



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

RELATÓRIO IPT/DEES-APAT Nº 31.050 - 11/93

NATUREZA DO TRABALHO: Análise Comparativa do Consumo Energético
em Doze Setores Industriais: Argentina,
Brasil, Paraguai e Uruguai

RELATÓRIO BRASILEIRO
SETOR: CLORO SODA

CLIENTE: Instituto de Planejamento Econômico e Social - IPEA



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

RELATÓRIO IPT/DES-APAT Nº 31050 - 11/93

NATUREZA DO TRABALHO: "Análise Comparativa do Consumo Energético
em Doze Setores Industriais: Argentina,
Brasil, Paraguai e Uruguai"

RELATÓRIO BRASILEIRO

SETOR: CLORO SODA

CLIENTE: Instituto de Planejamento Econômico e Social - IPEA

SETOR CLORO SODA

Equipe Técnica

João Pizysieznig Filho

Oscar Akihiko Terada

Estagiária

Gisele de Barros

Apoio Administrativo

Iêda Bezerra Cavalcanti

Solange Carlos de Oliveira

Edna Gubitoso (Bibliotecária)

SUMÁRIO

	Pag
RESUMO EXECUTIVO	IV
1. INTRODUÇÃO	8
2. DIAGNÓSTICO SETORIAL	12
3. PADRÃO TECNOLÓGICO	22
3.1 - Processos Atuais	22
3.1.1 Processo a Mercúrio	27
3.1.2 Processo a Difragma	27
3.1.3 Processo a Membrana	28
3.1.4 Comparativo de Consumo Energético	29
3.2 Tendências	30
3.3 Aspectos Ambientais	32
4. INDICADORES DE CONSUMO ENERGÉTICO	34
5. CONCLUSÕES	40
6. BIBLIOGRAFIA	42

SUMÁRIO DE ILUSTRAÇÕES

Tabelas	Pag.
1 - Produção Mundial de Soda Cáustica (1988).....	13
2 - Produção Nacional da Indústria de Soda Cáustica e Cloro.....	14
3 - Produção Nacional e Comércio Exterior de Soda Cáustica com Países do Mercosul.....	17
4 - Produção de Soda Cáustica (1991).....	20
5 - Produção de Cloro (1991).....	21
6 - Custo para Produção de 1 tonelada Eletrolítica em vários Países.....	34
7 - Consumo de energia Elétrica.....	35

Figuras

1 - Produção de Soda Cáustica.....	15
2 - Localização Geográfica das Plantas Industriais....	19
3 - Processo a Mercúrio 28% da Produção Nacional.....	23
4 - Processo a Diafragma 70% da Produção nacional.....	24
5 - Processo a Membrana 2% da Produção Nacional.....	25
6 - Consumo Específico de energia Elétrica.....	36

Quadros

I - Diagrama das Principais Aplicações de Soda Cáustica.....	9
II - Diagrama das Principais Aplicações de Cloro.....	10

RESUMO EXECUTIVO

A soda cáustica e o cloro são insumos básicos para diversas indústrias, principalmente celulose e papel, petroquímica e alumínio.

Os dois produtos são obtidos simultaneamente na proporção de 1 parte em massa de soda para 0,89 de cloro, a partir da eletrólise de soluções de cloreto sódio ou cloreto de potássio.

Nos países desenvolvidos a indústria cloro-soda tem como produto principal o cloro, cuja demanda é maior na indústria química. Dessa forma, a soda é produzida em excesso e comercializada a preços declinantes no mercado spot internacional. Enquanto isso, nos países em desenvolvimento, o produto principal do setor é, ainda, a soda cuja demanda nos setores industriais mais tradicionais é maior.

Outra característica fundamental do setor é dada pela condição quase proibitiva de transporte do cloro, dada a sua alta periculosidade, o que onera sobremaneira os custos com recipientes seguros para transporte. Dessa forma, junto a plantas de cloro-soda é mandatório o acoplamento de plantas que processem o cloro em outros produtos de transporte mais seguro. Assim, na sua maior parte, as plantas de cloro-soda são parte do processo mais geral de produção de algum outro produto industrial. No Brasil, os dois maiores produtores, a Dow Química e a Salgema, estão associados a projetos de utilização do cloro. Dessa forma, a indústria de cloro-soda não pode ser tratada como um setor

industrial isolado, uma vez que a maior parte de sua produção é para consumo cativo em processos industriais que usam cloro e/ou soda. Assim as plantas de cloro-soda podem ser consideradas como "utilidade" para outras plantas.

A indústria no Brasil é responsável por um faturamento anual de 2,5 bilhões de dólares, consome metade da produção nacional de sal (cloreto de sódio) e de 3% da energia elétrica do país. É, portanto, um dos setores grande consumidor de energia. O Brasil detém apenas 2,8% da produção mundial, sendo os EUA o maior produtor com 28%.

A produção nacional em 1991 foi de 1,2 milhões de toneladas de soda e 1,1 milhões de toneladas de cloro. A taxa de crescimento desta no período 1979 - 1991, foi de 4,8% a.a, impulsionada, principalmente, pela ampliação de projetos petroquímicos. A concentração da produção é altíssima, sendo que os dois maiores produtores detém 60% da produção e os 4 maiores 87%.

As exportações e importações, em geral e para o Mercosul, em particular, representam um volume insignificante e são realizadas apenas para equilíbrio de déficits ou superávits de produção.

A competitividade do setor no Brasil está relacionada com o valor agregado do produto final que utiliza soda ou cloro. Os produtos que demandam cloro são, em geral, de maior valor unitário; estando, portanto a competitividade nacional do setor ligada à modernização da indústria química e petroquímica nacional.

As tecnologias para obtenção dos produtos é baseada em três processos básicos: diafragma (70% da produção nacional), mercúrio (28%) e membrana (2%)

O processo à membrana é o mais eficiente energeticamente com um consumo entre 0,211 a 241 tEP por tonelada de soda, seguido pelo processo a mercúrio, com consumo entre 0,245 a 275 tEP. O processo a diafragma consome de 0,314 a 0,349 tEP. O processo a mercúrio permanece em plantas antigas, mas sua aplicação não é recomendada por questões ambientais. O processo a membrana, embora sendo o mais eficiente tanto em termos energéticos quanto de custo, foi desenvolvido nos últimos 10 anos, quando já se havia investido em grandes plantas a diafragma. Assim, a sua aplicação fica restrita à novas plantas, uma vez que o custo de conversão das plantas atuais para o processo a membrana é proibitivo

O consumo global médio no Brasil está em torno de 0,29 tEP por tonelada de soda. A energia tem um peso médio de 40% no custo de produção, enquanto a matéria prima pesa de 20 a 25% do custo. Os dados de consumo global de energia podem estar superestimados por estarem incorporando o consumo energético de outras plantas anexas às de cloro-soda.

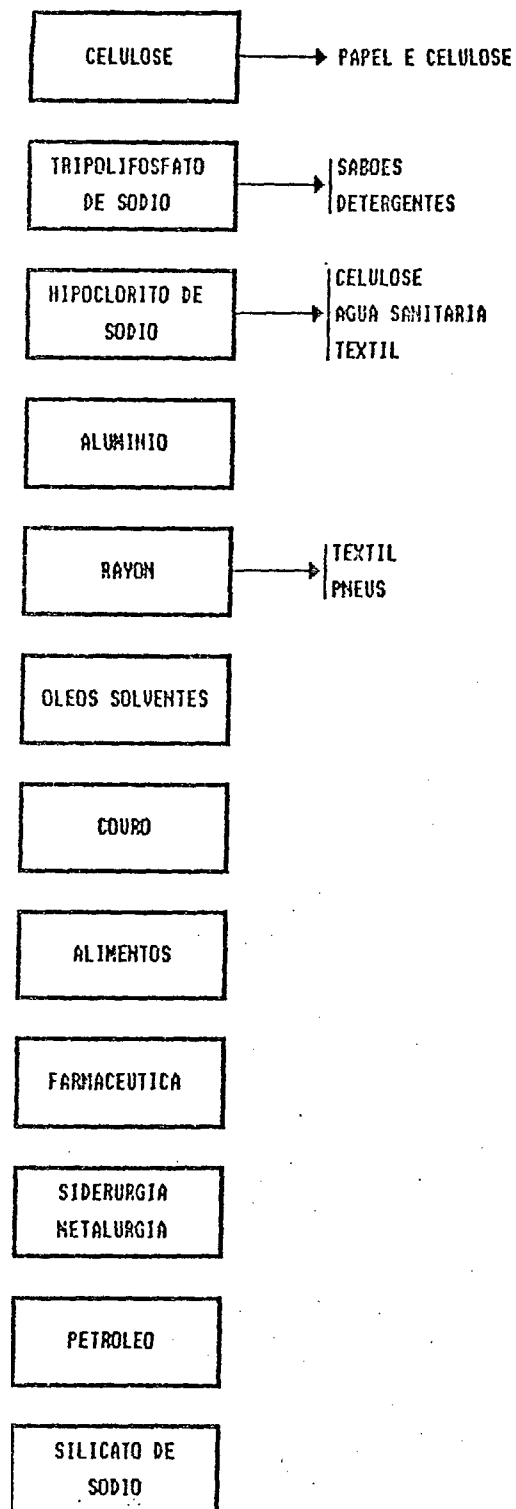
1. INTRODUÇÃO

A soda cáustica e o cloro são insumos básicos para diversas indústrias. Os Quadros I e II mostra os diferentes produtos em que são aplicados estes insumos. Pode-se dizer que as principais aplicações se dão nas indústrias de celulose e papel, química e petroquímica e alumínio. Os dois produtos são obtidos simultaneamente a partir da eletrólise de soluções de cloreto de sódio ou potássio.

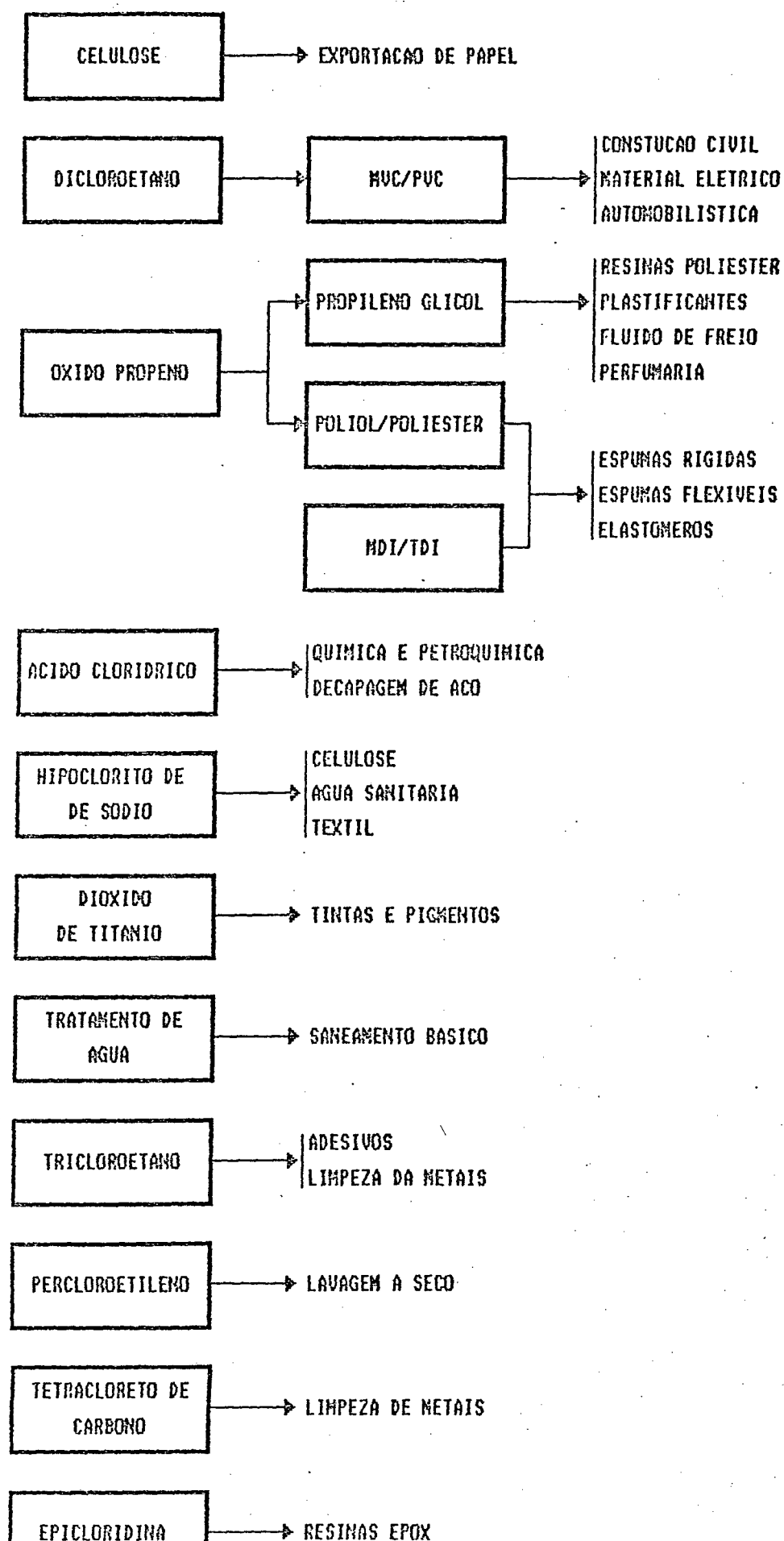
Nos países desenvolvidos a indústria de soda-cloro tem como produto principal o cloro, cuja demanda é maior na indústria química. Dessa forma, a soda é produzida em excesso e comercializada a preços declinantes no mercado spot internacional. Enquanto isso, nos países em desenvolvimento, o produto principal do setor é, ainda, a soda cuja demanda nos setores industriais mais tradicionais é maior.

Outra característica fundamental do setor é dada pela condição quase proibitiva de transporte do cloro, dada a sua alta periculosidade, o que onera sobremaneira os custos com recipientes seguros para transporte. Dessa forma, junto a plantas de soda-cloro é mandatório o acoplamento de plantas que processem o cloro em outros produtos de transporte mais seguro. Assim, na sua maior parte, as plantas de soda-cloro são parte do processo mais geral de produção de algum outro produto industrial. No Brasil, os dois maiores produtores, a Dow Química e a Salgema, estão associados a projetos de

QUADRO I - DIAGRAMA DAS PRINCIPAIS APLICACOES DE SODA CAUSTICA



QUADRO II - DIAGRAMA DAS PRINCIPAIS APLICACOES DE CLORO



utilização do cloro. Dessa forma, a indústria de soda-cloro não pode ser tratada como um setor industrial isolado, uma vez que a maior parte de sua produção é para consumo cativo em processos industriais que usam cloro e/ou soda. Assim as plantas de cloro-soda podem ser consideradas como "utilidade" para outras plantas.

2. DIAGNÓSTICO SETORIAL

A indústria no Brasil é responsável por um faturamento anual de 2,5 bilhões de dólares, consome metade da produção nacional de sal (cloreto de sódio) e de 3% da energia elétrica do país. É, portanto, um dos setores grande consumidor de energia.

A participação brasileira na produção mundial é dada na Tabela 1. O maior produtor individual são os EUA, com perto de 12 milhões de toneladas, enquanto o Brasil detem apenas 2,8% da produção, com algo em torno a 1,2 milhões de toneladas anuais.

Os dados de produção nacional, estão dispostos na Tabela 2 e Figura 1. Observa-se que a produção cresceu a uma taxa média de 4,8% a.a de 1979 a 1991; bem acima, portanto, da taxa de crescimento da economia como um todo.

As exportações e importações representam um volume relativamente pequeno em termos da soda produzida, mormente nos últimos anos, quando da ampliação da capacidade de produção, estando esta, hoje acima, do consumo aparente de soda. De fato, como observa estudo elaborado pela ABICLOR - Associação Brasileira da Indústria de Alcalis e Cloro Derivados, estes movimentos de alteração nos volumes de comércio exterior são expasmódicos. "A cada momento que se esgota a capacidade interna de produção, além do aumento das importações, observa-se que as exportações decrescem e só tornam a crescer quando existe

TABELA 1 - PRODUÇÃO MUNDIAL DE SODA CAUSTICA (1988)

PAISES	milhões de toneladas	participação percentual
Europa Ocidental	13,3	30,9
Estados Unidos	11,9	27,7
Japão	4,4	10,2
Rússia	4,4	10,2
BRASIL	1,2	2,6
Outros	7,8	18,1
TOTAL	43,0	100,0

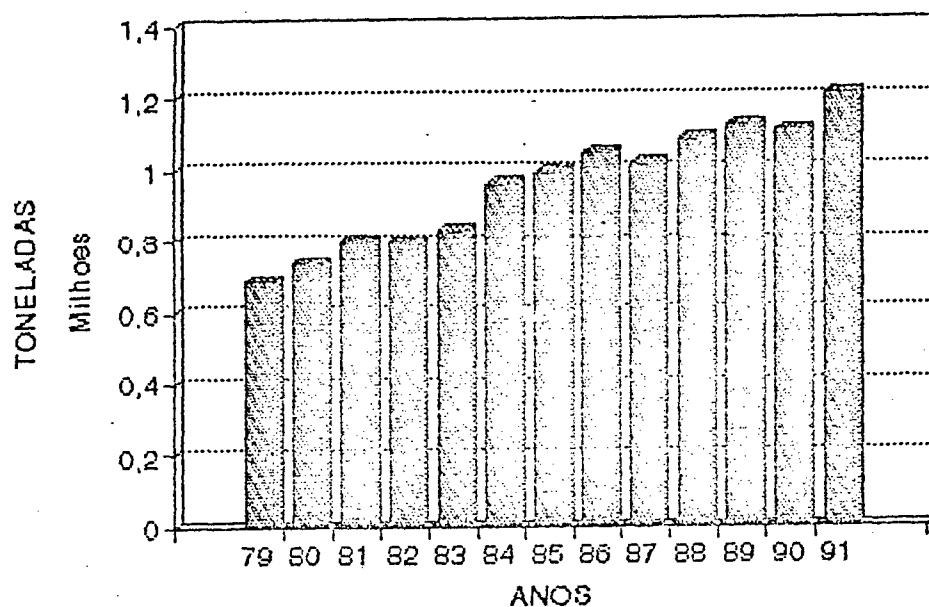
FONTE: Abiclor - Estudos Técnicos 1 (1992)

TABELA 2 - PRODUÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE SODA CÁUSTICA E CLORO

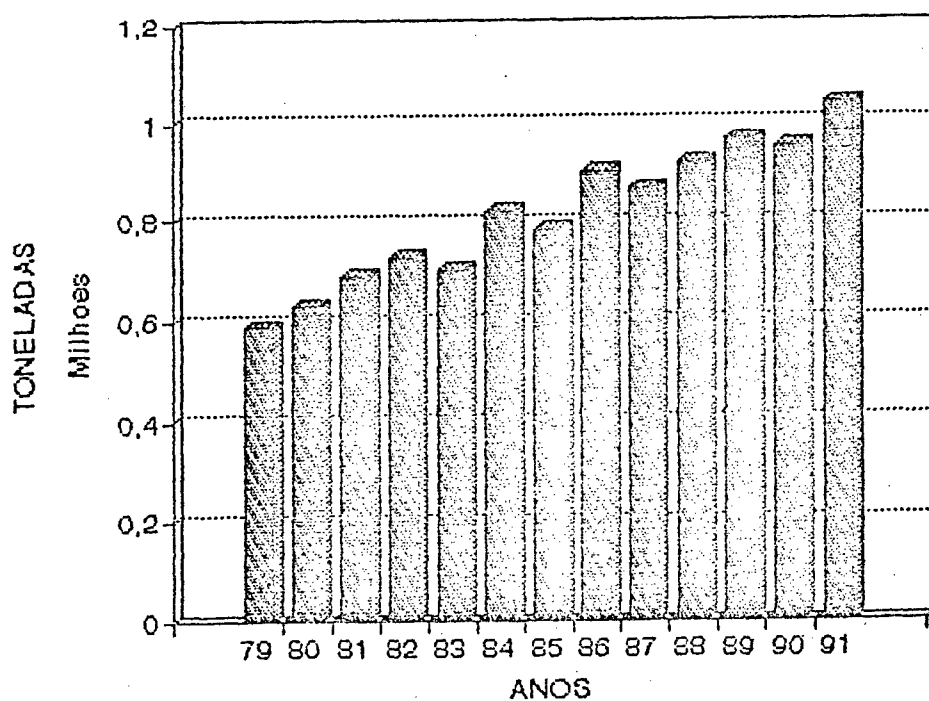
PRODUÇÃO (t)	↓ SODA LIQUIDA	SODA EM ESCAMAS	SODA FUNDIDA	↓ CLORO	HCl	HIPOCLORITO
1979	645 143	25 787	15 090	587 070	157 421	18 349
1980	691 447	32 783	13 564	628 338	112 245	26 573
1981	758 680	33 224	8 457	688 926	207 176	23 422
1982	759 545	34 102	4 995	725 343	129 834	26 847
1983	789 821	32 792	9 048	697 299	90 090	28 985
1984	918 081	36 332	8 751	819 119	121 943	32 006
1985	<u>935 916</u>	47 984	6 349	780 164	127 743	38 005
1986	987 927	48 774	9 281	901 885	136 217	38 850
1987	953 557	53 513	9 655	864 119	132 920	41 809
1988	1 006 635	63 466	9 025	917 381	131 266	43 813
1989	1 066 767	52 997	5 902	965 415	124 902	45 766
1990	1 049 121	55 515	4 143	950 125	116 204	43 729
1991	1 148 642	53 025	3 967	1 041 467	116 146	45 720

FONTE: ABICLOR - Relatório Estatístico 1987/1991

FIGURA 1
PRODUÇÃO DE SODA CAUSTICA



PRODUÇÃO DE CLORO



ampliação da capacidade instalada, que se faz por blocos".

O comércio de soda e cloro com os países do Mercosul é insignificante diante da produção nacional, como pode ser verificado na Tabela 3.

LA 3 - PRODUÇÃO NACIONAL E COMÉRCIO EXTERIOR DE SODA CAUSTICA
COM PAÍSES DO MERCOSUL

	PRODUÇÃO (t)	EXPORTAÇÃO (t)	IMPORTAÇÃO (t)
1.980	737.794	20.184	140
1.981	800.361	35.103	150
1.982	798.642	41.918	50
1.983	831.661	47.355	0
1.984	963.164	13.321	22
1.985	990.249	10.428	44
1.986	1.045.982	7.942	294
1.987	1.016.725	2.796	20.037
1.988	1.079.126	4.533	11.937
1.989	1.125.666	4.732	0
1.990	1.108.779	4.019	50.351
1.991	1.205.634	9.017	8.871

TE: DECEX

A distribuição regional das plantas de soda-cloro pode ser vista na Figura 2. Observa-se que somente no entorno da Grande São Paulo existem 4 plantas, contudo as maiores produções estão localizadas na Bahia e em Alagoas.

Em termos de concentração da produção, observa-se nas Tabelas 4 e 5 que das 13 plantas existentes no Brasil, as duas maiores produzem por volta de 60% da produção e as 4 maiores detêm por volta de 87% da produção. Assim, pode-se concluir, que em termos de política industrial e energética para o setor, pode-se concentrar esforços em ações específicas junto às maiores empresas.

A competitividade do setor no Brasil está relacionada com o valor agregado do produto final que utiliza soda ou cloro. Os produtos que demandam cloro são, em geral, de maior valor unitário; estando, portanto a competitividade nacional do setor ligada à modernização da indústria química e petroquímica nacional.

URA 2 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS PLANTAS INDUSTRIAIS

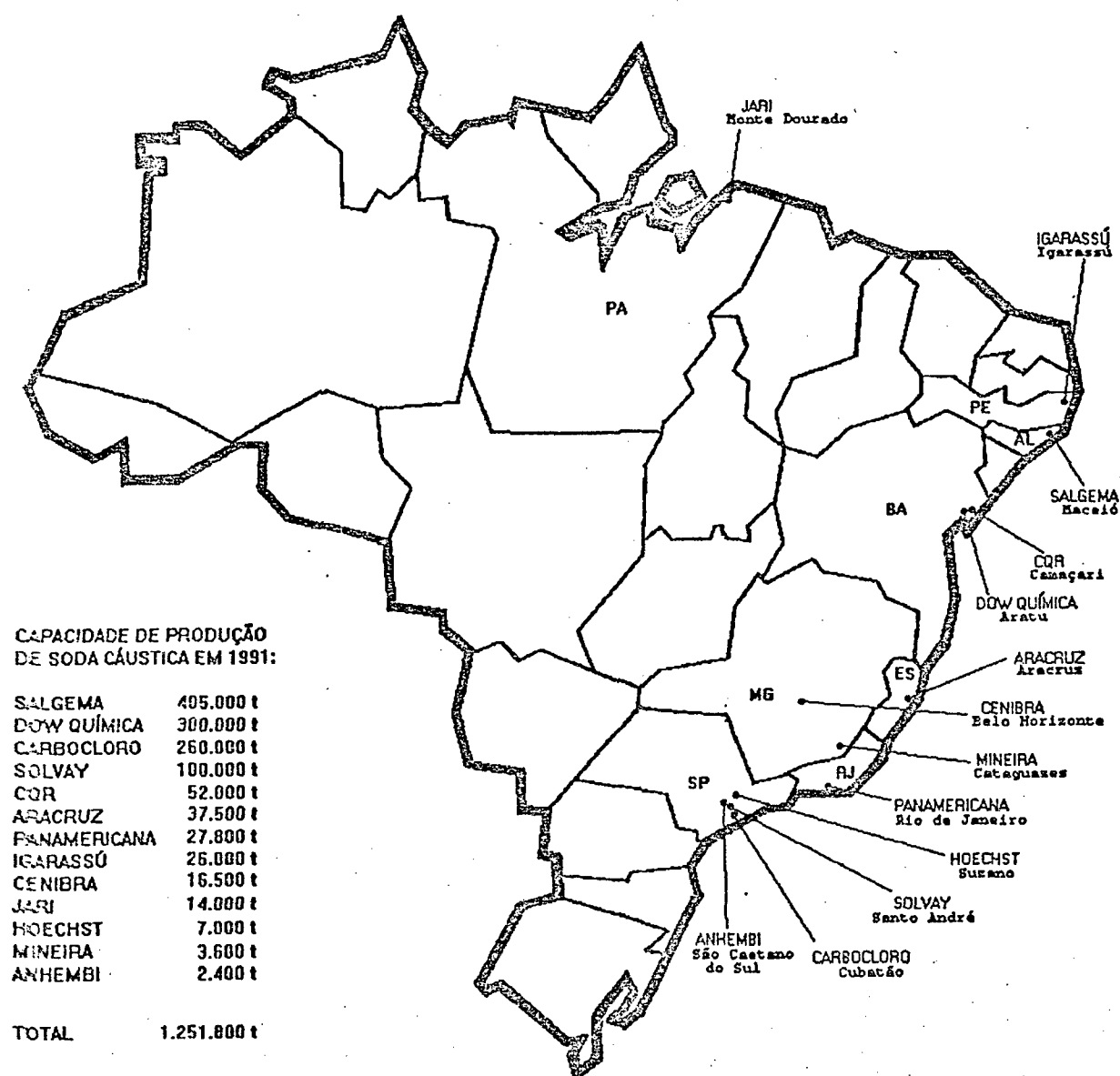


TABELA 4

PRODUÇÃO DE SODA CAUSTICA (1991)

EMPRESA	PRODUCAO (t)	PARTICIPACAO RELATIVA	PARTICIPACAO ACUMULADA	TECNOLOGIA UTILIZADA
ANHEMBI	1 823	0.16%	0.16%	DIAFRAGMA
MATARAZZO	2 623	0.23%	0.39%	DIAFRAGMA
HOECHST	6 156	0.54%	0.92%	MERCÚRIO
JARI	10 190	0.89%	1.81%	DIAFRAGMA
CENIBRA	16 524	1.44%	3.25%	DIAFRAGMA
PAN AMERICANA	18 449	1.61%	4.85%	MERCÚRIO
ARACRUZ	18 818	1.64%	6.49%	MEMBRANA
IGARASSU	24 784	2.16%	8.65%	MERCÚRIO
CQR	51 257	4.46%	13.11%	MERCÚRIO
SOLVAY	92 602	8.06%	21.18%	MERCÚRIO
CARBOCLORO	216 745	18.87%	40.04%	MERCÚRIO/DIAFRAGMA
DOW QUIMICA	277 051	24.12%	64.16%	DIAFRAGMA
SALGEMA	411 620	35.84%	100.00%	DIAFRAGMA
TOTAL	1 148 642	100.00%	100.00%	

FONTE: ABICLOR - Relatório Estatístico 1987/1991

TABELA 5

PRODUÇÃO DE CLORO (1991)

EMPRESA	PRODUÇÃO (t)	PARTICIPACAO RELATIVA	PARTICIPACAO ACUMULADA
ANHEMBI	1 619	0.16%	0.16%
MATARAZZO	2 537	0.24%	0.40%
HOECHST	5 458	0.52%	0.93%
JARI	9 428	0.91%	1.83%
CENIBRA	15 527	1.49%	3.32%
ARACRUZ	16 842	1.62%	4.94%
IGARASSU	20 250	1.94%	6.89%
PAN AMERICANA	25 955	2.49%	9.38%
COR	46 041	4.42%	13.80%
SOLVAY	82 136	7.89%	21.69%
CARBOCLORO	192 669	18.50%	40.18%
DOW QUIMICA	259 202	24.89%	65.07%
SALGEMA	363 803	34.93%	100.00%
TOTAL	1 041 467	100.00%	100.00%

FONTE: ABICLOR - Relatório Estatístico 1987/1991

3. PADRÃO TECNOLÓGICO

Este capítulo tem como base o Relatório Organização dos Estudos e o Parecer nº 5.903/92 .

3.1 - Processos Atuais

A soda cáustica e o cloro são obtidos simultaneamente no mesmo processo industrial. Porém, enquanto a soda pode ser comercializada, independentemente das distâncias, o cloro tem seu consumo restrito praticamente a própria área de produção, dado que seu manuseio e transporte são muito perigosos, o que faz com que sua movimentação incorra em custos proibitivos.

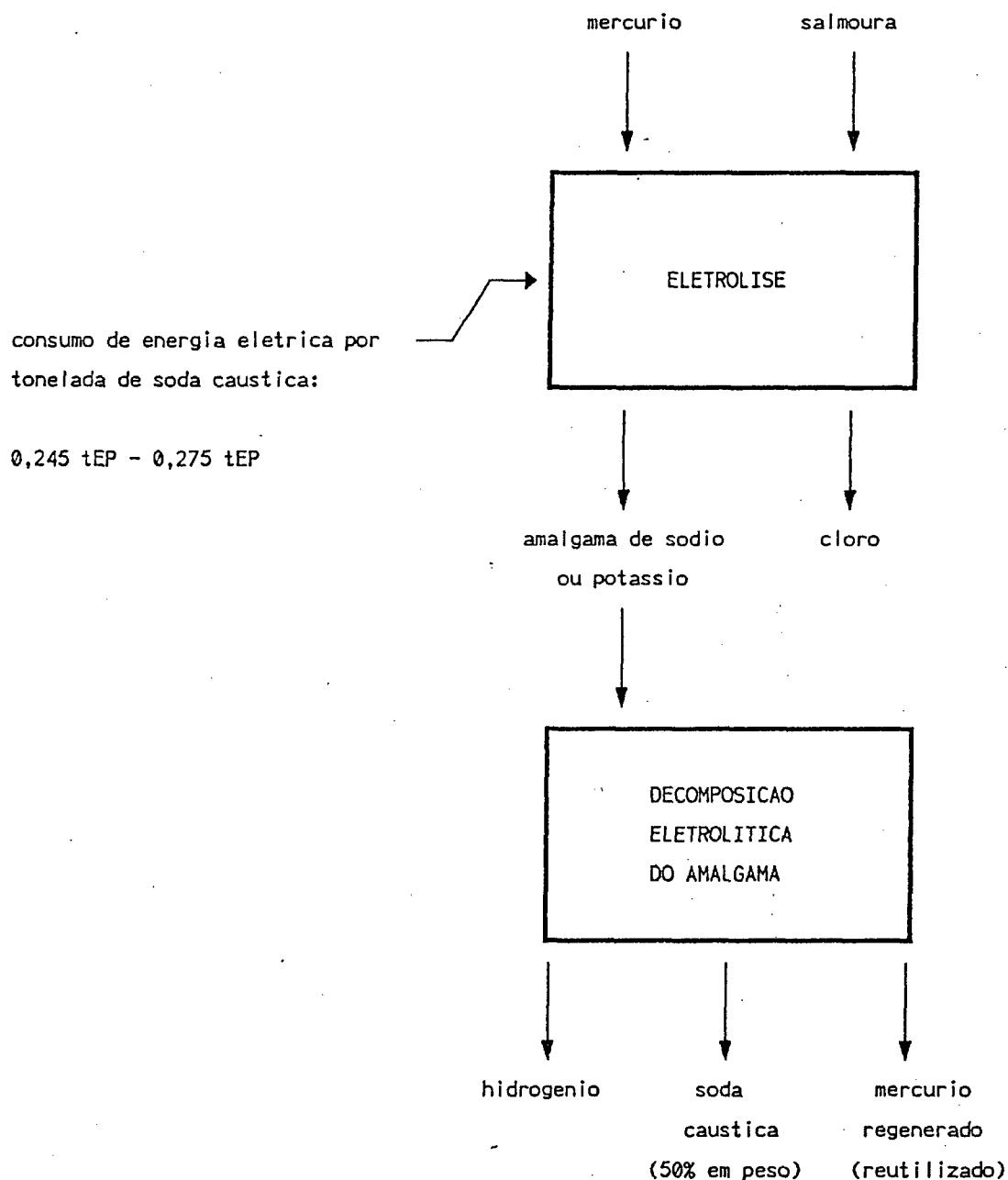
No processo também é produzido o hidrogênio, que é utilizado tanto na produção de derivados de cloro quanto como combustível substituto de energéticos importados.

A obtenção da soda e cloro é realizada através da dissociação eletrolítica do cloreto de sódio (salgema ou sal marinho) por três processos tecnológicos alternativos: processo a mercúrio, diafragma ou membrana. Estes processos estão representados simplificadaamente nas Figuras 3, 4 e 5. O processo a mercúrio representa 28% da produção nacional, o processo a diafragma, 70% e o processo a membrana, 2% .

Em qualquer dos processos obtém-se a proporção de 1 parte em massa de soda para 0,89 de cloro, entretanto, eles se utilizam de

FIGURA 3 - PROCESSO A MERCURIO

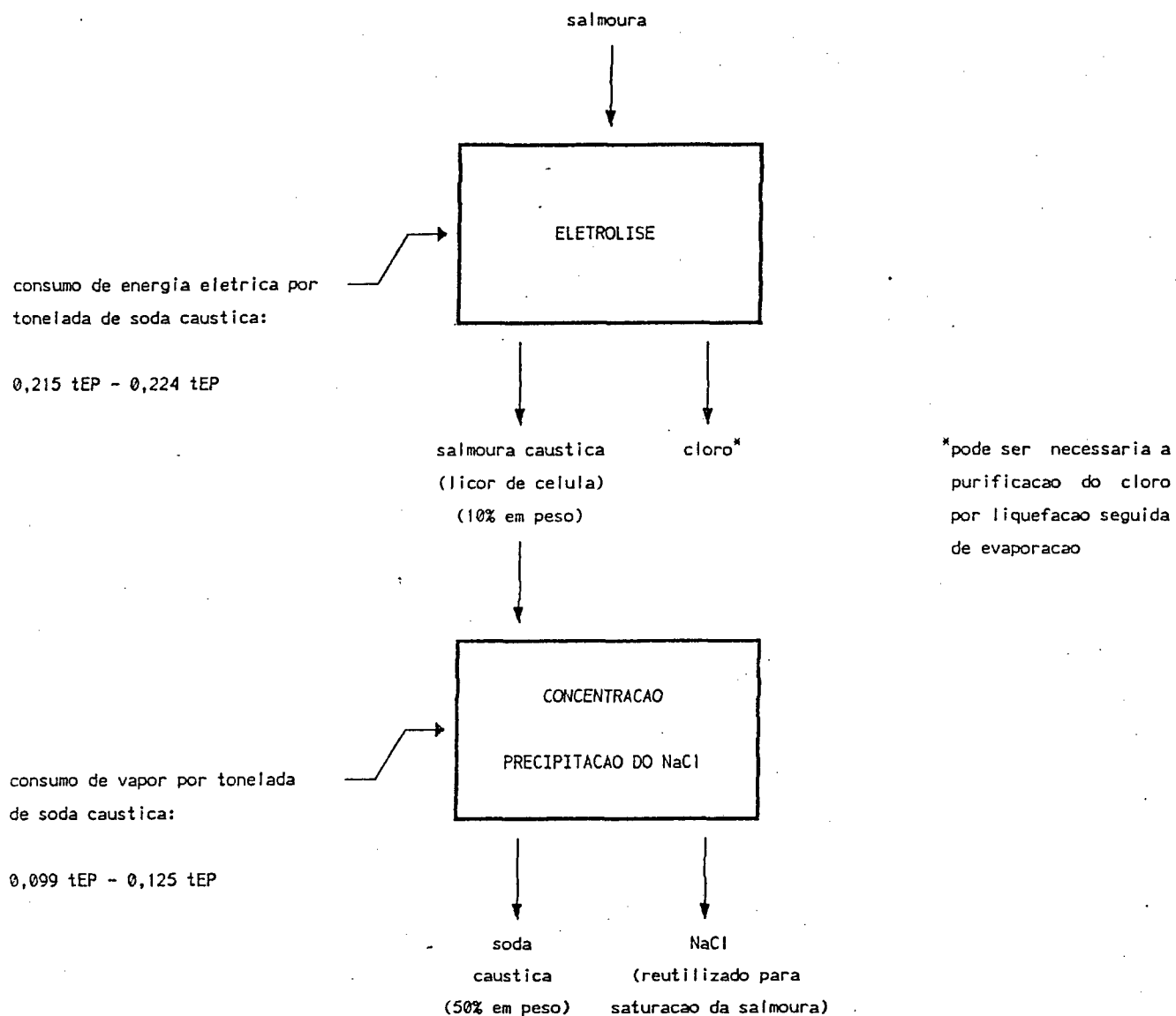
28% DA PRODUCAO NACIONAL



CONSUMO TOTAL DE ENERGIA POR
TONELADA DE SODA CAUSTICA:

0,245 tEP - 0,275 tEP

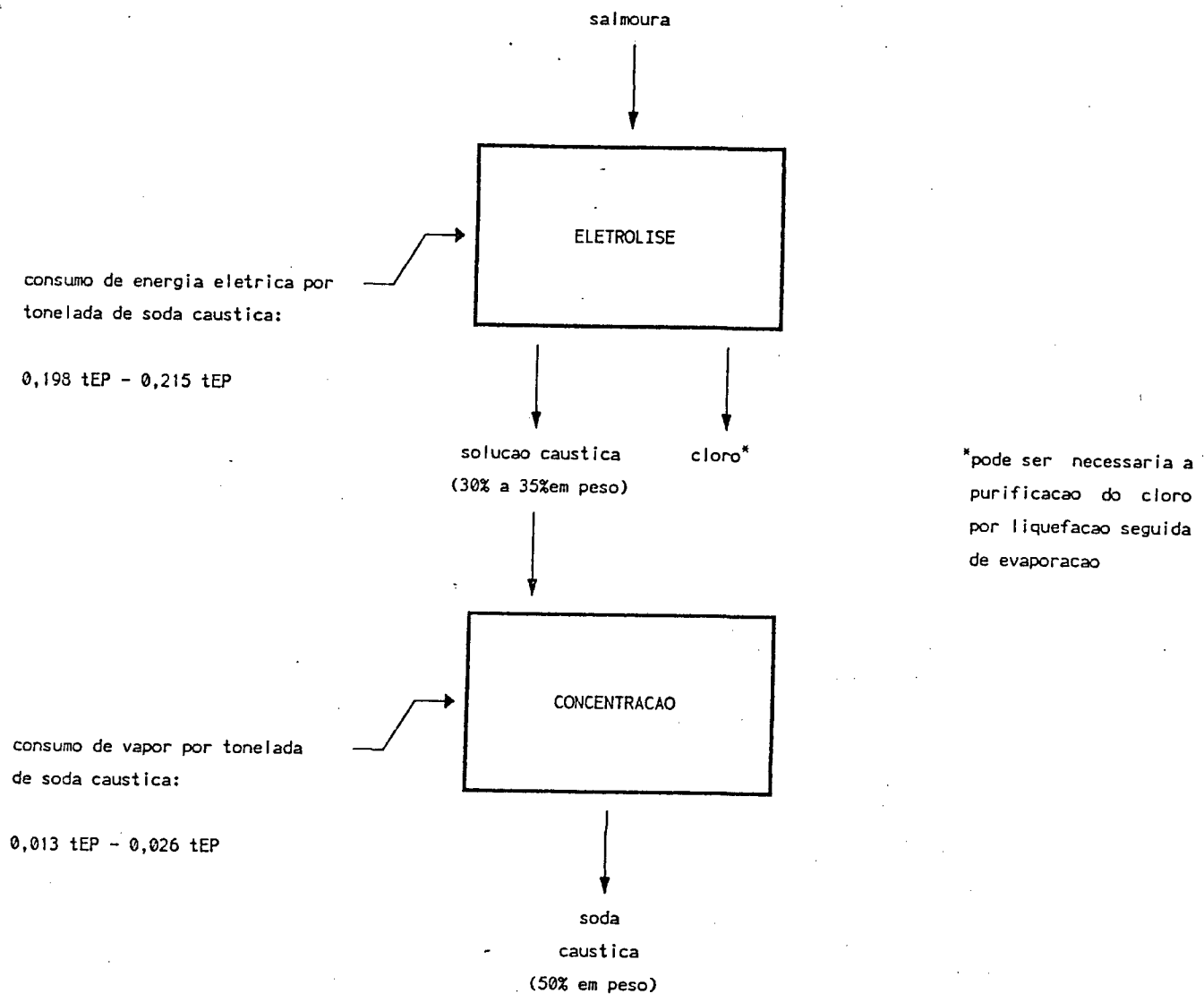
FIGURA 4 - PROCESSO A DIAFRAGMA
70% DA PRODUCAO NACIONAL



CONSUMO TOTAL DE ENERGIA POR
TONELADA DE SODA CAUSTICA:

0,314 tEP - 0,349 tEP

FIGURA 5 - PROCESSO A MEMBRANA
2% DA PRODUCAO NACIONAL



CONSUMO TOTAL DE ENERGIA POR
TONELADA DE SODA CAUSTICA:

0,211 tEP - 0,241 tEP

diferentes métodos de separação da soda, cloro e hidrogênio, produzidos direta ou indiretamente no catodo.

3.1.1 Processo a Mercúrio

Nos processos a mercúrio é utilizado um reagente intermediário (mercúrio) para a separação. Na célula é feita a eletrólise da salmoura formando cloro no anodo e amálgama de sódio (ou potássio) no catodo fluente de mercúrio. Esse amálgama flui para outro equipamento alimentado com água, onde ocorre a sua decomposição eletrolítica, formando hidrogênio, soda cáustica e mercúrio regenerado (que volta ao primeiro compartimento em circuito fechado para ser reutilizado).

Os produtos obtidos nesse processo são altamente puros. O cloro possui baixa quantidade de oxigênio e em geral pode ser utilizado sem nenhuma purificação exceto secagem. A soda cáustica possui baixa concentração de cloretos e é produzida a 50% em peso (concentração padrão) no próprio decompositor.

Esse processo, em comparação com os outros, usa maior quantidade de energia elétrica, mas não é necessária a utilização de vapor para concentrar a soda. Devido ao uso de grandes quantidades de mercúrio, são necessárias medidas preventivas contra a contaminação do meio ambiente. Normalmente a operação desse tipo de célula é bastante complexa.

3.1.2 Processo a Diafragma

Nas células a diafragma, a área anódica é separada da catódica por um diafragma poroso a base de asbestos. A salmoura entra no compartimento anódico e flui para o catodo. A salmoura cáustica (licor de célula) então produzida possui uma concentração de 10% e deve ser evaporada para a concentração padrão da soda. O resultado obtido na evaporação é soda cáustica 50% em peso e 1% em peso de cloreto de sódio. Esse sal deve ser retirado por precipitação sendo posteriormente reutilizado para saturar a salmoura. O cloro produzido possui 0,5 a 2% em volume de oxigênio e pode ser necessária sua purificação por liquefação e posterior evaporação.

Nesse processo, o consumo de energia elétrica é cerca de 15% menor do que no processo mercúrio, mas o consumo total de energia é maior, devido ao uso de vapor para concentrar a soda. A contaminação ambiental é facilmente evitada. A operação desse tipo de célula é relativamente simples.

3.1.3 Processo a Membrana

Nas células de membrana, o anodo e o catodo são separados por uma membrana de troca iônica de "cation" permeável. Apenas íons sódio e água passam através da membrana. A solução cáustica é produzida a uma concentração de 30 a 35% em peso e deve ser

concentrada. O teor de cloreto de sódio dissolvido na soda é tão baixo quanto nas células mercúrio. O cloro produzido contém 0,5 a 2% em volume de oxigênio, como nas células a diafragma, e pode ser necessária sua purificação por liquefação e posterior evaporação.

Nesse processo o consumo de energia elétrica é cerca de 25% menor do que no processo mercúrio e a quantidade de vapor necessária para concentração é relativamente pequena. Não há problemas especiais com relação ao meio ambiente. As células são relativamente simples e insensíveis a mudanças de intensidade de corrente.

3.1.4 Comparativo de Consumo Energético

O consumo de energia global (elétrica mais térmica) no processo de diafragma é aproximadamente 24% maior do que no de mercúrio e este 15% maior do que no de membrana.

CONSUMO RELATIVO DE ENERGIA

	DIAFRAGMA	MERCÚRIO	MEMBRANA
en. elétrica	1,00	1,18	0,88
en. global	1,00	0,81	0,54

As principais vantagens e desvantagens de cada processo são indicadas no Anexo 1. Além disso, são fatores importantes as condições energéticas do local onde se situa a unidade produtiva e a facilidade de aquisição de componentes para implantação e reparos.

3.2 Tendências

Hoje, qualquer investimento em novas unidades de produção de cloro-soda recai no processo a membrana, tanto pelo aspecto econômico quanto ambiental - já que se trata de uma "tecnologia limpa".

A tecnologia do processo a membrana está desenvolvida, mas os investimentos são maiores do que para o processo a diafragma no caso específico do Brasil. Além disso, há a dependência de dois fabricantes mundiais de membrana: a Du Pont e a Asahi Glass. Apesar desses problemas, certamente as novas instalações adotarão esta tecnologia em razão de suas vantagens comparativas.

O processo a mercúrio não deverá mais ser utilizado em novas instalações devido tanto à questão de preservação ambiental quanto a de maior consumo de energia elétrica, apesar de produzir soda de extrema pureza para setores como o têxtil (soda rayon, por exemplo).

Quando se pensa, entretanto, em modificações nos processos existentes, chega-se a valores de novos investimentos que atingem uma ordem de grandeza relativa a instalação de uma nova unidade.

Isso significa que a modificação de uma unidade de mercúrio ou diafragma para membrana exige investimentos equivalentes a uma nova unidade de membrana.

Deve-se ressaltar que os processos a diafragma foram incentivados no Brasil após uma Resolução do Conselho de Desenvolvimento Industrial de setembro de 1975. Na época, o processo via membrana ainda não era disponível e a tecnologia de diafragma foi adotada como sendo a que atendia aos requisitos de preservação do meio ambiente. Assim, esse processo de produção recebeu incentivos fiscais e financeiros e as indústrias que se instalaram ainda estão com equipamentos relativamente novos e em plena capacidade de produção.

No Japão, um acordo entre o governo e a indústria de cloro-soda resultou na substituição da tecnologia de mercúrio pela de membrana dentro de um prazo de 16 anos. Na Europa, discute-se o período de 20 anos para a substituição de metade das instalações a mercúrio.

A tecnologia de membrana é preferível nos aspectos relativos a menores riscos ambientais e menor consumo de energia, entretanto novos projetos estão em ritmo de espera devido à retração econômica e à indefinição da indústria petroquímica (que é grande demandante dos produtos do setor de cloro-soda). Além disso, alguns produtos que utilizam cloro na sua composição (PVC, celulose branqueada com cloro ou os clorofluorcarbonos) estão sendo taxados como potenciais causadores da emissão de dioxina e destruição da camada de ozônio.

3.3 Aspectos Ambientais

O processo de diafragma utiliza-se de fibras de amianto (asbestos) na célula de separação de cloro e hidrogênio. Toda a operação é realizada em meio aquoso e o resíduo obtido é enviado para empresas que realizam sua reciclagem (indústrias produtoras de artefatos de fibrocimento, por exemplo) ou é disposto em aterros, não ocasionando problemas ambientais. Dessa forma, o impacto ambiental desse tipo de unidade é reduzido, desde que se mantenha controle no manuseio dos asbestos (na montagem da célula e no destino do resíduo).

O processo a mercúrio, é estimado o consumo de 27 gramas de mercúrio por tonelada de cloro produzida. No caso desse processo, a questão ambiental é muito mais complexa.

Na sala das células, onde é possível a emanção de vapores de mercúrio, são necessários cuidados especiais: redução da temperatura ambiente, boa ventilação, proteção dos operadores através do uso de máscaras, cuidados com vestimenta e banho após a jornada de trabalho e exames frequentes do teor de mercúrio na urina dos operadores (há empresas que adotam o intervalo de 15 dias).

Além disso, os efluentes líquidos devem ser tratados para reduzir ao mínimo o lançamento de resíduos de mercúrio em esgotos, córregos ou rios.

A indústria brasileira de cloro-soda tem sido bastante pró-ativa neste sentido, tendo reduzido o consumo de mercúrio de 352 gramas por tonelada (em 1976) para 27 gramas por tonelada, através de aprimoramento tecnológico e preocupação ambiental.

A legislação brasileira sobre a questão ambiental na indústria de cloro-soda é muito mais restritiva do que a correspondente de outros países com relação ao controle do mercúrio. Isso engloba desde o padrão de emissão para águas de descarte, padrão de qualidade para o ar ambiente da sala eletrolítica até o limite de tolerância biológica e padrão de qualidade ambiental.

4. INDICADORES DE CONSUMO ENERGÉTICO

O Consumo global de energia no setor Cloro-Soda corresponde a algo em torno de 3% da oferta nacional. É, portanto, um setor grande demandante de energia elétrica. Em termos de consumo específico, o setor pode ser considerado energo intensivo, uma vez que o conteúdo de energia por tonelada de soda ou cloro produzido está na casa dos 0,29 tEP. Com os dados da Tabela 6 e usando-se como ponderação as proporções da produção nacional de cada processo, verifica-se que a energia tem um peso médio de 40% no custo de produção. A matéria prima pesa de 20 a 25%. Ainda em relação a Tabela 6, observa-se que Estados Unidos e Alemanha têm custos sistematicamente inferiores aos brasileiros em todos os processos. Isto pode ser atribuído a vantagens tarifárias contratuais para compra de energia elétrica dadas as indústrias do setor naqueles países.

A Tabela 7 e Figura 6 mostram a evolução do consumo específico de energia elétrica do setor para os dados disponíveis dos anos de 1987 a 1991. Observa-se uma grande estabilidade, nestes cinco anos, do consumo específico de energia elétrica. Tomando-se por base os consumos teóricos Figuras 3, 4 e 5, e comparando-se com os dados da Tabela 7, observa-se que o consumo real está pouco acima do limite superior do consumo mais alto que é o do processo a mercúrio - 0,275 tEP. Estes dados, contudo, em geral, estão superestimados por estarem incorporando o consumo

TABELA 6 - CUSTO PARA PRODUÇÃO DE 1 TONELADA
ELETROLÍTICA EM VÁRIOS PAÍSES

PAÍSES	PROCESSOS					
	DIAFRAGMA		MERCÚRIO		MEMBRANA	
	US\$/t	%	US\$/t	%	US\$/t	%
BRASIL						
ENERGIA ELÉTRICA	75.00	35.71%	55.00	28.21%	-	-
VAPOR	16.00	7.62%	2.00	1.03%	-	-
CUSTO TOTAL DE ENERGIA	91.00	43.33%	57.00	29.23%	-	-
CUSTO TOTAL DE PRODUÇÃO	210.00	100.00%	195.00	100.00%	-	-
ESTADOS UNIDOS						
ENERGIA ELÉTRICA	50.61	31.21%	57.04	34.50%	44.65	30.32%
VAPOR	11.64	7.18%	0.47	0.28%	4.27	2.90%
CUSTO TOTAL DE ENERGIA	62.25	38.39%	57.51	34.78%	48.92	33.22%
CUSTO TOTAL DE PRODUÇÃO	162.16	100.00%	165.35	100.00%	147.28	100.00%
ALEMANHA OCIDENTAL						
ENERGIA ELÉTRICA	68.67	37.56%	77.51	40.75%	60.70	36.73%
VAPOR	13.15	7.19%	0.52	0.27%	4.79	2.90%
CUSTO TOTAL DE ENERGIA	81.82	44.75%	78.03	41.03%	65.49	39.63%
CUSTO TOTAL DE PRODUÇÃO	182.82	100.00%	190.19	100.00%	165.26	100.00%
JAPÃO						
ENERGIA ELÉTRICA	125.07	49.36%	140.98	52.71%	110.33	47.37%
VAPOR	16.34	6.45%	0.66	0.25%	5.96	2.56%
CUSTO TOTAL DE ENERGIA	141.41	55.81%	141.64	52.96%	116.29	49.93%
CUSTO TOTAL DE PRODUÇÃO	253.38	100.00%	267.46	100.00%	232.91	100.00%

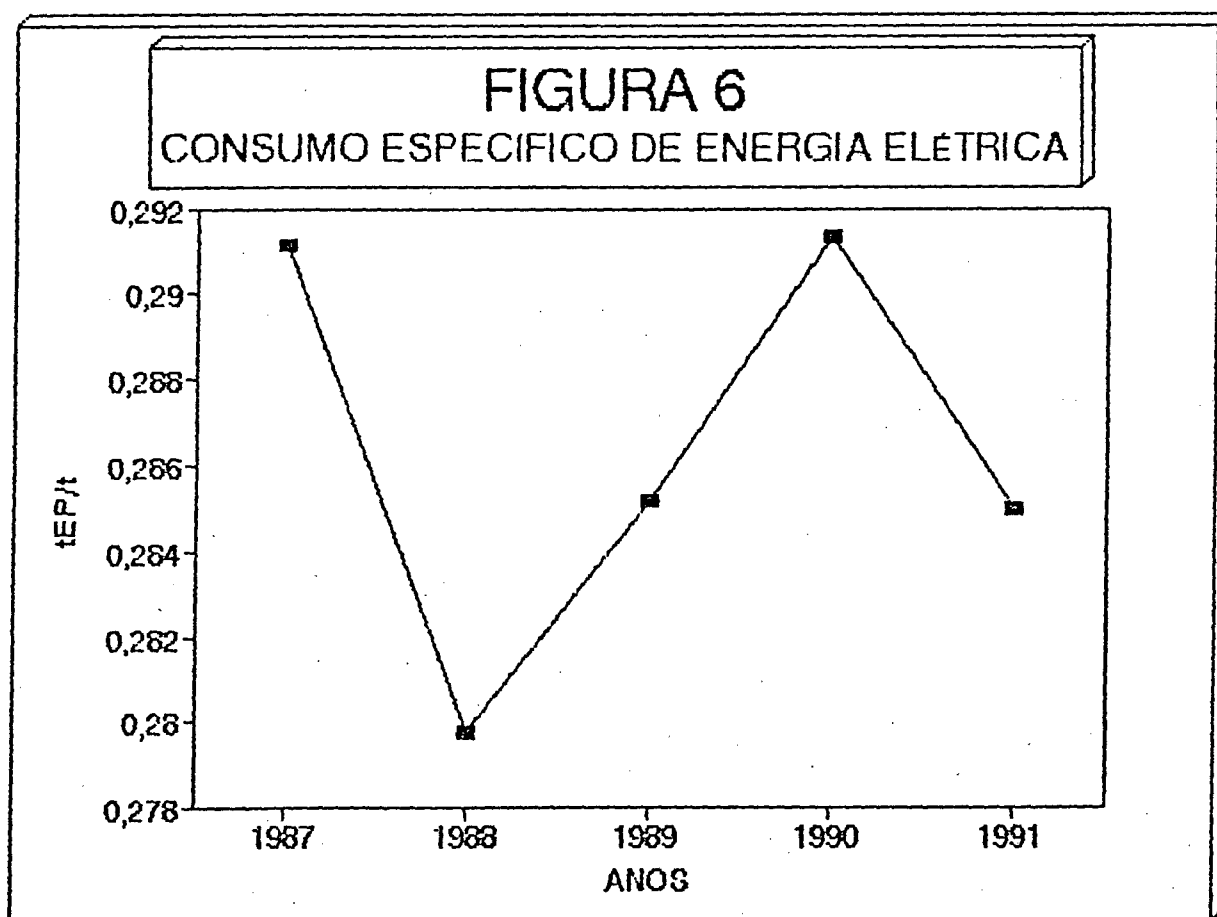
OBS.: Uma tonelada eletrolítica corresponde a, aproximadamente,
520 kg de soda cáustica e 471 kg de cloro

TABELA 7 - CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

CONSUMO DE ENERGIA ELETRICA	1987	1988	1989	1990	1991
MWh	3.228.700	3.274.600	3.537.900	3.553.900	3.764.100
tEP	277.668	281.616	304.259	305.635	323.713

CONSUMO ESPECIFICO	1987	1988	1989	1990	1991
MWh/t	3,386	3,253	3,316	3,383	3,314
tEP/t	0,291	0,280	0,285	0,291	0,285

FONTE: ABICLOR - Relatório Estatístico 1987/1991



energético de outras plantas de utilidades ou por critérios de rateio que trazem alguma arbitrariedade.

A conversão de processo a diafragma e mercúrio para membrana - o processo mais eficiente energeticamente e ambientalmente - segundo o estudo Tecnologias da Indústria Cloro-Alcali, elaborado pela ABICLOR, pode ser realizado com algumas restrições. No caso do processo a diafragma duas alternativas são disponíveis: a) o acoplamento de uma planta à membrana junto à planta à diafragma, sendo que a primeira utilizaria o sal produzido na concentração do licor de células para preparação da salmoura, e b) a utilização de membranas com formato de envelope, que é uma alternativa mais barata, mas apresenta um consumo de energia elétrica um pouco superior ao de um eletrolizador projetado especialmente para o uso de membrana. No caso do processo a mercúrio a conversão é a mais cara devido à necessidade da construção de uma unidade de evaporação e geração de vapor.

Contudo, a otimização das plantas hoje existentes parece ser a estratégia mais consistente para a redução do consumo de energia. Além disso, a utilização de membranas sofre a restrição de contar com apenas dois fornecedores mundiais das mesmas, Du Pont e Asahi Glass.

A tendência, todavia, é das novas plantas a serem construídas sejam à membrana, mesmo porque estima-se que o investimento em uma planta a membrana seja 25% inferior do que uma planta à diafragma e tem custos operacionais menores. O investimento médio estimado em estudo do DEME/DVPM é de US\$120 milhões por unidade de 100.000 t/a de soda cáustica.

5. CONCLUSÕES

O setor Cloro-Soda no Brasil apresenta uma dinâmica de crescimento ligada principalmente aos projetos petroquímicos e de celulose. Portanto, as políticas industriais e energéticas para o setor têm de levar em consideração esta característica. Dois fatores fundamentais no comportamento do setor é o alto custo de investimento nas plantas industriais e seu papel de produtor de utilidade de outras plantas industriais. Isto traz como consequência um alto nível de utilização da capacidade instalada, perto de 100%, com os investimentos sendo realizados quase sempre no limite da necessidade técnica.

Em função do alto peso da energia nos custos de produção, a competitividade internacional do setor está ligada a vantagens nos preços de energia elétrica. De forma mais ampla, contudo, como a indústria está acoplada a outros setores industriais, petroquímica e celulose, em última instância é a competitividade destes setores que determina a competitividade do setor cloro-soda.

A concentração da produção em poucas plantas industriais é também função das vantagens de escala e alto custo de investimento das plantas não só do processo cloro-soda, como da indústria a jusante deste.

O comércio exterior é insignificante para o setor, devendo-se, neste caso, analisar o comportamento da indústria a jusante.

O consumo energético oferece poucas alternativas de otimização técnica, a não ser pela conversão ou utilização do princípio das membranas nos processos atuais. Todavia o custo destas conversões as torna proibitivas atualmente. A tendência é que apenas as novas plantas a serem construídas sejam baseadas em membrana.

São Paulo, 25 de junho de 1993

6. BIBLIOGRAFIA

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA.

Organização dos Estudos: alumínio, ferro-ligas, soda cloro.
s.l.p.: MME, s.d.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALCALIS E CLORO DERIVADOS.

Relatório Estatístico 1987/1991.

Rio de Janeiro: ABICLOR, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALCALIS E CLORO DERIVADOS.

Relatório Estatístico 1992.

São Paulo: ABICLOR, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALCALIS E CLORO DERIVADOS.

Tecnologias da Indústria de Cloro-álcali.

s.l.p.: ABICLOR, s.d.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALCALIS E CLORO DERIVADOS.

Mercurio e Indústria de Soda Cáustica/Cloro - Estudos Técnicos

1.

s.l.p.: ABICLOR, 1992.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS.

Parecer sobre Projeto de Lei nº 281 de 1992 do Deputado
Estadual

Ivan Valente que veda a utilização de células de mercúrio
e
diafragma por indústrias produtoras de cloro-soda no Estado de
São

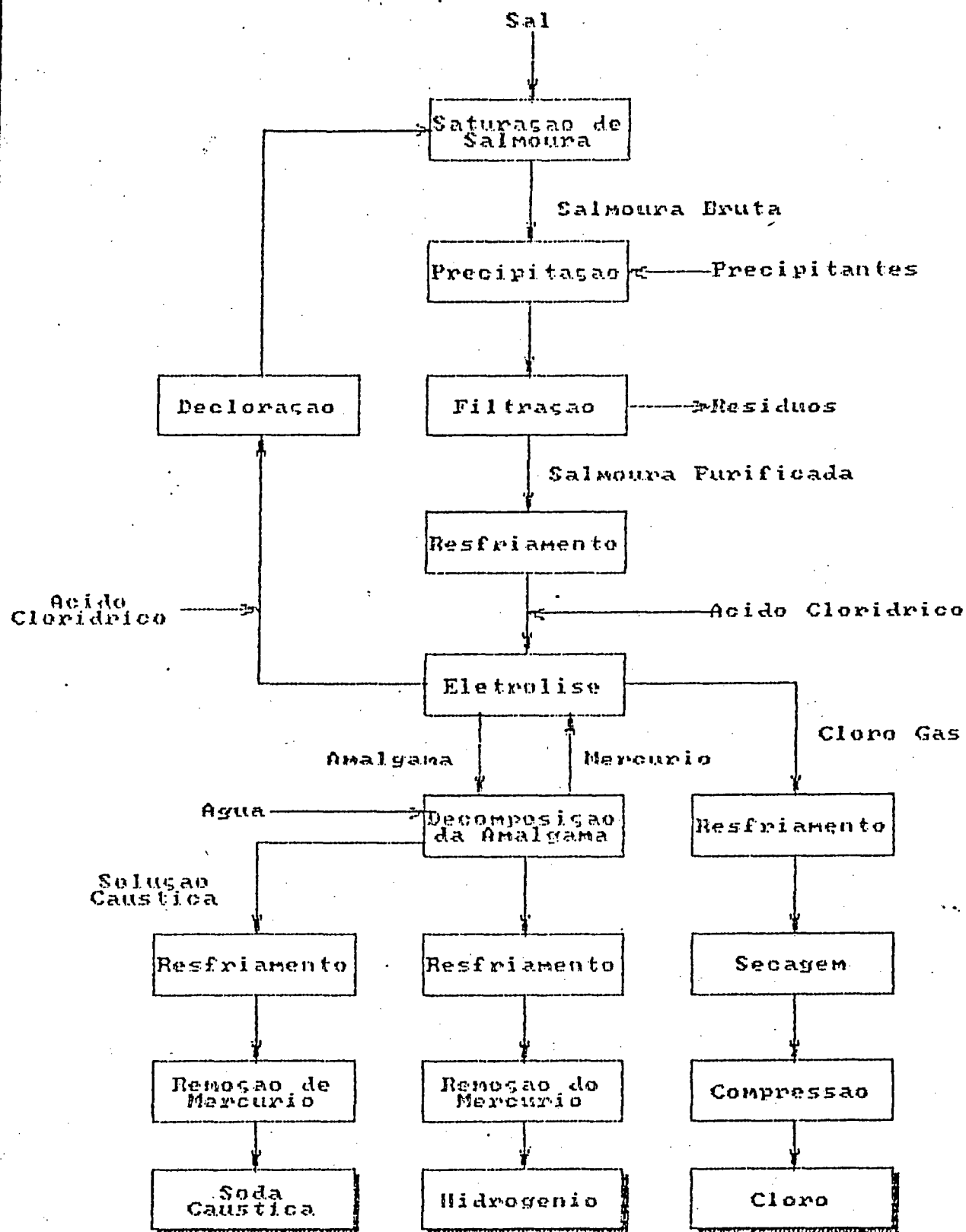
Paulo.

São Paulo: IPT, 1992. (Parecer Técnico nº 5.903/92)

ANEXO I

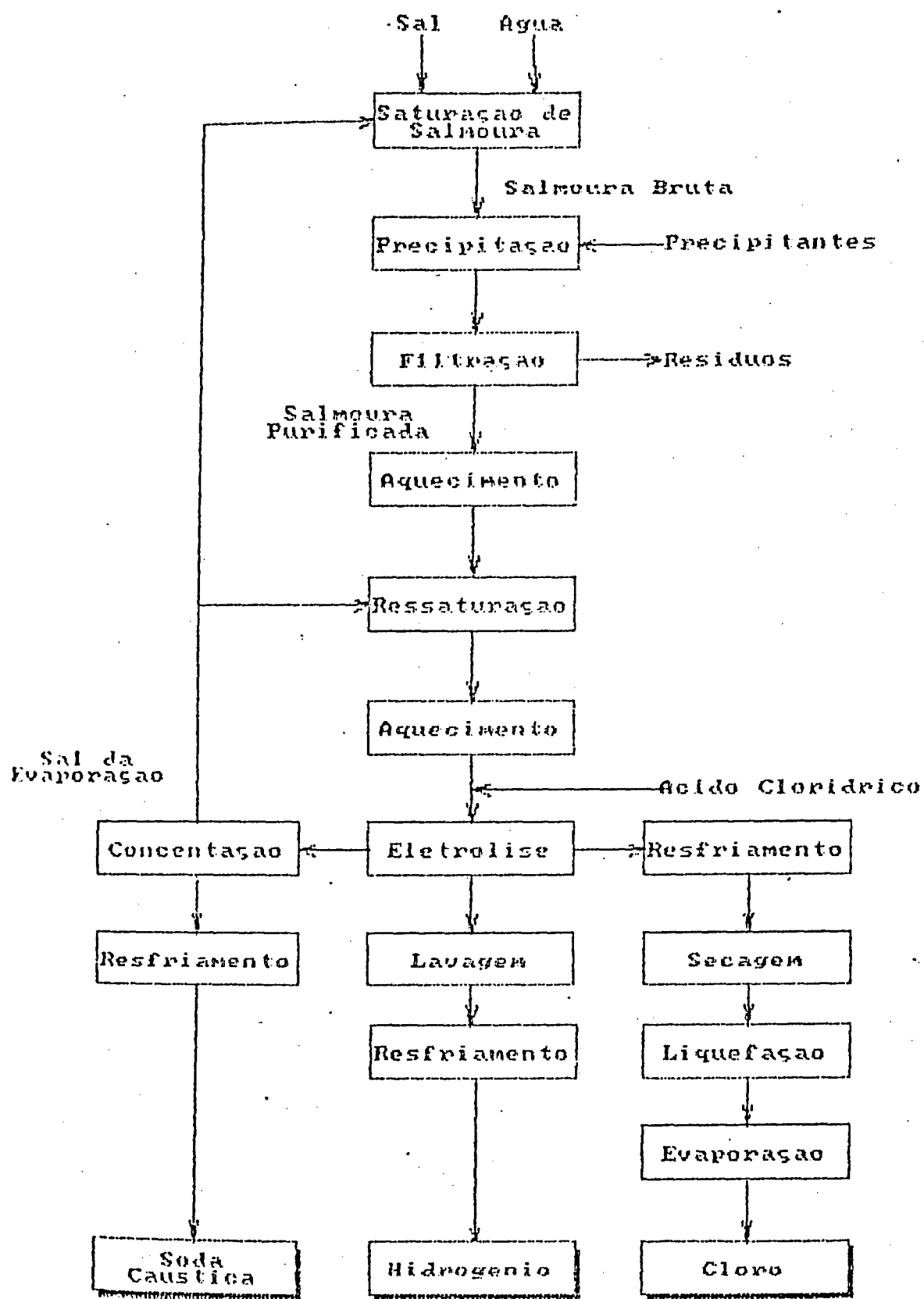
FLUXOGRAMAS DETALHADOS DE PRODUÇÃO

Processo Mercurio



Fonte: ABICLOR - Tecnologias da Indústria Cloro-Alcali

Processo Diafragma



Fonte: ABICLOR - Tecnologias da Indústria Cloro-Álcali

ANEXO II

VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS DIFERENTES PROCESSOS

PROCESSO	VANTAGENS	DESVANTAGENS
DIAFRAGMA	Uso de salmoura de poco de salgema, nao necessitando de sal solido; baixo consumo de energia eletrica; elevada experiencia por anos de uso continuo; baixos custos para os componentes das celulas e construcao simples.	Uso de asbestos, alto consumo de vapor para concentrar a soda caustica em uma unidade de evaporacao em multiplos efeitos de alto custo, baixa pureza da soda caustica, baixa qualidade do cloro, celula sensivel a variacoes de pressao.
MERCURIO	Soda caustica com 50% em peso direto da celula; alto grau de pureza da soda, cloro e hidrogenio; purificacao simples da salmoura; elevada experiencia por anos de uso continuo.	Uso de mercurio, de sal solido, alto custo de operacao; alto custo de protecao ambiental, para a sala de celulas; celula de operacao e construcao mais complexa.
MEMBRANA	Baixo consumo total de energia, baixo investimento de capital, custo de operacao, soda caustica de alta pureza, insensiveis a variacoes de corrente eletrica e paradas; sao esperadas novas melhorias para o futuro.	Uso de sal solido, a salmoura tem que ser de altissima qualidade, alta concentracao de oxigenio no cloro; alto custo da membrana; pouca experiencia em uso industrial, havendo no mundo um numero relativamente pequeno de grandes instalacoes.

FONTE: Tecnologias da Industria Cloro-Alcali - ABICLOR

ANEXO III

DADOS SOBRE COMÉRCIO EXTERIOR COM O MERCOSUL

1980

EXPORTACAO	ARGENTINA	
	Kg	US\$ FOB
HIPOCLORITO DE SODIO EM SOLUCAO	0	0
HIPOCLORITO DE SODIO (OUTROS)	0	0
SUBTOTAL	0	0
SODA CAUSTICA FUNDIDA	0	0
SODA CAUSTICA EM ESCAMAS	1 316 540	523 557
SODA CAUSTICA EM SOLUCAO AQUOSA	14 025 861	1 303 981
SODA CAUSTICA (OUTROS)	0	0
POTASSA CAUSTICA	0	0
SUBTOTAL	15 342 401	1 827 538
TOTAL		1 827 538

IMPORTACAO	ARGENTINA	
	Kg	US\$ CIF
SODA CAUSTICA EM ESCAMAS	0	0
TOTAL	0	0

FONTE: DECEX

PARAGUAI		URUGUAI		TOTAL	
Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB
113 817	20 322	0	0	113 817	20 322
0	0	0	0	0	0
113 817	20 322	0	0	113 817	20 322
700 000	256 795	0	0	700 000	256 795
143 813	54 470	0	0	1 460 353	578 027
0	0	3 996 650	545 542	18 022 511	1 849 523
1 595	994	0	0	1 595	994
0	0	0	0	0	0
845 408	312 259	3 996 650	545 542	20 184 459	2 685 339
	332 581		545 542		2 705 661

PARAGUAI		URUGUAI		TOTAL	
Kg	US\$CIF	Kg	US\$CIF	Kg	US\$CIF
0	0	140 000	47 618	140 000	47 618
0	0	140 000	47 618	140 000	47 618

1981

EXPORTACAO	ARGENTINA		PARAGUAI		URUGUAI		TOTAL	
	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB
HIPOCLORITO DE SODIO EM SOLUCAO	0	0	70 491	24 437	0	0	70 491	24 437
HIPOCLORITO DE SODIO (OUTROS)	0	0	0	0	0	0	0	0
SUBTOTAL	0	0	70 491	24 437	0	0	70 491	24 437
SODA CAUSTICA FUNDIDA	0	0	580 160	264 712	66 000	22 400	646 160	287 112
SODA CAUSTICA EM ESCAMAS	0	0	125 688	64 685	352 000	119 942	477 688	184 627
SODA CAUSTICA EM SOLUCAO AQUOSA	25 935 253	3 949 515	600	566	8 043 308	1 459 831	33 979 161	5 409 912
SODA CAUSTICA (OUTROS)	0	0	0	0	0	0	0	0
POTASSA CAUSTICA	0	0	0	0	0	0	0	0
SUBTOTAL	25 935 253	3 949 515	706 448	329 963	8 461 308	1 602 173	35 103 009	5 881 651
TOTAL		3 949 515		354 400		1 602 173		5 908 088

IMPORTACAO	ARGENTINA		PARAGUAI		URUGUAI		TOTAL	
	Kg	US\$CIF	Kg	US\$CIF	Kg	US\$CIF	Kg	US\$CIF
SODA CAUSTICA EM ESCAMAS	0	0	0	0	150 000	53 900	150 000	53 900
TOTAL	0	0	0	0	150 000	53 900	150 000	53 900

FONTE: DECEX

1982

EXPORTACAO	ARGENTINA		PARAGUAI		URUGUAI		TOTAL	
	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB
HIPOCLORITO DE SODIO EM SOLUCAO	0	0	60 698	15 821	0	0	60 698	15 821
HIPOCLORITO DE SODIO (OUTROS)	0	0	0	0	0	0	0	0
SUBTOTAL	0	0	60 698	15 821	0	0	60 698	15 821
SODA CAUSTICA FUNDIDA	0	0	1 500 000	528 163	65 240	21 859	1 565 240	550 022
SODA CAUSTICA EM ESCAMAS	3 163 000	1 025 491	81 273	37 350	386 000	122 578	3 630 273	1 185 419
SODA CAUSTICA EM SOLUCAO AQUOSA	36 362 299	3 868 992	0	0	23 000	3 234	36 385 299	3 872 226
SODA CAUSTICA (OUTROS)	0	0	0	0	0	0	0	0
POTASSA CAUSTICA	337 100	226 637	0	0	0	0	337 100	226 637
SUBTOTAL	39 862 399	5 121 120	1 581 273	565 513	474 240	147 671	41 917 912	5 834 304
TOTAL		5 121 120		581 334		147 671		5 850 125

IMPORTACAO	ARGENTINA		PARAGUAI		URUGUAI		TOTAL	
	Kg	US\$CIF	Kg	US\$CIF	Kg	US\$CIF	Kg	US\$CIF
SODA CAUSTICA EM ESCAMAS	0	0	0	0	50 000	13 500	50 000	13 500
TOTAL	0	0	0	0	50 000	13 500	50 000	13 500

FONTE: DECEX

1983

EXPORTACAO	ARGENTINA	
	Kg	US\$FOB
HIPOCLORITO DE SODIO EM SOLUCAO	0	0
HIPOCLORITO DE SODIO (OUTROS)	0	0
SUBTOTAL	0	0
SODA CAUSTICA FUNDIDA	0	0
SODA CAUSTICA EM ESCAMAS	1 325 100	377 854
SODA CAUSTICA EM SOLUCAO AQUOSA	42 600 000	2 835 590
SODA CAUSTICA (OUTROS)	0	0
POTASSA CAUSTICA	381 500	246 359
SUBTOTAL	44 306 600	3 459 803
TOTAL		3 459 803

IMPORTACAO	ARGENTINA	
	Kg	US\$CIF
SODA CAUSTICA EM ESCAMAS	0	0
TOTAL	0	0

FONTE: DECEX

PARAGUAI		URUGUAI		TOTAL	
Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB
98 839	16 420	0	0	98 839	16 420
0	0	0	0	0	0
98 839	16 420	0	0	98 839	16 420
1 799 800	625 019	21 960	6 312	1 821 760	631 331
439 672	155 880	242 000	69 300	2 006 772	603 034
1 920	394	532 680	38 871	43 134 600	2 874 855
60	46	0	0	60	46
500	539	10 000	5 700	392 000	252 598
2 241 952	781 878	806 640	120 183	47 355 192	4 361 864
	798 298		120 183		4 378 284

PARAGUAI		URUGUAI		TOTAL	
Kg	US\$CIF	Kg	US\$CIF	Kg	US\$CIF
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

1984

EXPORTACAO	ARGENTINA		PARAGUAI		URUGUAI		TOTAL	
	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB
HIPOCLORITO DE SODIO EM SOLUCAO	0	0	73 386	11 229	0	0	73 386	11 229
HIPOCLORITO DE SODIO (OUTROS)	0	0	10	8	0	0	10	8
SUBTOTAL	0	0	73 396	11 237	0	0	73 396	11 237
SODA CAUSTICA FUNDIDA	0	0	3 660 208	1 104 958	0	0	3 660 208	1 104 958
SODA CAUSTICA EM ESCAMAS	0	0	458 961	137 471	126 000	35 030	584 961	172 501
SODA CAUSTICA EM SOLUCAO AQUOSA	7 226 012	979 341	0	0	1 373 737	137 254	8 599 749	1 116 595
SODA CAUSTICA (OUTROS)	0	0	0	0	0	0	0	0
POTASSA CAUSTICA	440 600	235 171	0	0	35 000	20 625	475 600	255 796
SUBTOTAL	7 666 612	1 214 512	4 119 169	1 242 429	1 534 737	192 909	13 320 518	2 649 850
TOTAL		1 214 512		1 253 666		192 909		2 661 087

IMPORTACAO	ARGENTINA		PARAGUAI		URUGUAI		TOTAL	
	Kg	US\$CIF	Kg	US\$CIF	Kg	US\$CIF	Kg	US\$CIF
SODA CAUSTICA EM ESCAMAS	0	0	0	0	22 000	5 500	22 000	5 500
TOTAL	0	0	0	0	22 000	5 500	22 000	5 500

FONTE: DECEX

1985

EXPORTACAO	ARGENTINA		PARAGUAI		URUGUAI		TOTAL	
	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB
HIPOCLORITO DE SODIO EM SOLUCAO	0	0	39 506	7 735	0	0	39 506	7 735
HIPOCLORITO DE SODIO (OUTROS)	0	0	67 600	8 821	0	0	67 600	8 821
SUBTOTAL	0	0	107 106	16 556	0	0	107 106	16 556
SODA CAUSTICA FUNDIDA	0	0	2 427 320	727 369	0	0	2 427 320	727 369
SODA CAUSTICA EM ESCAMAS	3 711 980	1 117 395	291 140	87 539	71 000	20 145	4 074 120	1 225 079
SODA CAUSTICA EM SOLUCAO AQUOSA	1 259 919	118 421	0	0	2 260 292	213 708	3 520 211	332 129
SODA CAUSTICA (OUTROS)	0	0	0	0	0	0	0	0
POTASSA CAUSTICA	396 000	189 088	0	0	10 000	5 600	406 000	194 688
SUBTOTAL	5 367 899	1 424 904	2 718 460	814 908	2 341 292	239 453	10 427 651	2 479 265
TOTAL		1 424 904		831 464		239 453		2 495 821

IMPORTACAO	ARGENTINA		PARAGUAI		URUGUAI		TOTAL	
	Kg	US\$CIF	Kg	US\$CIF	Kg	US\$CIF	Kg	US\$CIF
SODA CAUSTICA EM ESCAMAS	0	0	0	0	44 000	12 760	44 000	12 760
TOTAL	0	0	0	0	44 000	12 760	44 000	12 760

FONTE: DECEX

1986

EXPORTACAO	ARGENTINA		PARAGUAI		URUGUAI		TOTAL	
	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB
HIPOCLORITO DE SODIO EM SOLUCAO	0	0	0	0	0	0	0	0
HIPOCLORITO DE SODIO (OUTROS)	0	0	238 200	31 160	0	0	238 200	31 160
SUBTOTAL	0	0	238 200	31 160	0	0	238 200	31 160
SODA CAUSTICA FUNDIDA	0	0	2 323 080	635 219	0	0	2 323 080	635 219
SODA CAUSTICA EM ESCAMAS	4 561 540	1 378 257	253 498	74 265	69 000	19 035	4 884 038	1 471 557
SODA CAUSTICA EM SOLUCAO AQUOSA	0	0	25	7	0	0	25	7
SODA CAUSTICA (OUTROS)	0	0	0	0	0	0	0	0
POTASSA CAUSTICA	700 000	306 590	7	144	35 000	18 870	735 007	325 604
SUBTOTAL	5 261 540	1 684 847	2 576 610	709 635	104 000	37 905	7 942 150	2 432 387
TOTAL		1 684 847		740 795		37 905		2 463 547

IMPORTACAO	ARGENTINA		PARAGUAI		URUGUAI		TOTAL	
	Kg	US\$CIF	Kg	US\$CIF	Kg	US\$CIF	Kg	US\$CIF
SODA CAUSTICA EM ESCAMAS	0	0	0	0	294 000	90 300	294 000	90 300
TOTAL	0	0	0	0	294 000	90 300	294 000	90 300

FONTE: DECEX

1987

EXPORTACAO	ARGENTINA	
	Kg	US\$FOB
HIPOCLORITO DE SODIO EM SOLUCAO	0	0
HIPOCLORITO DE SODIO (OUTROS)	0	0
SUBTOTAL	0	0
SODA CAUSTICA FUNDIDA	0	0
SODA CAUSTICA EM ESCAMAS	0	0
SODA CAUSTICA EM SOLUCAO AQUOSA	0	0
SODA CAUSTICA (OUTROS)	0	0
POTASSA CAUSTICA	255 000	108 962
SUBTOTAL	255 000	108 962
TOTAL		108 962

IMPORTACAO	ARGENTINA	
	Kg	US\$FOB
SODA CAUSTICA EM ESCAMAS	0	0
SODA CAUSTICA EM SOLUCAO AQUOSA	18 540 554	1 879 863
TOTAL	18 540 554	1 879 863

FONTE: DECEX

PARAGUAI		URUGUAI		TOTAL	
Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB
200	39	0	0	200	39
178 260	23 278	0	0	178 260	23 278
178 460	23 317	0	0	178 460	23 317
1 557 000	405 643	0	0	1 557 000	405 643
826 786	220 397	106 000	26 927	932 786	247 324
0	0	0	0	0	0
21 180	6 441	60	176	21 240	6 617
0	0	30 000	16 800	285 000	125 762
2 404 966	632 481	136 060	43 903	2 796 026	785 346
	655 798		43 903		808 663

PARAGUAI		URUGUAI		TOTAL	
Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB
0	0	1 496 000	481 430	1 496 000	481 430
0	0	0	0	18 540 554	1 879 863
0	0	1 496 000	481 430	20 036 554	2 361 293

1988

EXPORTACAO	ARGENTINA	
	Kg	US\$FOB
HIPOCLORITO DE SODIO EM SOLUCAO	0	0
HIPOCLORITO DE SODIO (OUTROS)	0	0
SUBTOTAL	0	0
SODA CAUSTICA FUNDIDA	0	0
SODA CAUSTICA EM ESCAMAS	0	0
SODA CAUSTICA EM SOLUCAO AQUOSA	0	0
SODA CAUSTICA (OUTROS)	0	0
POTASSA CAUSTICA	527 000	269 953
SUBTOTAL	527 000	269 953
TOTAL		269 953

IMPORTACAO	ARGENTINA	
	Kg	US\$FOB
SODA CAUSTICA EM ESCAMAS	0	0
SODA CAUSTICA EM SOLUCAO AQUOSA	10 427 888	2 454 889
SODA CAUSTICA (OUTROS)	100 800	44 352
TOTAL	10 528 688	2 499 241

FONTE: DECEX

PARAGUAI		URUGUAI		TOTAL	
Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB
6 260	998	0	0	6 260	998
152 000	22 950	0	0	152 000	22 950
158 260	23 948	0	0	158 260	23 948
2 952 840	1 027 753	0	0	2 952 840	1 027 753
880 072	311 553	123 000	45 780	1 003 072	357 333
0	0	0	0	0	0
72	159	24	74	96	233
0	0	50 000	28 130	577 000	298 083
3 832 984	1 339 465	173 024	73 984	4 533 008	1 683 402
	1 363 413		73 984		1 707 350

PARAGUAI		URUGUAI		TOTAL	
Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB
0	0	1 366 000	461 690	1 366 000	461 690
0	0	42 000	16 800	10 469 868	2 471 689
0	0	0	0	100 800	44 352
0	0	1 408 000	478 490	11 936 668	2 977 731

1989

EXPORTACAO	ARGENTINA	
	Kg	US\$FOB
HIPOCLORITO DE SODIO EM SOLUCAO	0	0
HIPOCLORITO DE SODIO (OUTROS)	0	0
SUBTOTAL	0	0
SODA CAUSTICA FUNDIDA	0	0
SODA CAUSTICA EM ESCAMAS	0	0
SODA CAUSTICA EM SOLUCAO AQUOSA	0	0
SODA CAUSTICA (OUTROS)	0	0
POTASSA CAUSTICA	566 000	311 594
SUBTOTAL	566 000	311 594
TOTAL		311 594

IMPORTACAO	ARGENTINA	
	Kg	US\$FOB
SODA CAUSTICA EM ESCAMAS	-	-
SODA CAUSTICA EM SOLUCAO AQUOSA	-	-
SODA CAUSTICA (OUTROS)	-	-
TOTAL	-	-

FONTE: DECEX

PARAGUAI		URUGUAI		TOTAL	
Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB
171 500	23 547	0	0	171 500	23 547
0	0	0	0	0	0
171 500	23 547	0	0	171 500	23 547
3 207 960	1 489 926	0	0	3 207 960	1 489 926
744 010	339 034	144 260	61 733	888 270	400 767
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	70 000	39 146	636 000	350 740
3 951 970	1 828 960	214 260	100 879	4 732 230	2 241 433
	1 852 507		100 879		2 264 980

PARAGUAI		URUGUAI		TOTAL	
Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	0

1990

EXPORTACAO	ARGENTINA	
	Kg	US\$FOB
HIPOCLORITO DE SODIO EM SOLUCAO	0	0
HIPOCLORITO DE SODIO (OUTROS)	0	0
SUBTOTAL	0	0
SODA CAUSTICA FUNDIDA	0	0
SODA CAUSTICA EM ESCAMAS	64 950	29 129
SODA CAUSTICA EM SOLUCAO AQUOSA	0	0
SODA CAUSTICA (OUTROS)	0	0
POTASSA CAUSTICA	456 000	255 777
SUBTOTAL	520 950	284 906
TOTAL		284 906

IMPORTACAO	ARGENTINA	
	Kg	US\$FOB
SODA CAUSTICA FUNDIDA	0	0
SODA CAUSTICA EM ESCAMAS	1 512 000	611 856
SODA CAUSTICA EM SOLUCAO AQUOSA	43 221 149	9 141 218
SODA CAUSTICA (OUTROS)	25 500	11 985
POTASSA CAUSTICA	24 000	28 594
TOTAL	44 782 649	9 793 653

FONTE: DECEX

PARAGUAI		URUGUAI		TOTAL	
Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB
96 500	14 481	0	0	96 500	14 481
0	0	0	0	0	0
96 500	14 481	0	0	96 500	14 481
2 574 720	1 168 522	0	0	2 574 720	1 168 522
810 150	376 820	63 000	30 609	938 100	436 558
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	50 000	28 470	506 000	284 247
3 384 870	1 545 342	113 000	59 079	4 018 820	1 889 327
	1 559 823		59 079		1 903 808

PARAGUAI		URUGUAI		TOTAL	
Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB
30 000	7 200	0	0	30 000	7 200
150 000	49 000	3 444 000	1 364 872	5 106 000	2 025 728
14 000	6 919	1 930 000	636 850	45 165 149	9 784 987
0	0	0	0	25 500	11 985
0	0	0	0	24 000	28 594
194 000	63 119	5 374 000	2 001 722	50 350 649	11 858 494

1991

EXPORTACAO

ARGENTINA

	Kg	US\$FOB
HIPOCLORITO DE SODIO EM SOLUCAO	0	0
HIPOCLORITO DE SODIO (OUTROS)	0	0
SUBTOTAL	0	0
SODA CAUSTICA FUNDIDA	0	0
SODA CAUSTICA EM ESCAMAS	400 000	18 800
SODA CAUSTICA EM SOLUCAO AQUOSA	4 689 689	1 499 061
SODA CAUSTICA (OUTROS)	0	0
POTASSA CAUSTICA	389 000	212 664
SUBTOTAL	5 478 689	1 730 525
TOTAL		1 730 525

IMPORTACAO

ARGENTINA

	Kg	US\$FOB
SODA CAUSTICA EM ESCAMAS	0	0
SODA CAUSTICA EM SOLUCAO AQUOSA	7 082 737	1 099 008
SODA CAUSTICA (OUTROS)	126 000	60 225
TOTAL	7 208 737	1 159 233

FONTE: DECEX

PARAGUAI		URUGUAI		TOTAL	
Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB
323 180	62 356	0	0	323 180	62 356
0	0	0	0	0	0
323 180	62 356	0	0	323 180	62 356
2 662 200	1 292 273	0	0	2 662 200	1 292 273
715 000	361 846	96 000	47 189	1 211 000	427 835
0	0	0	0	4 689 689	1 499 061
0	0	0	0	0	0
0	0	65 000	35 966	454 000	248 630
3 377 200	1 654 119	161 000	83 155	9 016 889	3 467 799
	1 716 475		83 155		3 530 155

PARAGUAI		URUGUAI		TOTAL	
Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB	Kg	US\$FOB
0	0	1 662 000	663 021	1 662 000	663 021
0	0	0	0	7 082 737	1 099 008
0	0	0	0	126 000	60 225
0	0	1 662 000	663 021	8 870 737	1 822 254

ANEXO IV

CONCENTRAÇÃO DA PRODUÇÃO E ÍNDICE DE GINI

CONCENTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

ÍNDICE DE GINI: 0,67

