneladas. O Brasil aparecia naquele ano como o sexto produtor mundial, sendo superado apenas pela ex-URSS, Japão, China, EUA e Alemanha.

No período 1973 a 1980 a produção nacional de ferro gusa cresceu a taxas médias de 12,7% ao ano, passando de 5,5 milhões de toneladas/ano para cerca de 12,7 milhões. Esta tendência de crescimento continuado persiste nos anos 80 (figura 5.3), excetuando os anos de 1981 e 1982 quando a produção sofreu alguma queda. Em 1981 e 1982 a produção nacional de ferro gusa declina para cerca de 10,8 milhões de toneladas/ano. De 1983 a 1988, a produção entra em uma fase de contínuo crescimento, elevando-se

nesse período de 12,9 milhões de toneladas/ano para cerca de 24,4 milhões, representando um crescimento de mais de 11% ao ano.

RFGA-Evolução da Produção e Exportação FERRO GUSA - 1973/1989

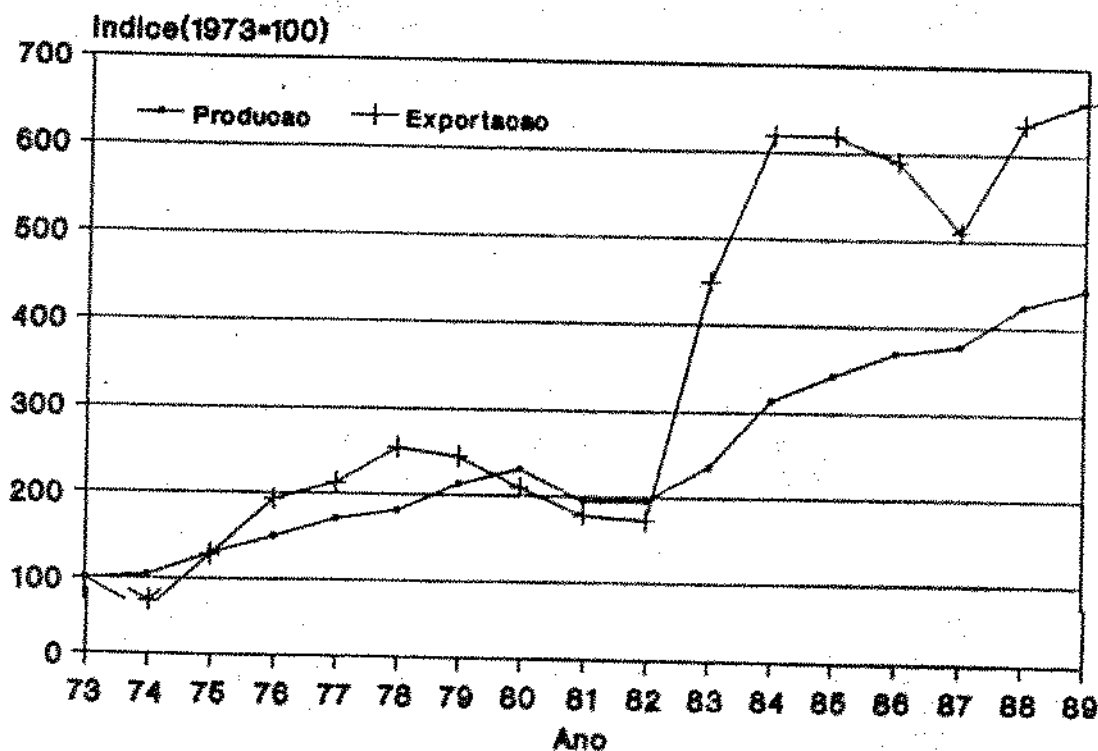


Figura 5.5 Fonte: SDI, 1989 e IBS, 1990

O mercado internacional de ferro gusa apresenta um comportamento semelhante ao de sua produção, em termos da evolução de participação entre países industrializados e em desenvolvimento. A participação dos países industrializados no comércio mundial de ferro gusa declinou em mais de 50% no período compreendido entre 1977 e 1988. Em contrapartida, verifica-se uma penetração expressiva dos países em desenvolvimento no total exportado, passando de 16% para 23% no mesmo período. Os ex-países socialistas elevam sua participação entre 1977 e 1982, para em seguida apresentarem uma ligeira queda anual; no entanto, continuam sendo os principais exportadores mundiais (Tabela 5.3).

Tabela 5.3 Evolução das exportações de ferro gusa por grupo de países, em milhões de toneladas e %

Países	1977	%	1982	%	1988	%
Europa, EUA, Japão	3.4	35	2.2	24	1.9	17
Países em desenvolvimento	1.6	16	0.7	8	2.6	23
ex-Países socialistas	4.8	49	6.1	68	6.7	60
TOTAL mundial	9.8	100	9.0	100	11.2	100

Fonte: Elaborado com dados do anuário SDI/1989 e IISI/1990

Vale salientar que no período 1977 a 1982, os países com economia de mercado sofriam os efeitos decorrentes das duas crises energéticas, consubstanciada em uma redução do crescimento econômico do mundo capitalista. Neste sentido, explica-se o crescimento das exportações dos países socialistas, aliado ao fato de que em grande parte as transações de ferro gusa eram realizadas entre si. Das cerca de 9 milhões de toneladas exportadas no mundo em 1982, 68% foram transações de países socialistas. Deste conjunto de países a ex-URSS sempre foi o principal exportador. Entre os países que até o fim dos anos 80 estavam inseridos dentro da economia de mercado, o Brasil, o Japão, o Canadá e a Austrália foram os principais exportadores mundiais de ferro gusa.

As exportações brasileiras de ferro gusa, cresceram de forma constante entre os dois choques do petróleo de 1973 e 1979 (figura 5.5). Neste período as exportações mais do que dobraram: de 0,4 milhões de toneladas/ano para 0,98 milhões, crescendo a taxas médias anuais de 16%. No período 1979 a 1982 o mercado externo de gusa sofreu grande retração, causada pelas políticas anti-inflacionárias adotadas pelos países industrializados, que levaram a uma redução do nível de atividade mundial e conseqüentemente da demanda e da produção siderúrgica¹³. Nesse período as exportações declinam de 0,84 milhões de toneladas/ano para 0,69 milhões.

13

Em 1982, as taxas anuais de crescimento do PNB real do conjunto de países da OCDE atingiu -0,4% e, a produção mundial de aço bruto alcançava o mais baixo volume da década de 80, cerca 645,8 milhões de toneladas. Mais detalhes ver Cenários da Economia 1987/2005, n. 8, Ferro gusa, CEMIG, 1989.

Entre 1983 e 1989, com a retomada do crescimento econômico mundial o mercado de ferro gusa reagiu positivamente. Este fato, aliado à uma política de incentivo às exportações implementada pelo Governo Federal, fazem com que as exportações brasileiras cresçam a uma taxa média anual de 6,6%; ou seja, saíu de um patamar de 1,8 milhões de toneladas/ano para atingir cerca 2,6 milhões. Neste período o Brasil passou de terceiro para segundo maior exportador de ferro gusa do mundo.

A participação brasileira no mercado internacional de ferro gusa, comparativamente ao total exportado pelo PVDs e mundial evoluiu de forma crescente da década de 70 até 1988 e 1989, quando ocorre a entrada no mercado de países, sobretudo PVDs, que até então não direcionavam parte de sua produção ao mercado externo. Em 1977, com uma venda externa de 0,85 milhões de toneladas, o Brasil participava com mais de 50% no total das exportações dos PVDs e com quase 9% do total mundial. Enquanto em 1988, apesar de aumentar o volume exportado para cerca 2,53 milhões de toneladas e elevar a participação no total mundial para cerca de 22,6%, a participação no conjunto das exportações dos países PVDs, se mantém no mesmo nível de 1977.

Os dados relativos à evolução da produção e do comércio internacional de ferro gusa indicam que o questionamento sobre uma possível migração de indústrias energia intensivas em direção aos PVDs, parece estar correto.

5.3.3.2 Aço

Desde o fim da década 60 até o início dos anos 70, a produção mundial de aço aumentou quase ininterruptamente, inclusive planejou-se expandir a capacidade instalada esperando aumentos substanciais da demanda ao longo dos anos 70 (Banco Mundial, 1987). Entretanto, quando o resultado desses projetos começaram a surgir, o crescimento da demanda mundial diminuiu concomitantemente com o nível de atividade econômica, notadamente após o primeiro choque do petróleo.

De uma forma geral ocorreu uma diminuição da intensidade do uso do aço nos países industrializados, motivada pelo menor investimento em infra-estrutura urbana e industrial, expansão da área de serviços, maior direcionamento aos produtos microeletrônicos e ao desenvolvimento de novos materiais ¹⁴.

¹⁴ Emprego de novos materiais e os conjugados - "metal matrix composites-MMC's". Maiores detalhes, ver ME, oct.1989, pp. 45 a 48; Journal of Metals, feb., 1988, pp. 17/18 e Metalurgia-ABM, vol.46, n. 386, janeiro/1990.

Neste sentido, muitos países industrializados abandonaram ou adiaram seus planos de investimentos na indústria siderúrgica e passou-se a desativar plantas com baixa produtividade e tecnologicamente atrasadas, face à existência de uma capacidade de produção cada vez maior para um mercado com tendência de estabilização e eventual diminuição (Banco Mundial, 1987).

A figura 5.6, mostra a evolução da produção mundial de aço bruto a partir do primeiro choque do petróleo. Observe-se que as abruptas oscilações na produção ocorrem após as crises energéticas de 1973 e 1979, verificando-se um declínio imediato nos níveis de produção e uma posterior recuperação. Note-se ainda, que a recuperação da produção após o primeiro choque do petróleo foi mais rápida comparativamente à crise energética de 1979.

Evolução da produção mundial ACO BRUTO - 1973/1989

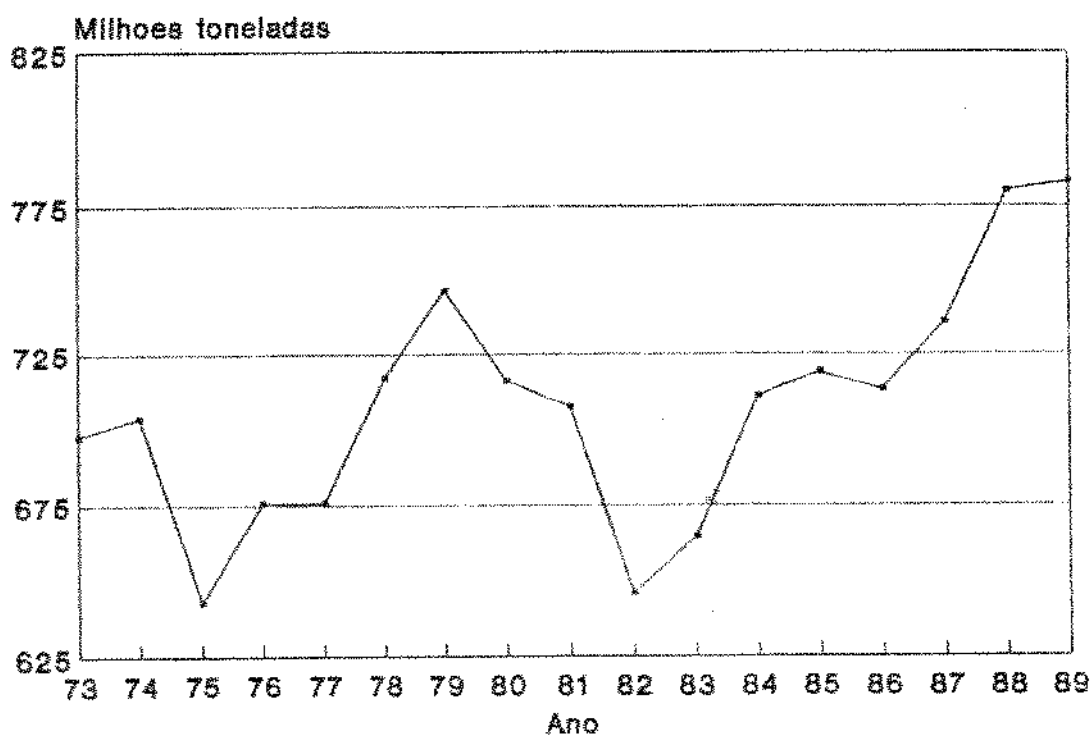


Figura 5.6 Fonte: SDI, 1989 e IBS, 1990

Enquanto no período entre 1979 e 1989 a produção mundial de aço bruto cresceu a uma taxa média anual de 1,1%, entre 1979 e 1989 estas taxas são reduzidas em mais de 50%.

Entre 1979 e 1989 as taxas anuais de crescimento da produção mundial de aço bruto foi de apenas 0,4%, coincidindo com uma visível queda nos volumes produzidos pelos PDs e um crescimento acelerado nos PVDs, ex-URSS e China (figura 5.7). Nesse período os PVDs elevaram sua participação na produção mundial de aço bruto de 7,3% para cerca de 22,8% em 1989 e aproximando-se do agregado dos ex-países socialistas e China (tabela 5.4).

Evolução da produção de AÇO BRUTO, nos PDs e PVDs - 1973/1988

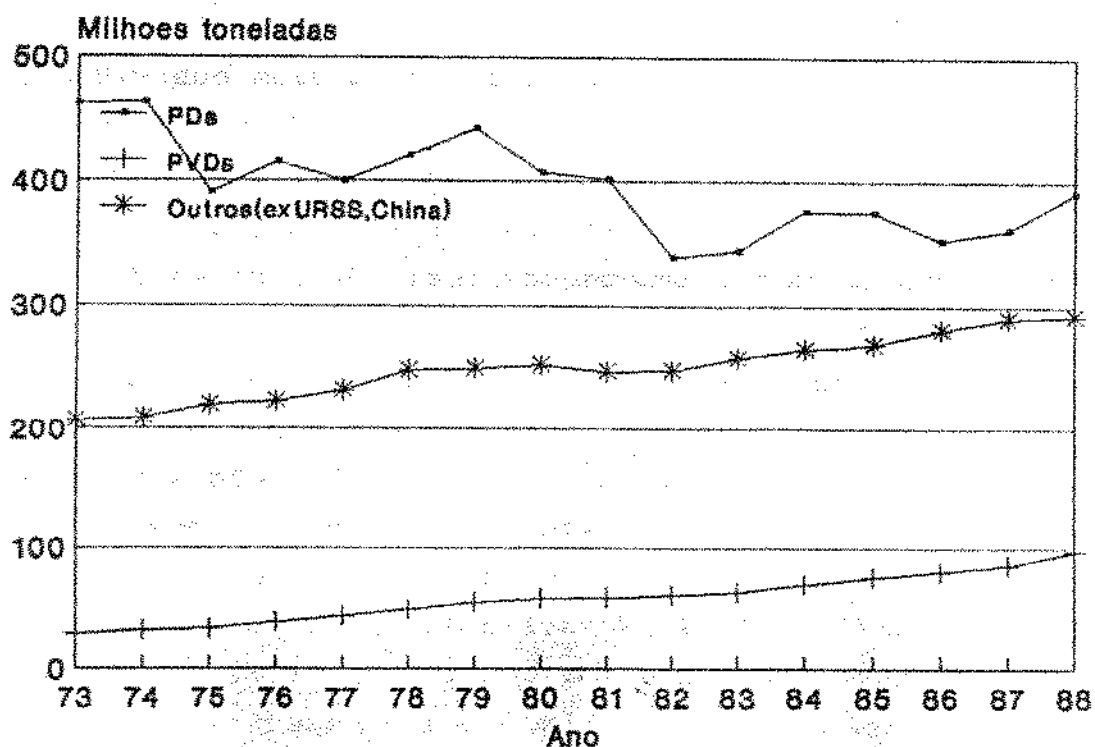


Figura 5.7 Fonte: IISI/IBS, 1990

A evolução da produção de aço bruto dos países da CEE, Japão e EUA mostrou-se com uma tendência declinante entre 1979 e 1983. Após este período, mesmo nos casos em que ocorreu ligeiros aumentos da produção, esta não chegou a atingir os mesmos níveis de 1979. A ex-URSS e principalmente o Brasil, entre 1979 e 1989, apresentaram um evolução crescente dos níveis de produção (figura 5.8).

Tabela 5.4 Evolução da participação dos PDs e PVDs na produção mundial de aço bruto, em % e milhões de toneladas

Ano	Produção							
	Mundial		PDs*		PVDs		Outros**	
	qtde	%	qtde	%	qtde	%	qtde	%
1979	746.7	100	442.6	59,3	54.8	7.3	249.3	33.4
1982	645.8	100	338.0	52.3	60.3	9.3	247.5	38.4
1985	719.0	100	374.8	52.1	75.7	10.5	268.5	37.4
1988	780.0	100	391.0	50.0	96.6	12.4	292.4	37.6
1989	783.0	100	378.1	48.3	178.8	22.8	226.1	28.9

Obs: * CEE, Am. do Norte e Japão

** ex-paises socilaistas e China

Fonte: SDI, 1989 e IBS, 1990

Evolução da produção de AÇO BRUTO em países seleccionados - 1973/1989

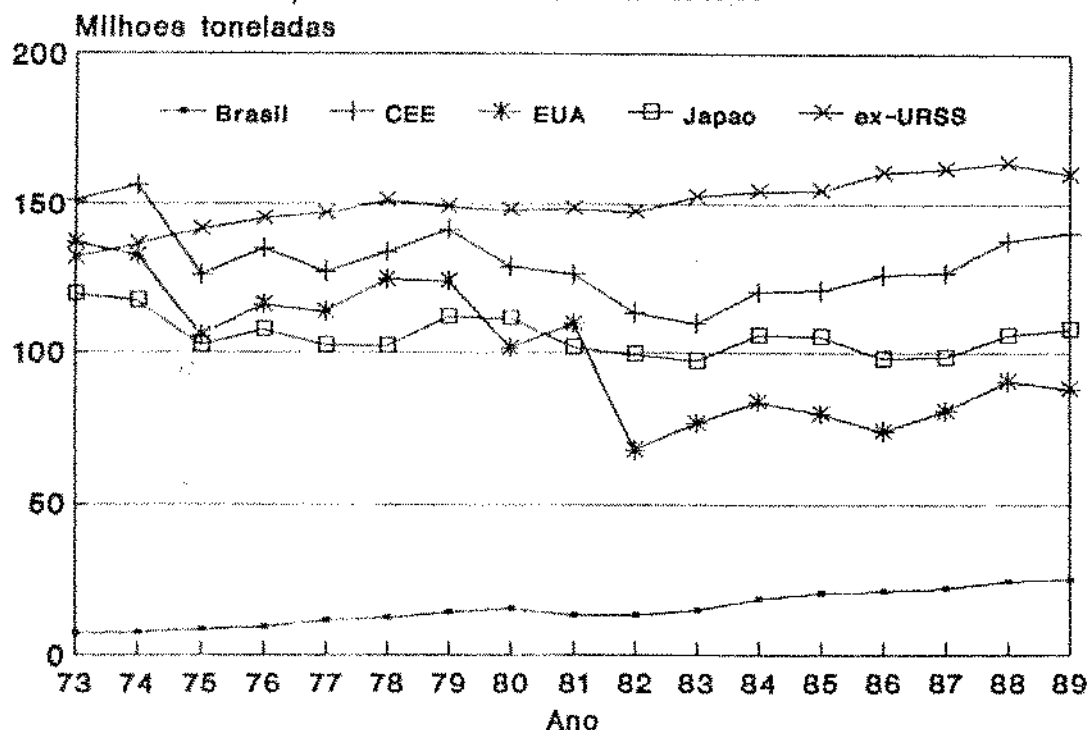


Figura 5.8 Fonte: IISI/IBS, 1990

As modificações mais abruptas ocorreram na siderurgia americana e europeia. A produção americana de aço bruto declinou 35,3 milhões de toneladas no período 1979 a 1989, significando uma diminuição de participação na produção mundial de 16,5% para 11,3%, resultado entre outros fatores da perda de competitividade que acabou levando ao fechamento e a desativação de várias usinas. No conjunto de países da Comunidade Econômica Europeia, ocorre fato semelhante; entretanto, a queda produtiva se dá com menor intensidade. O Japão ao longo deste período, mantém-se como principal exportador e produtor do mundo capitalista, mais em função da queda da produção americana, uma vez que sua oferta entre 1979 e 1989 declinou a uma taxa média de - 0,35% ao ano.

Em termos de Brasil, verificou-se um crescimento da ordem de 6,1% ao ano, com a produção evoluindo de 13,89 milhões de toneladas/ano para cerca de 25,05 milhões, representando o maior incremento na produção de aço bruto do mundo ocidental. Este substancial aumento produtivo fez com que o país em 1989 participasse com 3,2% da produção mundial de aço bruto.

No caso do comércio mundial de aço bruto, verificou-se uma relativa estabilidade com tendência de queda no volume comercializado pelos países industrializados entre 1979 e 1984. Nos anos seguintes a tendência configurou-se numa queda substancial nos volumes comercializados por estes países, parecendo indicar uma mudança de perfil de seus produtos siderúrgicos, ou seja, dedicam-se mais à fabricação e a comercialização de produtos com maior conteúdo tecnológico. Em contrapartida, os países em desenvolvimento, sobretudo a partir de 1984, conseguem saldos comerciais crescentes com aço bruto (tabela 5.5).

Tabela 5.5 Saldo comercial do aço bruto, em países selecionados, em milhões de toneladas

Pais ou região	1979	1984	1989
CEE	27,4	28,2	20,0
Japão	38,0	36,3	20,1
EUA	-16,8	-29,0	-20,2
Ásia/Oriente Médio*	-34,6	-31,8	-33,4
América Latina	- 5,7	5,7	12,2
BRASIL	0,9	6,3	10,8

Fonte: BIRD, Finanças & Desenvolvimento, junho/1991.

SDI, 1989

* exceto, Japão

Da tabela 5.5 verifica-se que a CEE e o Japão, apesar de continuarem a ser exportadores líquidos, apresentaram uma diminuição acentuada na exportação de aço bruto entre 1984 e 1989. Os EUA, historicamente grandes importadores líquidos, passaram a importar menos na última metade dos anos 80. A Ásia e o Oriente Médio apresenta-se como uma região importadora, apesar da emergência da siderurgia coreana dos últimos anos. A América Latina desde o segundo choque do petróleo tem-se caracterizado por incrementos substanciais na exportação de aço bruto. O Brasil contribuiu sobremaneira para aumentar as exportações latino-americanas até 1984. Nos anos subsequentes, as exportações brasileiras, apesar extremamente relevantes, começam sofrer a concorrência de outros países. Como exemplo, dos latino-americanos que conseguem também estruturar sua indústria siderúrgica e direcionarem-se para o mercado externo, destacam-se o México, a Argentina e a Venezuela.

Entre 1973 e 1977 as exportações nacionais de aço bruto eram pouco representativas, considerando-se os seus percentuais no total produzido. Todavia, a partir de 1978 essa participação evolui de forma pronunciada, atingindo em 1988 e 1989, mais de 50% da produção nacional de aço bruto (tabela 5.6). Entre 1978 e 1989, enquanto a produção nacional de aço bruto cresceu a taxas médias anuais de 6,8%, as exportações cresciam 25% ao ano.

Tabela 5.6 Evolução das exportações brasileiras de aço bruto e sua participação no total da produção - 1977/1989

Ano	Produção (10 ⁶ Ton.) (1)	Exportação (10 ⁶ Ton.) (2)	Participação (%) (2/1)
1977	11.16	0.48	4
1978	12.10	1.22	10
1979	13.89	1.94	14
1980	15.33	1.97	13
1981	13.23	2.44	18
1982	12.99	3.09	24
1983	14.67	6.63	45
1984	18.38	9.36	51
1985	20.45	9.15	45
1986	21.23	7.91	37
1987	22.22	8.41	38
1988	24.65	14.04	57
1989	25.05	14.27	57

Fonte: SDI, 1989.

A produção de aço bruto têm diminuído nos PDs, concomitantemente com acelerados aumentos dos PVDs, tanto na produção como na proporção da produção mundial, fato que justifica a evolução crescente dos volumes de exportações de países como o Brasil e a questão da migração de indústrias energo-intensivas para os PVDs.

5.3.3.3 Perspectivas para a Atividade Siderúrgica

Além dos agravantes do aspecto energético, devido a forte inserção brasileira no mercado internacional de produtos siderúrgicos, o surgimento de novos sistemas produtivos, novas tecnologias, novos processos e a utilização crescente de sucatas têm contribuído para mudar a economia da produção siderúrgica, alterando padrões do comércio internacional e abrindo caminhos a outras mudanças na produção siderúrgica, fato que poderá comprometer o desenvolvimento no médio e longo prazos.

Atualmente, viabilizam-se economicamente usinas menores, semi-integradas que produzem de 4 mil a 18 mil toneladas de aço bruto por mês, utilizando sucatas e minério pré-reduzido como redutores. Estas mini-usinas utilizam moderna tecnologia de produção e caracterizam-se pelo menor custo de investimento para a sua instalação e maior flexibilidade produtiva e, conseqüentemente maior adaptabilidade à mercados mais modestos. As mini-usinas dos EUA podem ser mencionadas como exemplo de como o emprego de novas tecnologias de produtos e processos, ajudaram o país a superar a crise da indústria siderúrgica dos anos 70 e início dos anos 80 (Banco Mundial, 1991).

Neste contexto, acaba-se diminuindo a demanda mundial e acirrando a concorrência num mercado que tem sido ofertante desde o início da década de 80, o que acaba deprimindo os preços de exportação com prejuízos para os grandes países exportadores, que acabam tendo que exportar volumes cada vez maiores para elevarem os seus saldos comerciais, visando obter receitas para amortizar empréstimos utilizados para viabilizar a infra-estrutura siderúrgica, que na maioria das vezes foi realizada em grande escala produtiva e direcionado ao mercado externo.

Assim, podem ser ilusórias as excelentes performances das exportações de aço bruto dos países em desenvolvimento, uma vez que, diante das perspectivas da necessidade de exportar-se elevados volumes numa conjuntura de concorrência acirrada e preços deprimidos, podem acabar inviabilizando o retorno esperado dos grandes investimentos na infra-estrutura, com os agravantes

da alta intensidade energética dos produtos exportados aliado aos problemas ambientais decorrentes do processamento do minério de ferro até o aço bruto.

É sabido que o consumo energético e os danos ambientais até a obtenção do aço bruto é substancialmente maior que a industrialização a partir do aço bruto. O que de certa forma acaba explicando as modificações ocorridas a nível produtivo e comercial da indústria siderúrgica mundial.

Entre os determinantes destas modificações, aquele que se configura com maior nitidez, como citado anteriormente, é a questão energética e o meio ambiente. Os países desenvolvidos, face às suas limitações de disponibilidade em energia e com graves saturações do meio ambiente, têm patrocinado as modificações na geografia siderúrgica mundial através de uma gradativa transferência de capacidade produtiva destes países para os países em desenvolvimento. De uma forma geral, aos países em desenvolvimento destinou-se a produção de produtos siderúrgicos de baixo conteúdo tecnológico, intensivos em energia e que agregam pouco valor; enquanto isso, os países industrializados diminuem a produção destes produtos e direcionam-se para aqueles de maior conteúdo tecnológico e valor agregado, cujo ciclo produtivo caracteriza-se por ser menos intensivo em energia e menos danoso ao meio ambiente.

5.3.4 QUESTÃO ENERGÉTICA

5.3.4.1 Introdução

A produção de ferro gusa e aço a partir do minério de ferro e sucatas pode ser realizada nas plantas integradas a coque, a carvão vegetal e nas com redução direta. Existem ainda as plantas semi-integradas, que podem produzir ferro gusa ou aço.

O consumo energético do ramo de ferro gusa e aço está fortemente centrado nas usinas integradas a coque de carvão mineral, tendo em vista a elevada participação das mesmas tanto na produção de ferro gusa quanto de aço bruto.

As usinas integradas a coque, com apenas cinco fabricantes - CSN, COSIPA, USIMINAS, CST e AÇOMINAS - detiveram em 1989, 64,9% da produção nacional de ferro gusa e as integradas e semi-integradas a carvão mineral apenas 15,5%. Os fabricantes independentes de gusa produziram 19,6%¹⁵.

¹⁵

A maioria desses fabricantes se localizam no estado de Minas Gerais, operam fornos a carvão vegetal e congregam aproximadamente 60 empresas. Em geral são fabricantes de pequeno porte.

No tocante à produção nacional de aço bruto em 1989, as usinas integradas a coque responderam por 65,7% da produção, as semi-integradas e as integradas a carvão vegetal participaram, respectivamente com 18% e 15% enquanto as usinas integradas com redução direta apresentavam participação marginal, menos de 2%.

5.3.4.2 Principais Energéticos

Os principais energéticos empregados no RFGA são o óleo combustível, coque de carvão mineral, eletricidade e carvão vegetal. Quanto aos demais energéticos, excetuando-se o gás natural e o gás de coqueria, apresentam consumos marginais, sendo utilizados devido ao fácil suprimento em plantas localizadas.

Uma elevação do consumo do gás natural no RFGA com o deslocamento de energéticos tradicionais dependerá fundamentalmente de uma maior segurança no suprimento, o que até o momento ainda não se configurou. Ressalte-se os avançados entendimentos com a Argentina e principalmente com a Bolívia para a importação desse energético. No caso do gás de coqueira (subproduto de processo), com as crescentes restrições no suprimento de derivados de petróleo a partir de 1979, as empresas intensificaram as pesquisas tendo em vista incrementar o seu consumo. Neste contexto insere-se também o gás de aciaria e de alto forno-GAF.

De uma forma geral, a participação de cada energético utilizado pelo RFGA tem se mantido relativamente constante. No período 1973 a 1989 o carvão mineral coqueificável foi o principal energético, elevando sua participação de forma crescente ao longo do período, seguido pelo carvão vegetal e eletricidade, com participações em torno de 25%. Ressalte-se que logo após o primeiro choque do petróleo em 1973, verifica-se variações bruscas na participação desses energéticos. A participação do óleo combustível diminuiu sensivelmente no período, concomitantemente com um melhor aproveitamento dos gases residuais (figura 5.9).

5.3.4.3 Estrutura de Consumo por tipo de Usina

A estrutura de consumo de energia do RFGA depende fundamentalmente do tipo de usina, sua escala de produção, a natureza dos produtos e sua diversificação, a idade das plantas, o grau de elaboração das matérias primas, como por exemplo o uso de sinterização, da existência de autogeração de eletricidade, o grau

de aproveitamento dos gases residuais, tecnologias empregadas nos processos, entre outras.

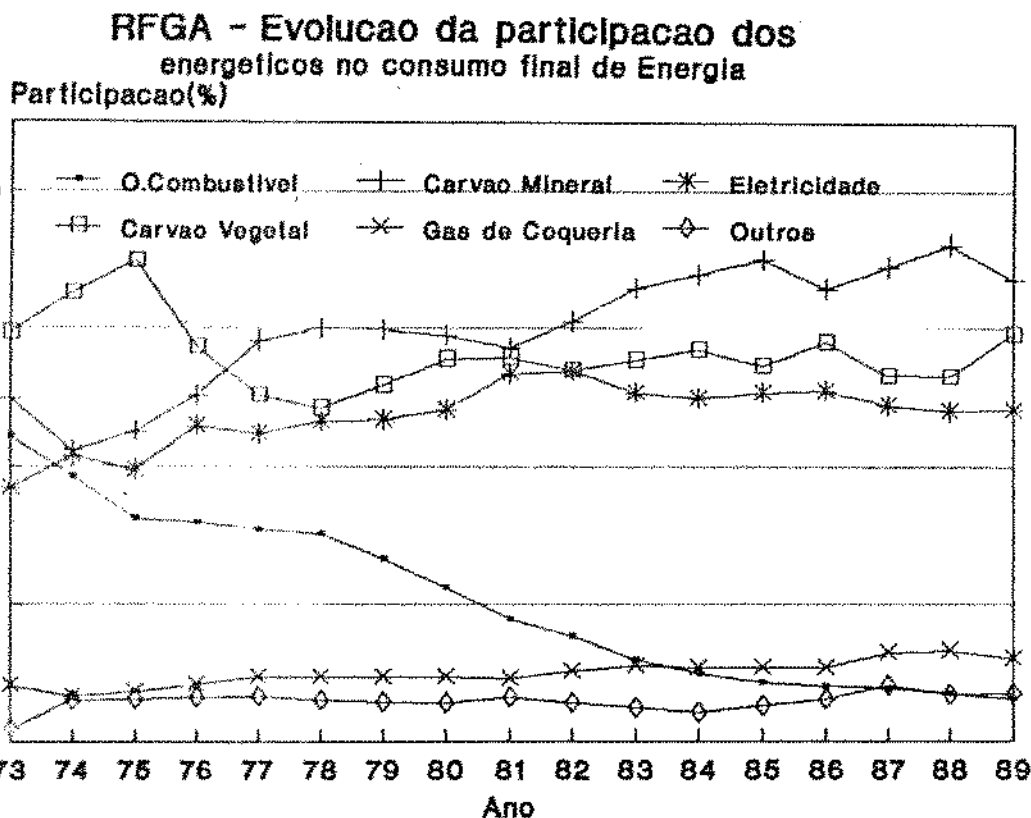


Figura 5.9 Fonte: BEN, 1990

A tabela 5.7 apresenta para o período 1979 a 1988 a evolução do consumo específico de óleo combustível nas usinas integradas a coque, a carvão vegetal e do conjunto das semi-integradas e integradas via redução direta. Pode-se observar que as taxas médias anuais de redução do consumo específico ocorreu com maior intensidade nas usinas integradas a coque. Nestas, além da escala de produção, maior comparativamente às demais, verifica-se uma maior penetração de novas tecnologias - lingotamento contínuo e o tratamento térmico via eletricidade -, e, sobretudo ao melhor aproveitamento dos gases de coqueria, alto forno e aciaria em substituição ao óleo combustível.

Tabela 5.7 Evolução do consumo específico do óleo combustível nas usinas integradas a coque e carvão vegetal, integradas via redução direta e semi-integradas, em kg óleo/t. aço

Tipo de Usina	1979	1988	Cresc.% a.a.
Integradas a Coque	43,4	9,0	-16,1
Integradas a Carvão Vegetal	108,2	33,3	-12,3
Semi e Integradas R.Direta	82,4	50,2	- 5,4

Fonte: SDI, 1989

As usinas integradas têm procurado incorporar novas técnicas de produção e ampliar o "mix" de insumos e energéticos, inclusive com reaproveitamento de sub-produtos de processo, tendo em vista minimizar custos, instabilidade dos preços relativos dos energéticos e a segurança do suprimento.

A tabela 5.8 mostra os principais insumos e energéticos que podem ser empregados na produção de ferro gusa e aço. Todos estes insumos e energéticos são disponíveis no mercado interno, exceto parte do carvão mineral que é importado. Inclusive o suprimento de ferroligas e outros materiais necessários às aciarias são supridas internamente.

Nas usinas integradas a carvão vegetal, a redução pode ser realizada em altos fornos para uso de carvão vegetal ou fornos elétricos. O produto de ambas é, da mesma forma que nos altos fornos a coque, o gusa líquido. No caso dos fornos elétricos, a eletricidade substitui parte do carvão vegetal combustível. As fases de refino e laminação do aço apresentam as mesmas características e demandas energéticas das usinas integradas a coque.

Vale salientar que embora não existindo coqueria, as usinas com fornos a carvão vegetal e/ou fornos elétricos produzem gases que podem ser utilizados no sistema de energia da usina. Todavia, o aproveitamento do GAF nas usinas integradas a carvão vegetal ocorre em uma intensidade menor que nas usinas integradas a coque (CEMIG/CETEC, 1988).

5.3.4.3.1 Usinas Integradas a Coque

No caso das usinas integradas a coque, o carvão (mistura de carvões nacional e importado) dá origem ao coque e ao gás de coqueria no processo de coqueificação. O coque, além de reductor é o combustível do alto forno.

Tabela 5.8 Principais insumos e energéticos utilizados na produção de ferro gusa e aço

Áreas de Produção	Aglomeração de minério		Redução		Aciaria		
	sinterizaçao	Peletizaçao	Alto Forno	Redução Direta	Forno		
					LD	Elétr.	S.M.
INSUMOS							
Min. de ferro	x	x	x	x			
Sinter			x				
Pellets			x	x			
Ferro gusa					x		x
Ferro esponja						x	
Sucata					x	x	x
ENERGETICOS							
Carvão	x	x		x			
Coque	x		x				
Óleo combustível		x					x
Gás natural		x		x	x		x
Outros gases*	x		x		x		
Elettricidade				x	x	x	
Oxigênio					x		
Outros**		x	x				

Obs: * Inclui gás de alto forno e de coqueria

** Inclui madeira, carvão vegetal, turfa.

Fonte: IPT/1990

O gás de coqueria, de médio poder calorífico, vai para o sistema de gases da usina, podendo ser utilizado como combustível na própria coqueria ou em outras partes da usina, como no processo de sinterização e em caldeiras. Os altos fornos produzem o ferro gusa líquido e liberam o GAF, de baixo poder calorífico, também utilizado como combustível.

O ferro gusa líquido é enviado para a aciaria ¹⁶, onde entra como a principal matéria prima para a fabricação ou refino do aço. Sucata, minério de ferro, pequenas quantidades de carvão e ferroligas compõem as demais matérias primas. O aço líquido produzido é vazado em lingoteiras ou nos equipamentos de lingotamento contínuo, para iniciar o processo de laminação. Este processo compreende uma série de transformações mecânicas, intercalados com ciclos de reaquecimento em fornos especiais, propiciando economizar energia, tanto por dispensar etapas do processo de laminação, como por diminuir as perdas de aço.

Nas cinco usinas integradas a coque do país - CSN, COSIPA, USIMINAS, CST e a AÇOMINAS - os principais energéticos utilizados são o carvão mineral coqueificável nacional e importado, a energia elétrica e o óleo combustível. O carvão mineral, além de fonte energética, é empregado como redutor na transformação do minério de ferro em ferro gusa. Os gases residuais como fonte de energia teve o seu consumo incrementado após o segundo choque do petróleo, em 1979 (tabela 5.9).

Tabela 5.9 Evolução dos principais energéticos utilizados nas usinas integradas a coque, em mil tEP

Ano	Carvão		Eletricidade	O. Combustível	Gás Coqueria
	Importado	Nacional			
1981	2795	690	829	243	413
1982	3034	654	1058	185	466
1983	3391	629	1145	173	545
1984	5236	640	1233	171	692
1985	5577	696	1324	122	736
1986	5975	634	1419	105	791
1987	6587	477	1674	113	1020
1988	7035	496	1694	183	1101
Cresc. % a.a. 1981/88	14,0	-4,6	10,8	-4,0	15,0

Obs: Fatores de conversão para tEP, BEN, 1990

Fonte: IPT, 1990

¹⁶

A aciaria pode ser constituída de fornos Siemens-Martin, aquecidos a óleo combustível, que nas grandes usinas a coque nacionais já foram desativados, dando lugar aos conversores LD ou BOF - Basic Oxygen Furnace.

De acordo com a tabela 5.9, no período 1981 a 1988, enquanto o consumo de carvão importado crescia à taxas médias anuais de 14%, o carvão nacional apresentava uma taxa de crescimento negativa. O consumo de eletricidade e energias residuais - sobretudo, o gás de coqueria - elevaram suas participações, deslocando parcela considerável de óleo combustível.

As usinas integradas a coque utilizam praticamente todo o carvão mineral produzido no país e cerca de 5% da eletricidade demandada pelo setor industrial (IPT, 1990). O consumo de eletricidade nessas usinas é muito variável, uma vez que depende do maior ou menor grau de aproveitamento das energias residuais geradas em cada planta. A CSN, a COSIPA e a USIMINAS, apresentam os menores índices de geração própria de eletricidade. A AÇOMINAS, ocupa um posição intermediária, enquanto a CST é quase autosuficiente em eletricidade, com uma geração própria de mais 80% em média (tabela 5.10).

Tabela 5.10 Autogeração (eletricidade gerada/eletricidade total) de energia elétrica por usina, em %

Ano	CSN	COSIPA	USIMINAS	CST	AÇOMINAS
1981	7	13	1	-	-
1982	5	10	1	-	-
1983	5	8	1	-	-
1984	5	9	1	90	-
1985	4	9	1	81	-
1986	4	7	4	85	26
1987	4	7	11	71	25
1988	4	10	11	83	27

Fonte: IPT/1990

De uma forma geral, o processo empregado nessas usinas até a etapa do refino na aciaria são comuns, variando posteriormente conforme as especificações do produto final. Cabe salientar que as operações comuns destas usinas, ou seja, coqueria, sinterização, alto forno e aciaria, respondem por mais de 70% do consumo total de energia (CEMIG/CETEC, 1988).

No tocante ao consumo específico médio de energia dessas usinas, entre 1981 e 1988 observou-se um ligeiro declínio nas taxas anuais de crescimento, cerca de -0,7% (tabela 5.11). O relativo recuo do consumo específico médio das usinas a coque a

partir de 1987 relaciona-se em parte com o incremento na utilização do óleo combustível - energético mais eficiente que energias residuais - para fins de redução e complementação ao coque. Além disso, presume-se que esta tendência de recuo deva ter-se acentuado, sobretudo a partir de 1990, quando foi revogado as medidas instituídas pelo CNP de estabelecimento de quotas de produção de carvão mineral nacional e de quotas de derivados de petróleo a serem adquiridos anualmente pela indústria siderúrgica brasileira.

Entre 1981 e 1988 a COSIPA e a CSN dentro do conjunto das usinas a coque foram as que apresentaram as maiores taxas anuais de crescimento do consumo específico, o que parece indicar a falta de maiores esforços de racionalização energética nessas plantas. Os melhores desempenhos foram observados na CST e AÇOMINAS¹⁷, já esperados uma vez que estas foram implantadas mais recentemente e incorporam inovações tecnológicas, as quais podem ter influenciado positivamente na redução no consumo de energia. A evolução do consumo específico de energia da USIMINAS (cerca de -2,5% ao ano) parece indicar que ao longo desse período existiram grandes esforços direcionados para a racionalização, sobretudo considerando-se que a sua implantação ocorreu à mesma época da COSIPA, na década de 50 (tabela 5.11).

Tabela 5.11 Evolução do consumo específico de energia na produção de aço das usinas a coque, em tEP/ton..

Ano	Consumo específico					
	CSN	COSIPA	USIMINAS	CST	AÇOMINAS	Média
1981	0,621	0,538	0,634	-	-	0,596
1982	0,688	0,643	0,598	-	-	0,639
1983	0,665	0,546	0,576	-	-	0,596
1984	0,748	0,546	0,565	0,594	-	0,616
1985	0,656	0,575	0,562	0,484	-	0,576
1986	0,667	0,600	0,588	0,463	0,638	0,586
1987	0,641	0,625	0,575	0,467	0,553	0,576
1988	0,675	0,619	0,533	0,470	0,514	0,568
Cresc. % a.a.	1,2	2,0	-2,5	-5,7	-10,2	-0,7

Fonte: IPT, 1990

¹⁷

A CST e a USIMINAS, começaram a funcionar em plena capacidade a partir de 1984 e 1986, respectivamente.

Por outro lado, ressalta-se que entre 1981 e 1988, enquanto o consumo específico médio na produção de aço das usinas a coque declinaram $-0,7\%$ ao ano, o consumo específico global da produção de aço do RFGA apresentou uma taxa nula de crescimento (BEN, 1990). Fato indicativo de uma melhor performance das usinas a coque no consumo de energia, comparativamente ao conjunto das integradas a carvão vegetal, semi-integradas e as de redução direta, mesmo considerando-se a maior participação das usinas a coque na produção nacional de aço.

Por último, vale salientar que apesar das diretrizes do PEDESID estarem desativadas devido ao recente programa de privatização, espera-se nos próximos anos alguns investimentos na redução do "coke-rate" das cinco usinas integradas a coque, tendo em vista melhorar a produtividade energética para aproximar-se da taxa encontrada nos FDs, cerca de 370 kg coque/tonelada ferro gusa. No Brasil em 1987 a média entre as cinco siderúrgicas a coque era de 489 Kg de coque/ tonelada de ferro gusa (tabela 5.12).

Tabela 5.12 PEDESID - Metas de redução no "Coke-Rate" nas usinas integradas a coque, em kg coque/ton.ferro gusa

Usina	1987	1997
CSN	489	441
COSIPA	515	420
USIMINAS	502	405
CST	461	429
AÇOMINAS	478	405
Média	489	420

Fonte: PEDESID, 1988

5.3.4.4 Racionalização Energética

As preocupações com o uso racional da energia no RFGA começa com a escalada dos preços internacionais do petróleo e de derivados, a partir de 1973. A nível mundial verificou-se a implementação sob a coordenação dos governos, de programas para a economia de energia na área industrial. O Brasil não foi exceção, embora ações efetivas só ocorreram a partir do segundo choque do petróleo.

Conforme a tabela 5.13, observa-se que os principais PDs diminuíram a produção de aço bruto, logo após o primeiro choque do petróleo, sem apresentarem contudo uma evolução semelhante no consumo específico até 1976. A recessão mundial entre 1973 e 1976 forçou a diminuição da produção, elevando a capacidade ociosa na maioria das plantas e o consumo energético até a efetivação de ações para a sua racionalização. A melhoria do consumo específico entre 1976 e 1978 se fez mantendo-se o mesmo nível de produção de aço de 1976, graças a retomada do crescimento mundial e às medidas implementadas para economia de energia. O Brasil, além de possuir o maior consumo específico ao longo de todo o período, apresentou um crescimento continuado da produção, refletindo em um relativo recuo no consumo específico entre 1976 e 1978, mas ainda superando os respectivos consumos específicos dos PDs (figura 5.10). Vale salientar, que o período 1973 e 1978 foi marcado por um amplo programa de expansão produtiva da área siderúrgica.

Tabela 5.13 Evolução da produção de aço bruto em países selecionados, em milhões de toneladas - 1973/1976/1978

Pais	1973	1976	1978
USA	136.8	116.1	124.3
Reino Unido	26.7	22.3	20.4
Japão	119.3	107.4	102.1
França	25.3	23.2	22.8
Alemanha	49.5	42.4	41.3
Canadá	13.4	13.3	14.9
Brasil	7.1	9.2	12.1

Fonte: SDI, 1982

A atuação tardia do governo brasileiro na busca da racionalização energética pode ser identificada pela evolução da participação da energia importada no total consumido pelo RFGA. De uma participação de 58,6% em 1973, os insumos energéticos importados evoluem e atingem em 1978 uma participação de 62,3%, apesar dos preços crescentes do petróleo e de seus derivados (tabela 5.14).

No geral, pode-se afirmar que até 1979 não houve programas coordenados visando a redução do consumo energético no RFGA, exceto a pequena ênfase dada pelo Plano Mestre da Siderurgia para a área energética.

A partir de 1979, o governo brasileiro passou a adotar medidas restritivas ao consumo de energia importada. Ao lado de medidas como o estabelecimento de cotas de consumo de carvão mineral nacional e de óleo combustível e de aumentos constantes dos preços de derivados de petróleo, procurou-se implementar uma política que visava a racionalização energética no âmbito industrial.

Tabela 5.14 Participação da energia importada e nacional no consumo total do RFGA - 1973/1978, em %.

Item	1973	1974	1975	1976	1977	1978
Energia nacional*	41,4	45,2	43,0	38,9	37,7	37,7
Energia importada**	58,6	54,8	57,0	61,1	62,3	62,3

OBS: * carvão vegetal, carvão mineral, energia elétrica e G.N.

** carvão mineral, óleo combustível, GLP, Diesel e coque

Fonte: SDI, 1982

Consumo Especifico de Energia
na produção de aço - 1973/1976/1978
Cons.Esp.(mil kg carvão/t.aço)

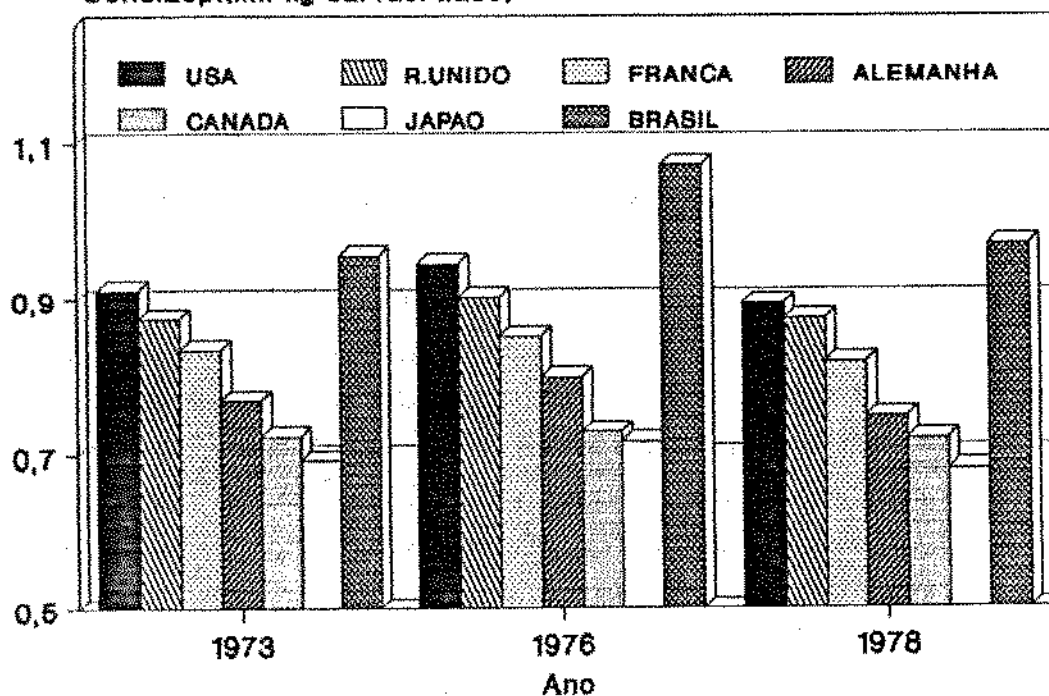


Figura 5.10 Fonte: Yasunaga, 80 e BEN, 90

5.3.4.4.1 Programas de Conservação e Substituição

De acordo como o Plano Mestre da Siderurgia-PMS publicado em 1976, as medidas de conservação e de substituição energética no RFGA seriam inicialmente direcionadas ao carvão mineral e ao óleo combustível.

Através dos programas de substituição pretendia-se o deslocamento parcial do carvão importado pelo nacional, principalmente na fabricação do coque, através de técnicas que permitissem a diminuição do teor de cinzas e enxofre. No caso do óleo combustível, o energético substituto, além de possibilitar sua injeção nos altos fornos, deveria gerar gases capazes de substituir o óleo combustível em fornos de aquecimento. Ainda, o PMS incentivava ainda a adoção de plantas industriais menos dependentes do coque ou óleo combustível, como por exemplo as baseadas em carvão vegetal e no uso mais efetivo da redução direta, dos fornos elétricos e de sucatas.

Por outro lado, os programas de conservação deveriam reduzir o consumo específico por meio de melhorias das técnicas operacionais - aproveitamento de gases gerados nas usinas e de outros sub-produtos do beneficiamento de carvões - no dimensionamento adequado de equipamentos e de instalações. Além destas medidas, relativamente baratas, buscar-se-ia substituir as aciarias com o processo Siemens-Martin-SM pelos conversores LD, substituição de minério granulado por sinter nas cargas dos altos fornos, exigindo portanto investimentos em equipamentos de sinterização e instalação do lingotamento contínuo, entre outras.

Neste sentido, o PMS proporcionou um estudo global da questão energética no RFGA, o que de certa forma foi a base para o governo e as empresas do ramo assinarem em 1979 o Protocolo do Óleo Combustível-POC.

De acordo com o POC, o RFGA deveria inicialmente eliminar o uso do óleo combustível como redutor, assim como promover sua total substituição como fonte de calor até 1985, enquanto ao governo caberia o suprimento das fontes alternativas de energia e infra-estrutura de transportes necessárias para a sua execução.

Agregue-se a este quadro, o fato de que com a recessão econômica do início da década de 80 aliado a um período de chuvas favoráveis acaba levando a excedentes de eletricidade, através da qual, o governo federal buscou deslocar parte do óleo combustível utilizado como fonte de calor. Implementou-se, assim, o chamado Programa do Eletrotermia, que entre 1983 e 1986 garantia o fornecimento de eletricidade subsidiada a todo o setor industrial.

De todas as medidas de racionalização energética adotada no RFGA, o POC teve o maior impacto (tabela 5.15), embora o

objetivo de eliminação total do óleo combustível no RFGA até 1985 não tenha sido atingido (tabela 5.16). Nesse período, os reflexos do aumento contínuo da produção e das exportações, acabaram por minimizar os efeitos da crise econômica e um recuo acentuado no consumo de óleo combustível do RFGA. Ressalte-se que o consumo de óleo combustível para fins redutores foi zerado em 1983, persistindo o consumo em equipamentos auxiliares.

Tabela 5.15 Evolução do consumo específico de óleo combustível para fins térmicos, em kg óleo/t aço bruto.

Anos	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
RFGA	64,7	53,8	47,9	47,1	38,2	32,2	25,5	21,9	22,8	20,5

Fonte: SDI, 1989

Tabela 5.16 RFGA - Evolução do consumo de óleo combustível, em mil toneladas

Ano	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Protocolo	983,3	815,2	713,0	638,6	647,5	0
Efetivo	1255,1	859,9	748,5	641,5	677,8	630,7

Fonte: Ratton, 1980 e BEN, 1989

De uma forma geral, a substituição energética no RFGA norteou-se pela evolução dos preços reais das principais fontes de energia utilizadas no ramo (figura 5.11), excetuando óleo combustível - eletricidade, carvão vegetal e mineral, notadamente entre 1979 e 1986. Assim, verificou-se um maior incremento no consumo dessas fontes tradicionais, em detrimento de um melhor aproveitamento de subprodutos de processo, ou seja, de medidas visando a conservação de energia. Razão pela qual não se observou uma profunda mudança da estrutura de consumo, como pode ser verificado através da evolução da participação dos principais energéticos no consumo final de energia do RFGA (tabela 5.17).

Aparentemente o "saldo líquido" dos programas de conservação foi praticamente nulo, uma vez que, se por um lado houve conservação em algumas operações como o uso do gás de coqueria, por outro utilizou-se mais coque, por exemplo.

Evolução dos preços reais dos principais energéticos-RFGA, em mil CR\$(1987)/1EP

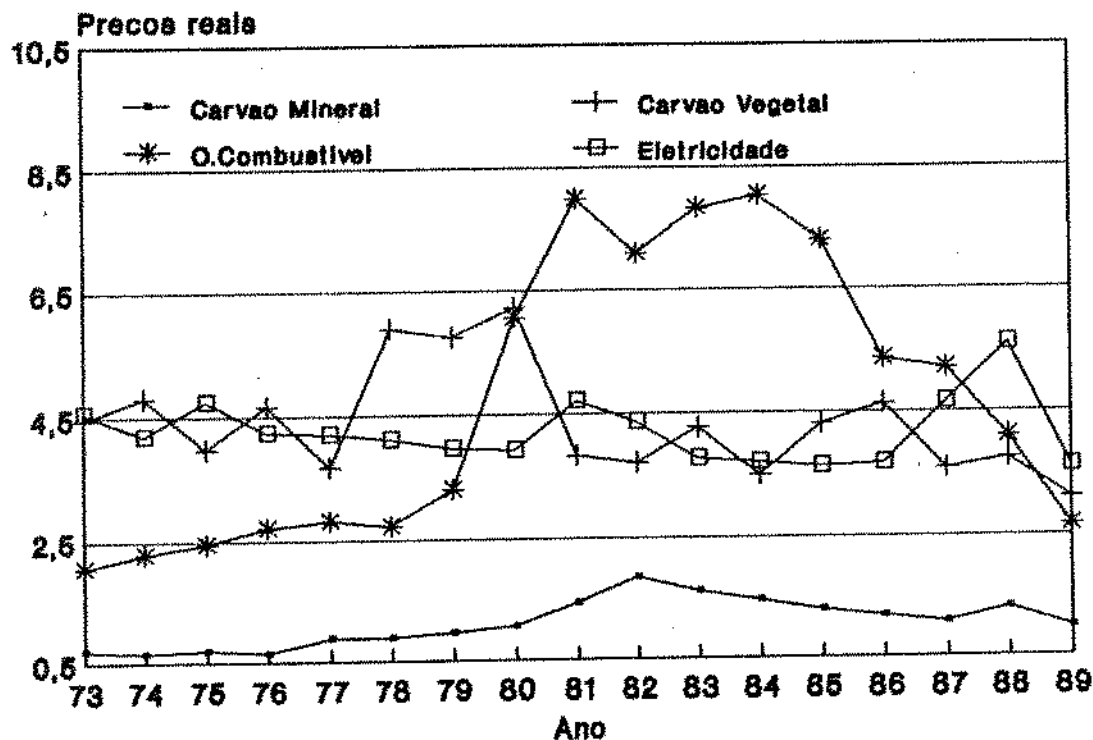


Figura 5.11

A avaliação quantitativa das medidas de conservação pelo consumo específico no RFGA torna-se difícil, na medida em que existe uma grande variedade de plantas, com processos e preparação de matéria prima diferentes, bem como equipamentos com rendimentos diferenciados na utilização da energia. Por outro lado, além dos aspectos relacionados às características de cada planta, a evolução do consumo específico de energia pode ser influenciada pelos níveis de produção, ou ainda, em função da própria substituição, onde energéticos menos eficientes são empregados (requerendo maiores quantidades) como foi o caso do óleo combustível para o RFGA.

Tabela 5.17 RFGA - Participação dos principais energéticos, em %

Energéticos	Participação	
	1979	1989
Gás Natural	1.2	1.9
Oleo combustivel	13.3	3.1
Gás de coqueria	4.7	6.1
Coque de carvão mineral	29.9	33.7
Eletricidade	23.3	24.0
Carvão vegetal	25.8	29.6
Outros	1.7	1.6

Fonte: BEN/1990

5.3.5 Considerações Finais

As plantas industriais do ramo ferro gusa e aço, são grandes geradoras de resíduos, tanto sólidos quanto líquidos e gasosos e responsáveis por impactos ambientais, principalmente em áreas próximas às usinas. Do conjunto das usinas siderúrgicas, sem dúvida, as integradas a coque são aquelas que mais danos podem trazer ao meio ambiente.

Dos resíduos sólidos, o principal é a escória de alto forno, cuja porcentagem está diretamente relacionada à qualidade do carvão mineral utilizado na produção do coque. Normalmente estes resíduos podem ser aplicados como aditivo na produção de cimento de alto forno. Tem-se ainda os resíduos sólidos provenientes da manipulação das grandes quantidades de minério de ferro, carvão mineral e produtos intermediários como o sinter e o coque.

Os resíduos líquidos originam-se da utilização da água como agente de resfriamento do alto forno e apagamento do coque, levando à necessidade de instalações de torres de resfriamento ou de lagoas de águas residuais para minimizar os efeitos nocivos ao meio ambiente.

Os resíduos gasosos compõem-se principalmente de gases residuais das operações de coqueria, alto forno e aciaria. Entre os gases que podem ser lançados na atmosfera, tem-se o monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos pesados.

A coqueria é a principal fonte poluidora, pois além dos gases, contribui com a emissão de particulados, gerados quando a água é lançada sobre o coque incandescente para redução da temperatura encerrando o estágio de coqueificação e evitando a auto-

combustão. Os problemas dos gases podem ser parcialmente minimizados quando os gases são utilizados como fonte energética, enquanto os dos particulados pela introdução do apagamento a seco do coque, empregando gases inertes e posterior recuperação do calor sensível em caldeira para a geração de vapor. A tecnologia do apagamento do coque com gases inertes na atualidade somente é utilizada na Companhia Siderúrgica de Tubarão-CST.

Apesar da extinção da SIDERBRAS, cabe salientar que o Plano Estratégico de Desenvolvimento do Sistema SIDERBRAS-FEDESID previa uma aplicação crescente de recursos na preservação do meio ambiente no âmbito das cinco empresas integradas a coque, que seriam da ordem de US\$ 615 milhões até 1995. Com este investimento objetiva-se viabilizar tecnicamente a recuperação de resíduos industriais como fonte de energia, redução de perdas de matérias primas e produtos acabados e semi-acabados, com a consequente redução dos custos finais.

Entretanto, considerando-se o processo de privatização em curso, ainda não existe uma definição quanto ao futuro imediato das usinas estatais, pois uma vez privatizadas dependerá dos futuros acionistas a continuidade ou não do programa de investimentos. Todavia, mesmo diante desta incerteza, investimentos mínimos deverão ser efetuados para a sua adequação à necessidade de aumento da produtividade, redução de custos e aumento da competitividade no mercado internacional e certamente medidas visando a otimização energética das plantas estarão entre as prioritárias, pois a energia é um dos itens de maior incidência no custo de produção.

No FEDESID foi prevista também uma programação para investimentos visando a incorporação de novas tecnologias, que uma vez instaladas nas usinas propiciariam ganhos relevantes no consumo energético das plantas.

Neste sentido, pode-se destacar a ampliação para as demais usinas da tecnologia de apagamento do coque com gases inertes, já em funcionamento na CST, enriquecimento das câmaras de combustão através da injeção de oxigênio, recuperação de calor sensível no resfriador de sinter para pré-aquecimento do ar de combustão, utilização dos gases do topo do alto forno em turbinas para a geração de energia elétrica, entre outras.

Conforme o PEDESID, se a incorporação de novas tecnologias e os investimentos programados fossem concretizados, o consumo específico de 489 Kg de coque/tonelada de gusa verificado em 1987 deveria declinar para 420 Kg/tonelada em 1997. Paralelamente, o consumo específico global de energia deveria declinar de 6234 Mcal/tonelada de aço verificado em 1987 para cerca de 4200 a 4300 Mcal/tonelada de aço em 1997, compatível com os valores encontrados em países industrializados.

5.4 O RAMO DE FERROLIGAS-RFEL

5.4.1 Introdução

O ramo industrial de ferroligas esta intimamente ligado ao ramo de ferro gusa e aço. A adição de ferroligas na produção de aço, além proporcionar melhoria da qualidade, facilita a des-gaseificação e o tratamento térmico, características que elevam o valor agregado do produto final. Por outro lado, este procedimento é mais econômico do que a adição de minério diretamente pois o custo de produção do elemento metálico é muito maior que o de ferroligas. Os aços contendo ferroligas são normalmente empregados na fabricação de equipamentos ou produtos que deverão atuar sob condições extremamente severas, onde os requisitos de segurança e resistência mecânica, são essenciais ¹⁸.

A produção de ferroligas têm como principal equipamento o forno de redução, onde ocorre a fusão dos óxidos metálicos e de outros materiais que se formam no desenvolver do processo. As altas temperaturas exigidas pelo processo são conseguidas via arco submerso ou arco resistência; daí este ramo industrial caracterizar-se pelo alto consumo energético.

5.4.2 Caracterização do Ramo

5.4.2.1 Processos

Na produção dos ferroligas empregam-se como insumos básicos minérios, redutores, energia elétrica, carvão vegetal, coque, fundentes, sucatas, escória e pasta Soederberg ¹⁹.

A característica mais marcante da indústria nacional de ferroligas tem sido a utilização intensiva do carvão vegetal como fonte de carbono para a redução, diferentemente dos demais países produtores do mundo ²⁰.

¹⁸ Em reservatórios de óleos, pontes, vasos de pressão e tubulações para altas temperaturas, entre outras.

¹⁹ Pasta Soederberg é o material empregado na fabricação dos eletrodos dos fornos elétricos, sendo produzida a partir de coque de petróleo, coque de carvão mineral, antracito, piche e alcatrão.

²⁰ Conforme a CEMIG/1990, cerca de 90% do consumo global de redutores é representado por carvão vegetal.

De uma forma geral, o Brasil dispõe de reservas de quase todos os insumos para a produção dos ferroligas, desde os minerais, passando pela eletricidade até os recursos florestais. O país importa apenas o trióxido de molibdênio e pentóxido de vanádio do Chile, África do Sul, Estados Unidos e Alemanha.

O processo de redução mais difundido denomina-se carbotérmico, onde o carbono é o redutor. Além de sua eficiência, por ser um elemento químico virtualmente não volátil e formar óxidos como o monóxido de carbono e o dióxido de carbono, que são facilmente removíveis do processo, tem-se a vantagem da sua disponibilidade e ser aplicável na produção da grande maioria dos ferroligas. Para a obtenção de ferroligas isentos ou de baixo teor de carbono, utiliza-se o processo de redução metalotérmica. Neste caso, os metais mais comumente empregados como redutores são o alumínio e o silício ²¹.

A redução carbotérmica necessita de energia suplementar fornecida pela eletricidade no caso de forno elétrico, ou carvão adicional à carga quando a redução é realizada em alto forno. No caso da redução metalotérmica com silício, apesar da reação de fusão ser exotérmica, o calor despreendido não é suficiente para se atingir a temperatura de operação, necessitando portanto de energia suplementar, enquanto com o alumínio, excetuando a ignição inicial, não há necessidade de aporte suplementar de energia, uma vez que as reações de redução são fortemente exotérmicas.

O processo de produção dos ferroligas pode ser dividido em três etapas: preparação e seleção de matérias primas, redução e preparação do produto final - lingotamento ou britagem -, conforme pode ser observado no diagrama 5.12. Vale salientar que na etapa de preparação de matérias primas, tem sido crescente o uso dos processos de sinterização, secagem e pré-redução, os quais possibilitam minimizar o consumo energético (CEMIG/1990).

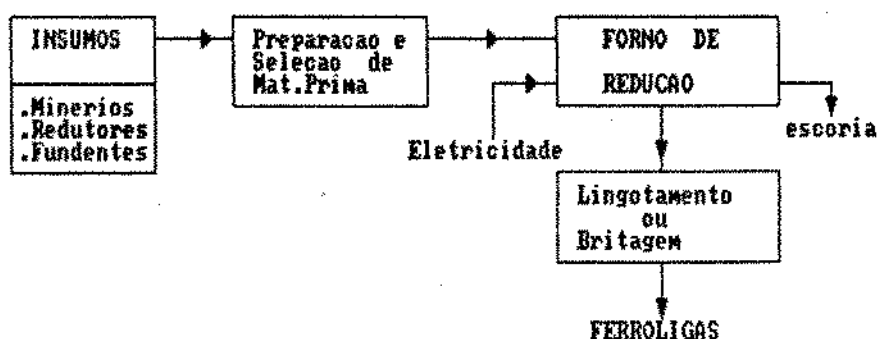
No tocante a equipamentos, excetuando aqueles que utilizam energia para geração de força motriz, que tem pequena participação no consumo de energia nas plantas desse ramo industrial, sem dúvida o forno elétrico (entre os que utilizam energia para fins térmicos) é o mais importante, tanto em termos do processo como em face do seu consumo energético.

O forno elétrico é utilizado nos processos de redução carbotérmica e metalotérmica, quando exige-se aporte externo de energia. A transformação da eletricidade em energia térmica dá-se pelo efeito Joule e pela formação dos arcos entre o eletrodo e o banho líquido.

²¹

A produção de ferroligas, ainda pode ser realizada em fornos rotativos e altos fornos, sendo que o primeiro é mais empregado em operações de pré-aquecimento, secagem e pré-redução.

Figura 5.12 Diagrama simplificado da producao de FERROLIGAS



O processo de redução que ocorre no forno engloba reações químicas tanto exotérmicas quanto endotérmicas. O consumo de energia depende de uma série de fatores, tais como: a natureza dos minérios processados ²², a quantidade de redutor adicionada ²³, condições de operacionalidade e tecnologia dos fornos.

5.4.2.2 Tecnologia

O processo tradicional de produção de ferroligas vem sendo objeto de estudos e contínuo aprimoramento técnico nos últimos anos. O objetivo básico têm sido a busca de melhorias na operacionalidade do processo de produção e otimização energética, sobretudo na etapa mais intensiva em energia, a redução.

Nesse sentido, paralelamente à introdução de mecanismos de controle, via automação, a atenção tem se voltado para as novas tecnologias de fornos. A tecnologia de fornos tem variado, sobretudo, no sentido de aumentar-se a capacidade de produção de cada unidade ²⁴. Todavia, também tem-se verificado estudos tendo em vista o emprego de fornos de redução a plasma e de corrente contínua, uma vez que estas tecnologias deverão tornarem-se corrente no médio e longo prazos.

²²

Por exemplo a produção de ferroligas a base de manganês, consome entre 2000 a 4000 KWh/t. Ferroligas a base de silício já consome entre 5000 a 14000 KWh/t.

²³

A possibilidade de adição de redutor varia de acordo com o material processado. Por exemplo, no processamento de ligas a base de silício, os redutores podem responder por 45% a 55% da energia consumida, enquanto na produção de ferroligas a base de manganês, o aporte energético sobe para 50% a 60% (ELETRONBRAS, 1992).

²⁴

De 1983 a 1989, a capacidade média dos fornos aumentou de 7 MVA por unidade para 10 MVA. Atualmente, tem-se uma quantidade considerável de fornos de 30 a 40 MVA em utilização (ELETRONBRAS, 1992).

O princípio técnico do forno de redução a plasma, baseia-se na aplicação de um intenso campo elétrico sobre um gás, obtendo-se como resultado, um gás parcialmente ionizado, denominado plasma ²⁵. Os fornos de redução a corrente contínua, assim como os fornos a arco plasma, utilizam somente um eletrodo, diferentemente da maioria dos fornos empregados nesse ramo industrial, que possuem três eletrodos em forma de triângulo ²⁶.

De maneira geral, a redução do consumo de eletricidade nos fornos a plasma e de corrente contínua resultam de uma distribuição de calor mais uniforme em torno de um único eletrodo, o que permite a operação com arcos mais longos, voltagens mais elevadas e correntes mais baixas e, por serem mais compactos, apresentam menores perdas térmicas.

5.4.2.3 Evolução da Produção e do Mercado

De acordo com a Associação Brasileira de Produtores de Ferroligas-ABRAFE, a capacidade instalada para a produção de ferroligas no país é de aproximadamente 1.2 milhões de toneladas por ano, abrangendo um parque industrial composto por 33 plantas, totalizando 114 fornos de redução em operação, com uma potência de 1.159 MVA. A distribuição regional da capacidade física de produção em MVA, pode ser observada na tabela 5.18. Os Estados de Minas Gerais e Bahia participam com mais de 80% da capacidade de produção.

Tabela 5.18 Distribuição regional da capacidade física de produção - MVA (dezembro de 1989)

Estado	MG	BA	SP	PA	GO	MS	SC	Total
Potência	699,9	231,1	95,5	72,0	34,0	16,5	10,0	1.159,0
%	61	20	8	6	3	1	1	100

Fonte: ABRAFE, 1989

²⁵

Normalmente utiliza-se o gás argônio, nitrogênio ou o hélio sob pressão superior a 0,13 atm, através de um arco. Entre as vantagens desta tecnologia pode-se destacar o uso mais intenso dos finos dos minérios, menores perdas elétricas face à operação em voltagens mais altas e corrente elétrica menor, facilidade do forno ser fechado, possibilitando o aproveitamento dos gases gerados; todavia, requer maior nível de controle operacional.

²⁶

No emprego destes fornos tem-se como vantagem a minimização dos distúrbios na rede de alimentação, consumo de eletrodos e principalmente energia elétrica. Uma maior penetração dos fornos elétricos a corrente contínua está diretamente relacionada com o desenvolvimento técnico dos conversores de potência ou tiristor, utilizados para a transformação de corrente alternada para contínua.

O Brasil produz, majoritariamente, ferroligas a base de manganês ²⁷, silício ²⁸, cromo ²⁹ e níquel ³⁰; sendo normalmente comercializados na forma britada ³¹. Outros ferroligas são produzidos no país, entretanto, sua produção ainda é incipiente comparativamente aos quatro grupos de ligas citados anteriormente. No conjunto de outros ferroligas, pode-se destacar os ferroligas a base de nióbio e os ferroligas que funcionam como inoculantes ³².

A produção de ferroligas é uma função direta da produção de aço. Em 1989, 87% do total produzido de ferroligas foram canalizados para o ramo de ferro gusa e aço e 13% para as fundições. A tabela 5.19 mostra os índices médios da adição de ferroligas na produção de aço e nas indústrias de fundição.

27

Os ferroligas a base de manganês são empregados como desoxidante nas aciarias, devido sua afinidade química com o oxigênio. A sua adição ao aço facilita a sua laminação. Pode também, aumentar a dureza e a resistência ao desgaste do aço, na medida em que eleva-se o seu teor nas aciarias.

28

Os ferroligas a base de silício, também são empregados na fabricação do aço e do ferro fundido como desoxidante, conferem ao aço propriedades eletromagnéticas. Neste grupo de ferroligas destacam-se o FeSi45%, de preço menor por apresentar elevado conteúdo de impurezas, fósforo e alumínio principalmente; o FeSi75% utilizado na produção de produtos siderúrgicos com maior conteúdo tecnológico e; o silício metálico, normalmente utilizado na fundição dos não ferrosos e em produtos siderúrgicos destinados à indústria eletro-eletrônica e química.

29

Os ferroligas a base de cromo é um dos principais componentes do aço destinado para a fabricação de máquinas e equipamentos refratários. A sua adição confere ao aço resistência à corrosão, resistência a alta temperatura e temperabilidade. No mercado estes aços são denominados de inoxidável e de alta velocidade.

30

Os ferroligas a base de níquel, quando adicionados na fabricação do aço, além de proporcionarem aumento da resistência mecânica, elevam a ductibilidade e a soldabilidade.

31

O mercado exige uma granulometria entre 10 e 100µm e faixa de tolerância de no máximo 15%.

32

Sua base é o silício 45% e 75%, e é adicionado ao ferro no estado de fusão, objetivando mudar a distribuição das redes microscópicas de grafite e melhorar as propriedades mecânicas. Como exemplos de elementos químicos inoculantes tem-se o bário, zircônio, terra raras, magnésio e bisauto, entre outros.

Tabela 5.19 Índices médios de consumo de ferroligas - 1989

Ferroliga	Siderúrgia (Kg/t aço)	Fundição (Kg/t peça)
FeMnAc	3,5	8,6
FesiMn	4,5	2,3
FeMnMC/BC	0,6	0,4
Fesi75%	2,4	9,4
Fesi45%	0,01	3,1
FeCrAC	2,9	5,0
FeSiCr	0,02	0,04
FeCrBC	0,5	1,1
FeNi	1,7	0,2
FeCaSi	0,08	0,5
FeSiZr	-	0,06
FeSiMg	0,03	5,7
FeNb	0,05	0,08
FeTi	0,01	0,05
FeMo	0,02	0,2
FeV	0,02	0,02
FeW	0,01	-
FeP	0,03	0,5

Fonte: ABRAFE, 1989

Ao longo dos anos 70 a evolução da produção de ferroligas esteve a reboque da expansão das exportações de aço, fato que acaba expandindo o consumo interno.

Entretanto nos anos 80, com a crise econômica, verifica-se uma queda acentuada do consumo interno, com a produção crescendo a taxas inferiores às verificadas na década de 70. Nesse sentido, a expansão da produção nesse período foi reflexo das exportações de aço e do substancial crescimento das exportações de ferroligas, notadamente entre 1980 e 1983 (tabela 5.20). Ressalte-se que em 1983 o volume de ferroligas consumidos internamente foi inferior ao volume exportado.

Tabela 5.20 RFEL - Crescimento da produção, exportações e consumo interno, em %

Períodos	Produção	Consumo interno	Exportações
1970/1975	20,9	18,9	-
1975/1980	16,4	12,8	18,6*
1980/1983	2,9	-12,0	24,8
1980/1989	7,2	5,1	11,0

* refere-se ao período 1976 a 1980

Fonte: ABRAFE, 1989 e ELETROBRAS, 1992

No tocante à penetração do RFEL nos mercados externos, sem dúvida o marco inicial ocorreu a partir da segunda metade dos anos 70. A tabela 5.21 apresenta a produção, a importação, o consumo interno e a exportação brasileira de ferroligas para o período compreendido entre 1976 a 1980. Observe-se que as importações foram muito pequenas, contrariamente à evolução das exportações no período. Enquanto a produção, as exportações e o consumo interno cresciam a taxas de médias anuais de 16%, 18,6% e 14,6% respectivamente, as importações sofreram uma retração de mais de 50%. Nesse período o PIB crescia a 6,5% ao ano e as exportações de aço em cerca de 13,7% ao ano.

Tabela 5.21 RFEL - produção, importação e exportação-1976/80
em mil toneladas

Itens	1976	1977	1978	1979	1980	Cresc. %
Produção	305,0	363,8	401,0	476,4	548,1	16,0
Cons. Interno	215,0	238,9	234,0	301,0	371,0	18,6
Importação	4,4	16,9	3,0	1,2	2,1	-16,9
Exportação	89,0	114,9	157,0	172,1	176,2	14,6

Fonte: Anuário ABRAFE, vários anos

Nesse contexto, dois aspectos de relevância precisam ser destacados. O primeiro é que se forem consideradas as exportações indiretas incorporadas ao aço, constata-se que o mercado externo dos ferroligas apresenta uma dimensão muito maior. O segundo, é que sob esta ótica eleva-se substancialmente o conteúdo energético do aço exportado. Este último aspecto vêm adquirir uma relevância ainda maior ao longo dos anos 80, sobretudo tendo em vista a questão da migração de industriais energo-intensivas para PVDs, como o Brasil.

Os principais ferroligas exportados entre 1976 e 1980, foram as ligas a base de manganês e a base de silício.

As ligas ao manganês tiveram suas exportações mais do que duplicadas no período; elevou-se de 26,6 mil toneladas para 73,5 mil toneladas. Os ferroligas a base de silício tiveram quadruplicadas suas exportações, saindo de um patamar de 8,6 mil toneladas para atingir 36,6 mil toneladas em 1980. Em 1980, mais de 90% do volume exportado das ligas a base de silício era composto por silício metálico e FeSi75%. O consumo específico desses produtos estão em uma faixa que varia de 7.800 a 14.000 kwh/ton.

Analisando-se as exportações do RFEL entre 1980 e 1989, por tipo de liga, observa-se que os crescimentos mais pronunciados ocorreram naquelas baseadas no silício e no níquel. O grupo

outros - composto por ferroligas especiais -, têm mantido uma tendência moderada de crescimento, cerca de 4,4% ao ano. Os ferroligas baseados no manganês também vêm mantendo uma tendência moderada nas taxas anuais de crescimento das exportações, inclusive apresentando um relativo declínio nos volumes exportados a partir de 1988. Os ferroligas baseados no cromo apresentam uma tendência continuada de diminuição das taxas médias anuais de exportações (tabela 5.22). Vale salientar que os ferroligas a base de manganês e cromo, são aqueles que apresentam os menores consumos específicos.

Tabela 5.22 Evolução das exportações por grupo de ferroligas, em mil toneladas

Anos	Ferroligas				outros
	a base Manganês	a base Silício	a base Cromo	a base Níquel	
1980	73.5	36.5	45.8	-	20.3
1981	83.5	86.1	55.9	0.9	19.8
1982	94.1	82.8	59.8	1.5	18.4
1983	156.9	120.3	35.8	15.2	14.2
1984	119.2	116.4	52.2	11.9	21.6
1985	105.4	153.9	55.9	9.8	19.6
1986	109.8	164.5	23.8	4.7	17.2
1987	119.3	230.2	17.1	2.2	20.8
1988	108.4	279.1	34.6	10.2	24.3
1989	93.8	291.3	23.2	12.7	30.1
Cresc. (% a.a.)	2.7	25.9	-7.3	39.2	4.4

Fonte: ABRAFE, 1989

A grande performance das exportações brasileiras de ferroligas nos anos 80, principalmente daqueles a base de silício e níquel, pode ser explicado pelo novo direcionamento dados pelos FDS em termos da produção destes produtos, sobretudo após o segundo choque do petróleo. A tendência deste direcionamento industrial, foi o do repasse para PVDs de indústrias poluidoras³³, cujos produtos possuíam alto conteúdo energético, caracterizados como sendo produtos intermediários e de baixo conteúdo tecnológico, portanto de baixo valor agregado.

33

O processo de produção de ferroligas resulta na emissão de gases de alta temperatura e com um alto teor de CO. Se aproveitados possibilitam ganhos energéticos, caso contrário, pode ocasionar graves danos ambientais.

Tal movimento tem sua origem embrionária ainda na década de 70, por ocasião do primeiro choque do petróleo e início das pressões ambientalistas. Neste sentido, objetivava-se a localização de unidades produtoras de ferroligas em países onde seriam abundantes e baratos o minério de boa qualidade e a eletricidade e ainda possuidores de uma legislação ambiental relativamente branda. Neste sentido a produção de aço e não ferrosos também são exemplos marcantes. A tabela 5.23 mostra o consumo específico de eletricidade para alguns ferroligas selecionados

Tabela 5.23 Faixas de consumo de eletricidade de alguns ferroligas selecionados

Ferroliga	Consumo específico (Kwh/tonelada)
FeSi45%	5.000 a 9.000
FeSi50%	5.000 a 9.000
FeSi75%	7.800 a 11.000
Si metálico	11.000 a 14.000
FeCaSi	11.300
FeNi	12.000 a 13.500
FeMgAC	2.100 a 4.000
FeCrAC	3.100 a 3.800
FeSiCr	5.100 a 8.000

Fonte: CEMIG, 1990

Os resultados deste movimento, podem ser observados já a partir de 1979 e após o segundo choque do petróleo, com a diminuição da produção e o aumento das importações de ferroligas pelos principais PDs.

No período 1979 a 1984, a participação brasileira na produção mundial de ferroligas eleva-se de 3% para 4,8%. Por outro lado, enquanto a produção nacional crescia a uma taxa de 7,7% ao ano, o principais PDs e produtores diminuíam suas produções. A produção mundial também descrece nesse período (tabela 5.24).

Neste contexto, cabe salientar que apesar da recessão mundial do início da década de 80 ter influenciado na evolução do nível de atividade dos PDs, é extremamente sintomática uma queda conjunta dos níveis de produção e exportação de ferroligas (tabela 7.21).

Em termos energéticos, imediatamente após ao primeiro choque do petróleo os PDs implementaram programas de racionalização, cujos resultados começaram a aparecer antes do segundo choque do petróleo, daí não justificar-se um eventual ajustamento tardio da questão energética industrial. Dessa forma, pode-se

considerar que parte desta diminuição da produção e exportação, significou a migração de indústrias energo-intensivas para PVDs, como o Brasil. Outro aspecto a justificar esta migração é a evolução da produção de aço nos países industrializados, já discutida em seções anteriores, pois é sabido que a produção de ferroligas é função direta do consumo e da produção do aço bruto.

Tabela 5.24 RFEL - Evolução da produção mundial de ferroligas em países selecionados - 1979/1984, em mil toneladas.

País	1979	1980	1981	1982	1983	1984	Taxa(%aa)
Japão	1.941	1.922	1.673	1.580	1.273	1.384	- 6,5
Afr.do Sul	1.597	1.620	1.410	1.229	1.100	1.002	- 8,9
Noruega	982	860	776	776	850	820	- 3,5
França	1.027	986	718	690	760	705	- 7,2
EUA	1.700	1.403	1.380	743	688	549	-20,2
Outros	8.277	8.232	8.182	8.136	8.502	9.367	2,5
BRASIL	476	548	571	570	597	691	7,7
TOTAL	16.000	15.571	14.710	13.724	13.770	14.518	- 1,9

Fonte: ABRAFE, 1989 e CEMIG, 1990

A participação brasileira no conjunto das exportações dos países ocidentais mais do que duplicou entre 1979 e 1984, ou seja, elevou-se de um patamar de 4,1% para 9,7%. (tabela 5.25).

Tabela 5.25 RFEL - Evolução das exportações mundiais de ferroligas, de países ocidentais - 1979/1984, em mil ton.

País	1979	1980	1981	1982	1983	1984	Taxa(%aa)
Afr.do Sul	1.419	1.438	1.230	1.065	1.050	1.000	- 6,8
Noruega	783	686	702	685	725	710	- 1,9
França	577	495	544	309	438	420	- 6,2
Alemanha	194	161	194	175	182	180	- 1,5
Outros	1.052	768	567	336	468	677	- 8,4
BRASIL	172	176	246	257	342	322	13,4
TOTAL	4.197	3.724	3.483	2.827	3.205	3.309	- 4,7

Fonte: ABRAFE, 1989 e CEMIG, 1990

Os principais concorrentes do Brasil no mercado internacional - África do Sul, Noruega e França - apresentaram quedas substanciais nos níveis de ferroligas exportados. O total geral exportado declinou no período (tabela 5.25).

A participação das exportações no total produzido evoluiu de 32% em 1980, atingiu um ápice em 1983, com cerca de 57%, para a partir de 1984 manter uma tendência de estabilização entre 40 e 47%.

Não obstante o Brasil apresentar grande performance mundial na produção e exportação de ferroligas, o consumo interno ainda é relativamente pequeno em relação à população brasileira, ou seja, consome-se aproximadamente 3,6 Kg/habitante por ano, enquanto nos Estados Unidos cerca de 7,5, no Japão 13 e na França, 15 Kg/habitante por ano.

De uma forma geral, o Brasil nas duas últimas décadas, além de atender uma parte considerável do aumento da demanda mundial de ferroligas, penetrou no espaço deixado por grandes produtores tradicionais, devido a fatores como o alto custo da energia, degradação ambiental e a implementação de programas de racionalização energética. Estes aumentaram a importação e reduziram a produção própria de ferroligas, enquanto mantêm ou diminuem sua produção de aço, como os Estados Unidos e Japão, entre outros. Em 1988, 87% de toda a produção de ferroligas a base de silício foram exportados para os Estados Unidos e Japão (SDI, 1989).

5.4.3 Questão Energética

5.4.3.1 Introdução

A produção dos ferroligas caracteriza-se por ser intensiva no consumo energético, concentrada na etapa de redução, uma vez que, dissocia-se minérios possuidores de ligações químicas extremamente estáveis para se obter elementos químicos na forma metálica envolvendo altas temperaturas.

O aporte energético ao processo produtivo é realizado de duas formas básicas. Uma sob a forma de reductores como o carvão vegetal e o coque; a outra sob uma forma de energia mais nobre, a eletricidade como fonte térmica.

Em termos do consumo específico de carvão vegetal, a produção de ferroligas se assemelha à do ferro gusa, ou seja, de 3,5 a 4,5 metros cúbicos por tonelada de ferroliga (CEMIG, 1990).

Entretanto, o alto consumo específico de eletricidade para a produção de ferroligas coloca o RFEL entre os ramos industriais classificados como eletrointensivos. Inclusive alguns ferroligas apresentam um consumo específico de eletricidade próximo ao do alumínio, que é de 15 a 17 Mwh/tonelada.

A eletricidade como fonte de energia térmica para os fornos elétricos representa mais de 90% do consumo total de eletricidade em uma planta de ferroligas. Iluminação e força motriz respondem pelo consumo restante (CEMIG, 1990).

5.4.3.2 Matriz Energética

A matriz energética do RFEL é composta basicamente por carvão vapor, coque, carvão vegetal e eletricidade.

A utilização do carvão vapor têm sido historicamente realizada em caráter marginal. No período em que foi efetivamente consumido (1977 a 1983), a sua participação na matriz energética não ultrapassou 1,7%. Nesse período o seu consumo saiu de um patamar de 1 mil tEP, atingiu um pico de 18 mil tEP em 1982, declinando para 13 mil tEP em 1983, para daí em diante não mais ser consumido. O coque igualmente apresenta um consumo marginal, haja visto, que entre 1974 e 1989 sua participação chegou a atingir no máximo 5,5% (no ano de 1978) para em seguida declinar constantemente, chegando em 1989 com uma participação de apenas 1,2% (BEN, 1990).

As oscilações nas participações do carvão vapor e do coque podem ser atribuídas a fatores como a disponibilidade, adequação técnica e preço. Neste contexto, cabe destacar que no caso do carvão vegetal a componente preço também têm sofrido oscilações periódicas, uma vez que a quase totalidade do consumo é proveniente de florestas nativas cada vez mais distantes, onerando o transporte, com o agravante da concorrência de outros ramos industriais, como o de ferro gusa e aço. A figura 5.13 apresenta a evolução dos preços reais do coque, carvão vegetal e eletricidade. Observe-se, a abrupta elevação dos preços reais do carvão vegetal entre 1977 e 1981 e da eletricidade a partir de 1986, coincidindo com fim do programa de Eletrotermia. De uma forma geral a eletricidade e o carvão vegetal apresentaram uma tendência de queda dos seus preços reais. O coque apresentou uma ligeira tendência de elevação entre 1976 e 1982, para em seguida entrar em declínio até 1989.

No período 1974 a 1989 o consumo global de energia no RFEL, evoluiu de 410 mil tEP para 2.569 mil tEP, representando um crescimento percentual de mais de 500% (Tabela 5.26).

O crescimento do consumo dos dois principais energéticos do RFEL - eletricidade e carvão vegetal - foram, respectivamente, 500% e 762%. A participação da eletricidade e do carvão vegetal no consumo global de energia, manteve-se sem alterações significativas, que no conjunto sempre esteve acima dos 95%. No

tocante a energéticos, observa-se uma provável substituição de pequena parcela de eletricidade e de outros energéticos pelo incremento no consumo de carvão vegetal (figura 5.14). Em relação ao setor industrial, o RFEL em 1989 consumiu cerca de 5,6% e 10%, do consumo total de eletricidade e carvão vegetal, respectivamente.

Tabela 5.26 Evolução do consumo dos principais energéticos do RFEL, em anos selecionados, em mil tEP

Energéticos	1974	1980	1985	1989
Coque	20	53	27	32
Eletricidade	315	842	1.208	1.890
Carvão vegetal	75	125	411	647
Carvão vapor	0	17	0	0
TOTAL	410	1.037	1.646	2.569

Fonte: BEN/1990

Evolução dos preços reais dos principais energéticos - RFEL, em mil CR\$(1987)/tEP

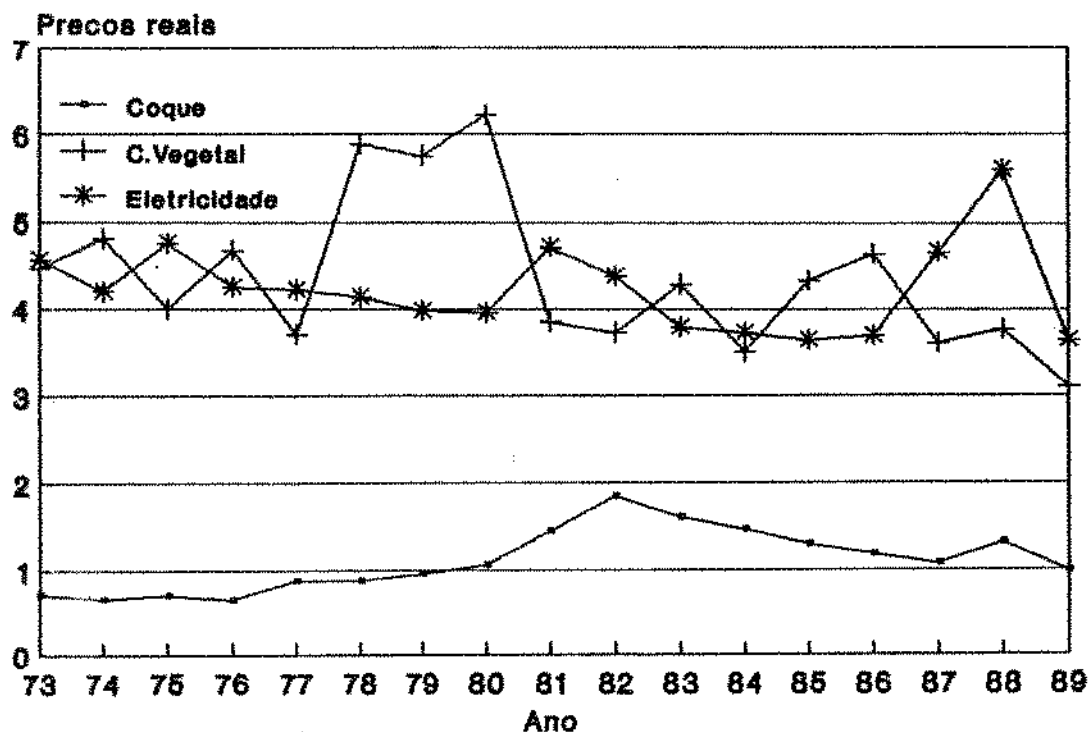


Figura 5.13

Por último, dois aspectos relacionados ao consumo verificado na matriz energética devem ser destacados.

O primeiro diz respeito aos incentivos criados para o consumo de eletricidade ao fabricante localizado na região de Projeto Carajás. De acordo com a Portaria MME n.º 1706 de 13 de dezembro de 1984 a ELETRONORTE foi autorizada por um período de 20 anos, a celebrar contratos de fornecimento de eletricidade para a produção de ferroligas garantindo que o dispêndio com energia elétrica não seja superior a 25% do preço do produto. O segundo, trata da evolução em termos absolutos do consumo de eletricidade. Para atender a expansão da produção de ferroligas no período 1979 e 1989, consumiu-se em 1989 4299 GWh a mais que em 1979, indicando que houve a necessidade de entrada em operação de uma usina hidroelétrica de aproximadamente 1000 MW.

Estrutura de consumo de Energia

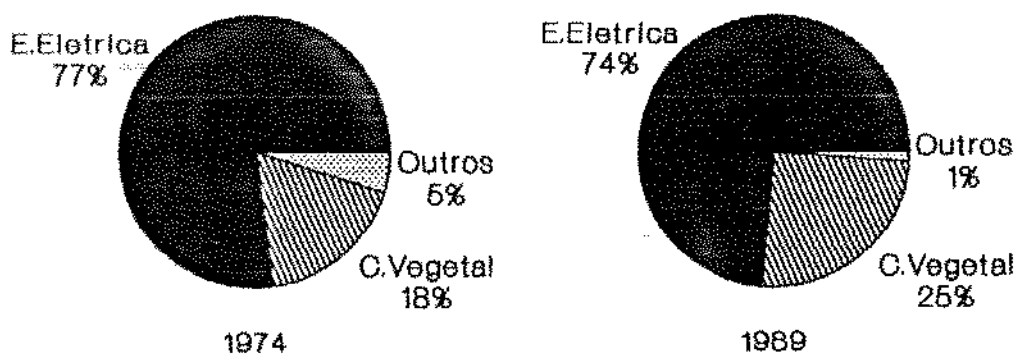


Figura 5.14 Fonte: BEN, 1990

5.4.3.3 Racionalização Energética

A racionalização energética no RFEL pode ser efetuada, mais pela implementação de programas de conservação do que pela substituição de fontes energéticas. Todavia, apesar do potencial maior ser através da conservação, pouco ou quase nada têm sido feito neste sentido.

Analisando-se a evolução do consumo específico, quer a nível dos diversos ferroligas ou global, verifica-se uma tendência de manutenção e de elevação. As oscilações no sentido de redução ou crescimento do consumo específico resultam basicamente de alterações na estrutura produtiva do RFEL ou ainda devido a uma elevação substancial dos níveis de produção. Portanto, as re-

duções deste indicador em alguns períodos não significam necessariamente que ocorreu conservação de energia.

Para a substituição energética promover conservação, o consumo específico global deveria ter diminuído, o que de fato não ocorreu, visto que, considerando-se o período 1974 a 1988, este indicador apresentou-se com uma tendência altista. Por outro lado, a questão de substituição energética no RFEL dificilmente ocorreria para a eletricidade e o carvão vegetal. Uma vez que, são energéticos essenciais e adequados tecnicamente ao equipamento de redução e ao principal processo empregado, respectivamente, o forno elétrico e o processo carbotérmico.

As principais tendências observadas para a conservação de energia no RFEL englobam medidas que devem ser executadas na preparação de matérias primas, no projeto do forno elétrico e nos fatores operacionais da planta.

Na preparação dos insumos para a carga do forno, pode-se melhorar as operações de descarregamento, estocagem, secagem ou pré-aquecimento, britagem, moagem, peneiramento, dosagem e pesagem, objetivando compor uma carga com boa homogeneização, granulometria adequada e na temperatura adequada. Nestas condições estima-se economias de eletricidade da ordem de 300 Kwh/tonelada (CEMIG, 1990). O emprego de processos de aglomeração como a sinterização favorecem a racionalização energética, como também as condições operacionais do forno, face à melhoria da porosidade da carga e aumento de sua resistência mecânica.

O aproveitamento do gás de topo dos fornos representa parcela considerável de energia que pode ser reintroduzida no processo, uma vez que o volume produzido e o conteúdo energético são elevados, sobretudo em fornos fechados. Todavia, esta medida é extremamente intensiva em capital, não tendo sido praticada por nenhuma empresa brasileira. A experiência internacional nesse tipo de aproveitamento energético de gases vem do Japão, na Takaoka Works (ELETROBRAS, 1992).

O melhor desempenho energético do forno elétrico pode ser conseguido por ocasião do seu projeto, equacionando não só a questão da produtividade, mas conjugando-a com a otimização energética. No projeto, pode-se buscar mudanças nas características da cuba, do circuito elétrico e tamanho, visando obter-se fornos fechados e de elevada performance.

5.4.3.3.1 Evolução do consumo específico

Os balanços teóricos de energia do processo de redução mostram que o consumo específico dos ferroligas podem variar em

um grande intervalo (tabela 5.27). Estas variações, conforme comentado anteriormente, podem ocorrer em função da eficiência do processo de produção, devido a características físicas e químicas da carga, alterações nos níveis de produção, ao projeto do forno elétrico e principalmente aos procedimentos operacionais. Nas plantas do RFEL, o uso de automação no controle do processo ainda é muito pouco utilizado.

Tabela 5.27 Quantidade teórica de Energia para a redução de alguns ferroligas selecionados

Ferroliga	Consumo (Mcal/t)
FeSi45%	8.429,5
FeSi75%	15.866,1
FeMnAC	6.324,0
FeCrAC	6.869,1
FeNi25	10.677,8

Fonte: CEMIG/INDI/1990

Em virtude destas variações, os balanços teóricos de energia não devem ser tomados como padrões e representativos para os grupos de ferroligas. Por exemplo, os dados da tabela 5.28 referentes ao consumo específico por grupo de ferroligas, envolvendo redutores, eletricidade e outros energéticos para o parque industrial de Minas Gerais segue a mesma tendência do consumo específico em termos de produtos (tabela 5.27), todavia em patamares mais elevados.

Tabela 5.28 Consumo Específico de energéticos por tipo de liga, em Mcal/tonelada - 1983/1987

Ano	Ferroligas				
	base Mn	base Si	base Ni	base Nb	Especiais
1983	10.559	19.215	26.871	3.349	11.683
1984	8.502	19.290	24.963	4.322	11.409
1985	10.631	19.702	27.940	4.135	11.227
1986	9.486	19.311	27.692	4.996	11.079
1987	7.994	19.263	27.808	6.194	11.069
Média	9.434	19.356	26.508	4.599	11.293

Fonte: CEMIG/INDI/1990

O grupo dos ferroligas a base de níquel e silício, apresentam os maiores consumos específicos; seguem-se o grupo de outros ou ferroligas especiais e os grupos a base de manganês e cromo e por último o grupo do nióbio.

O elevado consumo específico dos ferroligas a base de níquel deve-se à baixa concentração do metal no minério, levando à necessidade de redução de grandes quantidades de minério. Para os ferroligas a base de silício o intenso consumo de energia deve-se ao baixo peso molecular do óxido de silício e o seu alto ponto de fusão.

O elevado conteúdo energético dos ferroligas especiais, prende-se ao fato de que derivam basicamente do FeSiMg, cuja redução exige um consumo intensivo de redutores.

Dos ferroligas, os a base de manganês são mais facilmente reduzidos, devido às suas características químicas; daí, demandarem menores quantidades de energia comparativamente ao silício, níquel e especiais. Vale salientar que os ferroligas a base de cromo apresentam um consumo específico muito próximo ao das ligas a base de manganês.

Os ferroligas a base de nióbio caracterizam-se por utilizarem como redutor o alumínio em pó ao invés do carvão vegetal, explicando o seu baixo consumo específico, face a não consideração da fase de concentração do minério. No caso de considerar-se a redução do alumínio, o consumo específico do ferroligas a base de nióbio aproxima-se dos a base de manganês.

Dessa forma, conhecendo-se os patamares do consumo específico por produto e grupo de ferroligas, a evolução da produção total e a participação na produção dos principais grupos, bem como a evolução do consumo global de energia, pode-se analisar as causas prováveis que influenciaram a evolução do consumo específico do RFEL.

A evolução do consumo específico do RFEL (figura 5.15), no período compreendido entre 1974 e 1988 pode ser dividida em quatro períodos.

Entre 1974 e 1979 o consumo específico declina, devido a um aumento substancial da produção, que cresce 17,1% ao ano contra 13,2% no consumo de energia. A elevação da produção neste período é alavancada pela grande expansão do RFGA e pelas perspectivas de uma maior inserção no mercado internacional de ferroligas, o que acaba ocorrendo com a expansão do parque industrial respaldado pelo II PND (figura 5.16). O consumo de energia, apesar de apresentar uma taxa de crescimento acentuada, não acompanha o crescimento da produção, provavelmente devido ao fato de que a maioria dos fornos elétricos terem sido recém instalados e, portanto apresentando uma melhor performance, como também devido à maior participação dos ferroligas a base de manganês, que compa-

rativamente aos demais grupos de ligas é o de menor consumo energético. No período, os ferroligas a base de manganês representaram em média, mais de 50% do volume da produção total de ferroligas (figura 5.17)

RFEL - Consumo Específico (tEP/ton.)

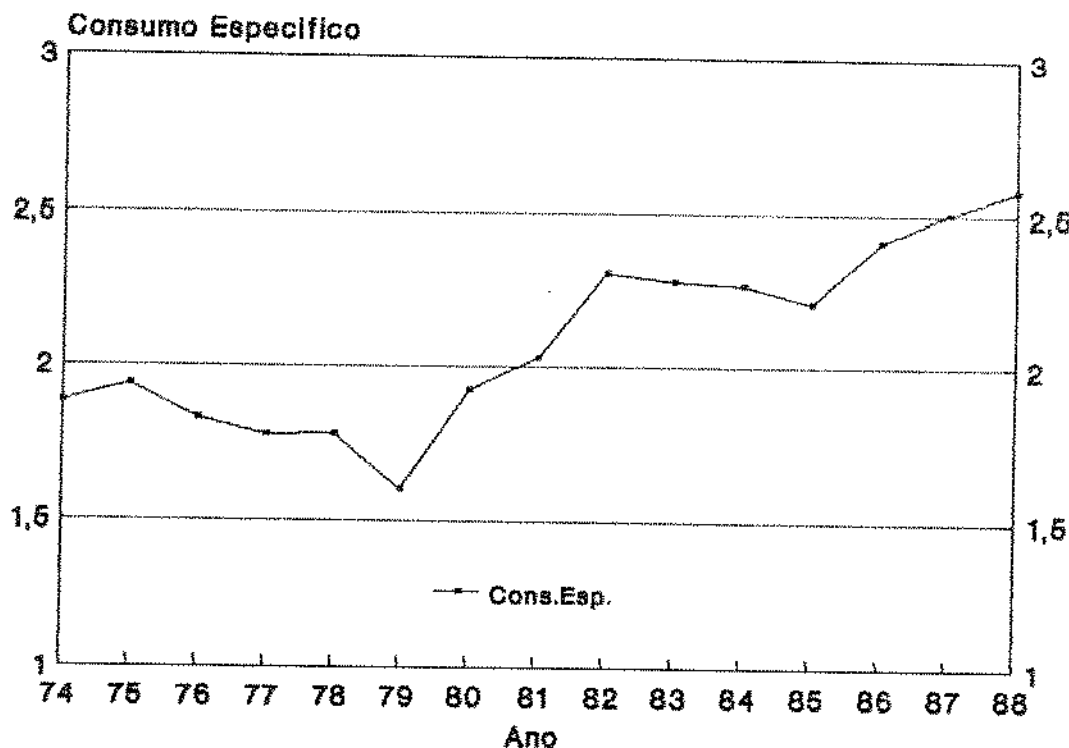


Figura 5.15 Fonte: BEN/1990

Entre 1979 e 1982 verifica-se uma diminuição das taxas anuais de crescimento da produção de ferroligas, comparativamente ao período 1974 a 1979. Cresce a uma taxa anual de apenas 4,9%, enquanto o consumo de energia sofre uma abrupta elevação, crescendo 18,5% ao ano, o que acaba elevando sobremaneira o consumo específico do período. A queda de produção dos ferroligas a base de manganês e cromo em termos absolutos provoca a diminuição de participação destes ferroligas na produção global (figura 5.17), bem como justifica a diminuição das taxas anuais de crescimento da produção.

RFEL : Taxas de Crescimento da Produção e do Consumo de Energia

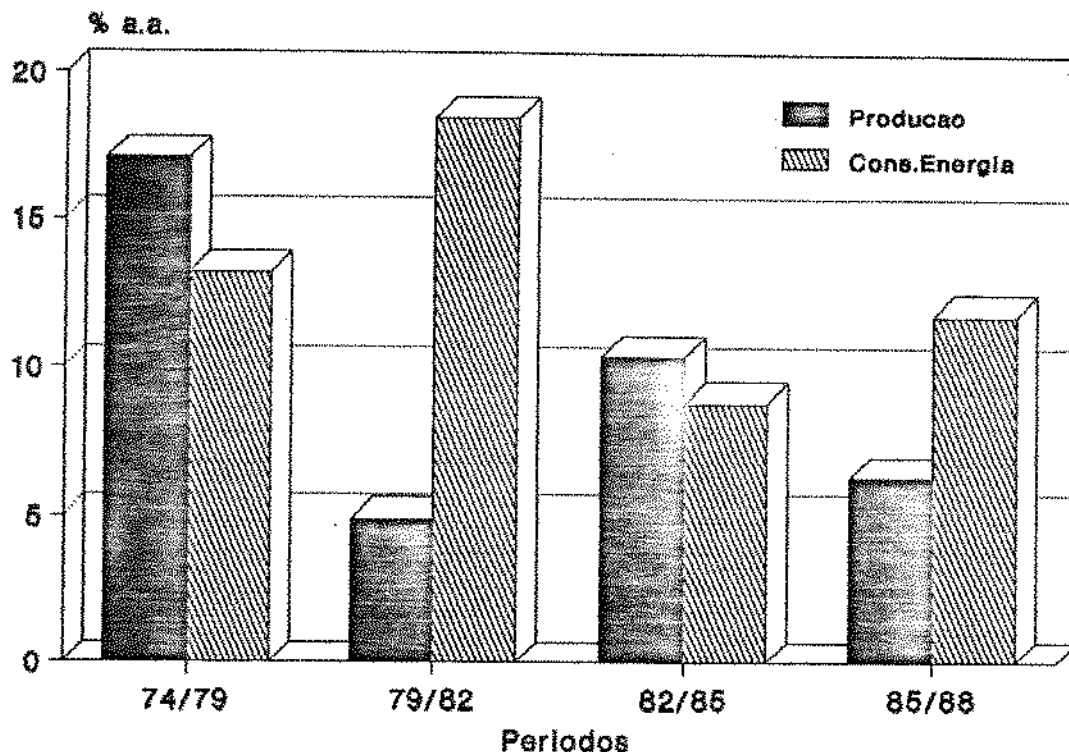


Figura 5.16 Fonte: BEN/1990 e ABRAFE

Em contrapartida, os ferroligas a base de silício, apesar de quase duplicar sua participação na produção entre 1979 e 1982, não conseguiram compensar a diminuição da participação dos ferroligas a base de manganês e cromo, o que também justifica as baixas taxas de crescimento da produção global. Todavia, em termos energéticos a elevação da produção dos ferroligas a base de silício, sobretudo direcionada ao mercado externo, alavancou abruptamente o consumo energético e conseqüentemente o consumo específico, visto que este grupo de ferroligas é um dos maiores consumidores de energia. Neste período, sua participação no volume total de produção elevou-se de 18% para cerca de 27% (figura 5.17).

Nos períodos que se seguiram, 1982/85 e 1985/88, observa-se que o consumo específico do RFEL continuou apresentando uma tendência de crescimento, entretanto menos acentuada que no período 1979 a 1982.

RFEL : Crescimento da Producao e Participacao por grupo de liga

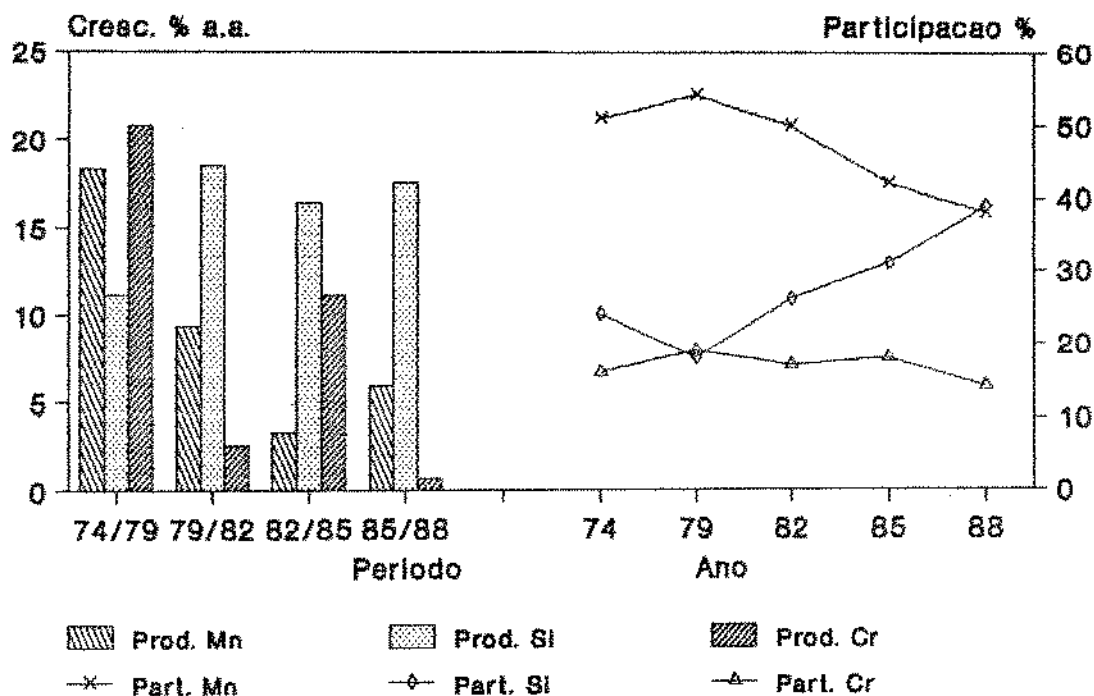


Figura 5.17 Fonte: ABRAFE e SDI

A produção global do ramo entre 1982 e 1988 cresceu a taxas anuais de 8,3%, enquanto o consumo energético a taxas de 10,3%. A menor taxa de crescimento da produção comparativamente ao consumo de energia no período, é reflexo principalmente das menores taxas de crescimento da produção de ferroligas a base de manganês e cromo, sobretudo deste último. Neste período, a participação dos ferroligas especiais, inoculantes e principalmente dos ferroligas a base de silício na produção total de ferroligas elevaram-se substancialmente. O que de certa forma explica o maior consumo energético, notadamente do período 1985/88, quando a produção dos ferroligas a base de silício iguala-se à dos ferroligas a base de manganês (figura 5.17).

De acordo com o exposto, tudo parece indicar que os poucos anos em que o consumo específico apresentou certo declínio, não foram reflexos da implementação de programas de racionalização energética - conservação e/ou substituição, mas sim devido à consolidação do parque produtor de ferroligas a partir de meados da década de 70, com o II PND.

5.4.4 Considerações Finais

A produção de ferroligas é acompanhada por uma emissão intensa de particulados e gases, formados durante a fusão redutora, que não devidamente tratados ou aproveitados podem causar grande contaminação atmosférica. A fumaça desprendida dos fornos pode ser captada por um sistema de despoeiramento composto de filtros de tecidos, separadores eletrostáticos, ciclones e asperadores, antes de ser lançada no ar.

O aproveitamento dos gases desprendidos dos fornos de redução não se justifica apenas pelo controle de poluição atmosférica e do ambiente de trabalho. Os mesmos, além de conter partículas com elementos de liga volatilizados durante a fusão redutora, que podem ser comercializadas, como é caso do pó de sílica que é aproveitado pela indústria de refratários, incorpora grande quantidade de energia na forma de calor, que pode e deve ser reaproveitada no processo produtivo. Por exemplo os gases desprendidos com alto teor de CO e hidrogênio, nos casos de fornos fechados podem ser utilizados como combustíveis em fornos destinados ao pre-aquecimento e a pre-redução de carga, uma excelente medida para a conservação de energia. Atualmente, mesmo em indústria novas, ainda empregam-se fornos abertos, o que impede captação dos gases, apesar de flexibilizar a produção, na mudança de um grupo para outro de ferroligas.

Um dos maiores avanços técnicos no RFEL seria o projeto de fornos fechados mais flexíveis em termos de mudança da produção e desempenho energético, sobretudo tendo em vista o aproveitamento dos gases de topo.

5.5 O RAMO DE NÃO FERROSOS - RNF

5.5.1 Introdução

O ramo industrial de não ferrosos-RNF dedica-se fundamentalmente à metalurgia do alumínio, cádmio, chumbo, cobre, estanho, magnésio, níquel, silício e zinco.

O RNF é fortemente exportador, contribuindo de maneira significativa para o saldo positivo da balança comercial do país. Em 1990 exportou-se cerca de US\$ 1,2 bilhões FOB em alumínio primário, produtos semi-manufaturados e demais não ferrosos, significando uma participação de quase 10% do total da balança comercial brasileira.

Diferentemente da evolução da indústria nacional do alumínio, no âmbito mundial, esta indústria têm apresentado uma taxa declinante de crescimento, excesso de capacidade instalada e sujeita às oscilações nas cotações internacionais³⁴, notadamente em relação ao alumínio primário, que é considerado "commodity" (Weiss, 1992). No Brasil vários fatores têm contribuído para o desenvolvimento da indústria do alumínio e conseqüentemente do RNF, entre eles, as tarifas subsidiadas de eletricidade, abundância de recursos naturais e a estratégia do PDs em deslocar para os PVDs a produção de matérias primas industriais altamente poluidoras e energo-intensivas. O principal insumo energético para a produção do alumínio é a eletricidade que, embora ainda seja abundante no Brasil, tende a tornar-se escassa em uma perspectiva de retomada do crescimento econômico.

Nas próximas seções abordar-se-á de forma mais sistemática a fabricação do alumínio primário³⁵, tendo em vista a sua enorme participação, em termos do seu consumo energético (principalmente eletricidade) no total da produção do ramo, no mercado interno e nas exportações. Outro aspecto relevante é a participação do alumínio primário na balança comercial do RNF. Por exemplo, em 1988, de um saldo positivo de US\$ 1479,8 bilhões FOB do RNF, somente as divisas obtidas com a comercialização do alumínio primário representaram cerca de 85% (tabela 5.29). Todavia, cabe salientar que o maior enfoque à indústria do alumínio primário, não invalida eventuais referências de maneira agregada ao RNF, visando melhor situar esta indústria em termos produtivos e energéticos.

³⁴

O preço do alumínio primário resulta do balanço entre a oferta e a demanda mundiais

³⁵

Alumínio primário é o metal extraído por redução ou por decomposição de um composto de alumínio que não tenha sido submetido a nenhuma fabricação, ou seja, é metal de primeira fusão.

5.5.2 Caracterização do Ramo

5.5.2.1 Processos Eletrometalúrgicos

Os métodos eletrometalúrgicos são largamente utilizados na extração e no refino de metais não ferrosos, principalmente quando os processos pirometalúrgicos mostram-se ineficientes e particularmente onde tem-se grande oferta e preços atrativos para a eletricidade.

Tabela 5.29 Produção, participação e consumo de energia dos principais produtos não ferrosos em 1988

Produto	Produção (10 ³ t)	Participação (%)	Balança Comercial (10 ⁶ US\$ FOB)	Consumo Aparente (10 ³ t)	Exportação (10 ³ t)
Alumínio	873.49	66,3	1.253,4	383.04	564.96
Cobre	147.88	11,2	- 84,1	203.87	26.93
Zinco	139.66	10,5	2,2	144.57	6.86
Silício	79.28	5,9	68,6	13.30	65.99
Estanho	42.69	3,2	237,4	9.04	33.65
Chumbo	29.50	2,0	- 8,9	109.28	3.37
Níquel	13.10	0,9	11,2	11.61	3.29
Total	1325.60	100,0	1.479,8	874.71	705.05

	Energia elétrica		Óleo combustível	
	Consumo (Mwh)	Participação (%)	Consumo (mil t)	Participação (%)
Alumínio	13.625.000	82,2	47.090	31,6
Cobre	260.898	1,6	35.524	23,8
Zinco	887.002	5,3	13.849	9,3
Silício	888.005	5,4	-	
Estanho	111.750	0,7	1.427	0,9
Chumbo	10.763	0,1	822	0,6
Níquel	791.896	4,7	50.462	33,8

Fonte: SDI, 1989

O processo básico da eletrometalurgia consiste em se dissolver o metal em uma cuba eletrolítica. Os íons metálicos são submetidos a um campo elétrico aplicado através de eletrodos imersos em eletrólito. Nessas condições, os íons positivos ou cátions são atraídos para o eletrodo negativo ou cátodo, onde captam elétrons e se depositam sob a forma de átomos neutros.

A quantidade de eletricidade requerida para o processo é dada pela "Lei de Faraday", segundo a qual um mol de um ion unitariamente carregado é equivalente a um Faraday (F) ou 96.500 coulombs (amperes x segundo). Na prática necessita-se de mais eletricidade do que o teoricamente calculado, devido às perdas que ocorrem na célula eletrolítica.

A partir do valor teórico da lei de Faraday, pode-se calcular, além da massa do metal depositado no fundo da cuba, a variação de energia livre e o equivalente eletroquímico. A variação de energia livre (EL) é dada em elétron-volt, sendo calculada pela fórmula, $EL = -n*F*V$, onde "V" é a voltagem, ou diferença de potencial elétrico sob a qual esta o par de eletrodos imersos no eletrólito na cuba. A massa "M" de ions que são depositados no fundo da cuba, devido a ação de uma corrente elétrica "I" que flui por um tempo "t", é dada por; $M = A*I*t/nF$, onde "A" é o peso atômico e "n" o número da carga iônica da substância considerada. Deste cálculo teórico pode-se deduzir os "equivalentes eletroquímicos" teóricos dos diversos metais não ferrosos (tabela 5.30). Dos dados da tabela 5.30 pode-se entender o porque do alumínio, entre os metais não ferrosos, caracterizar-se por ser o mais eletrointensivo. Por exemplo, para uma mesma quantidade de eletricidade, a massa obtida de chumbo é substancialmente maior que a do alumínio, daí para a obtenção de grandes volumes deste, grande quantidade de eletricidade deve ser consumida.

Tabela 5.30 Equivalentes Eletroquímicos para alguns não ferrosos

Metal não ferroso	Massa teórica obtida em Kg por cada 1000 amp * hora
Alumínio	0,34
Chumbo	3,86
Cobre	2,37
Estanho	2,21
Zinco	1,18

5.5.2.1.1 Produção do Alumínio Primário

O alumínio em forma de minério é considerado como um dos metais mais abundantes na face da terra, sendo encontrado agregado nas argilas silicato-aluminosas e na bauxita. Em termos econômicos, o seu minério mais favorável é a bauxita ($Al_2O_3.H_2O$) encontrado em diversas regiões da Europa, da União Soviética, da Jamaica, da Guiana, da Venezuela, dos Estados Unidos e Brasil.

Na bauxita, além do hidrato de alumina, encontram-se outras substâncias minerais, como o óxido de ferro, silicato de alumina e óxido de titânio. As reservas comerciais de bauxita conhecidas são de 21 bilhões de toneladas, equivalentes a aproximadamente 4 bilhões de toneladas de alumínio, um estoque mundial de minério suficiente para 250 anos, considerando-se o consumo atual.

A bauxita, cujo nome vem da província francesa de Les Baux, onde foi encontrada pela primeira vez em meados do século passado, é inicialmente concentrada pelo "processo Bayer", desenvolvido por Karl Josef Bayer em 1890. Esse processo de concentração consiste em se dissolver a bauxita em soda cáustica, a qual dissolve a alumina- Al_2O_3 mas não dissolve as impurezas, tais como a sílica- SiO_2 e a hematita- FeO_3 . Desta operação, obtém-se a alumina ou óxido de alumínio separadamente, que é a matéria prima para a extração do alumínio.

A produção do alumínio é feita pelo "processo Hall-Héroult", desenvolvido em 1886 ao mesmo tempo por Charles Hall nos Estados Unidos e por Paul Héroult na França. Ao longo dos anos foram introduzidas várias modificações ao processo, entretanto o processo básico ainda é o mesmo desenvolvido por Hall e Héroult.

A alumina é dissolvida em um banho de criolita (Na_3AlF_6) desempenhando o papel de solvente da alumina, nos fornos ou cubas eletrolíticas. Faz-se passar uma corrente elétrica de baixa voltagem e alta amperagem ao fundo da cuba, que serve de cátodo, através de um banho de criolita fundida.

A eletricidade dissocia a alumina em alumínio e oxigênio. O alumínio deposita-se no fundo da cuba, enquanto o oxigênio combina-se com o carvão do anodo, sendo eliminado na forma de gás carbônico.

O alumínio líquido é extraído periodicamente das cubas por meio de sifonamento e, é transportado para fornos de retenção ou espera, sendo em seguida preparados os lingotes ou chapas. O alumínio extraído pelo processo Hall-Héroult apresenta uma pureza da ordem de 99,6%, podendo ser posteriormente refinado eletroliticamente em células denominadas "Células Hoopes", onde pode-se atingir uma pureza da ordem de 99,99%, ou seguir diretamente para um dos processos empregados para a sua transformação.

Entre os processos de transformação, os dois fundamentais são a laminação e extrusão.

Através da laminação obtém-se chapas e folhas através da passagem do metal entre cilindros, os quais podem ser regulados propiciando várias espessuras. A laminação pode ser executada a frio e a quente. Na extrusão, utiliza-se o metal na forma de lingote, sendo previamente aquecido e comprimido contra a extrusora, a qual definirá os numerosos perfis, com as características

técnicas orientadas para cada aplicação ³⁶.

5.5.2.2 Evolução da Produção e do Mercado

No Brasil, a indústria do alumínio existe há 40 anos, reunindo cerca de 300 empresas entre produtores e transformadores do alumínio primário.

A expansão desta indústria no país, notadamente a de alumínio primário, deveu-se entre outros fatores à posição privilegiada quanto às reservas nacionais de bauxita - a terceira maior do mundo -, que são da ordem de 4,4 bilhões de toneladas, correspondendo a aproximadamente 1,1 bilhão de toneladas de alumínio, o que representa cerca de 90 anos do consumo do chamado mundo ocidental nos níveis atuais. A união dos interesses do Governo Federal, através de concessionárias de energia elétrica e da iniciativa privada foi outro fator fundamental.

Nesse sentido, criaram-se programas e incentivos governamentais especialmente para a produção de alumínio primário, como por exemplo a barreiras alfandegárias às importações. Segundo a Associação Brasileira de Metais Não Ferrosos-ABRANFE, para alavancar esta indústria, o país investiu cerca US\$ 12 bilhões, que apenas em 1987, representou mais de US\$ 1,1 bilhão de juros. Estes investimentos foram canalizados basicamente para obras de infra-estrutura, sobretudo energética. A hidroelétrica de Tucuruí é um exemplo.

A partir da década de 60 o Governo Federal dá os primeiros passos para o desenvolvimento da indústria do alumínio, dentro do enfoque de substituição das importações, com a criação de reservas de mercado, subsídios de eletricidade e isenções de impostos para a instalação de plantas para a produção de alumínio primário no país. Até 1972 a industrialização da bauxita no país era de controle privado, existindo apenas três empresas cujos volumes de produção de alumínio primário eram incipientes - a Alcan, a CBA e a Alcoa.

³⁶

O alumínio é um material maleável, leve, dúctil, resistente à corrosão, de elevada condutividade térmica e elétrica. É amplamente utilizado como matéria-prima em diversos segmentos industriais, entrando na produção de motores, aeronaves, condutores elétricos, esquadrias metálicas, recipientes e embalagens, componentes mecânicos e estruturais de máquinas e veículos, entre outros.

ALUMINIO primario: producao, consumo domestico e exportacao

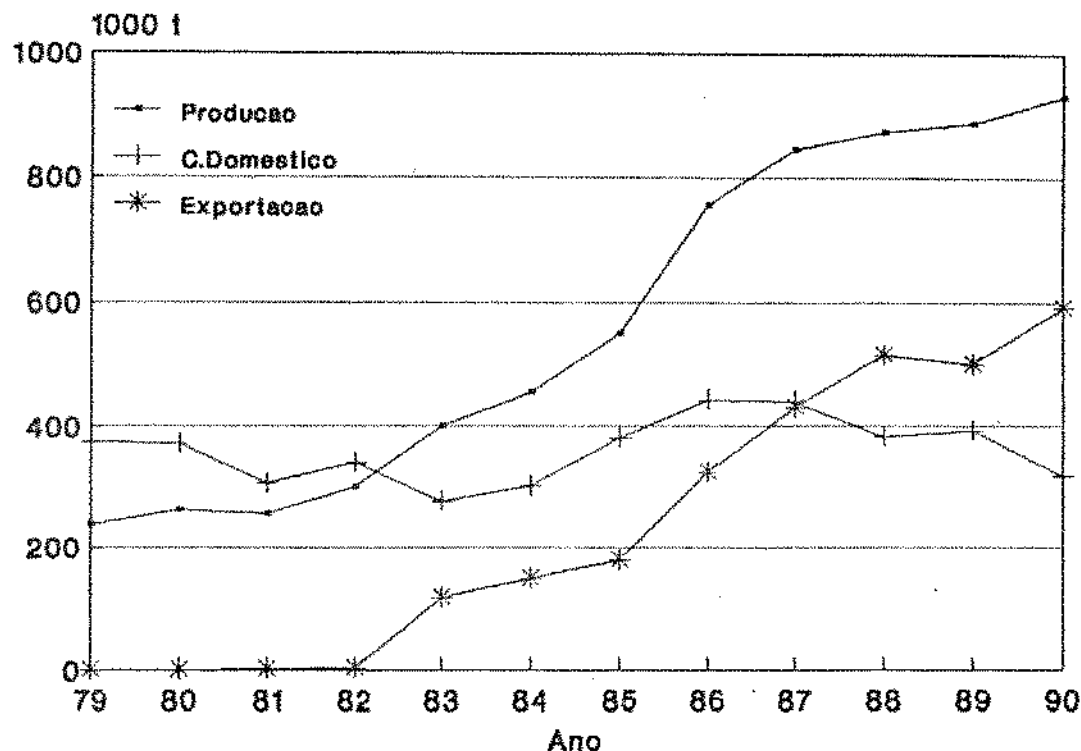


Figura 5.18 Fonte: SDI,1989 e ABAL,1990

Conforme a figura 5.18, observa-se que ao longo do período 1979 a 1990 o consumo doméstico de alumínio em momento algum adquiriu um tendência de crescimento continuado. As oscilações de consumo sempre estiveram abaixo de 380 mil toneladas/ano, exceto nos anos de 1986 e 1987, quando verificou-se uma tímida retomada do processo de crescimento econômico, com o Plano Cruzado. Em 1990 o consumo doméstico declinou substancialmente chegando próximo aos patamares observados entre 1980 e 1983, período em que a recessão econômica atingiu níveis dramáticos. Em contrapartida, entre 1979 e 1990 a produção eleva-se de 238 mil toneladas para cerca de 931 mil toneladas, significando um crescimento de 13,2 ao ano. As exportações por seu turno, crescem substancialmente entre 1981 e 1990. Nesse período, as exportações elevaram-se de um patamar de 2,1 mil ton/ano para aproximadamente 592 mil ton/ano, superando o consumo interno a partir de 1987 e representando um crescimento de aproximadamente 86% a.a.. Especificamente, o forte aumento da produção e das exportações entre 1983 e 1987 deveu-se respectivamente, à expansão do parque produtor nas regiões Sudeste e Amazônica e a disposição dos FDs em concentrarem suas atividades apenas na manufatura dos lingotes.

Entre 1981 e 1990, período caracterizado pela substancial inserção do Brasil no mercado internacional de alumínio primário, a produção cresceu 3,6 vezes, o consumo interno 1,1 vezes, enquanto as exportações atingem um crescimento de 282 vezes (tabela 5.30). Nesse período, o consumo do principal insumo energético empregado na fabricação do alumínio primário (a eletricidade) passa de 4.498 GWh para 16.400 GWh (ELETROBRAS), representando um acréscimo de 11.902 GWh, crescimento equivalente à necessidade de entrada em operação de uma usina hidroelétrica com um capacidade de aproximadamente 2750 MW.

Tabela 5.30 Produção, Consumo aparente e Exportação - 1981 e 1990

Ano	1981	1990
Produção(mil t)	256,0	931,0
C.aparente(mil t)	305,0	341,0
Exportação(mil t)	2,1	592,0

Fonte: SDI, 1989 e ABAL, 1990

O esforço governamental para consolidar a indústria nacional de alumínio primário, se por um lado promoveu uma substancial expansão da produção de alumínio primário e a auto-suficiência a partir de 1981, quando inicia-se a inserção internacional; por outro, além de fomentar a verticalização, na medida em que, produtores de metal primário começaram a produzir transformados. Ou seja, passam de fornecedores a concorrentes das indústrias nacionais de transformação (Guia ABRANFE, 1988/89).

A partir de 1983 o Brasil começa a ser superavitário na sua balança comercial, graças principalmente ao grande volume de exportações de alumínio primário. Ao longo da década de 80 o Brasil tornou-se um dos maiores produtores e exportadores mundiais de alumínio primário. Os principais concorrentes nacionais no mercado internacional são o Canadá, Austrália, Noruega e Venezuela.

A grande performance da produção nacional de alumínio primário não significou uma ampliação substancial no consumo per capita e nem no número de empresas do parque produtor nacional⁴⁰. O atual parque nacional é composto por apenas sete empresas (tabela 5.31).

⁴⁰

A nível mundial a indústria do alumínio é altamente concentrada. Os seis maiores produtores de alumínio primário detêm aproximadamente 50% do mercado mundial - Alcoa, Alcan, Kaiser, Reynolds, Alussuisse e Pechiney (Weiss, 1992).

Tabela 5.31 Parque produtor de alumínio primário - Brasil - 1990

Empresa	Localização	Cap.Produção(t/ano)	Controladores	In.op.
Alcan	Duro Preto-MG	60.000	Alcan	1945
C.B.A.	Mairinque-SP	196.000	Votorantin	1955
Alcoa	P.de Caldas-MG	90.000	Alcoa/Billiton	1970
Alcan	Aratu-BA	58.000	Alcan	1971
Aluvale	Sta Cruz-RJ	92.000	CVRD/Billiton	1982
Alcoa	São Luiz-MA	332.000	Alcoa/Billiton	1984
Aluvale/ NAAC	Barcarena-PA	300.000	CVRD/NAAC	1985

Fonte: ABAL, 1990

Comparando-se o consumo de alumínio "per capita" do Brasil, que em 1989 foi de 2,7 Kg/hab, com os 12,6 Kg/hab da Europa, os 29,5 Kg/hab do Japão e os 25,8 Kg/hab dos EUA, verifica-se o elevado grau da transferência de riqueza para os PDs, como também o grande potencial do mercado nacional. Em 1990 o consumo "per capita" de alumínio no Brasil declinou para cerca de 2 Kg/hab. Em termos de América Latina, o consumo "per capita" nacional de alumínio supera a Argentina e o México, respectivamente com 1,6 e 1,5 Kg/hab. A Venezuela possui o maior consumo "per capita", cerca de 6,0 Kg/hab, que chega a ser superior ao de Portugal e iguala-se ao da Espanha (ABAL, 1992).

5.5.2.2.1 Reciclagem do alumínio

Este trabalho não procurou primordialmente quantificar economicamente, os eventuais reflexos de um substancial incremento na reciclagem do alumínio ⁴¹ pela indústria internacional e seus reflexos sobre a indústria nacional, apesar da constatação de que, nos últimos anos, os principais PDs, tem acelerado tal procedimento, inclusive, com o desenvolvimento de técnicas e a ampliação do número de plantas destinadas especialmente a reciclagem (IPAI, 1988).

⁴¹

É a recuperação e tratamento do metal que tenha sido submetido a pelo menos um processo de fabricação por fusão. O alumínio obtido com este processo é conhecido como - alumínio secundário.

Entretanto, sob a ótica energética é sabido que uma das mais importantes medidas de conservação de energia no RNF se refere às possibilidades de aumentar a reciclagem do alumínio, uma vez que a energia perdida no processo de recuperação é cerca de 20 vezes inferior à necessária para produzir o metal primário (ELETROBRAS, 1992), cujos reflexos tendem a minimizar os problemas ambientais decorrentes da geração de resíduos derivados do alumínio. Por outro lado, para se produzir uma mesma quantidade de alumínio, a reciclagem da sucata comparativamente à produção a partir do minério consome 5% menos energia, com a vantagem de que, além da necessidade de menor investimento (cerca 10% menos), tem-se a possibilidade de se reciclar outros metais na mesma planta (Martyn, 1990).

Nos PDs cerca de 70% do total de sucata gerada tem sido reconvertida em alumínio e outros produtos, o restante ainda é descartado. Apesar da consciência da reciclagem ter atingido a maioria dos segmentos sociais e econômicos, o grande progresso observado nesses países tem sido na área doméstica, através dos seus resíduos, notadamente embalagens de refrigerantes. Por exemplo, no Canadá e nos EUA a taxa de reciclagem das embalagens de alumínio são respectivamente, de 65% e 55%, no Japão 42% e na Suécia, mais de 80% (Martyn, 1990). A figura 5.19, mostra a evolução da proporção de alumínio secundário no total de alumínio consumido nos PDs e Brasil.

Observe-se na figura 5.19, o crescimento continuado da referida relação nos PDs, notadamente a partir da década de 70. No caso brasileiro, de uma forma geral esta proporção oscilou em torno de 14%. O crescimento desta proporção entre 1982 a 1984, coincide com a expansão da produção de alumínio primário e consequentemente, a geração de mais sucata industrial, daí a tendência de crescimento. Até a início desta década nada se fez para um melhor aproveitamento da sucata fora aquela gerada no âmbito do próprio RNF; pelo contrário, compra-se sucatas externamente em detrimento de implementação de programas consistentes visando a reciclagem dos resíduos com alumínio produzidos pela sociedade.

Este quadro agrava-se ao comparar-se a relação - produção de alumínio secundário/produção de alumínio primário (figura 5.20).

De acordo com a figura 5.20 o uso de sucatas no Brasil vem apresentando uma tendência de queda continuada, comparativamente à evolução da produção de metal primário. Demonstrando o quanto o RNF vem seguindo em direção oposta à tendência que tem-se verificado nos principais PDs, onde a participação do alumínio secundário no total da produção tem sido extremamente significativa, conforme pode ser observado através da tabela 5.32.

Brasil e PDs- Proporcao de Al secundario no consumo total de Alumínio

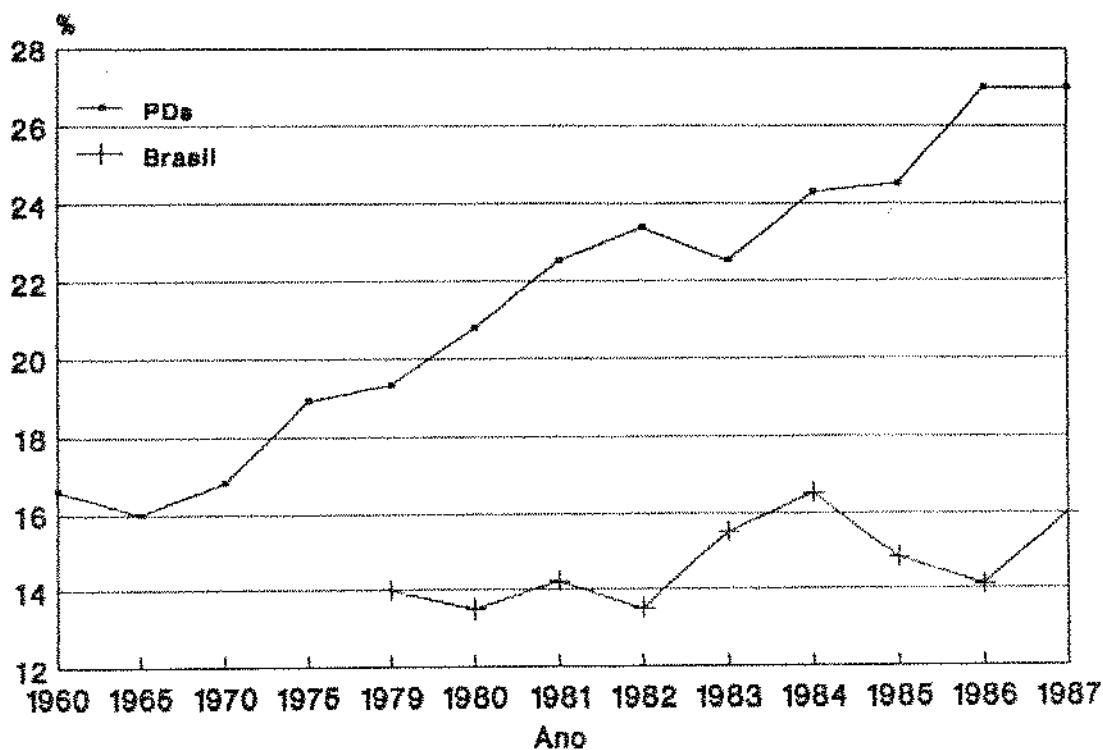


Figura 5.19 Fonte: Martyn,1990 e ABAL,90

BRASIL - Índice : Prod.Al.Secundario/Prod.Al.Primario

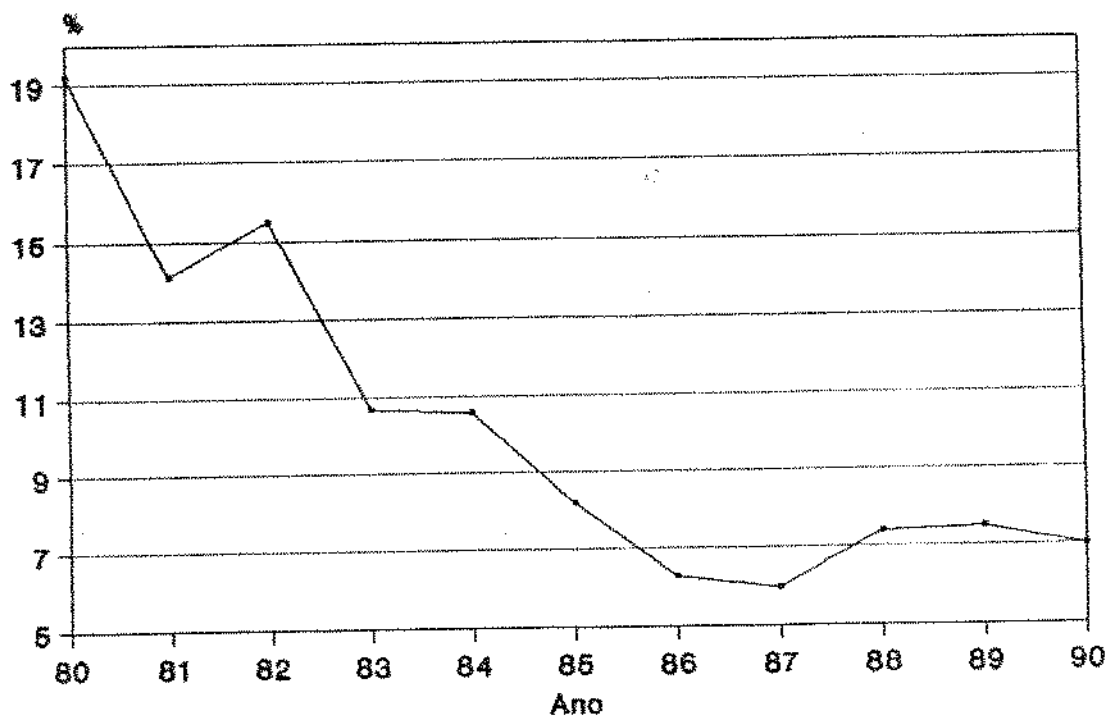


Figura 5.20 Fonte: ABAL, 1990

A reciclagem de sucata nos EUA e nos principais países do Mercado Comum Europeu representa em volume mais de 50% da produção de metal primário. O Japão, apesar de basear-se fortemente nas importações de alumínio primário, reciclou em 1989 cerca de 1.231 mil toneladas, possuindo uma produção primária da ordem 51 mil toneladas. Ressalte-se que estes países estão entre os principais importadores de alumínio primário do Brasil.

Tabela 5.32 Relação : produção de alumínio secundário/produção de alumínio primário, em países selecionados - 1989, em %

País	Prod.Al Sec./Prod.Al Prim.
Brasil	7,5
Argentina	3,3
México	18,4
EUA	50,7
Alemanha	92,7
França	84,3
Holanda	46,5
Inglaterra	35,0
Suécia	55,0
Suiça	44,5

Fonte: ABAL, 1990

5.5.2.2.2 Questões e Perspectivas

O primeiro choque do petróleo, desencadeou um profundo processo de reestruturação na indústria do alumínio no âmbito mundial que, entre outras consequências, vem diminuindo o grau de concentração dessa indústria. Os novos preços do petróleo, representaram não só um substancial aumento dos custos de produção e consequentemente aumento dos preços do produto, como também provocaram uma forte retração na demanda mundial (Weiss, 1992).

O reajuste recessivo porque passaram os principais PDE, após 1973, aliado a uma crescente tendência de crescimento dos movimentos ambientalistas e aumento dos custos de produção, teve uma influência decisiva sobre a reestruturação da indústria do alumínio e na evolução da demanda mundial. O crescimento médio da demanda, que fora de aproximadamente 10% ao ano nas décadas de 60 e início da década de 70, declina para algo em torno de 2% nos anos que seguiram. Com a nova reestruturação industrial, verificou-se o deslocamento de importantes fabricantes de alumínio pri-

mário, como por exemplo os japoneses.

A produção mundial de alumínio deslocou-se para os PVDs, onde existiam ampla disponibilidade de recursos naturais e energia, entre eles a Venezuela e o Brasil.

O Brasil, particularmente possuía não apenas recursos hídricos abundantes, como também grandes reservas de bauxita com elevado teor de alumínio. Neste contexto, verifica-se o início da gestação dos grandes projetos da área elétrica que dariam suporte à expansão da indústria nacional do alumínio, sobretudo após o segundo choque do petróleo.

Após o segundo choque do petróleo, a produção mundial de alumínio primário mostra uma tendência de estabilização, com um crescimento de 2,0% ao ano entre 1979 e 1989. As características marcantes deste período foram as quedas acentuadas de produção nos principais PDs, concomitantemente com elevações substanciais da produção nos PVDs.

No período 1979/85 a produção mundial registra um máximo em 1984, com 15,7 milhões de toneladas, e um mínimo em 1982, com 13,4 milhões de toneladas (tabela 5.33), devido às reduções observadas nos países do Mercado Comum Europeu-MCE⁴², EUA e principalmente no Japão.

Tabela 5.33 Total da Produção Mundial de alumínio primário, em milhões de toneladas - 1979/1989

1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
14,6	15,4	15,1	13,4	13,9	15,7	15,4	15,4	16,4	17,3	17,9

Fonte: ABAL/1990

Entre 1985 e 1989, apesar de uma conjuntura econômica mais favorável, o Japão continua reduzindo drasticamente a sua produção de alumínio primário, enquanto os países do MCE e os EUA tendem para uma estabilização nos seus níveis de produção. Entre 1979/85 e 1985/89 Brasil, Canadá, Austrália, Venezuela e China, apresentaram taxas anuais crescimento extremamente relevantes. Todavia, destaca-se a evolução da produção de alumínio primário no Brasil e Austrália entre 1979 e 1989, que cresceram respectivamente, 14,1 % e 16,5%. (tabela 5.34).

42

O Mercado Comum Europeu - Bélgica, Espanha, França, Holanda Irlanda, Itália, Portugal, Alemanha e Reino Unido

Todavia, no período 1979 a 1989, além do Japão, os países do MCE e os EUA apresentaram taxas de crescimento negativas da produção. O Japão de terceiro produtor mundial em 1979 tornou-se um dos últimos em 1989, desacelerou sua produção a uma taxa de -28,7 ao ano, enquanto EUA e países do Mercado Comum Europeu reduziram, respectivamente, -1,2 e - 0,5 % ao ano (tabela 5.34).

Tabela 5.34 Taxas médias anuais de crescimento da produção de alumínio primário, em %

Períodos	1979/89	1979/85	1985/89
Brasil	14,1	14,9	12,7
Canadá	6,6	7,7	4,9
EUA	- 1,2	- 4,3	3,5
Japão	-28,7	-22,0	-57,2
Venezuela	8,2	9,6	6,0
Austrália	16,5	21,1	9,9
M.C.E.	- 0,5	- 0,9	0,1
China	8,5	2,0	19,1
ex-URSS	3,2	3,9	9,1
MUNDIAL	2,0	0,9	3,8

Fonte: ABAL, 1990

No conjunto, os países do MCE, os EUA e o Japão reduziram suas produções em 1.627 mil toneladas entre 1979 e 1989, para uma elevação do consumo aparente de aproximadamente 2.500 mil toneladas, implicando na necessidade de importações. A partir de 1979, os PDs passam de grandes produtores a serem os principais importadores de alumínio primário do chamados FVDs.

Esta transformação no mercado internacional, além de englobar questões como a elevação dos custos de produção decorrente dos reflexos do primeiro choque do petróleo, insere-se em uma estratégia global do PDs, tendo em vista redesenhar o perfil de sua indústria para o próximo século, direcionando-a fortemente para produtos de alto conteúdo tecnológico e valor agregado, baixo conteúdo energético e minimamente nocivas ao meio ambiente. Neste sentido, a transferência de indústrias energo-intensivas e poluidoras para outros países tem sido uma das principais diretrizes dessa estratégia.

Desta forma, apesar do uso crescente de sucatas nos países industrializados, o equilíbrio entre a oferta e demanda mundial de alumínio primário ocorreu com o repasse destas indústrias a países cujos processos de industrialização estavam em curso, como também possuíam os recursos necessários para a viabi-

lização desta indústria.

Dentro desta conjuntura, dois aspectos devem ser destacados. O primeiro, é que no comando geral deste processo sempre estiveram presentes as seis grandes multinacionais do alumínio - Alcoa, Alcan, Fechiney, Reynolds, Kaiser e Alussuisse, empresas integradas que detém mais de 50% da produção mundial de bauxita, alumina e alumínio. O segundo diz respeito à velocidade desta tendência de transferência das indústrias energo-intensivas, uma vez que no caso do alumínio primário as plantas em sua maioria, encontram-se ainda nos países industrializados e grandes consumidores.

Por outro, vale salientar que a produção de aproximadamente 4.000 mil toneladas/ano, correspondentes à redução da produção e a expansão do consumo dos países do Mercado Comum Europeu, EUA e Japão, entre 1979 e 1989, demonstram o amadurecimento dos projetos iniciados na década de 70, ao longo da década de 80 nos PVDs. Ressalte-se que este processo de transferência ocorreu de uma forma mais acelerada em países em desenvolvimento possuidores de grandes reservas minerais, de uma política fiscal e ambiental favorável, como também devido a uma participação ativa dos governos, de forma isolada ou em consórcios. Países como o Brasil, Canadá, Austrália, Venezuela e China, acabaram absorvendo este mercado produtor em transferência (tabela 5.35).

Tabela 5.35 Produção de alumínio primário em países seleccionados, em mil toneladas - 1979/1989

Ano	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
Brasil	238	261	256	299	401	455	549	757	843	874	888
Canadá	820	1068	1116	1065	1091	1222	1282	1355	1540	1535	1555
EUA	4557	4654	4489	3274	3353	4099	3500	3037	3343	3944	4030
Japão	1011	1091	771	351	256	287	227	140	41	35	34
Venezuela	228	328	314	274	335	386	396	423	440	455	500
Austrália	269	303	379	381	478	758	851	882	1004	1150	1244
M.C.E.	2423	2599	2583	2340	2282	2403	2283	2348	2332	2321	2300
China	363	360	350	380	400	400	410	410	615	800	825
ex-URSS	1751	1760	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2400	2400

Fonte: ABAL, 1990

No conjunto, Brasil, Canadá, Austrália, Venezuela e China, principais países receptores-PRs da indústria energo intensiva do alumínio, elevam sua participação na produção mundial de alumínio primário de um patamar de 13% em 1979 para 28% em 1989, significando um acréscimo de 3.094 mil toneladas no perío-

do. Em contrapartida, os países do MCE, os EUA e o Japão-PDs, diminuem a sua participação de 55% para cerca de 35% no mesmo período (figura 5.21). A participação brasileira no mercado produtor mundial de alumínio primário, eleva-se de 1,6% em 1979 para aproximadamente 5% em 1989 (tabela 5.36).

Tabela 5.36 Participação da produção nacional de alumínio primário no total mundial - 1979 e 1989

Ano	1979		1989	
	Qtde(mil t)	Partic.(%)	Qtde(mil t)	Partic.(%)
Brasil	238	1,6	888	5,0
Mundial	14600	100,0	17933	100,0

Fonte: ABAL, 1990

Participação dos PRs e PDs na produção mundial de ALUMÍNIO primário

PRs = Brasil, Canada, Australia, Venezuela e China

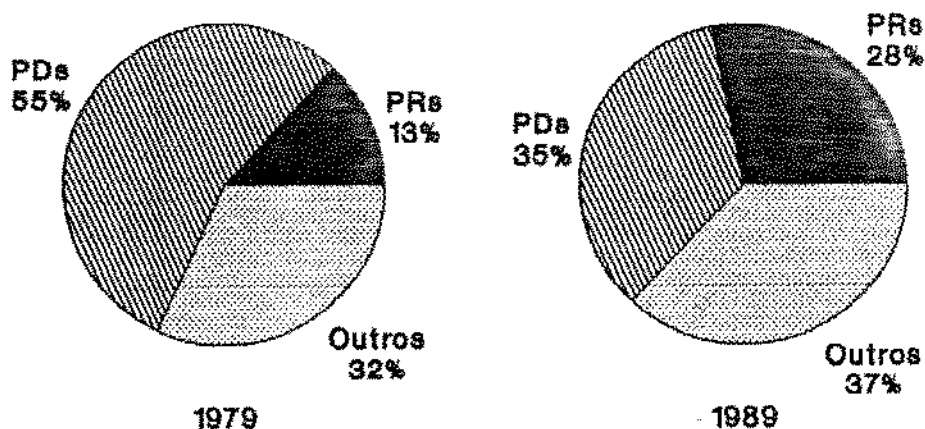


Figura 5.21 Fonte: ABAL, 1990

PDs = MCE, EUA e Japão

As "joint-venture" dentro da estratégia de transferência de centros produtores para o território nacional, foram os principais instrumentos pelos quais o capital externo assegurou

os seus interesses no processo de dinamização da produção e exportação de alumínio primário.

Por exemplo o projeto ALBRAS, cujas negociações iniciaram-se por ocasião do primeiro choque do petróleo entre o governo brasileiro, através da Companhia Vale do Rio Doce-CVRD e grupos japoneses-NAAC, têm sua produção totalmente direcionada ao mercado externo por força de acordos pré-estabelecidos. Fato que sem dúvida torna a comercialização de uma riqueza nacional extremamente dependente do sócio estrangeiro, uma vez que a composição acionária (51% CVRD e 49% NAAC) é que rege a distribuição das cotas de produção. A cota japonesa deve ser totalmente colocada no Japão, enquanto a brasileira em qualquer país, inclusive o Japão.

Além do Brasil, esta estratégia foi aplicada em projetos semelhantes desenvolvidos pelos japoneses na Venezuela e China. Inclusive esta última chegou a absorver fábricas inteiras desativadas no Japão.

De uma forma geral, a estratégia dos PDs foi o de obter em países com um processo de industrialização tardia, insumos básicos metalúrgicos, de alto conteúdo energético, como o ferro gusa, aço, ferroligas e não ferrosos, a um preço módico, tendo em vista as condições desfavoráveis do alto custo da energia e os efeitos da poluição ambiental.

5.5.3 Questão Energética

5.5.3.1 Matriz Energética

A matriz energética do RNF apresenta como principais fontes de energia a eletricidade, o óleo combustível e o carvão vegetal (BEN, 1990 e SDI, 1989). Na estrutura de consumo a eletricidade, tem representado mais de 85% das necessidades energéticas desse ramo industrial (figura 5.22).

A principal característica energética do RNF é o seu caráter eletrointensivo. Uma vez que a produção de metais não ferrosos, baseia-se fundamentalmente em processos eletrolíticos, daí, o elevado consumo de eletricidade. Destaque-se na fabricação de alumínio primário, o alto consumo de eletricidade na etapa de redução. A eletricidade como fonte de energia térmica é consumida no processo de fabricação de todos os metais não ferrosos, como pode ser observado na tabela 5.37.

De acordo com dados da figura 5.22, entre 1974 e 1989 pode-se detectar a existência de duas fases distintas. A primeira, entre 1974 e 1978, parece estar relacionada com uma provável

substituição entre energéticos. Neste período, verifica-se uma relativa diminuição na participação de eletricidade, carvão vegetal e de óleo combustível; em contrapartida, observa-se um substancial aumento de participação de outros energéticos, correspondendo ao agregado - gás natural, lenha, GLP, óleo Diesel e coque.

Tabela 5.37 Principais fontes de energia empregadas na produção dos metais não ferrosos

Metal	Fontes de energia						
	Eletr.	O.Comb.	Coque	Piche	C.Veg.	O.Die.	GLP Lenha
Alumínio	x	x	x	x	x		
Chumbo	x	x	x		x	x	
Cobre	x	x	x				x
Estanho	x	x			x	x	
Níquel	x	x			x		
Silício	x				x		x
Zinco	x	x			x		

Fonte: SDI, 1989

RNF - Participação das principais fontes de ENERGIA - 1974/89, em %

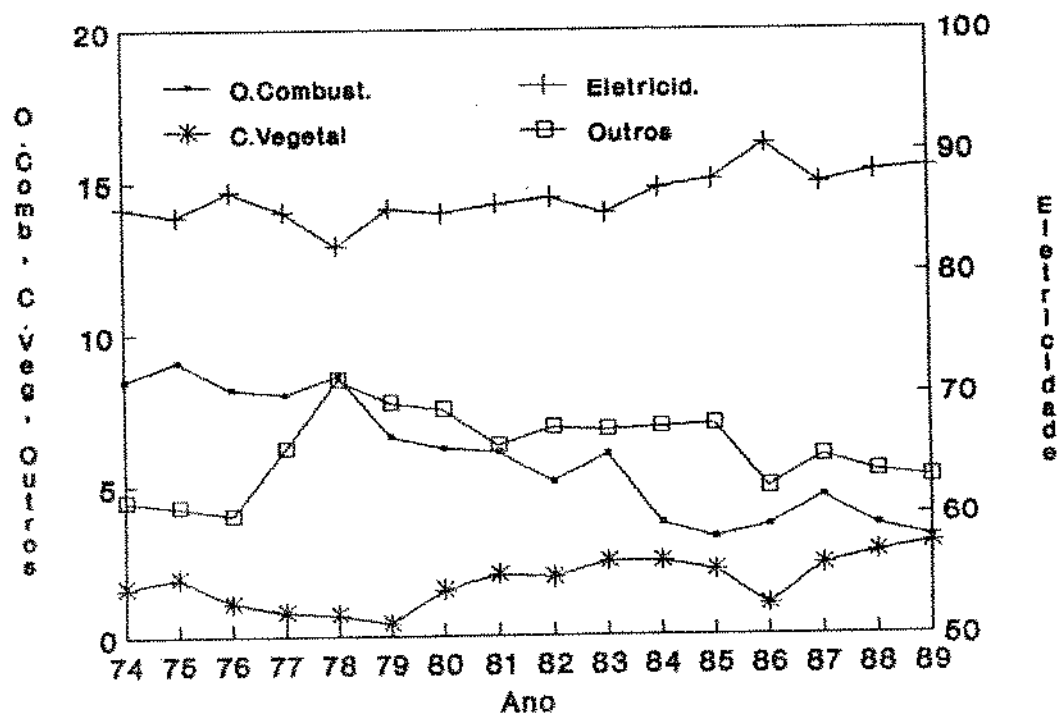


Figura 5.22 Fonte: BEN, 1990

Na segunda, entre 1979 e 1989, verifica-se inicialmente uma relativa estabilidade da participação da eletricidade, para a em seguida adquirir uma tendência de elevação continuada até o fim do período. Este incremento pode ser explicado pelo aumento da produção de alumínio relativamente aos demais não ferrosos, como também devido à implementação do Programa de Eletrotermia patrocinado pelo governo. Excetuando o carvão vegetal, que apresenta um relativo incremento de consumo, os demais diminuem suas respectivas participações.

Ressalte-se que o eventual aumento do consumo do agregado - outras fontes de energia - que poderia indicar maiores esforços na direção da racionalização energética, não se verificou. Nesse sentido, a pouca variação nos preços reais do carvão vegetal e, sobretudo da eletricidade que é a principal fonte de energia do RNF, acabaram inibindo maiores esforços de racionalização (figura 5.23). A elevação dos preços dos derivados de petróleo, a partir de 1979 pouco refletiu nesse ramo industrial, pois tais fontes apresentam uma participação pouca representativa.

Evolução dos preços reais dos principais energéticos - RNF, em mil CR\$(1987)/tEP

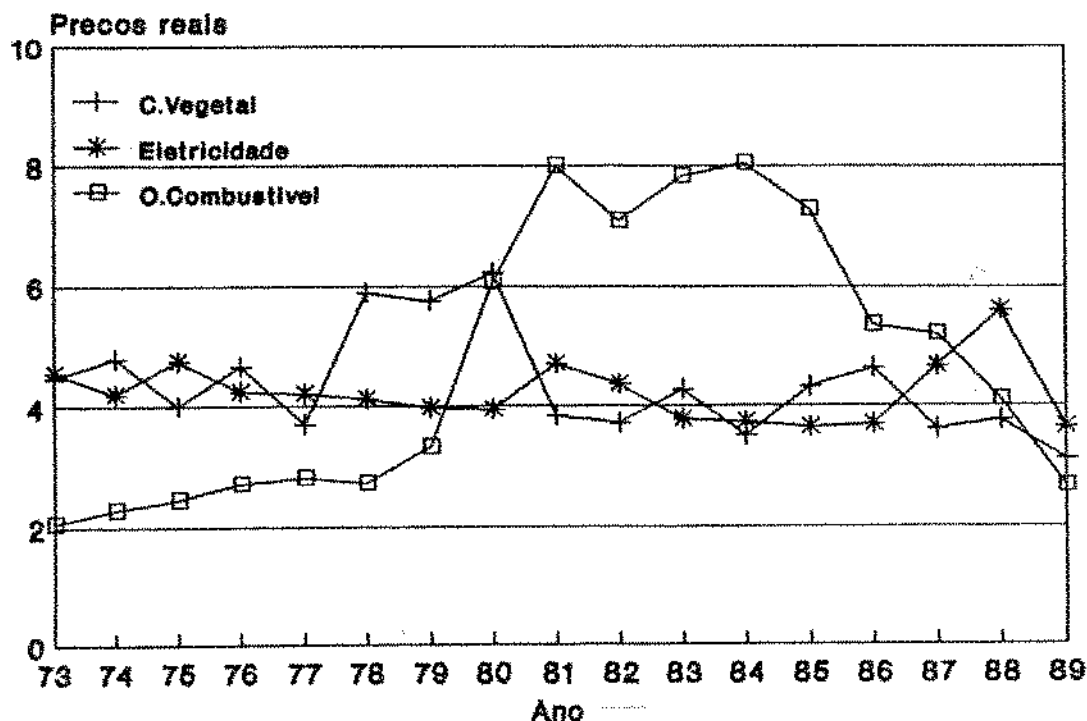


Figura 5.23

De uma forma geral, pode-se verificar que não ocorreu uma profunda transformação estrutural na matriz energética do RNF. Apesar do consumo de eletricidade ter aumentado em termos absolutos, sua participação manteve-se constante com ligeira tendência de crescimento. Uma observação interessante é que, com a tendência crescente de queda da participação do óleo combustível a partir de 1979, ao fim do período sua participação praticamente iguala-se à do carvão vegetal.

Vale salientar que a diminuição da participação do óleo combustível matriz energética do RNF ocorreu mais em função do aumento da produção do alumínio primário e do ligeiro incremento no uso de carvão vegetal, do que sendo reflexo das campanhas institucionais visando racionalizar o uso de derivados de petróleo. No RNF não correu, como em outros ramos industriais energo-intensivos, a implementação de um protocolo entre o governo federal e as indústrias, objetivando a redução do consumo de energia importada.

5.5.3.2 Evolução do Consumo Específico

O consumo específico do RNF a partir de 1975 adquire uma tendência continuada de queda, prolongando-se até 1989, conforme pode ser observado na figura 5.24. Nesse período e sobretudo, na década de 80, esta queda ocorre concomitantemente com a elevação dos volumes de produção dos metais não ferrosos, notadamente do alumínio primário, mesmo entre 1981 e 1983, quando verificou-se uma conjuntura recessiva tanto a nível interno quanto externo. Nesse sentido, a diminuição do consumo específico ocorreu mais em função da elevação dos patamares de produção, do que face a implementação de programas de conservação de energia.

Entre 1980 e 1988 o consumo específico do RNF diminuiu a uma taxa média de - 2,9% ao ano, enquanto o da produção de alumínio primário reduzia-se a uma taxa de apenas - 1,3% ao ano (tabela 5.38), indicando que a diminuição do consumo específico pode ter sido mais representativa nas plantas produtoras dos demais metais não ferrosos, significando que os maiores esforços para a conservação ocorreram nessas plantas. Por outro lado, é interessante observar que o consumo específico do RNF e o da produção de alumínio primário são muito semelhantes (tabela 5.38). Isto decorre da participação do alumínio primário no volume total produzido e no consumo final de energia do RNF, que em 1988 foram de respectivamente 65,6% e 82,2%.

RNF : Evolucao do Consumo Especifico (tEP/ton)

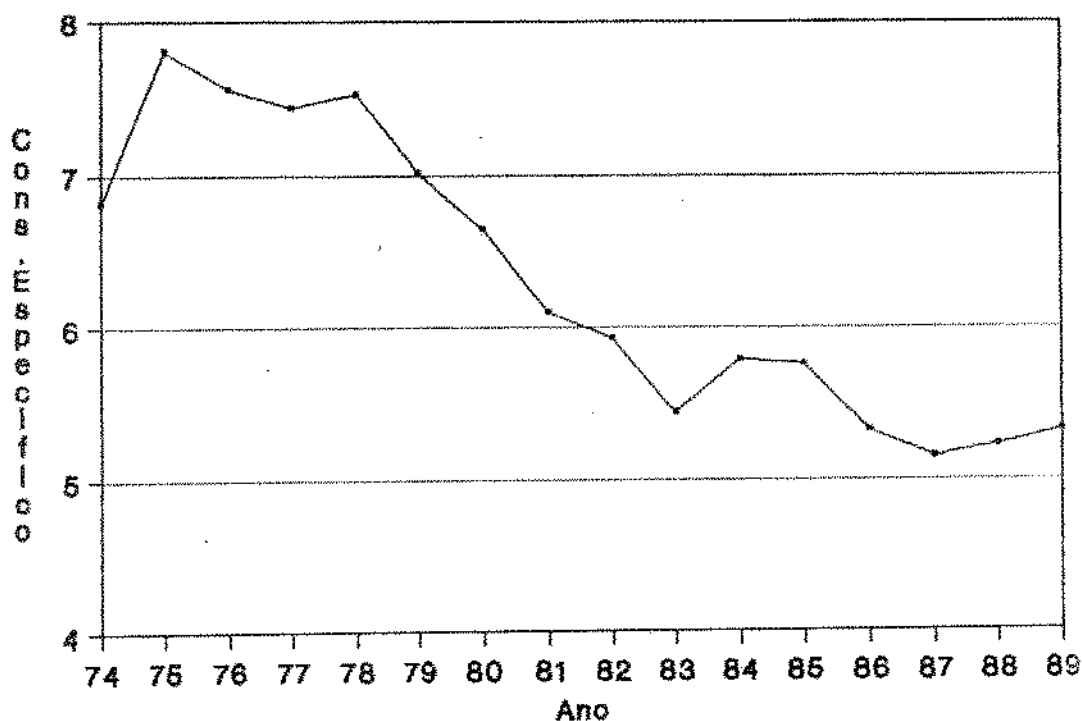


Figura 5.24 Fonte: BEN, 1990

Tabela 5.38 Consumo Especifico do RNF e da producao de Alumínio primário - 1980 a 1988, em tEP/tonelada

ANOS	80	81	82	83	84	85	86	87	88
RNF:									
.Eletr.	5.64	5.22	5.10	4.61	5.03	5.04	4.81	4.49	4.60
.D.Comb.	0.41	0.37	0.29	0.32	0.21	0.18	0.19	0.23	0.19
.C.Veg.	0.09	0.12	0.11	0.13	0.13	0.11	0.05	0.11	0.15
.Outros	0.49	0.38	0.40	0.37	0.41	0.41	0.26	0.30	0.28
.TOTAL	6.63	6.09	5.90	5.43	5.78	5.74	5.31	5.13	5.22
AL.PRIMARIO:									
.D.Comb.	0.65	0.62	0.54	0.43	0.37	0.31	0.26	0.25	0.21
.Eletr.	4.98	5.25	5.22	4.98	5.09	5.22	4.95	4.73	4.87
.Coque/ Piche	0.48	0.51	0.47	0.47	0.47	0.47	0.45	0.42	0.41
.TOTAL	6.11	6.38	6.23	5.88	5.93	6.00	5.66	5.40	5.49

Fonte: SDI, 1989 e REN, 1990

De uma forma geral, o consumo específico de eletricidade na produção do alumínio, como também do RNF, tem evoluído em direção a uma maior eficiência energética; no entanto, isto é resultado muito mais do crescimento da produção e da existência de plantas novas, do que de programas direcionados à conservação de energia. Todavia, ressalte-se que estão à disposição do RNF inúmeras opções para a racionalização energética. Desde aquelas referentes ao incremento da reciclagem de alumínio, passando pelo uso de novas tecnologias, principalmente aquelas direcionadas a cuba eletrolítica ou forno de redução e, em menor grau, o incremento de fontes alternativas, uma vez que dificilmente poder-se-a promover conservação através da substituição da eletricidade por outra fonte mais eficiente, no médio e longo prazos.

Por último, deve-se salientar que o consumo específico médio de eletricidade da indústria nacional, comparativamente aos principais países produtores e exportadores de alumínio, encontra-se em uma posição vantajosa (tabela 5.39). Situa-se também numa posição privilegiada quando este índice é comparado com a média mundial, que em 1989 foi de 16.3 MWh/tonelada (ABAM, 1990). Esta boa performance da indústria nacional do alumínio é reflexo de sua implantação recente ⁴³, onde, além de se utilizar tecnologias modernas, as plantas são relativamente novas, e portanto tem uma boa performance operacional, tanto a nível de processo quanto no consumo de energia.

Tabela 5.39 Consumos específicos médios de energia elétrica para a produção de alumínio primário, em países selecionados - 1989

Países	Brasil	EUA	Japão	M.C.E.	Australia
C.E.(MWh/t)	15.68	16.86	16.26	15.99	15.25

Fonte: Revista São Paulo Energia, jan/fev/1991

Por outro lado, a baixa performance dos países do Mercado Comum Europeu, EUA e Japão, pode estar relacionada ao processo de transferência dos seus centros produtores para os PVDs. Dentro desse processo, a tendência lógica seria a diminuição de investimentos na modernização das instalações industriais existentes, devido a sua desativação lenta e gradual e ocasionando um relativo incremento no consumo específico ⁴⁴.

⁴³

Por exemplo, este é o caso do peso relativo das instalações mais modernas dos projetos ALBRAS e ALUMAR que respondem por quase 50% da produção nacional de alumínio primário.

⁴⁴

O Japão na primeira metade da década de 80 chegou a desativar plantas inteiras e revendê-las a China (RDI, 1987).

5.5.4 Considerações Finais

Apesar dos agravantes verificados ao longo da implantação do parque industrial brasileiro de não ferrosos, que vão desde a expansão da dívida externa, passando pelos danos ambientais até a colocação de energia subsidiada e agregada aos não ferrosos exportados, montou-se nas últimas duas décadas uma das maiores indústrias de não ferrosos do mundo.

No caso do alumínio, exportava-se bauxita, matéria prima da alumina e do alumínio, e importava-se lingotes. Conseguiu-se numa primeira fase beneficiar internamente a bauxita e superar a dependência das importações de lingotes e semi-industrializados. Já na década de 80 o país inicia uma segunda fase, com sua inserção no mercado internacional, resultado de ter sido escolhido ainda no início dos anos 70 como um dos principais países a fazerem parte da estratégia de transferência das indústrias energo intensivas para os PVDs. De acordo com esta estratégia ao país cabia colocar à disposição do mercado externo suas vantagens comparativas, como abundância de matéria prima, mão de obra barata e energia de baixo custo. Cabe salientar que a existência de excedentes monetários no mercado internacional, sobretudo petrodólares, facilitou a contratação de empréstimos para financiar a implantação do parque produtor.

O modelo escolhido para a implantação das plantas industriais foi o do tripé, capital estrangeiro, capital privado e capital estatal nacionais. Os financiamentos ocorreram sob a forma de capital de risco ou contratação de dívida. A última forma foi a mais significativa em volume ⁴⁵. No conjunto os financiamentos representaram elevação substancial da dívida externa, sendo dirigidos tanto a empresas privadas quanto ao próprio governo para a formação do próprio capital estatal necessário aos empreendimentos. Por exemplo, a formação do capital para a participação da CVRD em projetos da região amazônica.

45

Guia ABRANFE, pp. 4

Para a década de 90, apesar dos vários entraves que impedem maiores modificações no direcionamento do RNF, como é o caso dos compromissos contratuais de fornecimento de energia elétrica a tarifas reduzidas ⁴⁶ e das cotas fixas de distribuição da produção, da indústria do alumínio, espera-se que o governo reestude o conceito de que a expansão de indústrias de alto conteúdo energético, represente a vanguarda do progresso industrial, diante da atual realidade econômica e social do país. Assim, o governo deveria estabelecer parâmetros e regras que obrigassem as empresas a incorporar novas tecnologias, que além de melhor aproveitar os recursos, promoveriam a otimização energética e a produção de bens com menores custos para a sociedade, preservando o meio ambiente e otimizando a utilização dos recursos naturais.

Nessa mesma direção tem-se posicionado inúmeras instituições ligadas ao meio ambiente e a indústria do alumínio, como por exemplo a Light Metals Division da The Minerals, Metals & Materials Society-TMS [Metalurgia, ABM, set, 1991]. Entre as principais conclusões do congresso de 1991 da TMS, destaca-se que a necessidade de competitividade da indústria do alumínio levará necessariamente à otimização energética e a preservação ambiental, através da incorporação de novas tecnologias em plantas existentes e em novos projetos. No tocante à questão ambiental, acelerar-se no mundo, o desenvolvimento de técnicas e o número de plantas especialmente destinadas para a recuperação secundária - reciclagem -.

No Brasil, a reciclagem de metais não tem tido a devida prioridade, encontrando-se em estado inicial de desenvolvimento. Normalmente tem-se reciclado somente sucatas de produção, deixando-se de lado as sucatas externas ou geradas pelo consumo da sociedade.

46

De acordo com a Portaria MME n. 1654 de 13 de agosto de 1979 a ELETORNORTE-Centrals Elétricas do Norte do Brasil S.A. - foi autorizada a celebrar contratos de fornecimento à indústria que viessem a se estabelecer junto aos aproveitamentos hidroelétricos na Amazônia, para reduções de alumínio, com tarifas reduzidas de 15% em relação às normais do Grupo Al. Durante 20 anos o dispêndio com energia elétrica não pode ser superior a 20% do preço do alumínio no mercado internacional, segundo cláusulas contratuais.

5.6 BIBLIOGRAFIA

- ABAL, Associação Brasileira do Alumínio-ABAL, Anuário Estatístico, 1990.
- ABRAFE-Associação Brasileira dos produtores de ferroligas, Anuário Estatístico, 1989.
- ABRANFE, Associação Brasileira de Não Ferrosos, Guia de metais não ferrosos, 1988/1989.
- ABM, Revista Metalurgia,
 v.39, n 312; nov/1983,
 v.41, n 336; nov/1985, pp.599 a 603;
 v.47, n 397, Set/1991, pp.258 a 263 e pp.322 a 326;
 v.40, n 315, Fev/1984, pp.68 a 71;
 v.42, n 342, maio/1986, pp.295 a 303 e pp.306 a 314;
 v.41, n 334, Setembro/1985, pp. 471 a 488
 v.41, n 329, Abril/1985, pp. 177 a 181
 v.46, n 386, Janeiro/1990, pp.47 e 48.
 v.39, n 312, Novembro/1983, pp. 634 a 635
 v.47, n.397, setembro 1991, pp.258/263
- Advanced Materials & Process, v.39, Issues, January, 1991, pp. 17 a 33
- ANFPC, Associação Nacional do Fabricantes de Papel e Celulose, Anuário Estatístico, vários anos
- ARAUJO JR et alii. " Proteção, competitividade e desempenho exportador da economia brasileira nos anos 80 " In:Revista Debate Econômico, v.3, n.1, Dez/1991, pp.43 a 73.
- AZZONI, C.A. et alii " Aspectos do financiamento do setor siderúrgico no Brasil ". In: Rev. Pesq. e Planej. Econômico, 15(3), RJ, 1985, pp. 705 a 742.
- Balanco Energético Nacional, ano base 1989 e 1990.
- Banco Mundial, Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial, 1987, pp.30/31
- Banco Mundial, Finanças & Desenvolvimento, jun/1991, pp.38 a 40.

BNDES/DEEST,

Siderurgia Brasileira, n.5, 1987.

"O capital estrangeiro na indústria brasileira : Atualidade e Perspectivas", n.10, maio/1990.

BRAGA, C.A.P. "A oferta de exportações de produtos siderúrgicos brasileiros: Um estudo de caso" In: Revista Estudos Econômicos, n especial:69/81, 1986

CASTRO, A.B. & SOUZA, F.E. "A economia brasileira em marcha forçada", Editora Paz e Terra, 1985, pp. 83 a 95.

CEMIG-Companhia Energética de Minas Gerais. "Uso de energia na indústria de ferro gusa semi-integrada em Minas Gerais, dezembro/1988.

CEMIG-Companhia Energética de Minas Gerais. "Uso de energia na indústria de Ferroligas em Minas Gerais, Agosto/1990.

CEMIG- Companhia Energética de Minas Gerais. "Cenários da economia, 1986/2005, n 3, Ferroligas, 1990.

EDEN, R.J. & CATTELL, R.K. "Energy and structural change in the UK and Western Europe" In: Ann.Rev.Energy, 1987, pp.185 a 222.

ELETROBRAS/DM, Diagnósticos de setores grandes consumidores de energia, 1992, mimeo, 20 pp.

Electro Chemical Cell Design, Edited by Ralph e White, Plenum Press N.Y. and London, Texas University, 1984.

FERNANDES, F.R.C. "Quem controla o subsolo brasileiro? In: Revista Brasileira de Tecnologia, v.19, n.13, 1988, pp. 5 a 12.

FILHO, M.P.C. "Metalurgia Extrativa e Siderurgia", USP, São Carlos-SP, mimeo 200 páginas, 1983.

Folha de São Paulo,

23/02/1991, pp.3,

04/03/1991, pp.3-5,

10/05/1991, pp.3-2

12/12/1990, pp.F-1

22/12/1991, pp.F-4

GOFF, P.L. Energetique Industrielle: Analyse économique et optimisation", v. 1,2,3, Paris, França.

- IBS-Instituto Brasileiro de Siderurgia, Anuário Estatístico, 1990
- IDAE, Instituto para la diversificación Y ahorro de la energía, Sociedade Estatal, Min.de Industria Y Energia, Espanha, 1982. Técnicas de Conservación Energética en la industria, Tomo 2.
- IPAI-International Primary Aluminium Institute, Annual Reports for 1988.
- IPT/DES-AETEC, v.IV, Relatório Técnico: Aço, Ferro gusa e Ferro esponja, v.IV, n. 29.656/1990.
- IPT, Manual de recomendações "Conservação de energia na indústria metalúrgica", São Paulo, 1990, 467 pp.
- IFEA/IPLAN,
"Para a década de 90, prioridades e perspectivas de políticas públicas, v.1, 1987, pp. 79 a 102.
"Acompanhamento de políticas públicas" n 6, set/1988.
"Acompanhamento de políticas públicas" n 16, junho/1989.
ProjetoII, Avaliação econômica de projetos de expansão da ind. eletrointensiva: Alumínio, ferroliças e soda/cloro, Set/1988, mimeo 80 pág.
- Jornal Gazeta Mercantil, Caderno Tecnologia, 19/11/91, n 19.718.
- Journal of Metals, february/1988, pp.17 e 18.
- LOCATELLI, R.L. "Siderurgia e Desenvolvimento Econômico Regional: Um estudo de caso", Brasilia, Agosto/1977.
- MACKERON, G & CATTELL, R.K. " Industrial electricity consumption in the UK" In: Energy policy, December/1982, pp.275 a 294.
- MARTYN, F.; LALLEMANT, Y & DELAY, J. " Aluminium and Energy " In: UNEP-Industry and Environmental, April/May/June, 1990, pp.43a46
- ME, October/1989, pp.45 a 48
- ONU, "Transformacion de minerales en los países en desarrollo", Viena, Austria, 1984.
- ONU, Transformacion de minerales en los países en desarrollo, Organización de las naciones unidas para el desarrollo industrial, Nueva York, 1984, 153 pp.

- RAMOS, F. "Conservação de Energia e política de exportação de metais básicos" In: São Paulo Energia, Ano VI, n.55, Ago/89, pp.3 a 12
- RATTON, A.C.P. "O problema energético na siderrurgia brasileira" In: X Congresso Brasileiro de Siderurgia, Instituto Brasileiro de Siderurgia, Rio de Janeiro, Abril/1980.
- Revista Mundo Mecânico, nov/1989, pp.18a 36, Dez/1989, pp.32a 36.
- Revista Brasileira de Tecnologia, vol.19,n.3, março/1988.
- Révue de Metallurgie, março 1989.
- RDI-Revista Dirigente Industrial, novembro/1987
- SA, F., MARQUES, I. "O Impasse da Política Mineral Brasileira" In: Revista Brasileira de Tecnologia, v.19, n.13, 1988, pp. 12a 17.
- SCHMAL, M. "Cinética Homogênea Aplicada e Cálculo de Reatores", Ed. Guanabara Dois, 1982, 400 pag.
- SDI- Secretaria de Desenvolvimento Industrial, Anuário Estatístico do Setor Metalúrgico, 1982 a 1989.
- SHREVE, R.N. & BRINK, J.A. "Indústrias de processos químicos", 4 edição, Ed. Guanabara Dois
- TERADA, O.A. "Conservação de energia na indústria ". In: Anais do seminário "Introdução de tecnologias energéticas alternativas no Brasil até o ano 2000 ", FINEP/UNESCO, v.2, RJ, pp. 66 a 97, RJ, 1985.
- YASUNAGA, K. "Energy Management a view on oil-less plant operation". In: X Congresso Brasileiro de Siderurgia, IBS, Rio de Janeiro, Abril/1980, 65p.
- WEISS, J.M.G. "A Competitividade da Indústria Brasileira de Alumínio: Avaliação e Perspectivas". In: Revista de Administração de Empresas, v.32, n.1, Jan/Mar/1992, pp. 48 a 59.
- WRIGHT, D.J. "Goods and Services, input output analysis". In: Energy policy, December/1974, pp. 307 a 315.

CAPITULO 6

ENERGIA E EXPORTAÇÕES

6.1 Introdução

Na últimas duas décadas verificaram-se profundas alterações na matriz energética brasileira, sobretudo a partir do segundo choque do petróleo. Entre as principais alterações destacam-se a crescente participação de eletricidade e o declínio da participação dos derivados de petróleo, principalmente no âmbito industrial. Em 1979 a eletricidade e os derivados de petróleo representavam cerca de 66% de toda a demanda energética industrial, com participações de 38,1% e 27,6%, respectivamente. Já em 1989 a participação conjunta desses energéticos apresenta uma leve queda, atingindo 58%. A participação da eletricidade elevou-se para 48,7% enquanto a dos derivados cai para menos de 10% ¹.

A diminuição do consumo de derivados de petróleo no setor industrial tem como explicação principal a elevação dos preços de petróleo após os choques de 1973 e 1979. Ressalte-se que no caso brasileiro medidas efetivas para contenção do consumo de derivados somente ocorreram a partir de 1979.

Diante desse quadro, a primeira afirmação a que se poderia chegar é a que a eletricidade substituiu em grande medida os derivados de petróleo na indústria. Entretanto, é preciso considerar que a partir de 1979 tem-se a maturação e as eventuais expansões de projetos de alguns ramos industriais altamente intensivos em eletricidade. Tal produção é direcionada ao mercado externo. Observe-se os casos da produção de papel, celulose, ferro-ligas e de metais não ferrosos.

Os projetos para o desenvolvimento e a expansão desses ramos industriais ocorreram principalmente sob as diretrizes do II PND, ainda no primeiro quinquênio da década de 70, fato que explica em parte a expressiva participação de eletricidade na matriz energética do setor industrial brasileiro ao longo dos anos 80, apesar da conjuntura recessiva de todo o período.

Este aspecto, aliado à inserção crescente dos seus produtos nos mercados internacionais e os seus reflexos internos, suscitam o questionamento das vantagens e desvantagens econômicas e sociais para o país continuar patrocinando o seu crescimento nos moldes até agora empregados.

¹ _____

Para exemplificar, pode-se citar o fato de que os ramos industriais em estudo são altamente poluentes, exigem pesados investimentos sobretudo na infraestrutura energética, cujo retorno é de difícil consecução. Os produtos exportados apresentam baixo valor agregado, com o agravante de possuírem alto conteúdo energético, notadamente em eletricidade cujo consumo é parcialmente subsidiado.

6.2 Evolução das Exportações na Década de 80

Nos anos 80, as exportações brasileiras apresentaram uma inserção crescente nos mercados internacionais. Seu significado pode ser ressaltado pelo coeficiente de participação no mercado internacional ². Esse coeficiente, de 1,01% em 1980 passou por um máximo de 1,41% em 1984, chegando em 1988 com aproximadamente 1,2% (IPT/FECAMP, 1990).

Saliente-se ainda que o crescimento das exportações brasileiras esteve fortemente associado aos mercados mais desenvolvidos (os EUA e Japão), que elevaram sua participação no total exportado pelo Brasil de um patamar de 30% no início da década para até 40% no seu final.

Por outro lado, entre os principais aspectos que determinaram o excelente desempenho das exportações nos anos 80, independentemente dos diferentes quadros conjunturais internos (recessão, recuperação e desaceleração econômica), pode-se destacar, como já mencionado anteriormente, a maturação do movimento de industrialização contemplados pelo II PND ³, sobretudo nos RPC e RM ⁴, e os seus papéis dentro da política de transferência de indústrias energo-intensivas para os PVDs, promovida pelos principais PDs.

Analisando-se a evolução das taxas anuais de crescimento dos coeficientes de exportação (tabela 6.1), verifica-se que os ramos industriais em estudo estão entre aqueles que mais se direcionaram ao mercado externo nos anos 80, e portanto, indo ao encontro da tese da migração de indústrias energo-intensivas para PVDs.

² Coeficiente de exportação: relação entre o valor da exportação e o da produção. Para cálculo desse coeficiente foram utilizados dados da Fundação de Comércio Exterior-FUNCEX (valor das exportações) e da FIRGE (valor da produção).

³ Castro & Souza, 1985.

⁴ Produtores de bens intermediários como o ferro gusa, aço, ligas de ferro, alumínio primário, celulose, etc.

Tabela 6.1 Coeficientes de exportação e participação de ramos industriais no total do valor exportado, em %

Ramo Industrial	Coeficiente de exportação				Participação			
	1980	1984	1988	Cresc. a.a.	1980	1984	1988	Cresc. a.a.
Ind.Ext.Min.	46,0	36,6	68,0	5,0	9,0	7,0	6,4	-0,4
Alimentos	23,8	24,0	13,5	-6,8	29,8	25,9	19,1	-5,4
Química	8,8	12,6	10,3	2,0	15,4	20,6	15,8	0,3
Mecânica	10,8	14,2	10,2	-0,1	7,4	4,9	6,3	-2,0
Metalurgia	4,7	18,8	32,6	27,4	5,8	9,7	14,2	12,0
P.Celulose	10,5	13,8	13,4	3,1	2,6	2,7	3,4	3,4
Outros	-	-	-	-	30,0	29,2	34,3	1,7
Total	-	-	-	-	100,0	100,0	100,0	-

Fonte: IPT/FECAMP/1990.

Vale salientar que apesar de crescentes, as participações dos RM e RPC no total do valor exportado do país representaram muito pouco ao longo do período, comparativamente aos volumes físicos exportados. Este aspecto ocorre em função principalmente dos baixos preços auferidos nos mercados internacionais, o que é uma consequência dos baixos valores agregados dos produtos desses ramos industriais, uma vez que agregam pouca tecnologia.

Por exemplo, em 1988 os ramos industriais de alimentos e químico exportaram conjuntamente 23,8% dos seus respectivos valores da produção, representando uma participação de 34,9% no total do valor exportado pelo país. Os RM e RPC, no mesmo ano, apesar de exportarem juntos 46% do valor de suas produções, participaram com 17,6% do total do valor exportado (tabela 6.1). Outro exemplo, altamente questionável, de penetração nos mercados externos é o da indústria extrativa mineral.

A evolução da estrutura das exportações brasileiras evidencia o redirecionamento externo da indústria de bens intermediários na década de 80. Mostra também que as receitas oriundas dessas exportações são relativamente pequenas comparadas a bens de maior conteúdo tecnológico.

Surge assim o questionamento da validade ou não da continuidade das formas até aqui empregadas para promover o desenvolvimento de ramos industriais como o metalúrgico e o de papel e celulose. O Estado, na busca deste objetivo, além de elevar sobremaneira a dívida externa não obteve um retorno que ajudasse a minimizar os graves problemas sociais do país. Pelo contrário, ao longo da década de 80, quando estes ramos industriais experimentaram um grande crescimento, a dívida externa ampliou-se e os problemas sociais agravaram-se.

Agregando-se a questão energética a esse quadro, os investimentos que foram necessários para atender o mercado externo (sobretudo no setor elétrico), indicam que uma continuidade da política que alavancou estes ramos industriais nas últimas duas décadas chegou ao fim. O Estado, além de ter sua capacidade de investimentos diminuída, deverá priorizar obras de infra-estrutura sociais, caso contrário o país poderá ter no curto prazo uma total deterioração do seu tecido social.

Face a escassez de capital para investimentos por parte do Estado e a concorrência com o social, uma eventual expansão de ramos industriais grandes consumidores somente pode ser considerada com a hipótese do setor privado investir.

6.3 Eletricidade Agregada às Exportações dos RPC, RFGA, RFEL e RNF.

Em conjunto os ramos industriais em estudo consomem mais de 40% da eletricidade destinada ao setor industrial. Resalte-se que a partir de 1982 esta participação conjunta adquiriu uma tendência crescente, coincidindo com o aumento das exportações de alumínio primário, colocando o RNF como o maior consumidor de eletricidade. Em 1989 a sua participação no mercado de consumo industrial de eletricidade, foi de 21,6% (tabela 6.2).

Tabela 6.2 Consumo industrial de eletricidade, em GWh por ano.

Ano	RPC	RNF	RFGA	RFEL	Total	Consumo industrial	Partic. (%)
	(1)	(2)	(3)	(4) =	(5)	(6)	(5)/(6)
1979	4.469	11.148	7.966	2.238	25.821	61.841	42
1980	5.090	11.386	8.638	2.903	28.017	68.662	41
1981	5.059	9.879	8.293	3.238	26.469	68.079	39
1982	5.124	10.531	8.455	3.041	27.151	70.831	38
1983	5.703	12.190	8.672	3.403	29.968	75.538	40
1984	5.921	14.766	10.921	3.793	35.401	87.190	41
1985	6.628	17.597	11.924	4.166	40.315	96.386	42
1986	6.869	21.141	12.766	4.962	45.738	106.582	44
1987	6.814	22.017	13.038	5.097	46.966	105.252	45
1988	7.214	23.976	13.834	6.148	51.172	111.676	46
1989	7.800	25.148	14.500	6.517	53.965	116.179	46

Fonte: BEN/90

Para cada um desses ramos industriais procura-se estimar para o período 1979 a 1989, a eletricidade exportada via pro-

duto industriais e os investimentos realizados pelo setor elétrico para viabilizá-las. Tem-se em vista comparar as receitas obtidas com as exportações e as inversões na infraestrutura elétrica.

Metodologicamente, a eletricidade exportada por esses ramos industriais foi calculada com base nos volumes físicos das exportações dos produtos e nos seus respectivos consumos específicos médios. Dessa forma, calculou-se a eletricidade exportada diretamente nos produtos, bem como a eletricidade exportada indiretamente, quando um produto dos ramos considerados é insumo de outro. Neste caso enquadram-se os ferroligas como insumo do aço e a celulose incluindo as pastas de alto rendimento-PAR como insumos para a produção de papel. Cabe aqui explicitar que não se levou em conta a eletricidade exportada através de produtos que, embora sejam insumos dos ramos industriais em análise, não são bens típicos de exportação, como por exemplo a soda cáustica⁵ que entra na produção de celulose e de outros produtos menos elaborados, de baixo valor agregado, mas que incorporam uma quantidade considerável de eletricidade, como é o caso da alumina⁶.

Para o cálculo dos investimentos em eletricidade utilizaram-se as mesmas bases empregadas por RAMOS (1989) ou seja, fator de capacidade igual a 0,5 (valor médio verificado nas usinas hidroelétricas brasileiras, sendo definido como a relação percentual entre a potência média produzida em um período e a potência máxima que se poderia produzir, no mesmo período) e US\$ 2.000, como valor médio necessário para instalar 1 KW em geração, transmissão e distribuição.

Sabe-se que os consumos específicos médios de eletricidade, além de na maioria da vezes serem empíricos, podem sofrer alterações substanciais tanto em face do emprego de inovações tecnológicas quanto da estrutura de cada planta em particular. A análise pretendida, mesmo que de forma aproximativa, é plenamente factível, principalmente como base inicial para o aprofundamento de estudos nesta linha de pesquisa. Neste sentido, deixa-se de forma indicativa duas possibilidades para o refinamento e uma análise mais aprofundada do problema: a) comparação do montante de investimentos efetuados para a montagem e ampliação da infraestrutura elétrica desses ramos industriais com os resultados da aplicação do método de Cálculo do Banho de Divisas por produtos ou grupo de produtos (CASTRO & SOUZA, 1985); e b) metodologia denominada "Avaliação de Projetos para a Indústria Eletrointensiva" (IFEA/IPLAN, 1988).

⁵ Soda cáustica(NaOH), consumo específico médio = 3000 KWh/t, segundo IDAE, Vol.2, 1982.

⁶ Alumina, consumo específico médio = 350 KWh/t, segundo BERMANN, 1991.

6.3.1 Ramo de Papel e Celulose-RFC

O processo de fabricação de papel e celulose consome energia elétrica em todas as suas etapas. A quantificação desse consumo por tonelada de produto é de difícil mensuração. Muitas circunstâncias podem influir nesse índice, tais como qualidade da matéria prima e tipo da planta industrial.

Nesta análise, adotou-se o consumo médio específico verificado em uma planta integrada, de 750 kWh por tonelada de celulose branqueada seca e 1.000 kWh por tonelada de papel ⁷. Para o cálculo da celulose indireta, foi considerada a relação de 800 Kg de celulose para cada tonelada de papel produzido, que é a média verificada nas plantas integradas nacionais. A partir desses dados, foi elaborada a tabela 6.3 referente ao total de eletricidade incorporada às exportações do ramo de papel e celulose.

Tabela 6.3 Eletricidade agregada às exportações de papel e celulose

Ano	Celulose**			Papel***		TOTAL E.E. exp. (GWh)
	Qtde exportada(mil t) direta	indireta*	total (GWh)	Qtde exportada (mil t)	E.E. exp. (GWh)	
1979	582	113	695	141	141	662
1988	1.065	883	1.948	1.104	1.104	2.565
1989	1.002	719	1.721	899	899	2.190

Obs: * celulose incorporada à exportação de papel; ** celulose = 0,75 GWh/mil t; e *** papel = 1,00 GWh/mil t

O aumento das exportações de celulose e papel entre 1979 e 1989, respectivamente de 1.721 e 899 mil toneladas, representou um consumo adicional de eletricidade superior a 1500 GWh. Tal consumo equivale à instalação de uma usina hidroelétrica de quase 400 MW.

⁷ IDAE, Técnicas de Conservación Energética en la Industria, 1982.

6.3.2 Ramo de Ferro gusa e Aço-RFGA

O consumo específico da produção de ferro gusa e aço, pode apresentar grandes variações face às diferentes transformações sofridas pelas matérias primas, às características de cada processo produtivo e principalmente dos equipamentos utilizados e seus respectivos rendimentos na utilização da energia.

No caso do consumo específico de eletricidade, adotou-se para o ferro gusa 86 kWh por tonelada (CEMIG/INDI, 1990), enquanto para o aço 600 kWh por tonelada (RAMOS, 1989 e IDAE, 1982). A contabilização da eletricidade agregada à exportação indireta de ferroligas através do aço exportado foi calculada adotando-se a relação de 15 Kg de ferroliga por tonelada de aço. Tal relação foi obtida a partir dos cinco maiores índices médios de consumo observados pela ABRAFE em 1989. No tocante ao consumo de eletricidade dessas cinco ligas, considerou-se a média simples dos limites superiores dos respectivos consumos específicos (tabela 6.4).

"

Tabela 6.4 RFGA - Índices de consumo e consumo específico

Ferroligas	Índice de consumo (Kg liga/t de aço)	Consumo específico (kWh/ t de ferroliga)
FeMnAC	3,5	4.000
FeSiMn	4,5	8.000
FeSi45%	2,4	11.000
FeCrAC	2,9	3.800
FeNi	1,7	13.500
TOTAL/MEDIA	15,0	8.060

Fonte: ABRAFE/1989 e CEMIG/INDI/1990

A partir das considerações explicitadas anteriormente elaborou-se a tabela 6.5, referente ao total de eletricidade incorporada às exportações de ferro gusa e aço.

Os acréscimos das exportações de ferro gusa e principalmente do aço entre 1979 e 1989, representaram um consumo adicional de energia elétrica da ordem de 9.554 GWh. Significando em termos teóricos, a entrada em operação de 2.212 MW hidráulicos instalados. Nesse período as exportações de ferro gusa e aço cresceram respectivamente, 10,3% e 28% ao ano.

Tabela 6.5 RFGA - Eletricidade agregada às exportações de ferro gusa e aço

Ano	Aço		Ferro gusa			TOTAL E.E. exp. (GWh)
	Qtde exportada(mil t)		E.E. exp. (GWh)	Qtde exportada E.E. (mil t) exp. (GWh)		
	direta	indireta*				
1979	1.216	18	875	989	85	960
1988	14.047	211	10.129	2.532	218	10.347
1989	14.270	214	10.287	2.640	227	10.514

Obs: * ferroliga incorporado à exportação do aço.

Ferro gusa = 0,086 GWh por mil t

Aço = 0,600 GWh por mil t

Ferroliga = 8,060 GWh por mil t

6.3.3 Ramo de Ferroligas - RFEL

O consumo específico de eletricidade dos ferroligas podem variar numa faixa que vai de 2.100 KWh por tonelada a 14.000 KWh por tonelada. Tal amplitude de consumos específicos relaciona-se principalmente com as características físico-químicas dos diversos minerais que entram na produção dos ferroligas. O nível tecnológico dos fornos elétricos também influencia substancialmente o consumo específico dos diversos ferroligas.

Nesse sentido, para a avaliação da energia elétrica agregada às exportações de ferroligas, foram consideradas as ligas que no período de 1980 e 1989 apresentaram as maiores participações nos volumes exportados, ou seja, aquelas a base de manganês, de silício, de cromo e a de níquel, e de forma agregada as demais ligas exportadas.

Em função da divisão das exportações de ferroligas em grupos, adotou-se como índices de consumo específico, os valores médios dos principais ferroligas de cada grupo em seus patamares superiores, como pode ser observado na tabela 6.6. A partir das quantidades exportadas e do consumo específico médio da tabela 6.6, calculou-se o total de eletricidade agregada (tabela 6.7).

Conforme os dados da tabela 6.7, para atender o mercado externo de ferroligas, sobretudo aqueles a base de silício, consumiu-se em 1989, 2.992 GWh a mais que em 1980, representando a entrada em operação de uma usina hidroelétrica de aproximadamente 700 MW.

Tabela 6.6 Cons. esp. de eletricidade por grupo de ferroliga

Ferroliga	Consumo Especifico (KWh/t)		Indice médio aproximado
	Faixas		
<u>a base de Mn</u>			
FeMnAC	2.100 a	4.000	
FeSiMn	3.800 a	6.000	6.300
FeMnMC		6.375	
FeMnBC		8.890	
<u>a base de Si</u>			
FeSi45%	5.000 a	9.000	
FeSi75%	7.800 a	11.000	11.300
FeCaSi		11.300	
Si metálico	11.000 a	14.000	
<u>a base de Cr</u>			
FeCrAC	3.500 a	6.000	
FeSiCr	5.100 a	8.000	9.300
FeCrBC	8.600 a	14.000	
<u>a base de Ni</u>			
FeNiAC		7.219	
FeNiBC	12.000 a	13.500	10.300
<u>Outros p.ex.</u>			
FeSiMg		4.900	
FeNb		8.055	6.400

Obs: AC, MC e BC indicam alto, médio e baixo teor de carbono.
Fonte: CEMIG/INDI, 1990

Tabela 6.7 RFEL - Eletricidade agregada às exportações de Ferroligas.(qtde em mil toneladas) e (GWh)

Ano	base Mn		base Si		base Cr		base Ni		Outros		TOTAL E.E. exp.
	qtde	E.E.	qtde	E.E.	qtde	E.E.	qtde	E.E.	qtde	E.E.	
1980	73,5	463	36,5	412	45,8	426	*	*	20,3	130	1.431
1988	108,4	680	279,1	3154	34,6	322	10,2	105	24,3	156	4.417
1989	93,8	591	291,3	3292	23,2	216	12,7	131	30,1	193	4.423

Obs: * as exportações dos ferroligas a base de níquel iniciou-se a partir de 1981.

GWh/mil t (Mn=6,3; Si=11,3; Cr=9,3; Ni=10,3; outros=6,4)

6.3.4 Ramo de Não Ferrosos - RNF

Na avaliação da quantidade de eletricidade agregada aos metais não ferrosos exportados considerou-se apenas o alumínio primário pois este, além de apresentar a maior participação nas exportações (em média mais de 80% na década de 80), possui o maior consumo específico de energia elétrica, comparativamente aos demais não ferrosos.

Nesse sentido, adotou-se o índice de consumo específico de 15.680 kWh por tonelada de alumínio fundido. Índice obtido a partir de dados de produção e consumo de energia elétrica, dos anuários ABAL e CONSIDER. A tabela 6.8 mostra o total de eletricidade agregada às exportações de não ferrosos, representado pelo alumínio primário.

Tabela 6.8 RNF - Eletricidade às exportações de alumínio primário

Ano	Qtde exportada(mil t)	TOTAL En.Elétrica exportada(GWh)
1979	10	157
1988	515	8.075
1989	535	8.389

No período 1979 a 1989, o elevado crescimento das exportações de alumínio primário, cerca de 50% ao ano, representou um acréscimo no consumo de energia elétrica superior a 8.200 GWh, significando a entrada em operação de aproximadamente 1.900 MW hidráulicos instalados.

6.3.5 Algumas Evidências Econômicas

No conjunto, os ramos industriais aqui analisados: RPC, RFGA, RFEL e RNF, absorveram uma infra-estrutura elétrica de aproximadamente 5.212 MW para a viabilizar suas produções para a exportação, fazendo com que o setor elétrico efetuasse investimentos da ordem de US\$ 10,4 bilhões (tabela 6.9).

Tabela 6.9 Potência instalada e Investimentos, em MW e 10⁹ US\$

Ramo Industrial	Potência Instalada	Investimento para geração E.E.
Papel e Celulose	400	0.8
Ferro gusa e Aço	2.212	4.4
Ferroligas	700	1.4
Não ferrosos	1.900	3.8
Total	5.212	10.4

Adicionalmente, para o cálculo dos investimentos em infra-estrutura que deram suporte à produção voltada para as exportações, excetuando aqueles do próprio setor elétrico, considerou-se os investimentos anuais em cada ramo, ponderado pelo percentual de participação nas exportações de cada um, em termos de volume físico (tabela 6.10).

Tabela 6.10 Investimentos e Participação das exportações no total da produção por ramo industrial - 1979/1988

Ano	Investimentos (10 ⁹ US\$ correntes)				Participação (%)			
	RPC	RFGA	RFEL	RNF	RPC	RFGA	RFEL	RNF
1979	0.397	3.100	0.040	0.091	13	11	34	0
1980	0.451	2.710	0.058	0.192	17	10	32	0
1981	0.488	2.900	0.072	0.377	21	13	43	1
1982	0.519	2.220	0.074	0.469	18	16	45	1
1983	0.337	1.520	0.065	0.479	21	31	57	29
1984	0.575	0.510	0.085	0.395	23	33	47	33
1985	0.706	0.470	0.083	0.329	19	30	46	33
1986	1.100	0.550	0.125	0.200	19	25	39	43
1987	0.999	0.370	0.122	0.045	16	24	47	51
1988	1.180	0.500	0.153	0.171	25	35	47	59

Obs:1) A participação das exportações nos ramos RPC e RFGA, referem-se aos agregados: papel+celulose e ferro gusa + aço. No caso do RNF considerou-se apenas o alumínio primário.

2) Investimentos ramo F.G.A realizados no ex-Grupo SIDERBRAS.

Fonte: SDI, 1989; Revista Visão " Quem é Quem " - vários anos e Edições APEC-APECAO/1991, pp.1-7(taxa de câmbio).

Dentro de um enfoque estritamente econômico e financeiro, procurou-se verificar se as receitas auferidas pelas exportações dos ramos industriais em análise, tanto em termos desagregado e agregado, cobriram no período 1979 a 1988 os juros provenientes dos investimentos realizados na infraestrutura para a produção direcionada ao mercado externo, elétrica e outros. Nesse sentido, a principal hipótese desse estudo é a de que os investimentos foram realizados com recursos externos, com o montante da dívida sendo corrigidos pela "prime rate" (tabela 6.11).

Tabela 6.11 Taxa de juros empregada para a correção dos investimentos

Ano	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
PRIME	15.0	21.5	15.75	14.59	10.54	10.75	9.5	7.5	8.75	10.5

Fonte: Conjuntura Econômica, FGV, janeiro/1992

Considerou-se que os investimentos do setor elétrico, cerca de US\$ 10.4 bilhões, foram realizados em 1979, uma vez que nesse ano os ramos industriais em análise começaram a apresentar substanciais inserções nos mercados internacionais, e portanto, a infraestrutura elétrica deveria estar concluída. Os demais investimentos na infra-estrutura são realizados anualmente e para cada ramo industrial, que nas tabelas seguintes estão representados pela rubrica - outros -. A evolução do montante da dívida oriunda desses investimentos, é - a agregação do principal ao seu serviço -, que é corrigido anualmente pela "prime".

6.3.5.1 Comparação Receitas de Exportação versus Juros - RPC

Os juros anuais da dívida proveniente das inversões realizadas para a montagem da infra-estrutura para a produção de papel e celulose para a exportação no período 1979 a 1988, estão bem abaixo das receitas de exportação desse ramo industrial. Ou seja, as receitas obtidas cobrem não só os juros dos investimentos na infra-estrutura elétrica, como também os demais investimentos, como pode ser observado na tabela 6.12 e figura 6.1.

Ao longo de todo o período analisado, as receitas de exportação sempre foram no mínimo mais que o dobro dos juros devido ao total dos investimentos para atender as exportações.

Tabela 6.12 RPC : Receita de exportação e a dívida gerada pela montagem da infraestrutura para a produção exportada, em 10^9 US\$ correntes

ANO	DÍVIDA					RECEITA	
	En. Elétrica		Outros		Total juros		
	total	juros	Inv. anual	total			juros
1979	0.800	0.120	0.052	0.052	0.008	0.128	0.32
1980	0.920	0.197	0.077	0.136	0.029	0.226	0.55
1981	1.117	0.176	0.102	0.267	0.042	0.218	0.61
1982	1.293	0.188	0.043	0.352	0.051	0.239	0.49
1983	1.481	0.156	0.071	0.474	0.049	0.205	0.53
1984	1.637	0.175	0.132	0.655	0.070	0.245	0.76
1985	1.812	0.172	0.134	0.859	0.081	0.253	0.54
1986	1.984	0.148	0.209	1.149	0.086	0.234	0.70
1987	2.132	0.186	0.160	1.395	0.122	0.308	0.80
1988	2.318	0.243	0.295	1.812	0.190	0.433	1.31

Fonte: Tabelas 6.9, 6.10 e 6.11

RPC - Receitas Exportação x Juros

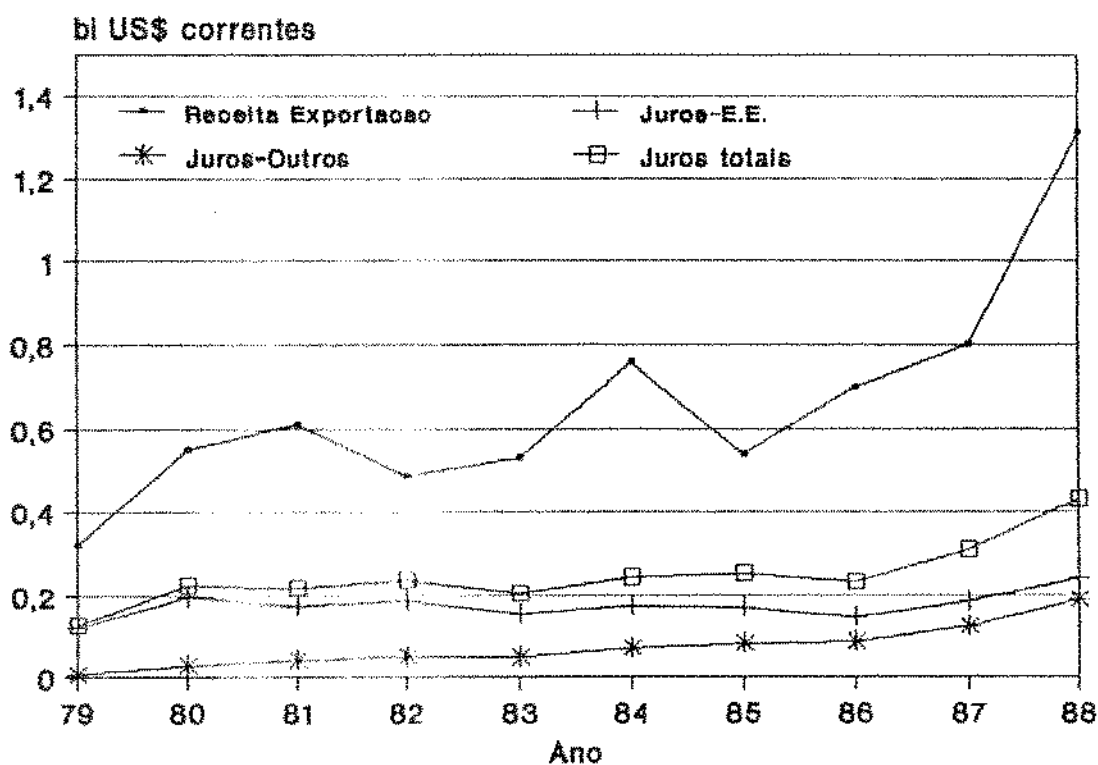


Figura 6.1

6.3.5.2 Comparação Receitas de Exportação versus Juros - RFGA

Entre 1979 e 1982 as receitas de exportação do ramo de ferro gusa e aço não cobrem as despesas referentes aos juros da dívida contraída para as inversões na infraestrutura elétrica.

Entretanto no período 1983 a 1988, verifica-se que as receitas auferidas cobrem não só os juros oriundos da dívida para a montagem da infraestrutura elétrica, como também os juros da dívida das demais inversões realizadas. A tabela 6.13 e figura 6.2 ilustram estes aspectos.

Tabela 6.13 RFGA : Receita de exportação e a dívida gerada pela montagem da infraestrutura para a produção exportada, em 10⁹ US\$ correntes

ANO	DÍVIDA					RECEITA	
	En. Elétrica		Outros		Total juros		
	total	juros	Inv. anual	total			juros
1979	4.400	0.660	0.341	0.341	0.051	0.711	0.60
1980	5.060	1.087	0.271	0.663	0.142	1.229	0.69
1981	6.147	0.968	0.377	1.182	0.186	1.154	0.79
1982	7.115	1.038	0.355	1.723	0.251	1.289	0.83
1983	8.153	0.859	0.471	2.445	0.257	1.116	1.42
1984	9.012	0.968	0.168	2.870	0.308	1.276	1.95
1985	9.980	0.948	0.141	3.319	0.315	1.263	1.93
1986	10.928	0.819	0.138	3.772	0.282	1.101	1.74
1987	11.747	1.027	0.089	4.143	0.362	1.389	1.77
1988	12.774	1.341	0.175	4.680	0.491	1.832	3.61

Fonte: Tabelas 6.9, 6.10 e 6.11

RFGA - Receitas Exportacao x Juros

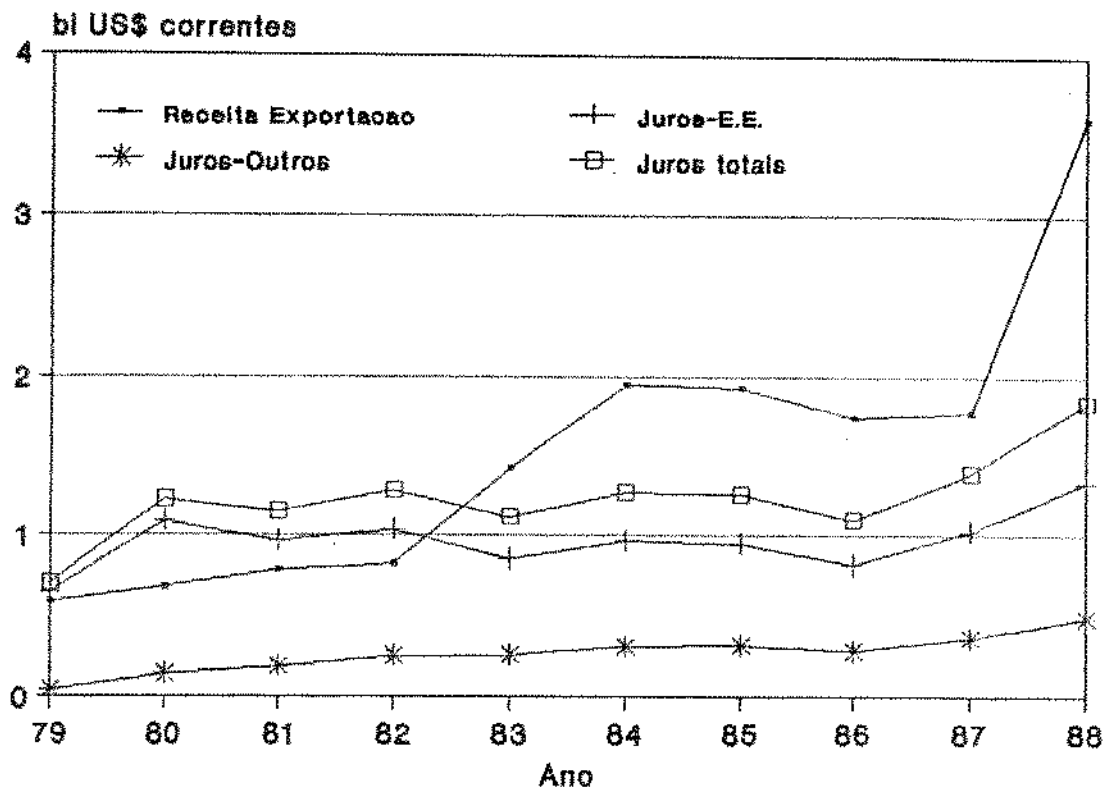


Figura 6.2

6.3.5.3 Comparação Receitas de Exportação versus Juros - RFEL

Entre 1979 e 1988 verifica-se que as receitas anuais de exportação do ramo de ferroligas não conseguiram sequer cobrir os dispêndios com os juros devidos face à dívida gerada pelos investimentos na infraestruturas elétrica. Em termos globais, o montante de juros devidos anualmente, esteve ao longo de todo o período, numa faixa entre 30% a 100% acima do montante da receita anual de exportação. A tabela 6.14 e figura 6.3 ilustram estes aspectos.

Tabela 6.14 RFEL : Receita de exportação e a dívida gerada pela montagem da infraestrutura para a produção exportada, em 10^9 US\$ correntes

ANO	DIVIDA						RECEITA
	En.Elétrica		Outros			Total juros	
	total	juros	Inv. anual	total	juros		
1979	1.400	0.210	0.014	0.014	0.002	0.212	0.165
1980	1.610	0.346	0.019	0.035	0.007	0.353	0.176
1981	1.956	0.308	0.031	0.073	0.011	0.319	0.218
1982	2.264	0.330	0.033	0.117	0.017	0.347	0.167
1983	2.594	0.273	0.037	0.171	0.018	0.291	0.204
1984	2.867	0.308	0.040	0.229	0.024	0.332	0.226
1985	3.175	0.301	0.038	0.291	0.027	0.328	0.227
1986	3.476	0.260	0.049	0.367	0.027	0.287	0.195
1987	3.736	0.327	0.057	0.451	0.039	0.366	0.204
1988	4.063	0.426	0.072	0.562	0.059	0.485	0.363

Fonte: Tabelas 6.9, 6.10 e 6.11

RFEL - Receita Exportacao x Juros

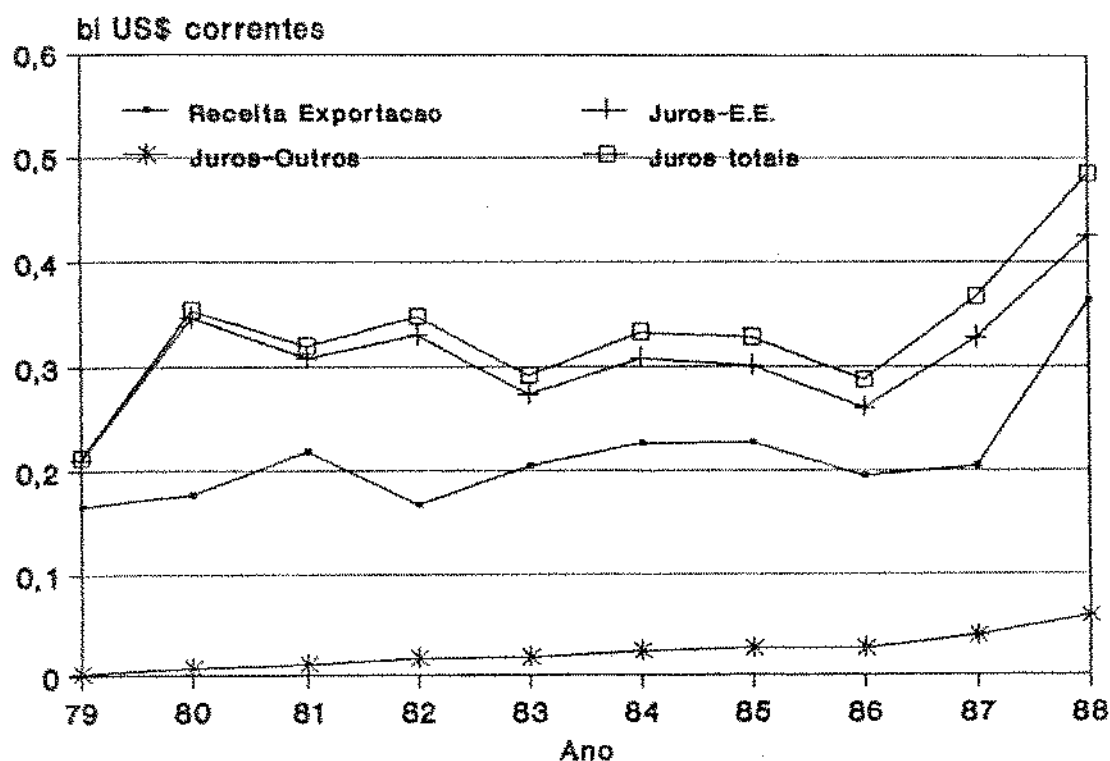


Figura 6.3

6.3.5.4 Comparação Receitas de Exportação versus Juros - RNF

A exportações de não ferrosos, especialmente de alumínio primário, objeto desta análise, iniciaram-se efetivamente em 1981. Entretanto, foi a partir de 1983 que ocorreu substancial incremento nos volumes exportados. Conforme a tabela 6.15, entre 1982 e 1983 a receita de exportação de alumínio primário cresceu mais de 1300%, saindo de um patamar de US\$ 4 milhões para cerca de US\$ 59 milhões.

Apesar da evolução crescente das receitas de exportação a partir de 1983, verifica-se que ao longo do período 1981 a 1988 em nenhum ano as receitas conseguiram cobrir os juros oriundos da montagem de toda infra-estrutura para a produção do alumínio primário exportado. A receita de exportação auferida em 1988, conseguiu pela primeira vez cobrir os dispêndios com os juros do montante da dívida referente à infra-estrutura elétrica. Deixou, no entanto, a descoberto os juros da dívida dos demais investimentos efetuados. A tabela 6.15 e figura 6.4 ilustram estes aspectos.

Tabela 6.15 RNF : Receita de exportação e a dívida gerada pela montagem da infra-estrutura para a produção exportada, em 10⁹ US\$ correntes

ANO	DIVIDA					RECEITA	
	En.Elétrica		Outros		Total juros		
	total	juros	Inv. anual	total			juros
1979	3.800	0.570	0	0	0	0.570	0
1980	4.370	0.939	0	0	0	0.939	0
1981	5.309	0.836	0.004	0.004	0.0006	0.836	0.003
1982	6.145	0.896	0.005	0.009	0.001	0.897	0.004
1983	7.041	0.742	0.139	0.149	0.015	0.757	0.059
1984	7.783	0.836	0.130	0.294	0.031	0.867	0.194
1985	8.619	0.818	0.109	0.434	0.041	0.859	0.191
1986	9.437	0.707	0.086	0.561	0.042	0.749	0.385
1987	10.144	0.887	0.023	0.626	0.054	0.941	0.635
1988	11.031	1.158	0.101	0.781	0.082	1.240	1.180

Fonte: Tabelas 6.9, 6.10 e 6.11

RNF - Receitas Exportação x Juros

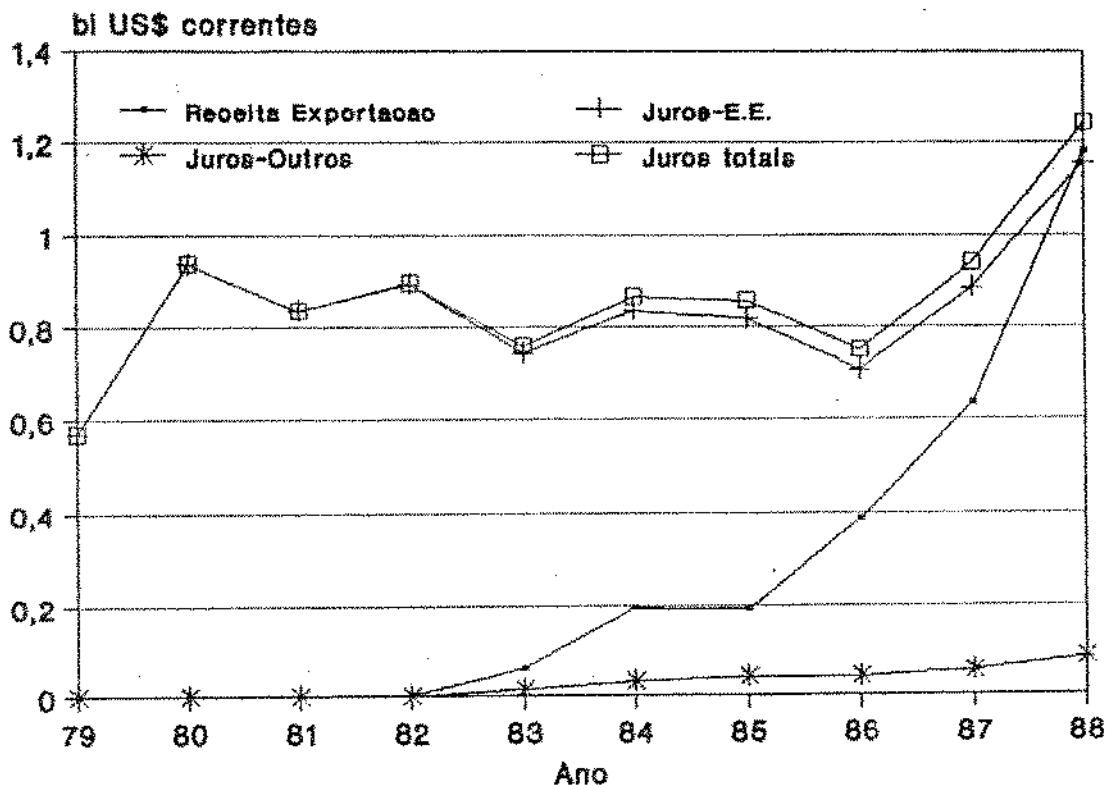


Figura 6.4

6.3.5.5 Agregado - RPC, RFGA, RFEL e RNF - Comparação Receitas de Exportação versus Juros

No conjunto, comparando-se as receitas das exportações cobrem os juros oriundos da dívida contraída para a viabilização da produção exportada pelos RPC, RFGA, RFEL e RNF, verificam-se dois períodos distintos, entre 1979 e 1988.

O primeiro ocorre entre 1979 e 1983, quando os juros sobrepõem as receitas auferidas. Neste período somente o ramo de papel e celulose apresenta um saldo positivo no balanço receitas menos juros. No segundo, entre 1984 e 1988, verifica-se um saldo positivo no balanço receitas menos juros, face a evolução acentuada das receitas anuais de exportação dos ramos de papel e celulose e ferro gusa e aço.

Ao longo de todo o período de análise, as receitas do ramo de papel e celulose estiveram bem acima do montante anual dos juros, enquanto no caso do ramo de ferro gusa e aço as receitas começam a superar os juros somente a partir de 1983, conforme demonstrado na seção anterior.

A tabela 6.16 e a figura 6.5, mostram o agregado dos RPC, RFGA, RFEL e RNF, em termos da evolução das receitas de exportação e dos juros oriundos das inversões em infra-estrutura para esses ramos tornassem grandes exportadores.

Tabela 6.16 Agregado : RPC, RFGA, RFEL e RNF - Receitas de exportação e a dívida gerada pela montagem da infraestrutura para a produção exportada, em 10⁹ US\$ correntes

ANO	DÍVIDA					RECEITA	
	En.Elétrica		Outros		Total juros		
	total	juros	Inv.anual	total			juros
	1979	10.400	1.560	0.406	0.406		0.060
1980	11.960	2.571	0.366	0.832	0.179	2.750	1.416
1981	14.531	2.288	0.514	1.525	0.240	2.528	1.621
1982	16.819	2.454	0.487	2.252	0.328	2.782	1.491
1983	19.273	2.031	0.718	3.298	0.347	2.378	2.213
1984	21.304	2.290	0.471	4.116	0.442	2.732	3.130
1985	23.594	2.241	0.422	4.980	0.473	2.714	2.888
1986	25.835	1.937	0.481	5.934	0.445	2.382	3.020
1987	27.772	2.430	0.329	6.708	0.587	3.017	3.409
1988	30.202	3.171	0.643	7.938	0.833	4.004	6.463

AGREGADO - RPC, RFGA, RFEL e RNF RECEITAS EXPORTACAO x JUROS

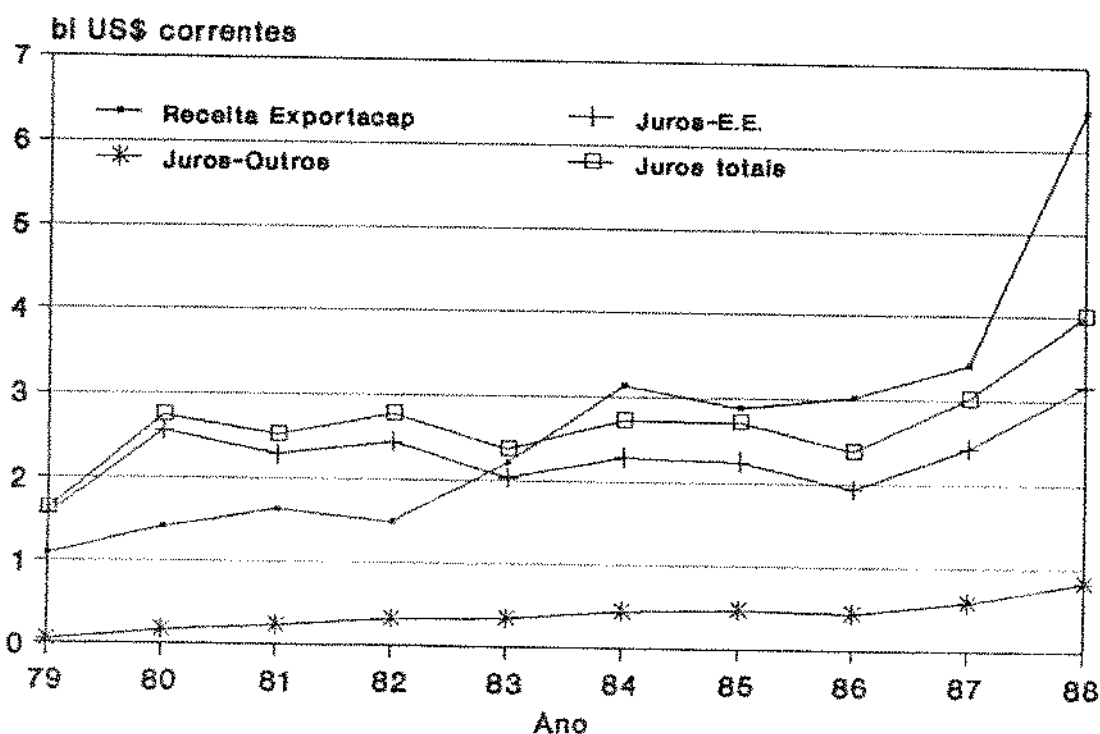


Figura 6.5

No tocante aos RFEL e RNF, verificou-se que as suas receitas de exportação estiveram sempre muito aquém dos juros devidos, excetuando para o último, o ano de 1988.

Saliente-se que nesse ano, as excelentes receitas obtidas pelos RPC, RFGA e RNF, ocorrem tanto em função da elevação dos volumes físicos exportados quanto dos preços dos bens intermediários no mercado internacional. Por exemplo, no caso do RFGA, para uma aumento de 58% no volume exportado, entre 1987 e 1988, a receita mais do que dobrou.

Diante do quadro exposto, pode-se afirmar que além da elevação substancial das taxas de juros no início da década de 80, o baixo retorno dos investimentos na infra-estrutura que deu suporte para a produção exportada dos ramos industriais em análise, aqui consubstanciado no estudo da relação: receitas de exportação e juros devidos, está entre as principais causas que elevaram o montante da dívida externa brasileira.

De acordo com dados da tabela 6.9, em 1979 investiu-se US\$ 10,4 bilhões para montar a infra-estrutura para viabilizar as exportações do RPC, RFGA, RFEL e RNF. Tal montante representava 21% da dívida externa brasileira daquele ano, que era de aproximadamente US\$ 50 bilhões. Com as renegociações do principal e dos seus juros, atingiu-se em 1988, uma dívida de quase US\$ 38 bilhões, com cerca de 80% referente à infra-estrutura elétrica. Esse montante representava cerca de 37% do total de US\$ 103 bilhões da dívida externa brasileira naquele ano.

A avaliação sobre o montante de energia elétrica repassada a países industrializados via exportação de papel, celulose, ferro gusa, aço, ligas de ferro e alumínio primário, parece indicar que a comercialização desses produtos nos moldes atuais é extremamente desvantajosa para o país. Por outro lado, esse quadro, tenderia a agravar-se ainda mais, na medida em que se considerasse os danos ambientais e os subsídios ao consumo de eletricidade.

É necessário destacar que a inserção crescente desses produtos no mercado externo é parte da estratégia global implementada a partir dos anos 70 por países industrializados, significando uma nova divisão internacional do trabalho. Os principais PDs vêm realizando ajustes em suas estruturas produtivas no sentido de eliminar indústrias com tecnologias do pós-guerra. E o caso das indústrias, cujas características básicas são serem grandes consumidoras de energia e altamente danosas ao meio ambiente, como as produtoras de alumínio, celulose, ferro e aço. Em contrapartida promover as indústrias ligadas à área de serviços e engenharia de ponta, como a de informática, robótica, telecomunicações e biotecnologia.

6.4 Considerações Finais

Visando complementar a análise das exportações de eletricidade via produtos industriais, buscou-se levantar os principais indicadores econômicos dos ramos industriais em estudo.

Nesse sentido, foram utilizados os indicadores da evolução do número de empregos diretos face ao crescimento da produção, da produtividade, da rentabilidade e da participação do salário no valor da produção.

A evolução do número de empregos diretos por mil toneladas nos quatro ramos industriais em estudo, de acordo com dados da tabela 6.17, evidencia uma tendência levemente decrescente ao longo de toda a década de 80, apesar das elevações substanciais dos níveis de produção.

Tabela 6.17 Evolução do número de empregos por mil toneladas

Ano	Papel e Celulose	Ferro gusa e Aço	Ferroligas	Não Ferrosos
1979	12	6	14	nd
1980	12	5	15	nd
1981	12	6	15	nd
1982	11	6	16	nd
1983	10	5	15	nd
1984	10	4	14	52
1985	9	4	20	47
1986	9	4	13	35
1987	9	4	14	31
1988	9	3	13	30

Obs: nd= não disponível

Fonte: SDI, 1989 e Anuários ANFPC e ABAL, vários anos

Conforme dados da tabela 6.18, pode-se considerar que os RM e RPC, em termos nacionais, são extremamente competitivos, uma vez que os índices de produtividade foram crescentes. Por outro lado, a produtividade calculada a partir da relação valor da produção menos despesas operacionais por empregado ocupado, embora crescente, esta associada a um declínio de participação dos salários no valor da produção. Fato benéfico para rentabilidade, na medida em que, este indicador cresce numa conjuntura de salários deprimidos.

Tabela 6.1B Produtividade, Rentabilidade e a relação Salários por Valor da Produção(Sal/VP)

Ramo Industrial	Produtividade (1970=100)				Rentabilidade				Sal/VP * 100			
	1975	80	82	84	1970	75	80	84	1970	75	80	84
<u>Metalúrgico</u>												
.Não ferrosos	186	222	315	341	1.46	1.31	1.30	1.36	10	6	4	4
.Outros metalúrgicos	143	225	302	318	1.57	1.51	1.61	1.71	14	11	11	11
.Ferro gusa e Aço	186	267	345	449	1.16	1.19	1.15	1.20	4	3	2	2
.Laminados de Aço	163	235	225	372	1.60	1.48	1.39	1.39	6	4	4	3
<u>Papel e Celulose</u>												
.Celulose e pasta mecânica	315	623	511	771	1.45	1.62	1.82	2.24	11	5	4	3
.Papel e Papelão	140	252	234	267	1.65	1.57	1.61	1.79	12	7	6	6

Obs:1)Produtividade=(Valor da Produção - Despesa Operacional)/
Pessoal ocupado na produção

2)Rentabilidade=Valor da Produção/(Salários-Desp.Operacionais)

Fonte: Araujo Jr., 1991

Ainda de acordo com a tabela 6.1B, o RPC e o RFGA, apresentaram uma rentabilidade crescente, enquanto o RNF diminuiu. Este fato que pode estar relacionado com a entrada tardia desse último, em direção ao mercado externo comparativamente aos primeiros. O RNF iniciou sua grande inserção externa somente a partir de 1983, enquanto o RPC e RFGA vinham exportando grandes volumes desde finais da década de 70.

6.5 BIBLIOGRAFIA

- ABAL, Associação Brasileira do Alumínio-ABAL, Anuário Estatístico, 1990.
- ABRAFE-Associação Brasileira dos produtores de ferroligas, Anuário Estatístico, 1989.
- ABRANFE, Associação Brasileira de Não Ferrosos, Guia de metais não ferrosos, 1988/1989.
- ANFFC, Associação Nacional do Fabricantes de Papel e Celulose, Anuário Estatístico, vários anos
- ARAÚJO JR et alii. " Proteção, competitividade e desempenho exportador da economia brasileira nos anos 80 " In:Revista Debate Econômico, v.3, n.1, Dez/1991, pp.43 a 73.
- AZZONI, C.A. et alii " Aspectos do financiamento do setor siderúrgico no Brasil ". In: Rev. Pesq. e Planej. Econômico, 15(3), RJ, 1985, pp. 705 a 742.
- Balanco Energético Nacional, ano base 1989 e 1990.
- Banco Mundial, Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial, 1987, pp.30/31
- Banco Mundial, Finanças & Desenvolvimento, jun/1991, pp.38 a 40.
- BERMANN, C. "Os limites dos aproveitamentos energéticos para fins elétricos", Tese doutorado, AIPSE/DE/FEM, Nov/1991, Campinas-SP
- BNDES/DEEST,
Siderurgia Brasileira, n.5, 1987.
" O capital estrangeiro na indústria brasileira : Atualidade e Perspectivas ", n.10, maio/1990.
- BRAGA, C.A.P. "A oferta de exportações de produtos siderúrgicos brasileiros: Um estudo de caso" In: Revista Estudos Econômicos, n especial:69/81, 1986
- CASTRO, A.B. & SOUZA, F.E. "A economia brasileira em marcha forçada", Editora Paz e Terra, 1985, pp. 83 a 95.

- CEMIG-Companhia Energética de Minas Gerais. "Uso de energia na indústria de ferro gusa semi-integrada em Minas Gerais, dez/88"
- CEMIG-Companhia Energética de Minas Gerais. "Uso de energia na indústria de Ferroligas em Minas Gerais, Agosto/1990."
- CEMIG- Companhia Energética de Minas Gerais. "Cenários da economia, 1986/2005, n 3, Ferroligas, 1990."
- COUTINHO, L.G., et alii. " O setor de papel e celulose" e "Estrutura e exportações industriais nos anos 80: elementos para uma caracterização" In: Desenvolvimento Tecnológico da Indústria e a constituição de um Sistema Nacional de Inovação no Brasil, IPT/FECAMP/1990, Campinas-SF
- IBS-Instituto Brasileiro de Siderurgia, Anuário Estatístico, 1990
- IDAE, Instituto para la diversificación Y ahorro de la energía, Sociedade Estatal, Min.de Industria Y Energia, Espanha, 1982. Técnicas de Conservación Energética en la industria, Tomo 2.
- IPAI-International Primary Aluminium Institute, Annual Reports for 1988.
- IPT/DES-AETEC, v.IV, Relatório Técnico: Aço, Ferro gusa e Ferro esponja, v.IV, n. 28.656/1990.
- IPT, Manual de recomendações "Conservação de energia na indústria metalúrgica", São Paulo, 1990, 467 pp.
- IPEA/IPLAN,
"Para a década de 90, prioridades e perspectivas de políticas públicas, v.1, 1987, pp. 79 a 102.
"Acompanhamento de políticas públicas" n 6, set/1988.
"Acompanhamento de políticas públicas" n 16, junho/1989.
ProjetoII, Avaliação econômica de projetos de expansão da ind. eletrointensiva: Alumínio, ferroligas e soda/cloro, Set/1988.
 mimeo 80 pág.
- MACKERON,G & CATTELL, R.K. " Industrial electricity consumption in the UK" In: Energy policy, December/1982, pp.275 a 294.
- MARTYN, P.; LALLEMANT, Y & DELAY, J. " Aluminium and Energy " In: UNEP-Industry and Environmental, April/May/June, 1990, pp.43a46

ONU, Transformacion de minerales en los paises en desarrollo, Organizacion de las naciones unidas para el desarrollo industrial, Nueva York, 1984, 153 pp.

Plano Decenal- 1991/2000, GCPS/MINFRA/ELETROBRAS

RAMOS, F. "Conservação de Energia e politica de exportação de metais básicos" In: São Paulo Energia, Ano VI, n.55, Ago/89, pp.3 a 12

RATTON, A.C.P. "O problema energético na siderurgia brasileira" In: X Congresso Brasileiro de Siderurgia, Instituto Brasileiro de Siderrugia, Rio de Janeiro, Abril/1980.

SDI- Secretaria de Desenvolvimento Industrial, Anuário Estatístico do Setor Metalúrgico, 1982 a 1989.

WEISS, J.M.G. "A Competitividade da Indústria Brasileira de Alumínio: Avaliação e Perspectivas". In: Revista de Administração de Empresas, v.32, n.1, Jan/Mar/1992, pp. 48 a 59.

CAPITULO 7

CONCLUSÕES GERAIS

Parece consensual o diagnóstico de que o Brasil no início da década de 80 já contava com um parque industrial dotado de elevado grau de integração e complexidade, resultado da fase mais recente do processo de industrialização, ou seja, a partir do II PND. Com II PND verificou-se um progressivo crescimento do setor industrial brasileiro, com a implantação de ramos industriais produtores de bens intermediários básicos e de uma indústria de bens de capital de porte considerável, cujo objetivo final era o de atingir padrão semelhante ao dos países desenvolvidos, como também atingir estes mercados.

Historicamente, o Estado desempenhou um papel propulsor para a estruturação e consolidação da atual base industrial, exceto a partir dos anos 80, quando inexistiu uma política industrial de médio e longo prazos.

No período pré década de 70, o marco para o setor industrial foi sem dúvida o Plano de Metas, através do qual o Estado mobilizou todas as suas forças, articulando o capital privado nacional, estrangeiro e o próprio Estado entrando em áreas estratégicas, como a energética.

No decorrer das décadas de 70 e 80, o crescimento industrial e o consumo energético refletem a influência de um conjunto de fatores associados:

- à reestruturação e consolidação do parque industrial;
- às oscilações do processo de desenvolvimento econômico do país;
- a nova realidade de preços dos energéticos em função dos choques do petróleo; e
- os efeitos de alguns esforços de conservação/otimização e substituição energética, que apesar da pouca eficiência, por visar apenas insumos que apresentavam alguma restrição ao uso, sem haver extensão àqueles considerados renováveis ou àqueles sem restrição de preço, mostrou ser uma forma eficiente para atuar-se sobre a demanda, necessitando apenas de uma maior seriedade quanto ao seu planejamento e aplicação.

Sob os impactos dos choques de petróleo implementou-se uma política energética que buscava a auto-suficiência e diversificação das fontes primárias de energia, principalmente a substituição do petróleo importado, de modo a garantir-se o crescimento econômico apesar dos altos custos envolvidos e dos volumes cres-

cente de subsídios. No setor industrial as diretrizes básicas dessa política levaram a uma redução acentuada no consumo de derivados de petróleo, aumento significativo da participação da eletricidade, resultados pouco favoráveis com o carvão energético e a lenha. Por outro lado, tendo em vista viabilizar indústrias eletrointensivas, a área elétrica foi a mais contemplada com investimentos nas duas últimas décadas, fato que está intimamente ligado às metas do II PND, que entre outros objetivos visava no curto prazo ampliar a base industrial com a produção de insumos básicos - intensivos em eletricidade, de forma a num primeiro momento substituir importações da química pesada, siderurgia, metais não ferrosos e minerais não metálicos, e num segundo buscar uma inserção crescente nos mercados internacionais. A viabilização dos insumos básicos através do II PND, foi um dos fatores que levaram o setor elétrico a contrair uma dívida da ordem de US\$ 30 bilhões, o que correspondia, a mais de 25% da dívida externa brasileira em 1989.

Essa fase do processo de industrialização é entendida, de uma forma geral, segundo duas versões distintas. A primeira versão argumenta que era fundamental o país possuir um parque industrial com indústria de base e produção de intermediários, que até então faltavam. A esse argumento de natureza estratégica para o processo de desenvolvimento industrial e econômico, se contrapõe uma segunda versão de que o Brasil aceitou o repasse dos ramos industriais altamente intensivos em energia dos PDs, após o primeiro choque do petróleo, aceitando assim um novo quadro na divisão internacional do trabalho.

Independentemente das versões, o modelo de desenvolvimento adotado direcionou o setor industrial e, sobretudo os ramos metalúrgico e de papel e celulose, para uma posição de exportador de produtos, em sua maioria semi-elaborados, de baixo valor agregado e com alto conteúdo energético.

Por outro lado, este elevado dispêndio energético, além de ter implicado em vultosos investimentos na infra-estrutura em energia - notadamente na área elétrica -, com grande impacto sobre a dívida externa e cerceando uma maior velocidade na alavancagem do crescimento econômico, fez com que o país seguisse em direção oposta aos PDs em termos da correlação Energia/PIB.

O deslocamento de indústrias intensivas em energia para o Brasil, visou não só os recursos naturais e/ou energéticos e mão-de-obra barata, como também livrar os PDs das chamadas pressões ambientalistas. Neste processo de migração industrial, além do agravante dos danos ambientais, detecta-se que as receitas oriundas das exportações de algumas dessas indústrias, não chegam sequer a cobrir as inversões na infra-estrutura em energia para a sua viabilização.

Tais transformações nas áreas industrial e energética, levam à necessidade de uma visão global da questão energética, tanto sob o ponto de vista tecnológico quanto sócio-econômico. Questão, que ao longo dos últimos anos sempre foi tratada pelo lado da oferta, ignorando as possibilidades de uma ação eficaz sobre a demanda, através de um política consistente de racionalização.

Na década que se inicia, a problemática da questão energética ultrapassa cada vez mais a discussão restrita aos seus aspectos imediatos, devendo incorporar também a discussão acerca das prováveis estratégias de desenvolvimento. Nesse sentido, é imprescindível a opção por uma estratégia de desenvolvimento menos intensiva em energia, contemplando a qualidade de vida, a eficiência/otimização dos sistemas de produção de forma levar a uma diminuição da correlação Energia/PIB e liberando recursos para investimentos na área social, como também ser ambientalmente sustentável.