

CASA DA MOEDA DO BRASIL

CONVÊNIO CMB CPRM


PROJETO REFINO DE OURO
RELATÓRIO FINAL DA PRIMEIRA FASE

Juliano Peres Barbosa ✓

Italo B. F. A. Filisetti ✓

Roberto C. Villas Bôas ✓

I-96

	SUREMI SEDCIE
ARQUIVO TÉCNICO	
Relatório n.º	1045 - S
N.º de volumes:	1 v.º
CONFIDENCIAL	

PHL 008148



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

CETEM

1979

PROJETO REFINO DE OURO

Chefe do Projeto

Juliano Peres Barbosa ✓

Equipe Executiva

Ítalo Bernardino F. A. Filisetti ✓

José A. Vargas Montaña ✓

Juliano Peres Barbosa ✓

Paulo de Tarso Costa ✓

Colaboração

Ariolino Neres Souza ✓

Ayres Ferreira Morgado ✓

Bartolomeu Muniz Barbosa ✓

Edmo Roma de A. Lima ✓

José Farias de Oliveira

José Guedes de Andrade ✓

Participação Especial

Roberto C. Villas Bôas ✓

ÍNDICE

Capítulos		Páginas
I	INTRODUÇÃO	1
II	USOS DO OURO	3
	2.1. Introdução	3
	2.2. Joalheria	4
	2.2.1. Generalidades	4
	2.2.2. Ligas de Ouro	6
	2.2.3. Ouro Branco	11
	2.2.4. Ouro Violeta	13
	2.2.5. "Banho" de Ouro	13
	2.2.6. Soldas de Ouro	15
	2.3. Ouro Monetário	18
	2.4. Odontologia	21
	2.5. Indústria Eletrônica	26
	2.6. Indústria Química	30
	2.7. Outras Aplicações	31
	2.7.1. Aplicações Envolvendo as Propriedades Óticas do Ouro	31
	2.7.2. Construção Civil	32
	2.7.3. Medicina	32
	2.7.4. Ouro Líquido	33
	2.7.5. Aplicações Menores	33
III	ESTUDO DE MERCADO	34
	3.1. Situação Mundial do Ouro	34

Capítulos

Páginas

3.1.1. Reservas Mundiais	34
3.1.2. Produção Mundial	37
3.1.3. Consumo Mundial	39
3.1.4. Comércio Mundial	54
3.1.5. Preço do Ouro no Mercado Interna- cional	57
3.1.6. Balanço Oferta-Demanda Mundial...	61
3.2. Situação Nacional do Ouro	64
3.2.1. Reservas Nacionais	64
3.2.2. Produção Nacional	66
3.2.3. Consumo Nacional	84
3.2.4. Estimativa da Oferta Interna de Ouro no Brasil em 1978	122
3.2.5. Perspectivas do Balanço Oferta-De manda Nacional no Período 1978/88	126
IV REFINO DE OURO	130
4.1. Refino Pirometalúrgico - Processo de Clo retação Miller	131
4.1.1. Introdução	131
4.1.2. Procedimento Prático	132
4.1.3. Influência dos Principais Parâme- tros sobre a velocidade de Refino.	135
4.1.4. Recuperação do Ouro Residual	144
4.1.5. Recuperação e Refino da Prata ...	146

Capítulos

Páginas

4.2. Refino Eletrolítico - Processo Wohlwill..	149
4.2.1. Introdução	149
4.2.2. Fundamentos do Processo	153
4.2.3. Influência dos Principais Parâmetros sobre a Eficiência do Processo	155
4.2.4. Aparelhagem	161
V CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	165
5.1. Conclusões	165
5.2. Recomendações	170
BIBLIOGRAFIA	175

APÊNDICES

- A - Refino de Ouro na Rand Refinery
- B - Recuperação dos Metais do Grupo da Platina
- C - Análise Química do Ouro
- D - Manuseio do Cloro
- E - História do Ouro
- F - Mapa do Potencial Aurífero Brasileiro
- G - Patente Original Miller
- H - Legislação Sobre o Ouro

APRESENTAÇÃO

A Casa da Moeda do Brasil, através de seu Presidente, Comandante Nelson de Almeida Brum, e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, através de seu Presidente, Dr. Yvan Barretto de Carvalho, celebraram Termo de Convênio, aos 06 de junho de 1978, para prestação de serviços técnicos, consubstanciados no Processo nº 1908/78/CMB, o qual, posteriormente, sofreu admissão de interveniência do Banco Central do Brasil, segundo D.O.U. de 13/12/78.

Iniciando este Convênio, foi submetido à CMB, via carta nº 104/78/CPRM de 05.07.78, o "Plano de Trabalho do Projeto Refino de Ouro", de autoria do Químico, M.Sc. em Eng. Metalúrgica, Juliano Peres Barbosa, Coordenador do Projeto. Assim, por meio da carta C. PRES-78/060/CMB, de 01 de Agosto de 78, foram aceitas pelas CMB a execução das tarefas 000, 010, 020 e 030 constantes do referido "Plano de Trabalho". Aos 10/08/78 eram iniciados os trabalhos, ora relatados.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

O presente estudo visa obter informações e da dos acerca do potencial de viabilização de uma unidade de re fino de ouro no Brasil, levantando-se a oferta e consumo des te metal no país, bem como a tecnologia envolvida na sua pro dução, a partir do "bullion".

Para a execução desta tarefa, consubstanciada nas etapas 00, 010, 020 e 030 do Plano de Trabalho submetido e aprovado pela CMB, processou-se a uma coleta de dados jun to aos produtores e consumidores de ouro no país, visando si tuar quantitativamente a produção e o consumo nacionais. Ou trossim, paralelamente, constitui-se um banco de dados, refe rente à parte técnica da manipulação do "bullion", seu refi no e tecnologia inerentes à recuperação de ouro e sub-produ tos, inclusive houve visita à maior refinaria de ouro do mun do, a Rand Refinery, na República da África do Sul, onde se teve a oportunidade do presenciamento "in loco", de toda a sequência de operações, e cuidados, envolvidas no refino do ouro "bullion".

Na avaliação da produção e demanda de ouro no mercado interno, foram consultadas 47 empresas; destas 6 no setor de produção - além de 7 garimpos - 13 intermediários no comércio de ouro e 28 no setor de consumo - além de ou tras entidades, tais como sindicatos e associações ligados, de alguma forma, ao uso e consumo do ouro. Estas consultas foram realizadas, via aplicação de questionários específi cos, via entrevistas com pessoas representativas daquelas em presas e/ou entidades. Foram visitados, ainda, outros ór gãos do serviço público, CACEX, Agências da Receita Federal

de Itaituba, Macapá, Conceição do Araguaia e Santarém, bem como a Sede do DNPM, em Brasília e os Distritos de São Paulo, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, Goiânia, Salvador, Belém e Manaus - com o objetivo de consolidar algumas das informações recebidas.

Vale salientar o fato de que, se por um lado houve boa aceitação por parte de algumas empresas, na resposta aos questionários e/ou perguntas nas entrevistas, a grande maioria mostrou-se refratária a certas informações, negando-se a prestá-las. Dessa forma, tais dados foram considerados como nominais e outros testes buscados e/ou tentados, no sentido de se averiguar certas informações. Ainda, informações contraditórias emergiram e, na análise destas, ou foram descartadas, ou se procurou compará-las a dados oficiais - eventualmente disponíveis - até se decidir, ou não, pela suas aceitações.

Quanto ao levantamento da tecnologia de refino de ouro, efetuou-se a uma meticulosa varredura de toda a literatura publicada a respeito. Seguida de detalhada análise crítica e enfeixada pela visita e discussões à Rand Refinery.

Este estudo é, sem dúvida, um dos primeiros realizados abordando o complexo mercado de ouro no país, assim como descrevendo a tecnologia de refino de ouro, nas suas várias formas. Na sua parte mercadológica, em virtude dos inúmeros obstáculos salientados, deve, forçosamente, ser encarado como preliminar. Entretanto, na parte tecnológica, traz todas as informações técnicas "de ponta", sendo, sem margem a erro, completo.

Dessa forma, em que as restrições mercadológicas apontadas, crê-se que o objetivo proposto no "Plano de Trabalho" citado, foi plenamente atingido, pois indica o potencial de viabilização de uma unidade de refino de ouro, processando qualquer quantidade de ouro proveniente de minas e/ou garimpos.

CAPÍTULO II

U S O S D O O U R O

2.1 - INTRODUÇÃO

A tradição história da humanidade tem assegurado ao ouro um papel único como padrão monetário e metal base para cunhagem de moedas e reserva da riqueza das nações. Entretanto, já desde o Antigo Egito, era empregado também em artefatos artísticos de expressão e como jóias para embelezamento da figura humana. Sua beleza de cor e brilho, permanência e durabilidade - é praticamente inatacável por agentes corrosivos comuns - sua alta maleabilidade e valor intrínseco eram, como ainda são, atrativos para as aplicações artísticas.

Atualmente, usos industriais surgem e crescem com o desenvolvimento e sofisticação da indústria e com o aparecimento de aplicações mais modernas, principalmente nos campos da odontologia e eletrônica e indústrias correlatas.

2.2. - JOALHERIA

2.2.1. - Generalidades

O maior consumo de ouro é reservado à joalheria, pois suas ligas apresentam propriedades estéticas, mecânicas e de resistência à corrosão e ao suor requeridas na fabricação de peças de formato intrincado para uso pessoal. Ouro puro não é usualmente empregado devido a sua flacidez e problemas de desgaste.

Em joalheria, o teor de ouro contido em suas ligas é expressa em quilates, que vem ser a fração de ouro expressa em 24 partes. Ou seja, uma liga de ouro de 18 quilates, por exemplo, contém 18/24 partes ou 75% em peso de ouro.

A maior parte do ouro utilizada em joalheria, é em forma de ligas com prata, cobre e algum zinco. Este fato é explicado pela inúmera variedade de cores que pode ser obtida com estas ligas, além dos aspectos custo e propriedades mecânicas. A Figura 1 apresenta às diversas cores que podem ser obtidas pelas ligas de ouro-prata-cobre.

A adição de zinco pode ser feita às ligas de ouro tanto em pequena proporção - até 0,5% - como agente desoxidante, quanto em grande proporção - até mais de 10% - nos casos de ligas de baixo quilate, principalmente, ricas em cobre. Neste último caso o zinco atua sobre a cor e propriedades mecânicas das ligas, reduzindo o risco de quebra dos manufaturados.

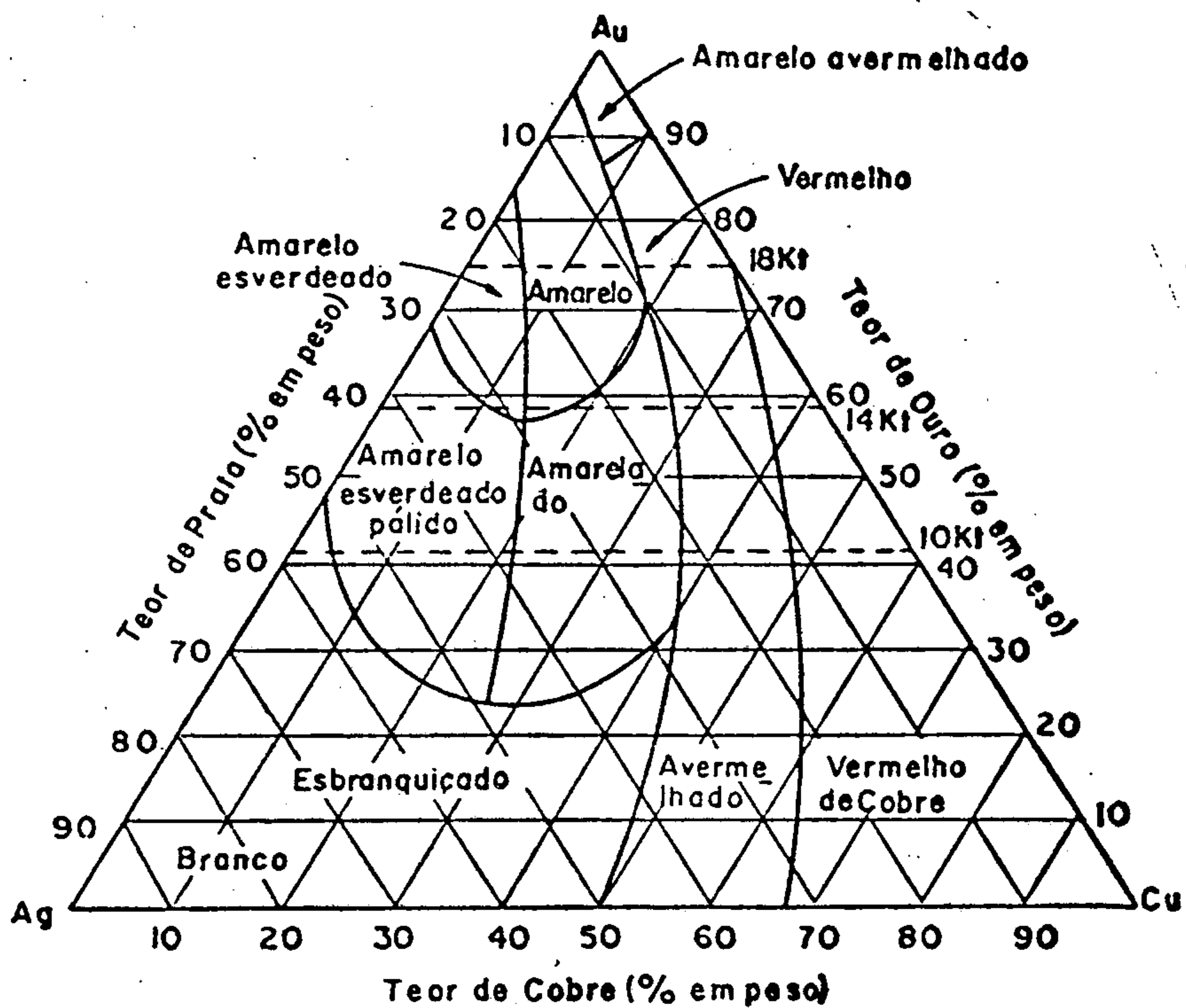


Fig.1 — Faixas de composição em percentagem em peso para varias cores de ligas Ouro/Prata-Cobre

2.2.2. - Ligas de Ouro

As ligas de ouro mais comuns em joalherias são de 18 e 14 quilates, seguidas das de 10 e 22 quilates.

Ligas para jóias de primeira categoria são ligas de 18 quilates (75% em peso de Au). Estas ligas possuem ótimas propriedades físicas e mecânicas e excelente resistência à oxidação e ao embaciamento. Apresentam vantagens sobre as de 22 quilates por possuírem maior dureza e resistência; e sobre as de 14 quilates por serem mais facilmente fundidas e moldadas, além de estarem mais livres de porosidades gasosas.

As ligas de 18 quilates possuem uma variedade de cores à escolha do ourives. A Tabela 1 fornece algumas cores destas ligas.

Grande parte do ouro de joalheria é de 14 quilates (58% de Au). Essas ligas são maleáveis e dúteis o suficiente para serem prensadas e estiradas, devendo ser fundidas e moldadas em ausência de oxigênio. Têm resistência à corrosão e ao suor e ricas tonalidades, mas estas propriedades caem violentamente para ligas de mais baixo teor de ouro.

As ligas de 10,9 e 8 quilates são empregadas em jóias de menor valor visto serem suscetíveis de embaciamento e oxidação. A presença de relativamente altas percentagens de zinco é, muitas vezes, essencial para o melhoramento de várias propriedades dessas ligas. Neste caso, essas ligas podem ser consideradas como latão, onde o cobre é substituído por ouro e prata.

Poucos países adotam uma padronização para as composições de ligas de ouro. Somente algumas poucas ligas têm composições padrão em diferentes países (Tabela 2). Na prática, verifica-se a existência de uma infinidade de composições para um determinado quilate sem seguir nenhuma padronização. A Tabela 3, por exemplo, apresenta composições de algumas

Tabela 1 - Algumas cores em ligas 18 kt.

CÔR	Composição (%)		
	Ag	Cu	Au
Esverdeada	25	-	75
Verde amarelo pálido	21,4	3,6	
Amarelo pálido	16,7	8,3	
Amarelo vivo	12,5	12,5	
Róseo	9,0	16,0	
Vermelho pálido	8,3	16,7	
Laranja	3,6	21,4	
Vermelho	-	25	

Tabela 2 - Ligas de Composição Padrão Adotadas por Relojoeiros de Alguns Países

Código	Côr	Quilate	Composição (partes por mil)				
			Au	Ag	Cu	Ni	Zn
1N - 14*	amarelo pálido	14	585	265	150	-	-
2N - 18*	amarelo pálido	18	750	160	90	-	-
3N*	amarelo	18	750	125	125	-	-
4N*	róseo	18	750	90	160	-	-
5N*	vermelha	18	750	45	205	-	-
0N*	amarelo esverdeado	14	585	340	75	-	-
8N**	branco	14	585	-	220	120	70

* Padrão Comum à Alemanha, França e Suíça

** Padrão Comum à Alemanha e França.

Tabela 3 - Composição de Algumas Ligas de Ouro para Joalheria de Proce-
dência Norte Americana.

Quilate	Cor	Composição (% em peso)				
		Au	Ag	Cu	Zn	Ni
18	amarelo	75.00	15.00	10.00	-	-
18		75.00	13.00	12.00	-	-
18	branco	75.00	-	2.23	5.47	17.30
18	verde	75.00	22.50	2.50	-	-
18	vermelho	75.00	5.00	20.00	-	-
13.5		56.25	5.30	31.50	6.95	- ♦
14		58.33	5.00	30.00	6.63	- ♦
13.5	amarelo	56.25	8.75	30.65	4.35	-
14		58.33	8.31	29.19	4.17	-
13.5		56.25	4.20	32.80	6.15	-
14		58.33	4.00	31.24	6.43	-
13.5		56.25	9.62	28.45	5.63	-
14		58.33	16.50	24.97	0.20	-
13.5		56.25	22.26	21.18	0.31	-
14		58.33	21.20	20.17	0.30	-
14		58.33	24.78	16.75	0.14	-
13.5		56.25	10.50	31.15	2.10	-
14		58.33	10.00	29.67	2.00	-
13.5		56.25	7.83	27.92	6.95	1.05
14		58.33	7.46	26.58	6.63	1.00
13.5	branco	56.25	-	23.13	9.21	11.36
14		58.33	-	22.10	8.77	10.30
13.5		56.25	-	29.00	5.75	9.00
14		58.33	-	28.32	4.80	8.55
13.5		56.25	3.18	26.62	8.08	5.87
13.5		56.25	-	24.63	6.30	12.82
14		58.33	-	23.47	5.99	12.21
13.5	verde	56.25	36.70	6.80	0.25	-
14		58.33	32.50	8.97	0.20	-
14		58.33	35.00	6.47	0.20	-
13.5	vermelho	56.25	2.20	41.55	-	-
14		58.33	2.08	39.59	-	-
9.5	amarelo	39.60	12.08	42.28	6.04	- ♦
10		41.70	11.66	40.81	5.83	- ♦
9.5		39.60	5.80	45.30	9.30	-
10		41.70	5.50	43.80	9.00	-
9.5		39.60	6.82	49.65	3.93	-
10		41.70	6.60	48.00	3.70	-
9.5	branco	39.60	4.40	36.75	11.15	8.10
9.5		39.60	-	34.00	8.70	17.70
10		41.70	-	32.82	8.40	17.08
10		41.66	-	29.15	12.12	15.05 ♦
9.5	verde	39.60	50.65	9.40	0.35	-
10		41.70	48.90	9.05	0.35	-
9.5	vermelho	39.60	3.03	57.37	-	-
10		41.70	2.82	35.48	-	-

♦ 0,02% em boro/cobre e 0,03 em silício/cobre usado como desoxidante em ligas para moldagem destes tipos.

♦♦ 1,97% em cobalto é ainda adicionado a esta liga.

Tabela 4 - Composição de Ligas de Ouro Fornecidas pela Casa da Moeda da África do Sul

Quilate	Côr	Composição (% em peso)			
		Au	Ag	Cu	Zn
22	Avermelhado	91.66	-	8.34	-
22	Amarelo	91.66	6.20	2.14	-
22	Amarelo pálido	91.66	8.34	-	-
22	Amarelo profundo	91.66	1.23	7.11	-
18	Amarelo rico	75.00	9.00	16.00	-
18	Amarelo	75.00	20.00	5.00	-
9	Amarelo avermelhado	37.50	12.48	46.58	3.50
9	Vermelho amarelado	37.50	5.50	53.50	3.50

ligas de ouro comercializadas por um fabricante norte-americano, enquanto a Tabela 4 apresenta as ligas de ouro disponíveis na Casa da Moeda da África do Sul.

2.2.3. - Ouro Branco

As ligas de ouro branco foram, originalmente, desenvolvidas para substituírem a platina. Portanto, devem não só possuírem aparência da platina, como também sua trabalhabilidade e resistência ao embaciamento. Pertencem basicamente a dois grupos: ouro branco de níquel e ouro branco de metais nobres. Ligas de ouro com outros metais tais como manganês, cobalto, ferro e índio também possuem aparência semelhante a platina mas não têm sido aceitas para uso em geral na manufatura de jóias.

Ouros brancos de níquel não possuem simultaneamente boas condições de trabalhabilidade e cor. As ligas usualmente empregadas apresentam boa trabalhabilidade, a uniformidade de cor desejada é conseguida por uma película de ródio eletrodepositada. As ligas são compostas essencialmente de ouro, níquel, cobre e zinco. A Tabela 5 apresenta a composição de algumas ligas de ouro branco de níquel. O aumento do teor de cobre resulta em cor de qualidade inferior. A liga de baixo teor de zinco e alto teor de cobre tende ao cor de rosa e a de alto teor de zinco e moderado teor de níquel tende ao esverdeado. Estas ligas não podem ser moldadas a vácuo devido ao seu teor de zinco e quando ricas em níquel não se prestam à estampagem ou manufatura de correntes devido à sua dureza. No último caso emprega-se ligas de mais baixo teor de níquel que são subsequentemente banhadas a ródio, o banho com ródio não é recomendado para objetos sujeitos a desgaste mecânico como alianças, por exemplo, além de apresentar problemas de corrosão.

Tabela 5 - Composição de Algumas Ligas de Ouro Branco à Base de Níquel.

Nº de Ordem	Au	Ni	Cu	Zn	Outros Metais
1	58,5	14,5	20,0	7,0	-
2	58,5	15,3	25,8	0,4	-
3	75,0	13,5	8,5	3,0	-
4	75,0	13,5	11,5	-	-
5	75,0	7,0	12,0	2,0	-
6	58,5	15,0	18,0	5,5	-
7	75,0 - 85,0	10,0 - 18,0	-	2,0 - 9,0	-
8	75,0 - 91,7	24,7 - 3,3	-	-	5,0-0,25 (Mn)
9	82,2	16,7	-	-	-
10	75,0 - 85,0	10,0 - 18,0	-	2,0 - 9,0	0,15 (Pt)
11	80,0	13,9	1,0	5,0	0,1 (Pd)
12	58,35	17,6	16,95	7,0	0,15 (Mn)
13	75,0 - 85,0	10,0 - 18,0	-	2,0 - 9,0	0,5-2,0 (Mn)
14	75,0	16,23	3,75	5,04	0,02 (Re)
15	75,0	17,0	3,0	5,0	-
16	58,4	41,6	-	-	-
17	65,0	25,0	-	-	10,00 (Cr)
18	80,0 - 99,0	1,0 - 20,0	-	-	-
19	20,0 - 50,0	20,0 - 50,0	-	-	15,0-45,0 (Mo)
20	25,0 - 70,0	15,0 - 40,0	-	-	4,0-12,0 (Cr) 5,0-30,0 (Pd) 0,01-2,0 (Y)
21	39,0 - 80,0	8,0 - 20,0	0,0 - 45,0	0,0 - 15,0	0,0-2,5 (Co) 0,005-0,05 (Re)
22	73,0 - 77,0	2,5 - 7,5	10,0 - 15,0	1,5 - 4,0	2,5-7,5 (Cd)

localizada.

Ouros brancos de metais nobres são constituídos quase exclusivamente à base de ligas ouro-paládio com quantidades variáveis de prata, níquel, platina e zinco. Existem ainda ligas ouro-platina e ouro-platina-rênio. O paládio embranquece o ouro mais efetivamente que a platina, além da vantagem do preço e de possuir cerca da metade do peso específico da platina, sendo preferido em relação a ela. A liga 10% de paládio, por exemplo, corresponde em cor com a liga 25% de platina. A tabela 6 apresenta a composição de algumas ligas de ouro branco à base de paládio. Embora sejam mais caras, as ligas de ouro branco à base de paládio possuem propriedades-ponto de fusão, maleabilidade, ductilidade, resistência à corrosão, não se oxidam quando soldadas - bastante superiores às ligas de ouro branco à base de níquel.

2.2.4. - Ouro Violeta

Ligas de ouro de coloração azul variando até o violeta são obtidas com ligas de ouro alumínio, porém são bastante quebradiças para emprego rotineiro em joalheria. Um processo para revestir substratos com depósitos de ouro violeta correspondente a uma liga intermetálica de composição $AuAl_2$ foi recentemente patenteado. Algumas ligas de ferro e ouro como a 75% Au - 24% Fe possuem cor azul, mas não possuem aplicação. A cor é obtida pela formação de um filme fino de óxido do metal base na superfície da liga.

2.2.5. - "Banho" de Ouro

É comum também, em joalheria, o emprego do ouro para "banhar" objetos, isto é, recobri-los com uma fina camada de ouro. É um processo de eletrodeposição a partir

Tabela 6 - Composição de Algumas Ligas de Ouro Branco à Base de Paládio.

Nº de Ordem	Au	Ag	Pd	Outros Metais	
1	83,3	-	16,7	-	-
2	81,0	4,0	15,0	-	-
3	75,0	5,0	20,0	-	-
4	43,0	41,5	15,5	-	-
5	45,0	45,0	10,0	-	-
6	57,0	-	35,0	7,5	(Ni)
7	60,0	-	30,0	10,0	(Pt)
8	74,0	-	21,5	4,5	(Pt)
9	70-75	-	5-25	15-40	(Pt)
10	65-70	7-12	10-12	4,0	(Pt)
				6-10	(Cu)
				1-2	(Zn)
11	60-65	10-15	6-10	4-8	(Pt)
				9-12	(Cu)
				1-2	(Zn)
12	75,0	9,9	5,4	5,1	(Cu)
				3,5	(Zn)
				1,1	(Ni)
13	58,0	-	34,5	6,5	(Fe)
				1,0	(Al)

de soluções auro-cianídricas em que se pode obter várias cores de depósito de acordo com a temperatura do eletrólito e a densidade de corrente. Grandes quantidades de jóias baratas são banhadas com um eletrodepósito fino de ouro quase puro. Recobrem-se usualmente canetas e outros instrumentos de escrita, relógios de pulso e pulseiras, peças ôcas e lisas, etc. A espessura do depósito não deve ser menor que 2,5 microns.

2.2.6. - Soldas de Ouro

Para confecção de certas peças, os joalheiros empregam soldas especiais de ouro à base de ligas ouro-prata-cobre. Em cada aplicação, além das exigências habituais de faixa de fusão e/ou temperatura de trabalho e outras propriedades da soldagem propriamente dita, a cor e o quilate das soldas devem ser de acordo com a cor e o quilate das peças soldadas. O comportamento da solda durante o subsequente polimento e uso não deve apresentar descontinuidades no artigo acabado e portanto a dureza, textura e resistência ao embaciamento da solda não devem diferir muito das peças soldadas.

O comércio de soldas para joalheria usualmente especifica apenas o quilate, cor, faixa de fusão, características de fluxo e o fundente recomendado. Para cada quilate e cor, o fornecedor procura colocar no mercado um número de ligas com faixas de fusão cobrindo um largo intervalo de temperaturas. Até o momento não existem especificações determinadas.

É recente a introdução no ramo de pastas de ligas para soldas fortes, disponíveis em uma escala de ligas de ouro de variado quilate e com vários fundentes apropriados. Estas pastas fluem livremente, não se depositam e podem ser empregadas em máquinas automáticas de soldagem. As ligas

são incorporadas nas pastas na condição de material finamente dividido.

Para a indústria eletrônica existem soldas que trabalham a menos de 600°C mas são quebradiças para emprego em joalheria. Soldas de ouro branco e vermelho apresentam faixas mais limitadas na temperatura de trabalho.

A adição de cádmio nas ligas não é desejavel frente à toxidez dos gases do óxido produzido na soldagem. Existe uma tendência ao uso de zinco e estanho em lugar de zinco e cádmio.

Para soldas de ouro branco são usadas ligas do sistema ouro-prata-cobre modificado pela adição de zinco e níquel. Ligas contendo platina e metais do grupo da platina, embora adequadas necessitariam oferecer vantagens particulares especiais para competir em preço com as soldas já mencionadas.

As soldas são fornecidas aos ourives na forma de grânulos com quilate especificado. A tabela 7 fornece a composição de algumas soldas típicas de ouro com suas temperaturas de "solidus" e "liquidus".

Tabela 7 - Composição de Algumas Soldas Típicas do Ouro com suas Temperaturas de "Solidus" e "Liquidus".

Au	Ag	Cu	Zn	Cd	Sn	Ni	Temperatura de "Solidus" (C)	Temperatura de "Liquidus" (C)
• 80.0	-	-	8.0	-	-	12.0	782	871
75.0	12.0	8.0	-	5.0	-	-	826	887
75.0	9.0	6.0	-	10.0	-	-	776	843
75.0	9.0	6.0	10.0	-	-	-	730	783
75.0	2.8	11.2	9.0	2.0	-	-	747	788
75.0	-	15.0	1.8	8.2	-	-	793	822
• 66.6	10.0	6.4	12.0	-	-	5.0	718	810
66.6	15.0	15.0	3.4	-	-	-	-	-
58.5	25.0	12.5	-	4.0	-	-	788	840
58.5	10.3	24.2	-	7.0	-	-	792	831
58.5	8.8	22.7	-	10.0	-	-	751	780
58.5	11.8	25.7	4.0	-	-	-	816	854
58.5	25.7	11.8	4.0	-	-	-	786	818
58.5	24.2	10.3	7.0	-	-	-	765	808
58.5	4.9	25.6	2.0	9.0	-	-	738	760
58.5	8.0	22.0	2.1	9.4	-	-	744	776
• 58.3	15.0	5.7	15.0	-	-	6.0	-	-
• 50.0	25.0	10.0	9.0	-	-	6.0	-	-
** 41.7	24.0	16.3	9.0	9.0	-	-	-	-
41.7	35.0	21.9	1.4	-	-	-	-	-
33.3	30.0	16.7	-	20.0	-	-	635	709
33.3	30.0	16.7	20.0	-	-	-	695	704
33.3	40.5	17.0	6.6	2.6	-	-	722	749
33.3	1.8	49.4	2.3	10.2	3.0	-	689	776
33.3	31.0	28.0	7.7	-	-	-	737	808
• 33.3	42.0	10.0	9.7	-	-	5.0	738	807
25.0	35.0	20.0	10.0	10.0	-	-	-	-
• 25.0	58.0	-	17.0	-	-	-	-	-

* Ouro branco.

** Ouro amarelo recomendado para soldagem de ouros verdes.

2.3. - OURO MONETÁRIO

Quando se visa o emprego como padrão monetário, o ouro deve apresentar título mínimo de 995, isto é, 995 partes de ouro em peso por 1000 partes de material. O ouro é o denominador comum de moedas, referência para empréstimos e pagamentos entre países no sistema monetário internacional. Cada país mantém sua reserva própria de divisas em ouro, podendo ser usado também para cunhagem de moedas, sob responsabilidade direta da Casa da Moeda do país.

Nos últimos anos, os governos vinham crescendo sensivelmente a cunhagem de moedas de ouro, reservando à maior parte do ouro apenas o papel de reserva monetária. Nos Estados Unidos, por exemplo, moedas de ouro não eram cunhadas desde 1934.

Recentemente, entretanto, vem ocorrendo um substancial aumento na cunhagem de moedas de ouro oficiais com o aumento da demanda pelo mercado, usualmente para fins de entesouramento ou coleção. A moeda mais vendida tem sido o "Kruger Rand" que contém uma onça troy (31,10g) de ouro fino com vantagem comercial sobre as barras devido ao menor peso e volume, podendo ainda ser comprada e vendida sem necessidade de certificado de análise. Em 1975 os russos introduziram no mercado o "Chervonetz" com as mesmas vantagens do "Kruger Rand" embora contendo 4 vezes menos ouro fino.

A cunhagem oficial de moedas de ouro tende ao crescimento reservando para si uma parcela maior do mercado. A tabela 8 apresenta algumas moedas de ouro de cunhagem recente ou de fácil aquisição no mercado.

Uma tendência atual é a queda da produção de medalhas, medalhões e "fac-simile" de moedas de ouro. Elas tinham sua aceitação condicionada principalmente a restrições go

Tabela 8 - Título e Teor em Ouro de Algumas Moedas de Cunhagem Recente ou de Fácil Aquisição no Mercado.

Moeda	Título	Peso (g)	Teor em Ouro (g)
Rainha Elizabeth II Soberana	916,66	7,9881	7,3224
50 Pesos (México)	900	41,6666	37,4999
2 Rand (África do Sul)	916,66	7,9881	7,3224
Kruger Rand (África do Sul)	916,66	33,9335	31,1035
Chervonetz (Rússia)	900	8,6399	7,7759
1 Ducado 1915 (Áustria) (Nova Emissão)	986,6	3,4909	3,4448
20 Coroas 1915 (Áustria) (Nova Emissão)	900	6,7751	6,0976
4 Ducados 1915 (Áustria) (Nova Emissão)	986,6	13,9636	13,7864
100 Coroas 1915 (Áustria ou Hungria) (Nova Emissão)	900	33,8753	30,4878
Águia Dupla-20 Dólares (E.U.A.)	900	33,4370	30,0933
Águia-10 Dólares (E.U.A.)	900	16,7185	15,0466
Meia Águia-5 Dólares (E.U.A.)	900	8,3592	7,5233

vernamentais com relação à posse de ouro por particulares, restrições estas que vêm caindo sistematicamente.

Uma parte substancial da produção de ouro é comprada por particulares como investimento e garantia de economias na certeza do valor permanente do ouro em detrimento do papel moeda. O ouro é encarado como fonte de lucro e meio garantido de armazenar riquezas. Segundo a revista Enquire, de todos os investimentos o ouro foi o que representou maior rentabilidade nos últimos dez anos. Quem, em 1968, empregou 10 mil dólares na aquisição de barras de ouro, hoje tem em caixa nada menos de 37 mil e 60 dólares.

2.4. - ODONTOLOGIA

O ouro é empregado em Odontologia como ouro de alta pureza, em forma de pó, folha ou malha. Ligas de ouro de alto quilate são também utilizadas em forma de folha ou pó, bem como soldas de ouro odontológicas.

O ouro em folha-usualmente de $60 \mu\text{m}$ - é o preferido para obturações, estando também disponível em folhas corrugadas, pelotas ou fios. O ouro em pó, de recente introdução no mercado, é fornecido acondicionado em folhas do metal fundido. Apresenta tamanho de partícula médio de $15 \mu\text{m}$ com máximo de $75 \mu\text{m}$. Quanto ao ouro em malha é composto de eletrodepósitos de cristais dendríticos, comprimidos e sinterizados em finos cilindros embrulhados em folha de ouro que vão sendo cortados à medida que seu uso se faz necessário.

Obturações de ouro puro são, preferencialmente, utilizadas em áreas não sujeitas a altos esforços mecânicos. Nestes casos, as ligas de ouro dão melhores resultados.

Ligas de ouro baseadas no sistema Au -Ag-Cu são empregadas em Odontologia para moldagem. São utilizadas em aparelhos, pontes, dentaduras e obturações. Possuem boa resistência física e resistência à corrosão, podendo serem endurecidas por tratamento térmico. A substituição do ouro por platina ou paládio nestas ligas são feitas objetivando o aumento da dureza e o embranquecimento. A tabela 9 apresenta a faixa de composição percentual destas ligas.

Tabela 9 - Faixa de Composição Percentual de Ligas Odontológicas de Ouro para Moldagem.

Tipo de Liga	Componente (%)					
	Ouro	Prata	Cobre	Paládio	Platina	Zinco
I	80,2 - 95,8	2,4 - 12,0	1,6 - 6,2	0,0 - 3,6	0,0 - 1,0	0,0 - 1,2
II	73,0 - 83,0	6,9 - 14,5	5,8 - 10,5	0,0 - 5,6	0,0 - 4,2	0,0 - 1,4
III	71,0 - 79,8	5,2 - 13,4	7,1 - 12,6	0,0 - 6,5	0,0 - 7,5	0,0 - 2,0
IV	62,4 - 71,9	8,0 - 17,4	8,6 - 15,4	0,0 - 10,1	0,2 - 8,2	0,0 - 2,7

Ligas de ouro baseadas no sistema Au-Pd-Pt encontram aplicação odontológica em revestimento de trabalhos de porcelana. A adição de um ou mais dos metais ferro, índio e estanho em quantidade de até 1,5% são feitos visando o endurecimento das ligas. Enquanto a adição de pequena quantidade de cobre e prata visa promover a ligação metal-porcelana.

Estas ligas podem conter um grande número de componentes e as propriedades das ligas ouro-paládio-estanho com 100 ppm de irídio fazer supor que uma liga livre de platina poderia ser desenvolvida com resultados satisfatórios. As ligas devem apresentar coeficiente de expansão térmica próximo ao da porcelana dentária. A tabela 10 apresenta a composição percentual de algumas dessas ligas.

Ligas de ouro trabalhadas são fornecidas em placas ou fios e possuem alta resistência física e à corrosão. A composição é a base de ouro, platina, paládio, prata, cobre e zinco com pequenas frações de percentagem de irídio, índio e ródio. A especificação de cor é deixada sob responsabilidade do consumidor. Os fabricantes fornecem ligas de cada tipo definido em função do teor de metal precioso com uma escala variada de cores. Embora estruturas trabalhadas sejam mais resistentes que estruturas moldadas de mesma composição, elas tendem a ser substituídas por estas últimas em virtude do desenvolvimento de técnicas de moldagem de precisão.

Soldas para uso odontológico são fabricadas em ligas de ouro semelhantemente a soldas para uso em joalheria. São essencialmente ligas de ouro-prata-cobre. Pequenas quantidades de estanho (2 - 3%) e zinco (2 - 4%) são adicionadas para abaixar as temperaturas de fusão. Se a solda deve ser necessariamente branca, o cobre pode ser substituído por níquel. As soldas são indicadas para unir seções de aparelhos ortodônticos, pontes, coroas e para obturações.

A composição das soldas deve ser selecio-

Tabela 10 - Composição Percentual de Algumas Ligas de Ouro Adequadas para Revestimento de Porcelana Dentária.

	A	B	C	D	E	F	
Au	84,0	77,5	72,0	86,0	67,7	78	- 85
Pd	4,9	8,9	10,0	2,1	16,7	8	- 13
Pt	7,8	9,8	13,0	6,9	11,6	4	- 8 *
Ag	1,2	0,9	3,4	0,5	2,0	0,0	- 2,0
Cu	0,3	0,3	-	0,9	0,1	-	-
Fe	-	0,5	-	1,06	-	0,7	- 1,0 *
In	1,0	1,5	-	-	-	0,0	- 1,0
Sn	0,5	0,5	-	-	0,6	0,9	- 1,4
Ir	0,1	0,1	-	0,1	-	-	-
Re	0,2	-	0,5	-	-	pequena quantidade	
Rh	-	-	1,0	-	-	-	-
Si	-	-	0,1	-	-	-	-
Ti	-	-	-	2,44	-	-	-
Ru	-	-	-	-	1,3	-	-

* Razão Fe : Pt na faixa 0,4 - 06.

nada de acordo com cada caso. Soldas com alto teor de prata fluem melhor que soldas com mais alto teor de cobre, com maior grau de penetração, sendo preferidas para junção de peças. Contudo soldas com mais alto teor de cobre são especialmente adequadas para construir uma área devido a sua reduzida tendência para fluir. Soldas de baixo quilate com alta dureza e resistência são empregadas quando as junções estão sujeitas a elevados esforços, mas sendo mais susceptíveis ao embaciamento e à corrosão. A Tabela 11 apresenta a composição e a faixa de fusão de soldas odontológicas.

Tabela 11 - Composição e Propriedades de Soldas Odontológicas.

Classe de Solda	Composição			Faixa de Fusão (C)
	Ouro	Prata	Cobre	
Baixo quilate	45	30 - 35	15 - 20	816 - 691
Uso genérico	60	12 - 22	12 - 22	835 - 724
Alto quilate	80	3 - 8	8 - 12	871 - 746

2.5. - INDÚSTRIA ELETRÔNICA

O maior emprego do ouro em escala industrial é registrado nas indústrias de componentes elétricos e eletrônicos. Este consumo cresce dia a dia com o aumento de produção destas indústrias e a ampliação do uso do ouro e suas ligas nos componentes fabricados. É o metal mais efetivo e requisitado para usos especializados em contatos eletro-mecânicos para equipamentos sofisticados em áreas como comunicações, computadores, aparelhos científicos, etc. Possui propriedades extremamente úteis pois é denso, dútil, não corrosível, sendo que cintila, dura e permanece brilhante e sem manchas ou sinais de oxidação mesmo quando aquecido a altas temperaturas. Mesmo em condições de alta umidade ou alta concentração de enxôfre e outros poluentes do ar não sofre oxidação e protege contra a corrosão. Além destas características de superfície que lhe dão importância única é excelente condutor de calor e eletricidade, reduz a resistência nos contatos elétricos e forma soluções sólidas com quase todos os elementos metálicos comuns.

É o metal indicado na manufatura de contatos elétricos operando com baixa pressão e controle de pequenas correntes onde se necessita alta confiabilidade. Apresenta, entretanto, algumas desvantagens como tendência a soldar em presença de faíscas quando se fecha o circuito e devido à sua maciez deixa embeber partículas de poeira que às vezes interferem no bom contato entre as superfícies, mas estas dificuldades podem ser superadas pelo uso de ligas. Possui boa resistência à corrosão, livre do óxido de alta resistência elétrica e de filmes de sulfeto e é cataliticamente inerte a vapores orgânicos que formam depósitos pretos na superfície de contato quando se emprega platina.

Para superfícies de contato e condutores em geral emprega-se ainda peças banhadas a ouro ou ligas de ouro. Novas técnicas de eletrodeposição de ouro em peças ele

trônicas têm contribuído para a alta performance dos computadores através da possibilidade de desenvolvimento de modernos e complexos circuitos. Estas peças são também importantes para fabricação de contatos deslizantes e rotativos, onde são fundamentais as propriedades lubrificantes do ouro ou de suas ligas atuando como um filme sólido deslizante aderente aos substratos. Emprega-se ligas de 63,3% de ouro ou mais tendo cobre, prata e zinco como componentes. As propriedades lubrificantes são deveras importantes quando se trabalha em alto vácuo, como no caso de operações espaciais.

Eletrodepósitos de ouro como ligas de baixíssimo teor de outros elementos são usados extensivamente sobre paládio ou outros metais base em circuitos de semicondutores e em fios superfícies soldáveis e "caminhos" de circuitos integrados e relés. A deposição de ouro a vácuo por métodos avançados é empregada para ligação de resistores e capacitores em circuitos integrados de filme fino e na montagem de sistemas micro-eletrônicos. Apresenta bons resultados para filmes condutores em cristais piezo-elétricos de quartzo.

A maior porção do ouro dirigido à indústria vai para processos de eletrodeposição. Conectores para "plugs" telefônicos, circuitos impressos e circuitos de baixa energia empregam uma camada condutora e lubrificante de 100 a 200 μm de ouro. O depósito deve ter porosidade mínima e ausência total de contaminantes orgânicos provenientes do banho eletrolítico.

Não existem até o momento especificações padrão. Nos E.U.A., os laboratórios da Bell Telephone Company exigem um máximo de 6 poros por cm^2 com não mais de 4% da área total, apresentando esta densidade máxima de poros para depósitos de ouro em encaixes de quadros de circuitos impressos. O ensaio deve ser realizado imediatamente após a deposição. Ouro endurecido e ligas têm a vantagem de maior resistência ao desgaste e oxidação com o uso. Protege as partes metálicas que reveste dos banhos ácidos de gravação dos circuitos e du

rante a estocagem contra atmosferas corrosivas e reagentes químicos. Em certas linhas de produção de semicondutores a camada protetora é removida somente no final da linha para entrega do produto final.

Ligas com resistência elétrica providas de estabilidade estrutural e livres de corrosão são empregadas para resistores padrão e potenciômetros de precisão de alta resistência. As características importantes são baixo coeficiente de fricção, pouco barulho no contato, alta resistividade e baixo coeficiente de resistividade térmica. Estas ligas são usadas também para fios de instrumentos de medida de pressão.

Soldas de ouro e suas ligas têm resistência física e à corrosão e oxidação em temperaturas até 580°C. São muito empregadas para peças operando em vácuo por não possuírem constituintes voláteis. São dúteis o suficiente para moldagem em chapas, tiras ou fios e pertencem basicamente ao sistema ouro-cobre ou ouro-níquel. Entre as diversas aplicações cumpre citar guias de ondas, tubos de elétrons, válvulas termoiônicas, equipamentos de vácuo, compressores e lâminas de turbinas de aviões a jato, satélites, cabos submarinos, componentes diversos de equipamentos para as indústrias aeronáutica e aeroespacial, etc.

Fios ultrafinos de ouro (até 18 μ m, de espessura) são empregados na indústria de semicondutores e diodos e também para ligação de transistores. São fabricados com ligas de ouro com elementos do 3º grupo, notadamente o gálio.

Filmes finos de ouro são empregados como depósito sobre sílica fundida ou óxidos refratários para fabricação de resistores elétricos. Em tubos de microondas, filmes de ouro compõem o caminho para a corrente dirigida às camadas mais exteriores. Peças com filmes grossos destinam-se a circuitos com componentes eletrônicos muito pequenos. Neste caso, pastas com pós de ouro obtidos por precipitação química

com diâmetro de partícula de até 1 mm são misturadas com fluxo vítreo inorgânico de baixo ponto de fusão e aplicadas sobre produtos cerâmicos. Após queima, as peças (fios, terminais de resistores, eletrodos de capacitores e suportes com terminal soldável) podem ser ligadas a fios finos de ouro. Cimentos de resina epoxi com pó de ouro são usados para conectar semicondutores a seus suportes em micro-eletrônica. Apresentam boa condutividade térmica e elétrica.

2.6. - INDÚSTRIA QUÍMICA

Quando se considera o consumo na indústria química, verifica-se que, apesar de suas propriedades únicas, o ouro, por uma questão de tradição, é preterido com relação à platina. A platina é mais cara, oferece maior número de problemas para soldagem e é fabricada em menor quantidade que o ouro. Ligas de ouro e platina são empregadas para "spinnerettes", que são fieiras para extrusão de soluções alcalinas de rayon viscoso para produção de fibras. As ligas, além de resistentes à corrosão, devem ser duras e resistir também às pressões da extrusão. Os diâmetros dos orifícios devem permanecer constantes.

Discos de membranas finas com dureza e diâmetro especificado são fabricados em ouro e suas ligas para válvulas de segurança para prevenção contra pressão excessiva em sistemas fechados em fábricas de produtos químicos. O uso do ouro puro ou de suas ligas é função da corrosividade do sistema onde trabalha a válvula. Indústrias produtoras de essências para perfumaria, tanques pressurizados de amônia líquida e sistemas de baixa pressão com peróxido de hidrogênio utilizam estas válvulas. No caso de peróxido salienta-se a inatividade catalítica do ouro.

2.7. - OUTRAS APLICAÇÕES

2.7.1. - Aplicações Envolvendo as Propriedades Óticas do Ouro

O ouro possui alta refletividade ótica e de radiação (quase perfeita). Reflete energia térmica como radiação infravermelha e absorve o amarelo e o azul do espectro juntamente com o ultra violeta. Esta propriedade lhe é característica e fornece uma série de aplicações industriais. É o material ideal para concentrar calor pela radiação infravermelha e dirigi-lo, por exemplo para fornos contínuos tipo esteira e aquecimento rápido de materiais mal condutores. É usado nas indústrias têxteis, de impressão, de papel, manufatura de plásticos, produtos alimentícios (secagem), laminação de vidros, fornos de cozinha, refletores para uso externo (a superfície é revestida com uma película de ouro) e envelopes de quartzo para proteger elementos de aquecimento.

Camadas refletoras de ouro protegem veículos, equipamentos espaciais, visores e vestes para cosmonautas contra radiação e mudanças externas de temperatura. Sem esse revestimento, excessiva radiação solar poderia levar a temperatura no interior a limites não suportáveis. Aviões, foguetes, equipamentos e naves espaciais também possuem uma camada termo refletora à base de ouro. Como exemplo, o módulo lunar do projeto Apollo, as cápsulas do projeto Gemini, mísseis atômicos e as "Black boxes" na superfície da Lua que realizam delicadas medições.

Camadas protetoras foram empregadas ainda nos óculos de proteção usados pelos soldados durante a guerra refletindo a radiação infravermelha e transmitindo imagens de intensidade reduzida numa faixa de comprimento de onda preju

dicial ao olho humano. As lentes permanecem frias com a reflexão da radiação.

Janelas isolantes refletindo o calor como radiação infravermelha e a maior parte dos raios solares em edifícios em países de clima quente reduzem a transmissão do calor solar. Películas extremamente finas são aplicadas à superfície interna (evitando estrago mecânico) e frequentemente protegidas por um vidro duplo interno. O custo de produção é baixo e a redução da transmissão de luz visível é de apenas 40%. Do exterior o efeito é bonito - cor dourada -, do interior - verde claro, azul, bronze ou dourado -, de acordo com o processo de fabricação.

2.7.2. - Construção Civil

Na construção civil encontramos aplicação de pós de ouro e bronze para revestimentos onde se deseja brilho mesmo sob longa exposição às mais adversas condições climáticas com ausência de embaciamento. Por exemplo, para revestimento de cúpulas de edifícios públicos.

2.7.3. - Medicina

No campo médico apenas pequenas quantidades de ouro encontram aplicação. O aurotiomalato dissódico administrado em pequenas injeções intramusculares num período de 24 semanas é tratamento contra artrite reumatóide. O paciente deve estar sob cuidados e supervisão porque a quantidade de ouro requerida para resultados positivos é bem próxima do ponto de efeitos colaterais indesejáveis.

Tem-se pesquisado nos últimos anos o uso de suspensões coloidais de ouro radioativo injetáveis para tratamento de diversas formas de câncer.

2.7.4. - Ouro Líquido

"Ouro Líquido" e pastas são empregados para vidro, cerâmica, porcelana, fibra de vidro, plástico reforçado para altas temperaturas, metal ou outros substratos como filmes finos (50 - 200 μm) refletivos (particularmente para radiação infravermelha) ou simplesmente com finalidade decorativas. Emprega-se soluções de compostos orgânicos de ouro-sulfo-resinatos de ouro dissolvidos em turpentina - com 24% em peso em ouro. A adição de 1 parte de ródio por mil de ouro melhora a adesão e dá mais brilho. A solução é misturada com um fundente e aplicada sobre o substrato. Após secagem e queima, um filme brilhante de ouro fica aderido.

Ouro em objetos de vidro é muito popular assim como na decoração de porcelana e cristais finos e em trabalhos manuais de douração (encadernações de livros, pergaminhos, esculturas sacras, etc.).

2.7.5. - Aplicações Menores

Entre as menores aplicações podemos ainda citar termopares para baixas temperaturas - 0,4 a 20 K (ligas de ouro puríssimo com 0,03 a 0,07% de Fe), termômetros de resistência para temperaturas menores que 1° K (liga de ouro com 0,4% de Mn), termopares Au-Pd com boa resistência a corrosão para temperaturas de - 40 a 500° C, fusíveis térmicos para fornos elétricos, alvos de raios-X e cápsulas para reagentes sob alta temperatura e pressão.

Encontram-se em pesquisa os usos do ouro para catalizadores de alta especificidade e superfícies para condensação e gotas, possibilitando maior transferência de calor.

CAPÍTULO III

E S T U D O D E M E R C A D O

3.1 - SITUAÇÃO MUNDIAL DO OURO

3.1.1. - Reservas Mundiais

As reservas mundiais de ouro classifi
cam-se em dois grupos:

- a) Reservas minerais das jazidas.
- b) Reservas monetárias em poder dos Ban
cos Centrais e em estoques privados.

As reservas minerais das jazidas estão a
presentadas na Tabela 12 de acordo com os dados publicados pe
la edição de 1978 em Mineral Commodity Summaries - United Sta
tes Department of Interior, Bureau of Mines.

Analisando-se as jazidas minerais verifi
ca-se que 49,38% das reservas mundiais estão na África do Sul,
21,40% nos países de economia centralizada, e aproximadamente
6% na Austrália e Canadá.

As reservas monetárias internacionais em
poder dos Bancos Centrais e nos Estoques privados estão rela
cionadas na Tabela 13.

Tabela 12 - Reservas Minerais das Jazidas (Metal Contido)..

Unidade: onças troy, t.

PAÍSES	RESERVAS		
	10 ⁶ OZ	t	%
Estados Unidos	110	3 421	9,05
Austrália	35	1 088	2,88
Canadá	45	1 399	3,70
África do Sul	600	18 662	49,38
Outros países de economias de mercado	165	5 132	13,58
Países de economia centralizada	260	8 087	21,40
TOTAL	1 215	37 789	100,00

FONTE: Mineral Commodity Summaries., 1978

Tabela 13 - Reservas Monetárias Mundiais de Ouro

FONTES	10 ⁶ OZ	t
Estoques oficiais	1,2	37 325
Estoques privados	0,5	15 552
Estoques em economias centralizadas	0,1	3 110
TOTAL	1,8	55 987

FONTE: Mineral Commodity Summaries, 1978

3.1.2 - Produção Mundial

Os principais países produtores de ouro no mundo são a África do Sul, União Soviética, Canadá, Estados Unidos, e em escala bem menor, Austrália, Nova Guiné/Papua e Filipinas. No ano de 1977, a África do Sul participou na produção mundial com 699,9 toneladas num total de 964,5 toneladas, não considerando-se a produção da União Soviética que estima-se tenha atingido o montante de 444 toneladas.

Deve-se notar que a oferta de ouro no mercado mundial, além daquela que é produzida pelas minerações, pode sofrer as seguintes variações em seu volume;

1. De acordo com a situação monetária internacional, os Bancos Centrais, e o Fundo Monetário Internacional podem dispor de seus estoques para o consumo, visando o acerto-no-balanço-de pagamentos dos países componentes do "pool" internacional;
2. De acordo com o volume de entesouramento do metal por parte de bancos centrais ou particulares;
3. E finalmente, a União Soviética supre o mercado ocidental com ouro, visando com isso a troca do metal por divisas sólidas possibilitando-lhe a compra de trigo ou bens de capital para suas necessidades de consumo interno.

A produção mundial de ouro no período de 1968/77 está relacionada na Tabela 14 .

Tabela 11 - Produção Mundial de Ouro (1968 - 1977)

Unidade: Toneladas

	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
África do Sul	969.4	972.8	1.000.4	976.3	909.6	855.2	758.6	713.4	713.4	699.9
Canadá	83.6	79.2	74.9	68.7	64.7	60.0	52.2	51.4	52.4	54.3
U.S.A.	46.0	53.9	54.2	46.4	45.1	36.2	35.1	32.4	32.6	32.5
ÁFRICA (OUTROS)										
Rodésia	15.5	14.9	15.0	15.0	15.6	15.6	18.6	18.6	17.1	20.0
Gana	22.6	22.0	21.9	21.7	22.5	25.0	21.4	21.4	21.0	16.9
Zaire	5.3	5.6	5.5	5.4	2.5	2.5	4.4	3.6	4.0	3.0
Outros	3.7	3.3	2.0	2.5	1.7	1.7	1.0	1.0	1.0	1.0
TOTAL ÁFRICA (OUTROS)	47.1	45.8	44.4	44.6	42.3	44.8	45.4	44.6	43.1	40.9
AMÉRICA LATINA										
Brasil	8.8	8.8	9.0	9.0	9.5	11.0	13.8	12.5	11.6	12.6
República Dominicana	-	-	-	-	-	-	-	3.0	12.7	10.5
Colômbia	7.5	6.8	6.8	5.9	6.3	6.7	8.2	10.8	10.3	9.2
México	5.5	5.6	6.2	4.7	4.6	4.2	3.9	4.7	5.4	6.7
Perú	3.3	4.1	3.2	3.0	2.6	2.6	2.7	2.9	3.0	3.4
Nicarágua	6.0	3.7	3.6	3.3	2.8	2.8	2.4	1.9	2.0	2.0
Outros	2.4	6.5	6.6	8.2	9.0	7.9	5.9	6.0	8.0	8.0
TOTAL	35.5	35.5	35.4	31.1	34.8	35.2	36.9	41.8	53.0	52.4
ÁSIA										
Filipinas	16.4	17.8	18.7	19.7	19.9	18.1	17.3	16.1	16.3	18.5
Japão	7.0	7.8	8.4	7.7	9.6	10.4	5.5	4.7	4.2	4.7
Índia	3.6	3.4	3.2	3.7	3.5	3.5	3.2	3.0	3.5	2.5
Outros	3.0	2.8	2.8	2.1	2.7	2.7	2.7	2.7	3.0	3.0
TOTAL	30.0	31.8	35.1	33.2	34.5	34.5	28.7	26.5	27.0	28.7
EUROPA	6.7	6.9	7.4	7.6	13.2	14.3	11.6	11.0	11.0	11.0
OCEÂNIA										
Papua/Nova Guiné	0.8	0.8	0.7	0.7	12.7	20.3	20.5	17.9	20.5	22.3
Austrália	24.3	22.2	19.5	20.9	23.5	17.2	16.2	16.3	15.4	19.2
Outros	3.6	3.2	3.6	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.0	3.0
TOTAL	28.7	26.2	23.8	24.7	39.4	40.7	39.9	37.4	38.9	44.5
TOTAL PAÍSES CAPITALISTAS	1.245.0	1.252.1	1.273.6	1.235.6	1.182.7	1.120.7	1.008.4	956.2	971.4	964.5
União Soviética	304.2	318.2	346.6	359.8	378.9	398.2	420.7	467.9	443.6	444.0
Outros Países Socialistas	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	19.4	20.4	20.0	20.0	20.0
TOTAL GERAL	1.567.6	1.588.7	1.638.7	1.613.8	1.530.0	1.539.3	1.449.5	1.384.1	1.435.0	1.428.5

FONTE: Consolidated Gold Fields Limited (Junho, 1978).

3.1.3. - Consumo Mundial

Pode-se dividir o consumo mundial do ouro em setores que mais representam a utilização desse metal no bre, para os diversos fins: Joalheria; indústria Eletrônica; aplicações odontológicas; industrial e decorativo; medalhas, medalhões, moedas não oficiais (fac-simile); cunhagem oficial de moedas; compra e venda de lingotes para investimentos privados, especulação.

A Tabela 15 expressa a evolução do consumo de ouro no mundo no período de 1968 à 1977, não se considerando a URSS e países daquela área de influência. A letra B dessa mesma Tabela seleciona a compra e venda de lingotes ou barras de ouro para fins de investimento ou especulação no setor privado e bancário.

A indústria joalheira representa o setor de maior participação percentual no consumo mundial. Até o ano de 1973 ele representava aproximadamente 70% daquele consumo. No ano de 1974 houve um sensível decréscimo para 31.6% do total e tendo a cunhagem oficial de moedas naquele período representado a maior participação no total consumido. A partir do ano de 1974, a indústria joalheira volta a representar o setor mais atuante na percentagem total, acreditando-se ser tal evolução, consequência da enorme quantidade de dinheiro que fluiu para os países do oriente médio, devido à alta dos preços do petróleo, originando um aumento substancial na venda àqueles países, e conseqüentemente grande aumento no consumo de jóias. Os países que mais se beneficiaram com aquela ocorrência, foram a Itália e Estados Unidos cuja venda de jóias tiveram sensível acrêscimo (Ver Tabela 17).

Pode-se notar também no período de 1968 / 1974, que enquanto a joalheira diminuía sua participação no consumo mundial, os setores eletrônico, odontológico, industriais e decorativos, tomados como um todo, aumentavam sensi-

Tabela 15 - Evolução do Consumo Mundial Aparente por Setores de Uso
(Exceto países do bloco Soviético)

Unidade: Toneladas

SETOR	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
JOALHERIA.	912	904	1.062	1.060	996	513	232	516	932	979
IND. ELETRÔNICA	82	100	89	86	106	127	92	63	71	73
FINS ODONTOLÓGICOS	60	60	59	63	66	68	57	62	76	81
INDUSTRIAIS E DECORATIVOS	58	63	62	69	71	72	56	56	63	68
MEDALHAS, MEDALHÕES, MOEDAS NÃO OFICIAIS (FAC-SIMILE)	40	44	54	52	41	21	7	21	47	50
CUNHAGEM OFICIAL DE MOEDAS	68	26	46	54	63	54	287	244	184	136
SUBTOTAL (A)	1 221	1 197	1 372	1 383	1 343	855	732	961	1 373	1 387
TOTAL PAÍSES DESENVOLVIDOS	742	756	763	836	1 008	740	708	705	835	892
TOTAL PAÍSES EM DESENVOLVI- MENTO	479	441	609	547	335	115	24	256	538	505
COMPRA E (VENDA) LINGOTES PARA INVESTIMENTOS, ESPECU- LAÇÃO. (B) *	615	(50 **)	(337)	3	(98)	547	516	159	80	220
TOTAL (A + B)	1 836	1 147	1 035	1 386	1 245	1 402	1 248	1 120	1 453	1 607

* Esta categoria, inclui lingotes ou barras de ouro para fins especulativos e outras formas de investimento, particu-
lares e bancários.

** Os valores entre parênteses significam vendas para outros setores.

FONTE: Consolidated Gold Fields Limited (Junho, 1978)

40

velmente sua participação no consumo total. A partir daquele ano 1973, notadamente 1974/1975, os setores da indústria eletrônica, odontológica, e industriais e decorativos, tomados como um todo, ressentiam-se da crise econômica mundial tendo diminuido sua participação percentual; e os anos de 1976/1977 demonstram novamente a recuperação daquele setor.

Nota-se ainda que o consumo mundial no período 1968/72, apesar do aumento de demanda verificado nos diversos setores, foi visivelmente alimentado, pelos estoques especulativos dos anos 1969/70/72, não ocorrendo naquele período um sensível acréscimo na produção mundial de ouro.

A Tabela 16 relaciona os maiores consumidores de ouro do mundo no período 1968/77 excluindo-se os países do bloco socialista.

Tabela 16 - Distribuição do Consumo Aparente por Países

Unidade: Toneladas

	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
<u>EUROPA</u>										
Itália	163,0	173,7	181,5	197,7	329,2	110,4	60,9	85,9	191,9	220,0
Alemanha	71,0	77,7	82,1	79,1	84,4	80,0	61,0	57,5	75,0	88,0
Espanha	49,4	54,0	57,6	59,6	62,6	48,0	25,1	40,1	50,1	54,0
Inglaterra e Irlanda	53,4	25,5	26,1	23,9	27,5	31,2	37,8	45,8	33,3	45,4
França	43,6	47,5	44,0	50,1	48,4	42,7	29,9	30,4	35,7	37,4
Suíça	31,1	29,2	28,8	28,9	28,4	27,3	24,7	17,9	25,5	32,5
Áustria	27,7	18,0	30,4	32,4	29,7	10,1	78,9	12,7	33,1	12,6
Grécia	11,2	17,3	12,3	13,0	11,5	14,4	7,8	10,5	9,0	10,0
Outros	35,8	33,4	34,8	38,5	39,4	31,5	27,5	27,3	32,5	31,3
TOTAL	497,2	469,8	497,3	523,2	664,1	395,6	370,6	328,0	486,1	531,2
<u>AMÉRICA DO NORTE</u>										
Estados Unidos	205,4	221,1	185,5	215,3	226,6	209,3	150,2	119,2	139,8	162,3
Canadá	6,3	6,8	7,2	8,2	11,2	13,0	11,5	11,5	25,1	22,0
TOTAL	211,7	227,9	192,7	223,5	237,8	222,3	161,5	130,7	164,9	184,3
<u>AMÉRICA LATINA</u>										
Brasil	45,3	35,1	31,3	32,4	21,9	14,1	12,1	15,4	16,9	20,0
México	27,2	21,3	25,5	22,2	28,1	22,2	72,9	19,2	29,0	13,4
Venezuela	5,9	5,1	5,9	5,8	5,0	0,9	0,9	0,6	1,3	2,1
Colômbia	1,7	1,7	2,8	2,9	1,7	3,4	0,8	1,2	1,0	2,0
Argentina	14,2	16,7	16,7	12,2	0,7	-	2,0	10,0	10,0	10,0
Outros	10,0	12,4	11,2	11,5	8,2	3,3	3,2	3,3	6,4	6,5
TOTAL	104,3	92,3	93,4	87,1	65,6	43,8	86,1	29,7	45,1	36,0
<u>ORIENTE MÉDIO</u>										
Turquia	19,5	24,1	44,7	32,0	20,5	6,5	18,1	55,0	115,0	91,0
Irã	14,0	14,0	14,0	16,0	12,5	5,0	8,0	28,0	62,0	72,0
Egito	5,3	6,4	7,0	7,6	4,0	6,0	23,0	6,0	24,0	20,0
Outros	32,3	33,9	36,5	38,6	21,1	2,7	30,9	43,5	106,6	114,7
TOTAL	71,1	78,4	102,2	94,2	58,1	18,5	27,9	134,5	307,6	297,7
<u>CONTINENTE INDIANO SUL</u>										
Índia	140,1	109,3	217,0	179,0	110,3	63,6	15,7	26,2	33,9	40,5
Outros	34,0	24,0	34,0	31,0	15,0	3,0	8,0	1,6	20,0	17,5
TOTAL	174,1	132,3	251,0	210,0	125,3	66,6	7,7	27,7	53,8	58,0
<u>ÁSIA</u>										
Indonésia	20,0	25,0	30,0	25,0	10,0	25,0	15,0	15,0	35,0	30,0
Japão	53,0	65,0	74,0	80,6	96,0	100,0	74,8	75,2	89,9	74,2
Outros	53,6	59,1	65,7	60,7	27,4	27,3	34,4	19,7	49,5	47,5
TOTAL	126,6	149,1	169,7	166,3	133,4	98,6	25,4	109,9	174,4	151,7
<u>ÁFRICA</u>										
África do Sul	3,5	3,3	10,4	21,3	25,3	35,3	102,7	175,2	93,1	92,8
Marrocos/Argélia	20,0	23,0	26,0	30,0	12,0	4,4	1,0	10,2	25,1	20,0
Outros	16,0	13,7	21,5	17,2	11	2,4	6,2	6,7	17,1	11
TOTAL	39,5	40,0	57,9	68,5	48,3	40,1	102,9	196,1	135,3	123,8
<u>AUSTRÁLIA</u>										
	6,1	6,9	7,9	10,1	8,3	6,0	5,2	4,8	5,7	4,2
TOTAL GERAL	1.220,6	1.196,7	1.372,1	1.382,9	1.340,9	854,5	731,7	961,4	1.372,9	1.386,9

A - A Indústria Joalheira

Apesar do aumento dos preços internacionais do ouro nos últimos dois anos, a indústria joalheira mantém-se crescente no mundo. Tal fato parece ter origem no grande afluxo de dólares para os países do Oriente Médio, e cujas compras de jóias principalmente provenientes da Itália, e em menor escala dos Estados Unidos tem contribuído para manter o mercado internacional mundial em ritmo progressivo. Os países do Oriente Médio (Arábia Saudita, Irã, Turquia, Egito, Marrocos e Algéria) são os líderes nesse mercado, nos últimos anos. Tal tendência parece ainda persistir para o ano de 1978. Em resumo, o consumo de jóias da Europa foi largamente sustentado pelos italianos, cuja confecção e desenho tornaram-se até hoje imbatíveis no mundo. Por sua vez, os Estados Unidos compram dos italianos, mantendo o mercado norte-americano em ritmo crescente. Outrossim deve-se notar nos mercados europeus e norte-americano que, apesar da alta dos preços do ouro, o mais importante item na indústria joalheira constituiu-se nas correntes de ouro, cuja pureza do metal está em torno de 14 quilates, sendo então menos sensível às variações dos preços do metal.

O aumento do consumo das jóias no Canadá foi provavelmente, provocado por dois estímulos:

1. O movimento separatista de Quebec e,
2. A desvalorização da moeda canadense, provocando por parte do público um estímulo na troca da moeda corrente por jóias de ouro.

Estudos feitos pela Consolidated Gold Fields Limited, tendem a indicar que nos países em desenvolvimento o ouro usado na Indústria Joalheira é mais elástico em relação às variações do preço do metal, enquanto que nos países desenvolvidos a renda per capita é o fator preponderante

Tabola 17 - O Consumo na Indústria do Bateria Mundial

Unidade: Toneladas



	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
EUROPA										
Itália	145,7	155,4	160,5	174,3	313,0	98,2	50,0	76,0	177,0	209,0
Espanha	45,0	50,0	53,0	55,0	58,0	45,2	22,5	37,8	45,5	49,7
Alemanha	42,0	45,7	47,6	47,1	45,4	38,0	25,0	27,0	36,0	44,0
França	29,3	29,7	28,7	30,8	29,4	22,4	14,6	17,9	24,5	25,3
Inglaterra e Irlanda	17,0	14,0	14,7	16,5	18,0	20,3	15,8	19,3	19,6	21,0
Suíça	17,0	22,0	23,0	23,0	22,0	16,0	13,5	8,2	10,9	15,5
Grécia	10,0	10,0	11,0	12,0	13,5	13,5	7,0	9,5	8,3	9,0
Bélgica	3,5	3,9	4,2	4,8	5,5	6,5	5,5	6,0	6,6	7,4
Outros	30,1	27,2	26,9	32,9	32,7	23,5	15,9	13,1	67,7	17,9
TOTAL	339,6	357,9	369,6	396,4	537,5	283,6	169,8	214,8	396,1	401,8
AMÉRICA DO NORTE										
U. S. A.	116,5	114,3	97,8	125,8	127,3	102,0	72,7	54,3	66,9	78,5
Canadá	5,0	5,4	5,9	6,7	9,0	9,7	9,4	9,2	12,2	17,7
TOTAL	121,5	119,7	103,7	132,5	136,3	111,7	82,1	63,5	79,1	97,2
AMÉRICA LATINA										
Brasil	43,0	33,0	29,0	30,0	19,0	12,0	10,0	15,0	14,2	17,4
México	16,0	19,5	21,0	20,0	15,5	7,8	5,0	6,1	10,5	7,9
Colômbia	1,7	1,7	2,8	2,9	1,7	1,5	0,3	1,2	1,0	2,0
Venezuela	4,8	4,3	5,0	4,9	4,2	0,3	- 1,0	0,3	1,5	1,8
Perú	3,3	3,5	4,2	3,7	3,0	1,4	1,3	1,2	1,2	0,3
Chile	1,2	1,9	0,6	1,3	0,8	0,8	-	-	-	0,1
Argentina	14,0	16,5	16,5	12,0	0,5	-	- 2,0	- 10,0	- 10,0	- 8,0
Outros	5,2	5,2	10,7	6,4	4,2	1,4	- 0,5	0,5	1,5	4,9
TOTAL	89,2	85,6	89,8	81,2	48,9	25,2	13,6	12,3	19,9	26,9
ORIENTE MÉDIO										
Turquia	14,0	15,0	32,0	23,0	13,1	3,0	12,0	41,4	100,7	80,0
Irã	13,0	13,0	13,0	14,0	11,0	7,0	5,0	25,0	53,0	64,0
Arábia Saudita/Iemen	2,0	2,5	2,5	2,5	2,0	- 2,0	- 1,0	10,0	37,0	39,5
Egito	5,0	6,0	6,5	7,0	3,5	- 6,0	- 23,0	6,0	24,0	20,0
Iraque, Síria, Jordão	5,5	7,0	7,5	7,0	3,5	- 18,0	- 23,0	10,0	15,0	17,0
Outros	11,8	10,9	13,0	18,1	11,1	- 11,0	- 5,1	11,9	47,0	30,8
TOTAL	51,2	54,4	74,5	71,6	44,2	- 27,0	- 35,1	104,3	258,7	250,3
CONTINENTE INDIANO SUL										
Índia	140,1	105,3	215,0	175,0	107,2	60,5	14,0	25,0	32,9	39,5
Paquistão e Afeganistão	30,0	20,0	30,0	25,0	15,0	4,0	- 0,5	5,5	20,0	15,0
Outros	4,0	4,0	4,0	6,0	0	- 1,0	- 7,5	- 4,0	0,0	2,5
TOTAL	174,1	129,3	249,0	206,0	122,2	63,5	6,0	26,5	52,9	57,0
ÁSIA										
Japão	22,0	31,7	34,5	34,5	40,0	45,0	39,9	38,6	47,4	35,9
Indonésia	20,0	25,0	30,0	25,0	10,0	2,5	- 15,0	15,0	35,0	30,0
Tailândia	10,0	10,0	12,0	8,0	- 10,0	- 24,0	- 15,0	5,0	12,0	10,0
Singapura	4,0	4,0	5,0	5,0	4,2	4,2	0,5	3,0	0,3	8,5
Hong Kong	7,0	10,0	10,0	11,0	13,0	10,0	- 1,0	0,5	7,5	8,0
Malásia	6,0	6,0	6,5	6,0	5,0	2,0	0,3	4,0	7,1	6,0
Outros	26,5	29,0	32,0	30,5	14,5	1,5	- 21,0	2,4	11,7	10,9
TOTAL	95,5	115,7	130,0	120,0	76,7	41,2	- 11,3	68,5	127,0	109,3
ÁFRICA										
Marrócos/Argélia	18,0	20,5	22,0	26,0	11,4	4,4	1,0	10,2	25,1	20,0
África do Sul	2,5	2,6	3,2	3,5	3,2	3,0	2,8	1,4	3,0	2,0
Outros	15,0	12,7	18,5	15,2	8,5	2,4	- 0,8	10,7	17,1	11,2
TOTAL	35,5	35,8	43,7	44,7	22,7	9,8	3,0	22,3	44,2	33,2
AUSTRÁLIA										
	5,3	6,0	6,9	7,1	7,1	4,7	4,1	3,7	4,4	3,0
TOTAL GERAL	912,0	904,4	1.062,2	1.059,5	995,6	512,7	232,2	515,9	932,3	978,7

sobre a demanda daquela indústria. Isto não quer dizer que os efeitos dos preços não são importantes em países industrializados ou que a renda per capita não participa nas variações de ouro comercializado nos países em desenvolvimento. Aliás o aumento de renda nos países ricos em petróleo tem sido a mais forte influência no mercado mundial de ouro nos últimos anos a partir de 1974; o que ainda não se pode afirmar com certeza é que se aqueles fatores, venda e preços, podem ser inclusos nas análises estatísticas do mercado, pois os dados históricos, renda nacional e população local e emigrante ainda não são totalmente satisfatórios para conclusões mais profundas.

A análise de interdependência entre preços, renda e indústria de jóias são baseados em dados muito recentes, (1968 - 1977), restringindo, em consequência, os resultados daí originados.

O que deve ser ressaltado é que o preço internacional do ouro não é o único fator determinante nas oscilações do mercado do ouro; deve-se também levar em consideração que o preço do ouro nos mercados atacadistas e varejistas, sofre influência de país para país, por uma série de razões como: impostos, pequeno mercado consumidor, tradições, produtos substitutos, impostos alfandegários, etc. ...

Na Tabela 17, estão relacionados os principais países consumidores de ouro no setor joalheiro mundial.

B - Indústria Eletrônica

Nos últimos anos, novos produtos substitutos para bens que utilizam ouro contribuíram para reduzir o consumo deste metal na indústria eletrônica. Todo e qualquer novo aumento do preço do ouro, força os incentivos de pesquisa para a substituição do ouro por outras matérias-primas.

A Tabela 18 mostra os principais países consumidores de ouro nesse setor e evidencia a redução nos últimos cinco anos. O que também deve ser levado em consideração, é ter a desaceleração no crescimento industrial mundial, após 1973, contribuído significativamente para tal ocorrência.

Tabela 18 - Principais Países Consumidores de Ouro na Indústria Eletrônica Mundial

Unidade: Toneladas

PAÍSES	ANOS				
	1973	1974	1975	1976	1977
Estados Unidos	61,6	44,0	19,6	21,9	24,7
Japão	26,0	15,0	17,1	23,1	21,1
Alemanha	15,0	12,0	8,0	8,2	8,0
França	5,0	5,5	4,5	3,7	3,8
Suiça	3,0	3,0	2,5	3,1	3,7
BRASIL (a)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3

FONTE : Consolidated Gold Fields Limited (Junho 1978)

(a) : O Brasil foi incluso no quadro somente a título comparativo.

C - Aplicações Odontológicas

No ano de 1977 a Alemanha passou a liderar o consumo mundial de ouro no setor, cuja supremacia pertencia até então, aos Estados Unidos. A Alemanha, o Japão e os Estados Unidos possuem considerável mercado de exportação de ligas de ouro e o aumento do consumo nos últimos dois anos supõe-se ser devido ao aumento de campanhas e incentivos para os cuidados dentários tanto na Alemanha como no Japão, as quais têm ocorrido ultimamente naqueles países.

Mesmo do ponto de vista otimista, não é esperado um crescimento substancial de ouro nesse setor, para os próximos anos.

A Tabela 19, relaciona os principais países consumidores de ouro para fins odontológicos nos últimos cinco anos.

Tabela 19 - Principais Países Consumidores de Ouro para Fins Odontológicos

Unidade: Toneladas

PAÍSES	ANOS				
	1973	1974	1975	1976	1977
Alemanha	12,0	10,0	12,0	20,1	24,7
Estados Unidos	21,1	16,5	19,9	21,6	23,6
Japão	12,5	10,0	10,0	13,0	10,5
Suiça	4,0	4,0	3,8	3,9	4,2
Itália	4,0	4,0	3,0	3,5	4,0
BRASIL (a)	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1

FONTE : Consolidated Gold Fields Limited (Junho 1978)

(a) : O Brasil foi incluído no quadro somente a título comparativo.

D - Industrial e Decorativo:

Estão incluídos nesse setor, produtos folhados, a ouro como: acendedores de cigarros, caixas de relógios, canetas, ouro líquido para cerâmicas, produto de alta pureza em ouro para instrumentos de laboratório e médico, e ornamentos folheados a ouro.

Também o aumento do consumo nos últimos dois anos é devido à retomada do crescimento industrial mundial após a crise nos anos 1973/74/75.

A Tabela 20, expressa a situação dos principais países consumidores nos últimos cinco anos.

Tabela 20 - Principais Países Consumidores de Ouro no Setor Industrial e Decorativo

Unidade: Toneladas

PAÍSES	ANOS				
	1973	1974	1975	1976	1977
Estados Unidos	24,6	17,0	22,7	27,3	30,5
Alemanha	12,0	12,0	8,0	7,7	7,3
Japão	7,4	5,4	6,1	5,4	5,5
França	11,7	6,8	5,0	4,6	5,1
México	0,6	0,7	2,2	3,0	3,7
BRASIL (a)	0,8	0,8	1,0	1,2	1,1

FONTE: Consolidated Gold Fields Limited (Junho 1978)

(a) : O Brasil foi incluso no quadro somente a título comparativo.

E - Medalhas, Medalhões, Moedas não Oficiais (Fac-simile)

A reprodução de moedas não oficiais em fac-simile geralmente atende a um mercado consumidor inclinado a estocar tais produtos, originando, assim, uma forma de investimento. Muitas dessas moedas não oficiais são utilizadas em forma de pulseiras e vendidas ao público.

O Kuwait continua sendo o centro de manufaturas de moedas não oficiais em fac-simile no mundo (12,5 ton/ano), seguido, mas já com uma produção bem menor (7,0 ton/ano), pela Arábia Saudita.

Dentre os fatores que influenciaram o mercado de moedas não-oficiais podem ser destacados:

1. A propensão do público para estocar em forma de investimento;
2. Os países em desenvolvimento são os maiores investidores nesse mercado, pois o fac-simile de moedas não-oficiais representa boa forma de investimento, e como as flutuações do mercado de ouro são altamente sensíveis em relação ao preço do ouro nesses países, é ele, o preço, que concorre para as mudanças na produção desse bem;
3. As datas comemorativas históricas, nos diversos países também estimulam as variações do mercado nesse setor.

A Tabela 21, relaciona os principais países produtores de moedas não-oficiais, fac-simile.

Tabêla 21 - Principais Produtores de Moedas Não-Oficiais (Fac-Simile)

Unidade: Toneladas

PAÍSES	ANOS				
	1973	1974	1975	1976	1977
Kuwait	-	0,5	7,0	16,0	12,5
Arábia Saudita	-	6,0	2,0	4,0	7,0
Síria	-	-	2,0	3,0	7,0
Alemanha	3,0	2,0	2,5	3,0	4,0
Irã	-	-	-	5,0	4,0
BRASIL (a)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

FONTE: Consolidated Gold Fields Limited (Junho, 1978)

(a) : O Brasil foi incluso no quadro somente a título comparativo.

F - Cunhagem Oficial de Moedas

Muitos países contratam a cunhagem oficial de moedas. O que está relacionado na Tabela 22, expressa a produção de moedas em ouro dos maiores produtores mundiais. A África do Sul é o maior produtor mundial de moedas oficiais representado pelo Krugerrand, cuja moeda tem o peso exato em ouro de 1 onça, igual 31,10 gr. O Krugerrand encontra seu maior mercado na Alemanha Ocidental e Estados Unidos. O aumento da produção da Inglaterra de 6,7 t em 1976 para 13,0 t em 1977 deve-se ao aumento da procura de outros países para cunhagem oficial de suas moedas.

Tabela 22 - Principais Produtores de Moedas Oficiais

Unidade: Toneladas

PAÍSES	ANOS					
	1972	1973	1974	1975	1976	1977
África do Sul	21,7	30,1	99,7	173,6	90,9	88,9
Inglaterra	0,5	0,7	14,7	21,9	6,7	13,0
Turquia	7,4	3,4	6,0	13,5	14,3	11,0
Áustria	20,7	4,4	75,0	9,5	28,4	7,8
Suiça	0,1	-	-	0,8	3,4	5,0
BRASIL (a)	0,5	-	-	-	-	-

FONTE : Consolidated Gold Fields Limited (Junho 1978)

(a) : O Brasil foi incluso no quadro somente a título comparativo.

G - Investimentos e Especulação com Lingotes de Ouro

A estocagem de lingotes de ouro para fins de investimento e especulação é típica dos países subdesenvolvidos e principalmente aqueles com sua produção de bens voltada para a agricultura.

A Indonésia, Formosa, Coreia do Sul absorveram grandes quantidades de ouro em forma de lingotes.

As variações no mercado de lingotes para fins de investimento tem como principais variáveis os seguintes elementos:

1. As quantidades compradas tendem a diminuir quando os preços do ouro aumentam e vice-versa;
2. As compras aumentam quando a renda aumenta;
3. As compras e vendas dos lingotes de ouro também são influenciados pelos eventos políticos internacionais; como exemplo podemos citar a morte de Mao-Tsé-Tung provocou uma corrida às barras de ouro em Formosa.

Em países com alta instabilidade política a compra dos lingotes de ouro também representa por parte do público uma garantia nos seus investimentos. A Tabela 23, relaciona os principais compradores de barras de ouro nos últimos cinco anos.

Tabela 23. - Principais Países Consumidores de Lingotes de Ouro nos Últimos Cinco Anos.

Unidade: Toneladas

PAÍSES	ANOS				
	1973	1974	1975	1976	1977
Indonésia	14,0	13,0	24,0	45,0	25,0
Arábia Saudita/ Iemen	-	-	1,0	17,0	13,5
Formosa	10,0	-	14,0	55,0	7,0
Hong Kong	10,0	14,0	7,5	15,0	4,0
Japão	-	-	-	2,0	4,0
Coréia do Sul	2,0	-	6,0	17,5	3,0
BRASIL (a)	-	2,1	-	-	-

FONTE: Consolidated Gold Fields Limited (Junho 1978)

(a) : O Brasil foi incluído no quadro somente a título comparativo.

53



3.1.4. - Comércio Mundial

O comércio do ouro é oficialmente transacionado em cinco bolsas, Zurique, Londres, Hong Kong, Paris e Nova Iorque, sendo Zurique o principal centro comercial.

As expectativas provocadas nos mercados mundiais de ouro, após o anúncio dos leilões do Fundo Monetário Internacional (F.M.I.), em junho 1976, pareciam indicar uma drástica redução nas cotações internacionais do metal. Os pequenos produtores sentiam-se praticamente fora do mercado, não podendo arcar com os investimentos programados para o ano. Tal fato não ocorreu na prática pois acontecimentos no mercado indicaram que o mesmo pode absorver o excedente do metal. Verificou-se que os preços começaram a subir a partir de Agosto de 1976, apesar de terem sido lançadas no mercado mundial 121,3 toneladas do metal provenientes do F.M.I. Esta tendência altista manifestou-se, ainda, durante o fim de 1976 e continuou durante todo o período de 1977 e 1978.

No ano de 1977 foram lançadas ao mercado cerca de 600 ton de ouro, provenientes de várias fontes como, o F.M.I., União Soviética, China e bancos centrais. A procura de ouro nesse ano, por parte da indústria joalheira, odontológica, e outros usos industriais foi extremamente importante para sustentar o preço do metal.

A grande demanda de jóias no Oriente Médio e a retomada industrial após a crise de 1974 (alta nos preços do petróleo), foram os principais fatores que mais contribuíram para o aumento do consumo de ouro no mundo no período de 1974/77.

Uma grande percentagem do ouro extraído das minerações da África do Sul e da União Soviética, que são os maiores produtores de ouro no mundo, dirige-se principalmente para a Europa, nas bolsas de Zurique e Londres.

O ouro proveniente das transações monetárias mundiais também é altamente manejado pelos países europeus e, em grande parte, o fluxo desse ouro é proveniente da bolsa de Nova Iorque através dos leilões do Fundo Monetário Internacional.

Um-terço do ouro que é transacionado na Europa dirige-se para os países do Oriente Médio, sendo Beirute o principal centro comercial do metal.

Outros centros, em menor escala, participam desse comércio mundial do ouro, localizados em diversos países da América Latina, Índia, Hong Kong, Indonésia, Malásia.

Na Figura 1 está representado o fluxo do comércio de ouro no mundo.

3.1.5. - O Preço do Ouro no Mercado Internacional

Em 1934, foi firmado o acordo de Bretton Woods, o qual estabelecia toda a base do sistema monetário internacional e estabelecia que o dólar americano seria francamente transformável em ouro. Neste ano foi fixada a cotação oficial do dólar em US\$ 35,00 por "Onça Troy" (1 Onça Troy = 31.1 g).

Em 1967, após várias crises da política monetária internacional, o acordo que estabelecia aquela paridade entre dólar e ouro não foi mais cumprido. E estabeleceu-se que seriam criados dois mercados para o ouro; o mercado oficial e o mercado livre internacional. O mercado oficial manteve ainda aquela paridade até o ano de 1971, quando sofreu um acréscimo para US\$ 42,20 a "Onça-Troy". No mercado livre a cotação do ouro sofreu os desequilíbrios de oferta e procura, tendo desde aquele ano apresentado níveis crescentes em seu valor, estando sua cotação por volta de US\$ 200,00 a "Onça-Troy" em Dezembro de 1978.

É básico para entender e analisar as variáveis que influenciam o preço do ouro no mundo reconhecer que este metal tem característica dupla, isto é ; ele é usado para fins industriais, como também para fins monetários. Como metal usado para fins industriais, o preço do ouro está sujeito às influências normais que sofrem os outros metais, como por exemplo; variações na produção, no consumo, e nos estoques. Como valor monetário, seu preço é dependente tanto das medidas tomadas pelas autoridades monetárias mundiais, como também de acordo com as variações da demanda provocadas pelos investidores, entesouradores e especuladores, que vêm o ouro como estoque de valor.

O preço do ouro no mercado mundial é determinado por fatores que tanto agem a longo prazo como a

curto prazo.

temos:

Entre os fatores que agem a longo prazo

1. Mudanças nos custos de produção.
2. Desequilíbrios na oferta e procura do metal, provocados por organismos públicos ou privados.
3. Mudanças nas taxas inflacionárias dos países.

temos:

Entre os fatores que agem a curto prazo

1. Variações nas taxas de produção do metal.
2. Compra e venda do metal por entidades públicas.
3. Mudanças no comportamento da demanda industrial.
4. Mudanças de medidas tomadas pelas autoridades monetárias.

Na Figura 2 esquematizou-se os principais fatores que influenciam na determinação dos preços do ouro.

A grande procura do ouro por parte da indústria nos últimos anos, principalmente após 1974, e com tendências a se manter nos próximos, o declínio crescente de produção nas minas do mundo ocidental e as desvalorizações constantes do dólar no mercado internacional, forçarão invariavelmente a manutenção da tendência altista dos preços do metal nos a seguir.

A Figura 3 mostra o comportamento dos preços do ouro no mercado internacional no período de 1970 a Janeiro de 1979.

Figura 2 - Fatores que influenciaram nos preços do Ouro nos mercados internacionais

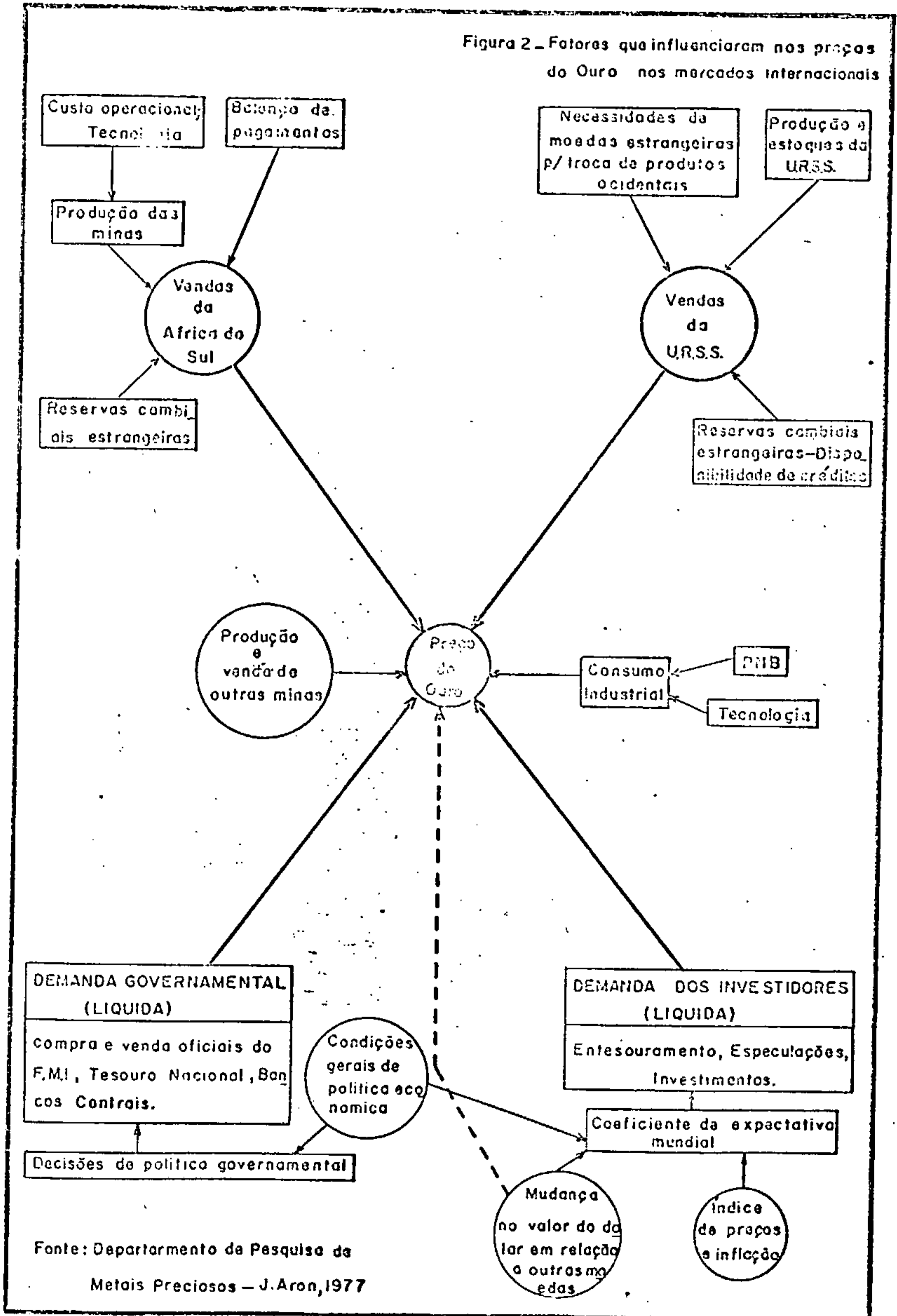
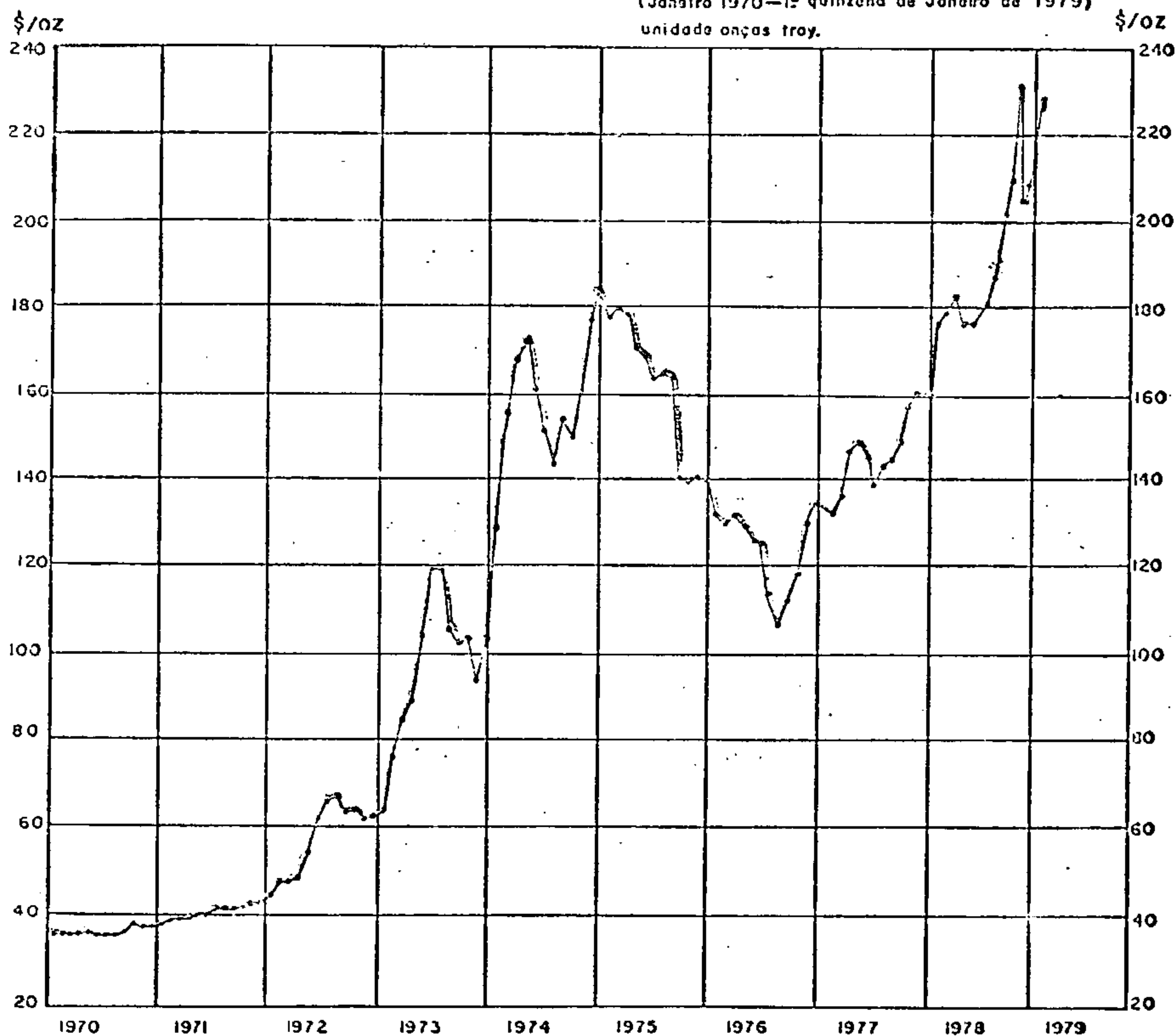


Figura 3 — Preços médios do Ouro no mercado Londrino
 (Janeiro 1970—1ª quinzena de Janeiro de 1979)
 unidade onças troy.



FONTE: Departamento de Pesquisa de Metais Preciosos J. Aron—Metal Bulletin

3.1.6. - Balanço Oferta - Demanda Mundial

Pela análise dos quadros de oferta e demanda mundial é notório que a produção das minas de ouro do bloco ocidental, continua em ritmo decrescente de produção. No período entre 1971 e 1977 a produção das minas vem decrescendo ao ritmo de 4% ao ano.

A partir de 1974 o setor de joalheria vem demonstrando aumentos crescentes na demanda de ouro, representando um crescimento médio de 69% ao ano no período 74/77. Caso sejam considerados todos os outros setores de consumo o crescimento está na ordem de 24,5% ao ano.

É notório que após os extradiornários ganhos com o aumento crescente dos preços do petróleo, a partir de 1974, os países do Oriente Médio vem contribuindo significativamente no aumento da demanda do comércio mundial de jóias. Tudo indica que esta política altista dos preços do petróleo deverá continuar nos próximos anos, e assim sendo, o crescente desbalanço entre a oferta e procura do ouro, provocado pela contínua e crescente demanda de jóias para os países do Oriente Médio, deverá manter pressões altistas no preço do metal no mercado internacional.

Note-se também que o suprimento de ouro do mundo ocidental, vem sendo sucessivamente alimentado em proporções crescentes pela União Soviética e, assim mesmo, vem apresentando déficits em relação à demanda do metal.

Na análise do quadro do consumo mundial, observa-se, também, a forte influência exercida pelas instabilidades econômicas e políticas internacionais no suprimento de ouro no mercado: a compra e venda do metal para investimentos e especulação, por parte de particulares ou bancos, que até o ano de 1972 apresentavam altos índices de desentesouramento, em 1973, no ápice do desencadeamento da crise do petró

leo, passou a absorver grandes quantidades de ouro, demonstrando a insegurança e o conseqüente entesouramento do metal gerados pelas crises mundiais, influenciando a manipulação do ouro no ocidente.

Pode-se deduzir então que o aumento ou declínio do suprimento de ouro no mercado mundial é função de três fatores importantes, que se incumbirão de balancear a oferta e procura de ouro no mundo:

- a. Aumento ou declínio da produção das minas;
- b. Compras ou vendas de ouro estocado nos bancos centrais;
- c. Quantidades exportadas da União Soviética para o ocidente.

A produção das minas da África do Sul que em 1970 atingiu o teto de 1000 toneladas, está atualmente por volta de 700 toneladas. Segundo estimativas da Consolidated Gold Fields se o nível de preço do ouro se mantiver entre 170 e 190 dólares por onça, nestas condições, a produção das minas existentes e daquelas planejadas para entrarem em operação deverá manter-se pouco acima de 700 toneladas anuais, até o ano de 1985. Contudo, se não forem descobertas novas minas nos próximos anos, aquela produção deverá cair para níveis inferiores.

Notícias de descobertas de minas de ouro, no Japão, Venezuela, Arábia Saudita, e outros lugares, referem-se a pequenas minerações e estas não deverão contribuir para um impacto maior no acréscimo dos suprimentos de ouro no mundo ocidental.

Diante dessas condições, e na improbabilidade de descoberta de novas minas de alto teor de ouro contido e baixo custo operacional, a produção de ouro do mundo ocidental deverá manter-se em torno de 950 - 1000 toneladas

anuais, por vários anos.

Pelo que tem ocorrido nos últimos dois anos, as vendas de ouro dos bancos centrais, do Fundo Monetário Internacional, e do Tesouro Norte-Americano, deverão ser absorvidas pelos Bancos Centrais e Conselhos Monetários Nacionais de países que apresentarem superavit nas suas transações internacionais, não afetando ou contribuindo na oferta do metal no mercado internacional.

A União Soviética é o segundo maior produtor de ouro do mundo. E contrariamente a outros grandes produtores de ouro no mundo ocidental, a produção das minas naquele país vem aumentando consideravelmente. Os níveis atuais de produção de ouro da URSS são estimados entre 330 a 450 toneladas anuais. Estima-se que o consumo do metal esteja em volta de 50 a 100 toneladas anuais. Caso se aceite estes valores, tanto para a produção como para consumo, a União Soviética apresenta um superavit de 300 a 400 toneladas. Este superavit tanto pode ser adicionado às suas reservas ou mesmo pode ser vendido ao ocidente para compra de divisas sólidas.

A troca do ouro por divisas do mundo ocidental está diretamente relacionada com os débitos que possui com o ocidente; mas também relaciona-se com as condições econômicas e políticas internas. Dessa forma os suprimentos de ouro da URSS ao ocidente não podem ser estatisticamente quantificados, pois para isso dependem de fatores que fogem do alcance de qualquer previsão.

Os crescentes aumentos do preço do ouro incentivarão a pesquisa e lavra de novas jazidas auríferas, como a lavra de minas de baixo teor - e somente a médio-longo prazo a oferta e procura do ouro no mundo ocidental poderão novamente equilibrar-se.

3.2 - SITUAÇÃO NACIONAL DO OURO

3.2.1 - Reservas Nacionais

De acordo com os dados oficiais fornecidos pelo DNPM/DEM em 1977, as reservas brasileiras de ouro assim se distribuem na Tabela 24, de acordo com os Estados da Federação:

Tabela 24 : Reservas Brasileiras de Ouro, em 1977.

Unidades da Federação Municípios	Quantidade (1.000 t)				
	Medida			Indicada	Inferida
	Mínimo	Contido (kg)	Teor (p/%)		
TOTAL	145.419	109.574	-	431.206	35.827
AMAZONAS	1.795	744	-	-	-
Maués	1.795	744	0,45	-	-
BAHIA	109	3	-	-	-
Saúde	109	3	2,79	-	-
MINAS GERAIS	135.602	82.016	-	415.420	29.202
Diamantina	33.432	1.245	0,012-0,05	398.750	1.500
Mariana	12.983	48.314	0,1-5,0	13.000	24.000
Nove Lima	2.238	24.444	8,48-10,75	2.842	2.825
Sabará/S. Luzia	87.180	2.267	0,026	-	-
Outros	709	5.746	3,0-8,86	828	877
PARÁ	432	1.728	-	-	-
Viscú	432	1.728	4,0	-	-
PISO GRANDE DO SUL	500	500	-	-	-
Lavras do Sul	500	500	1,0	-	-
RONDÔNIA	5.981	24.583	-	15.806	6.625
Gurjará-Mirim	5.981	24.583	4,11	15.806	6.625

Fonte: DNPM-DEM

Eláborou-se na Tabela 25, a complementação dos dados oficiais, em relação às reservas nacionais de ouro. Os dados foram conseguidos, através de informações verbais prestadas por empresários do setor, como também através de publicações consultadas.

Tabela 25 - Complementação das reservas oficiais de ouro no Brasil.

Estado	Local	Fonte	Metal Contido (kg)	
			Medida	Estimada
Pará	Rio Tapajós	Andrade Gutierrez	7206	94000
Maranhão	Rio Gurupi	Badim	-	15000
Bahia	Jacobina	Anglo-American	87000	-
	Araci	DOCEGEO	-	40000
	Rio da Contas	CBPM	1745	-
	Gentio de Ouro	Andrade Gutierrez	3905	-
	Mina Canavieira	CBPM	1900	-
	Mina Muravilha	CBPM	776	-
	Vale do Curuçã	Caraíba Metais	4000	-
	Andorinhas	DOCEGEO	12000	-
TOTAL			119032	149000

3.2.2. - Produção Nacional

A - Histórico

A exploração, descoberta e produção de ouro no Brasil teve início em São Paulo por volta de 1550, no Paraná em 1578 e em Minas Gerais em 1725. Sua busca foi um dos fatores condicionantes da extensão territorial brasileira.

Desde as primeiras Bandeiras até 1977 a produção nacional é cerca de 1.700 t, enquanto que a mundial é da ordem de 95.000 t. Desse total, praticamente 1/3 foi produzido na região de Witswatersand, na África do Sul.

O Estado de Minas Gerais apresenta-se como o tradicional produtor, abrigando um dos mais importantes distritos auríferos do País, abrangendo as seguintes regiões:

1. Nova Lima
2. Ouro Preto e Mariana
3. Sabará, Caeté, e Santa Bárbara
4. Pitangui

3.2.2.1. - Minerações

A - Mineração Morro Velho

A mineração Morro Velho está situada na região de Nova Lima em Minas Gerais. Foi fundada em 1830 tendo somente em 1835 iniciado os trabalhos mineiros, em escala industrial, pela St. John D'el Rey Mining Co. Ltda. Dessa época, até hoje, não houve interrupção das atividades, a não ser

em 1867, quando grande incêndio destruiu a mina principal com quase paralização total de sua produção.

Em 1934 com a elevação do preço do ouro, e devido às leis federais de 1932 que proibiam a remessa de produção para o exterior, a Companhia partiu para um largo programa de pesquisas e desenvolvimento. Por vários anos a Morro Velho se desenvolveu, até que, em 1955, deixou de dar lucro, devido a: problemas administrativos, indisciplina e consequentemente, baixa produtividade. Em 1957 a Companhia esteve prestes a encerrar suas atividades. A fim de evitar que isto acontecesse o governo federal, através da superintendência da moeda e do crédito - SUMOC estabeleceu um subsídio que equivalia ao excesso do custo de produção sobre o valor da colocação do metal no mercado. É fácil ver que este subsídio passou a ser um incentivo ao aumento do custo de produção.

Entre os anos 1958 e 1960 a Companhia passou ao controle do capital norte-americano.

Em 1960, houve a transferência do controle acionário da parte referente ao ouro, para um grupo brasileiro, adquirindo 75% do seu capital social, originando então a Mineração Morro Velho S.A.. Em Março de 1975, houve nova alteração na estrutura de capital, sendo 49% das ações vendidas ao Grupo Anglo-American e permanecendo os restantes 51% em poder de brasileiros.

Em 1978 a empresa operava as seguintes Minas: Mina Velha, Mina Grande, Mina de Raposos, Mina de Bicalho, Mina do Faria e Mina de Blumenau, produzindo aproximadamente 46 000 toneladas de minério por mês.

A Mina Grande é a mais importante e foi durante muitos anos, a mais profunda no mundo, sendo, também a primeira a utilizar unidades refrigeradoras no sistema de ventilação.

O teor médio das reservas das minas acima descritas situa-se em torno de 11 g/ton, sendo o teor do

recuperado de 8.6 g/ton.

A produção de ouro da Mineração Morro Velho está em torno de 3.900 kg anuais. A prata é obtida como subproduto representando 1/5 da produção de ouro.

A comercialização da produção destina-se ao mercado interno, sendo transacionada principalmente no eixo Rio - São Paulo.

Ressalve-se que, apesar de ter sido entregue o questionário, para melhor quantificar os dados na composição deste capítulo o grupo Anglo-American, representado por uma de suas empresas, operando neste País, a Mineração Morro Velho, não nos forneceu os dados solicitados.

B - Pequenas Minerações

Existem no Brasil pequenas minerações mas não representando, em sua totalidade, expressiva produção de ouro. Dentre elas podemos citar:

- a) Produção aluvionar de ouro no Rio das Velhas, explorado pela Dragagem de Ouro S.A. (MG).
- b) Produção de ouro pela Mineração Tejuca como sub-produto da lavra de diamante no Rio Jequitinhonha (MG).
- c) Produção de ouro no Ribeirão do Carmo em Mariana, explorado pela Companhia Mina da Passagem, com 33 kg anuais (MG).

- d) Produção da mina Aurumina, situada próxima de Cavalcante, Estado de Goiás, está produzindo 15 kg por mês. (João G. G. Lyrio - XVII Semana de Estudos - Simpósio sobre o ouro, Agosto, 1976).

Na Tabela 26 apresenta-se os dados históricos de produção da empresa Morro Velho e das pequenas minerações acima descritas, no período 1969 a 1978.

C - Projetos em Pesquisa

C.1 - A Rio Doce Geologia e Mineração (DOCEGEO), subsidiária da Vale do Rio Doce, com projeto denominado "Santa Luz", está desenvolvendo intensa pesquisa nas áreas dos municípios de Teofilândia, Araci e Serrinha, no nordeste baiano a 210 km de Salvador. Foram estimadas para a região, 5 milhões de toneladas de minério de ouro com teor médio de 8 g/ton, o que representaria 40 t. de metal contido.

Segundo geólogos da companhia, a extração do minério é viável através de mineração subterrânea e com possibilidades de produção de 4 toneladas de ouro anuais.

Os investimentos para o ano de 1979 em pesquisas naquela região, estão orçados em Cr\$ 75 milhões, as quais deverão continuar até fins de 1981, quando então, a companhia partirá para a implantação de um complexo mineiro na região para exploração da jazida.

A DOCEGEO, ainda, mantém um programa de pesquisa no Sudeste do Estado do Pará no município de Conceição do Araguaia. Nos últimos três anos, foram localizadas várias ocorrências primárias de ouro na área do Projeto Andorinhas. Até o momento não foi localizado um corpo contínuo, existindo entretanto inúmeros corpos espalhados na área de dimensões variáveis, e com espessura de até 20 cm. Foram entre-

tanto localizados corpos com 300 ppm de metal contido.

A DOCEGEO, pretende iniciar em 1979 projeto de lavra experimental, com uma produção de 300 kg de ouro e de 500 kg em 1981. Para o ano de 1979 as aplicações na área estão orçadas em Cr\$ 42 milhões.

C.2 - A Unigeo Geologia e Mineração S/A, é uma empresa formada pela Anglo-American e Icomi (Caemi e Bethlehem), a mesma está desenvolvendo intensa pesquisa na Serra da Jacobina no Estado da Bahia, na latitude de 11° 12' Sul, e longitude de 40° 32' Oeste. O potencial aurífero abrange as Serras do Córrego, Rio de Ouro, e Cruz das Almas. Segundo informações prestadas pelo Diretor-Presidente, Sr. Mário Ferreira, a empresa já tinha aplicado em pesquisas, até 1978, 21 milhões de dólares correspondendo a Cr\$ 441 milhões de cruzeiros.

As reservas de minério estimadas são de 9 milhões de toneladas, com teor médio de 10 g/ton.

Atualmente estuda-se a viabilidade econômica para implantação de um complexo mineiro, objetivando a extração de 40 mil toneladas de minério por mês, o que acarretaria uma produção anual de cerca de 4 toneladas de ouro.

C.3 - A Empresa de Mineração Badin está desenvolvendo no Maranhão, na região entre os rios Gurupi e Maracassumê, próximo do litoral na divisa com o Estado do Pará, intensa pesquisa.

Pretende iniciar uma lavra a céu aberto, para extrair cerca de 200 toneladas de minério por dia em 1982, e com perspectivas de expansão para 1.000 toneladas por dia em 1984. O teor de ouro contido no minério é da ordem de 7 g/t.

Segundo informações a empresa pretende construir sua própria unidade de refino em Belém, PA com capacidade para refinar 1.500 kg de ouro anuais.

Tabela 26 - Produção Anual de Ouro, Pequenas e Grandes Minerações.

Unidade: Kilogramas

DECLARADA			
ANOS	EMPRESAS DE MINERAÇÃO		TOTAL
	MORRO VELHO	OUTRAS	
1969	5 308	706	6 014
1970	5 239	560	5 794
1971	4 895	184	5 079
1972	5 149	1 170	6 319
1973	4 896	213	5 109
1974	4 626	110	4 736
1975	3 500	351	3 851
1976	3 576	322	3 898
1977	(a) 3 583	380	3 963
1978	(a) 3 840	379	4 219

FONTES: DNPM, CPRM, Mineração Tejuçana, Dragagem de Ouro e Auruminas (XVII Semana de Estudos - Simpósio Sobre o Ouro).

(a) Dados estimados, não obtidos na fonte, (Morro Velho).

3.2.2.2. - Garimpos

A - Médio Tapajós

O ouro do médio Tapajós é conhecido desde 1959. Toda a economia da região baseia-se nas atividades de extração do ouro, sendo utilizado o processo de garimpagem. Cerca de quinze mil garimpeiros trabalham na área e se concentram ao redor de vilas, e dentre elas destacam-se: Creporizinho, Piranhas, Porto Alegre, Pacu, Água Branca, São Domingos e Patrocínio. Estas situam-se na região que compreende os rios Tapajós, Crepori, Tropas, Novo, Pacu, Tocantins, Jamanxim, Amanã e Parauari. Estas vilas, distribuem-se tanto no Estado do Pará como do Amazonas, na área situada entre os meridianos $58^{\circ} 30'$ e os paralelos de $7^{\circ} 00'$ e $4^{\circ} 30'$.

Uma área de grande atividade na exploração do ouro do médio Tapajós situa-se no Estado do Pará, entre os meridianos de $57^{\circ} 00'$ e 55° , e entre os paralelos de 7° e $6^{\circ} 30'$. Esta região foi visitada pela equipe deste projeto, tendo-se coletado e obtidos dados e informações dos garimpos Amanã, Patrocínio, Creporizinho, São Domingos, Mamoal, Cuiú-Cuiú, Porquinho.

A comercialização do ouro proveniente dos garimpos da área, do médio Tapajós tem seu polo na cidade de Itaituba e em menor escala na cidade de Jacareacanga. Em Itaituba localiza-se o Pôsto da Receita Federal cuja incumbência é recolher o Impôsto Único sôbre Minerais (I.U.M.). Acredita-se que somente cerca de 10% do ouro que é produzido na área é realmente contabilizado naquele pôsto.

O meio de transporte mais utilizado para acesso a área dos garimpos é por intermédio de aviões de pequeno porte, geralmente monomotores. Toda pista de pouso possui um proprietário, dono de toda a exploração regional. Ao

lado da pista de pouso o proprietário possui uma cantina, na qual vende gêneros de primeira necessidade como também ferramentas e utensílios necessários à exploração do ouro nos garimpos. É ele, o proprietário, que se incumba de abastecer a cantina com todos os bens necessários à "comunidade". A mercadoria é geralmente comprada na cidade de Itaituba. Todo garimpeiro somente pode comprar os gêneros para sua subsistência, na cantina do proprietário da pista, a preços, por ele estipulados. Qualquer mercadoria não comprada na cantina, é automaticamente confiscada pelo proprietário do garimpo.

A moeda corrente "nessa comunidade" é o ouro, e toda e qualquer atividade comercial gira em torno desse metal. Não é permitido dentro desse "feudo" que qualquer pessoa, garimpeiro ou não, traga mercadorias de fora. Tudo deve ser comprado na cantina do proprietário, a peso de ouro.

Dessa forma, assim que o garimpeiro adentrar na área de domínio do proprietário da pista de pouso, deverá trabalhar no garimpo e retirar o ouro da terra. Com esse ouro, o garimpeiro vai à cantina, e compra gêneros para sua subsistência. Calcula-se em torno de 100 g de ouro mensais, o mínimo que o garimpeiro deverá entregar ao proprietário, para a compra de alimentos de sua sobrevivência. - (Em estudos efetuados pelo Projeto RORAM, D.N.P.M., em 1976 o mínimo para a sobrevivência do garimpeiro foi calculado em torno de 150 g de ouro mensais).

Ressalte-se que essa quantia é um mínimo, pois dentro da área de influência do proprietário da pista de pouso, desenvolvem-se outras atividades em paralelo, que também pertencem ao dono da pista, as quais constituem-se de bares, hotéis, dentista prático, farmácia, pensão, padaria, etc ... e cujo pagamento dos serviços utilizados pelo garimpeiro também são feitos, em ouro, ao proprietário.

De acordo com os dados levantados na

área do médio Tapajós, referentes ao Estado do Pará, e amostragem das informações obtidas, por esta equipe, concluiu-se que existem nesse Estado aproximadamente 10 mil garimpeiros.

Outrossim, no projeto RORAM; (Cadastramento de Garimpos, garimpo do Abacaxis, Estado do Amazonas), trabalho realizado pelo 8º Distrito, do Departamento Nacional da Produção Mineral - Ministério das Minas e Energia, em 1976, foram quantificados pela equipe executora do projeto, na área do Médio Tapajós, e somente em relação ao Estado do Amazonas, 5 mil garimpeiros.

Assim sendo, somando-se o número de garimpeiros no Estado do Amazonas ao número de garimpeiros no Estado do Pará, chega-se a um total de 15 mil garimpeiros na área.

Outrossim, de posse dos relatórios da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), especificamente no projeto Tapajós-Sucunduri, concluído em 1978, verificou-se que na área em estudo, (Médio Tapajós), também foram quantificados 15 mil garimpeiros, abrangendo os garimpos situados nos Estados do Pará como no Estado do Amazonas.

A quantidade real de ouro produzido no médio Tapajós, recai sempre na falta de informações dignas de confiança fornecidas pelos donos de garimpo. Os dados coletados nos Pôstos da Receita Federal também não expressam o volume real de ouro comercializado, mas somente cerca de 10% do que é de fato transacionado na região. Um cálculo mais acurado pode ser feito através do ouro entregue pelo garimpeiro à cantina para compra de alimentos para seu sustento. Então, de acordo com os resultados obtidos na área, sabe-se que, para a subsistência de um garimpeiro são necessárias como mínimo, 100 g de ouro mensais e seu número é de aproximadamente de 15.000 pessoas, dessa forma, a produção de ouro bruto na região situa-se em torno de 1,5 toneladas mensais ou 18 tone-



ladas anuais de ouro bruto. Considerando que o concentrado encontra-se na proporção de 75% de ouro e 25% de impurezas, teremos uma produção anual de 13,5 toneladas do metal para a região.

B - Garimpo do Território Federal do Amapá

Os principais garimpos da região estão situados nas Bacias dos Rios Araguari e Amapari e na região de Lourenço-Calçoene. Estima-se para a região 800 garimpeiros, trabalhando nas mesmas condições sócio-econômicas dos garimpos do médio Tapajós. A produção anual bruta estimada, de ouro para a região é cerca de 960 kg de ouro bruto e de 720 kg do metal.

C - Garimpo do Território Federal de Rondônia

Segundo informações fornecidas pelo Diretor do 8º Distrito do D.N.P.M., o número de garimpeiros na região, especificamente na bacia do Rio Jaci-Paraná, é de 150 homens. A produção bruta anual de ouro para a região seria de aproximadamente 190 kg e de 135 kg do metal.

D - Garimpo do Rio Branco (Estado do Pará)

São estimados na área, 500 garimpeiros. Contudo a área de garimpo está sendo desativada pois encontra-se dentro de reserva indígena.

E - Garimpo do Território Federal de Roraima

Área de garimpagem também sendo desativada. Outrora, foi área de intensa atividade na exploração do

ouro e diamantes. Atualmente os garimpeiros da região estão se transferindo para a Venezuela à procura de melhores condições de trabalho.

F - Garimpo do Mato Grosso

Na localidade de Vila Bela, às margens do Rio Guaporé e distante 410 km de Cuiabá, rumo N 80°W. O ouro foi descoberto em 1734, sendo importante atividade mineral até a abolição da escravatura.

O ouro ocorre na região em depósitos aluvionares como também em veios de quartzo e nos fanglomerados da serra de São Vicente. Segundo informações de donos de garimpos, estima-se na região 500 garimpeiros. A produção anual de ouro bruto da região, é de cerca de 500 kg de ouro bruto e de 450 kg do metal.

3.2.2.3. - Ouro como Sub-produto de Metalurgia

A - A Plumbum S/A., na Usina de Painelas, no Estado do Paraná, obtém ouro associado à prata sendo ambos recuperados através do refino do chumbo. O ouro e a prata são obtidos por separação eletrolítica, numa proporção de 3 quilogramas de ouro por 1 tonelada de prata. A produção anual média de ouro da empresa situa-se em torno de 30 kg, segundo relatório do D.N.P.M., Encontro Nacional sobre metais nobres e diamantes.

B - Projetos em Andamento

B.1-A Usina Metalúrgica em implantação da Caraíba Metais S.A.- Indústria e Comércio, localizada no município de Jaquararí, estado da Bahia, é o maior projeto para produção de cobre no País. A empresa pretende entrar em operações comerciais em 1980, produzindo cobre como produto principal e ouro como um dos sub-produtos.

De acordo com o relatório, Semana do Cobre, Salvador Bahia, CREA Nov. 1976, a mistura do concentrado encontra-se na proporção de: 60% provenientes de Caraíba, e 40% importado. A composição química do concentrado em termos de cobre contido é de cerca de 34,1% de cobre e de 7,06 g/ t de ouro, estima-se que a produção de ouro como sub-produto atinja em 1980 cerca de 700 kg, e que a partir de 1982, segundo informações verbais prestadas pelo Dr. Hugo Radino, Diretor do CEPED, a produção de ouro atinja cerca de 1900 kg.

B.2-A Eluma Indústria e Comércio, situada no Rio Grande do Sul, está com projeto em implantação em São Paulo para produzir a partir de 1983 cobre naquele estado.

Estima-se que cerca de 90% do total do concentrado de cobre, deverá ser importado, cabendo à mina de

Camaquã fornecer os 10% restantes. Está prevista uma produção de ouro nos primeiros anos de funcionamento de cerca de 300 kg, até atingir um total de 1200 kg em 1988.

3.2.2.4. - Estimativa da Produção Nacional de Ouro no Brasil em 1978

Na Tabela 27 apresentam-se as estimativas da produção nacional de ouro em 1978. Considerou-se a produção de ouro proveniente das pequenas e grandes minerações, garimpos e ouro extraído como sub-produto do chumbo.

Na Tabela 28 a seguir, apresentam-se, a título ilustrativo, os totais de produção de ouro aluvionar proveniente dos garimpos e declarado nas Agências da Receita Federal no período de Janeiro a Junho de 1978. Notem-se as quantidades declaradas com as quantidades produzidas nas Tabelas 27, 28.

Tabela 27 - Estimativa da Produção Nacional de Ouro, em 1978.

Unidade : Kilogramas

MINERAÇÕES		OURO (METAL)	
Morro Velho		3 840	
Outras Minerações		379	
SUB-TOTAL		4 219	
GARIMPOS	Nº DE GARIMPEIROS	PRODUÇÃO BRUTA	OURO (METAL)
Médio Tapajós	15 000	18 000	13 500
T.F. Rondônia	150	180	135
T.F. Amapá	800	960	720
Mato Grosso	500	600	450
SUB-TOTAL		19 740	14 805
SUB-PRODUTO DA METALURGIA			
Plumbum S.A.			30
TOTAL DA PRODUÇÃO NACIONAL DE OURO			19 054

Tabela 28 - Produção de Ouro Aluvionar Declarada no Período de Janeiro a Junho de 1978

Unidade: Kg de ouro bruto

AGÊNCIA DA RECEITA FEDERAL	PRODUÇÃO
Itaituba, PA	894,0
Macapá, T.F.A.	47,0
Amapá, T.F.A.	34,0
Conceição do Araguaia; PA	8,5
TOTAL	983,5

3.2.2.5 - Projeção da Produção Nacional de Ouro no Brasil, no Período de 1978 a 1988

Qualquer previsão e análise da produção de ouro no Brasil, dentro de um horizonte de dez anos, torna-se meramente especulativa, devido à falta de dados estatísticos, em relação ao comportamento do setor no passado. Assumidos, entretanto, que a produção de ouro das minas e garimpos em operação no Brasil, pelo menos acompanhe o ritmo de crescimento do consumo nacional., estabelecido em 3,5% ao ano, percentagem esta, discutida no capítulo referente ao consumo nacional.

Na Tabela 29, letra A, apresentam-se a evolução da produção nacional de ouro no período de 1978 a 1988. Na mesma tabela, letra B, apresentam-se os totais da evolução da produção nacional, no período de 1978 a 1988, admitindo-se que os estudos e os projetos de várias empresas no setor entrem em operações comerciais dentro dos cronogramas previstos.

Tabela 29 - Estimativa da Produção Nacional de Ouro no Período de 1978 a 1988.

Unidade: Kilogramas

PRODUTORES ATUAIS	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
(a)	14 805	15 323	15 859	16 414	16 988	17 582	18 197	18 834	19 493	20 175	20 881
(b)	4 219	4 367	4 520	4 972	5 146	5 326	5 512	5 705	5 905	6 112	6 326
(c)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Sub-Total (A)	19 054	19 720	20 408	21 416	22 164	22 938	23 739	24 569	25 428	26 317	27 237
NOVOS PROJETOS											
(d)		300	500	500	500	500	500	500	500	500	500
(e)					4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000
(f)					4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000
(g)					300	300	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500
(h)			700	700	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900
(i)						300	300	300	300	300	1 200
TOTAL (B)	19 054	20 020	21 608	22 616	32 864	33 938	35 938	36 769	37 628	38 517	40 337

85

- (a) - Garimpos - Médio Tapajós, T.F. Rondônia, T.F. Amapá, Mato Grosso (AM, PA, RO, AP, MG).
- (b) - Minerações - Morro Velho, Mineração Tejuçana, Dragagem de Ouro, Aurumina (MG, GO).
- (c) - Subproduto da Metalurgia - Plumbum (PR).
- (d) - DOCEGEO - Andorinhas (PA).
- (e) - DOCEGEO - Araci (BA) - Projeto "Santa Luz".
- (f) - Anglo-American (UNIGEO) - Jacobina (BA).
- (g) - Badin - R. Gurupi (MA).
- (h) - Caraíba Metais - Jaquarari (BA).
- (i) - Eluma Ind. Com. (RS).



3.2.3. - Consumo Nacional

A - Introdução

O consumo brasileiro do ouro é tarefa trabalhosa em sua quantificação, devido à carência de dados disponíveis e muitas vezes também agravado com a subtração de informações, por parte de muitas empresas que trabalham nesse ramo de atividade.

Neste capítulo tentar-se-á de acordo com os dados disponíveis procurar analisar e quantificar o consumo de ouro no Brasil. Foram entrevistados representantes empresariais tanto nas áreas de produção, de refino ou comercialização do ouro nas cidades de Manaus, Itaituba, Macapá, Belo Horizonte, São Paulo e Rio de Janeiro, sendo estas últimas as mais representativas para análise, principalmente nos usos finais do ouro, pois consomem mais de 90% de toda a produção de ouro no Brasil.

Este estudo e análise do consumo nacional de ouro procurará por intermédio de dois testes aplicados tanto no setor joalheiro (Teste das alianças), e setor odontológico (Teste de amostragem estatística), chegar a um resultado final mais realístico em termos nacionais, pois acredita-se e demonstrar-se-á a seguir que os resultados alcançados não têm intenção nenhuma de esgotar o assunto ouro, mas contribuir e incentivar novos estudos pois crê-se que o Brasil, já não é mais um pequeno consumidor de ouro, tendo ainda pela frente um enorme potencial a explorar tanto na produção como em sua comercialização.

B - O Fluxo Interno do Ouro

O fluxo interno do ouro produzido em Minas Gerais e procedente dos garimpos da Amazônia e Pará, segundo dados de 1974 do D.N.P.M., tem a seguinte configuração percentual de consumo nos principais Estados da Federação, de acordo com a Tabela 30.

Acredita-se, porém, pela experiência adquirida e contatos efetuados nos setores empresariais, que tal relação de consumo (Tabela 30), principalmente nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, já apresenta outra configuração, estando os dois Estados com percentagem de consumo mais equilibradas. Enquanto o consumo de ouro no setor joalheiro tende a indicar a cidade do Rio de Janeiro com vantagens sobre São Paulo, os setores da indústria química, eletrônica e fins odontológicos por sua vez anulam aquela diferença de consumo para o Estado paulista.

Verifica-se, também na Tabela 30, que os Estados de São Paulo e Rio de Janeiro consomem 94% de toda a produção de ouro no Brasil, e na Figura 4 está representada graficamente a migração interna do ouro.


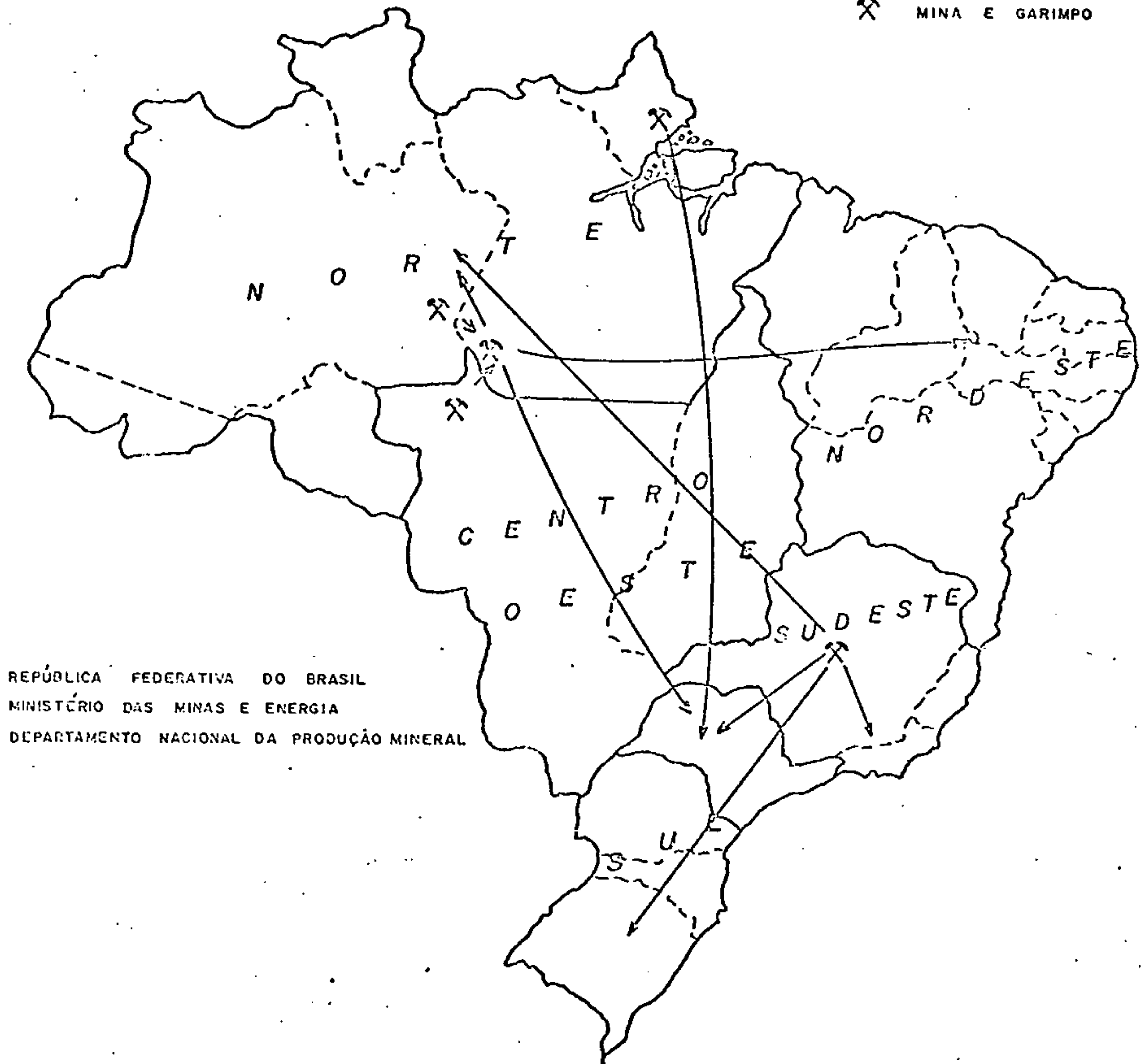
Tabela 30 - Distribuição do Consumo por Estados da Federação ,
em 1974

ESTADO	PERCENTAGEM
São Paulo	77,0 %
Rio de Janeiro	17,0 %
Amazonas	2,5 %
Rio Grande do Sul	1,5 %
Minas Gerais	1,3 %
Outros	<u>0,7 %</u>
	100,0 %

FONTE: DNPM, Encontro Nacional Sobre Metais Nobres e Diamantes, Setembro 1975.

Fig.4 - Fluxo Interno do Ouro

CONVENÇÃO

 MINA E GARIMPO


REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
 MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
 DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

Fonte: DNPM - Encontro nacional sobre metais nobres e diamantes.

ESCALA

0 100 200 300 400 500 KM

C - O Uso do Ouro e Suas Aplicações Industriais

Nos recursos naturais que a natureza oferece ao homem para sua exploração, o ouro destacou-se dos demais como instrumento de troca e acumulação de riquezas. O ouro possui uma série de propriedades que somadas à sua beleza na cor e no brilho tornaram-no o metal ideal para inúmeras aplicações industriais e, ajustou-se perfeitamente para o uso monetário.

Conforme amplamente discutido no Capítulo I, entre as várias propriedades do ouro, podemos destacar primeiramente a sua alta maleabilidade, o ouro fino pode ser reduzido a folhas de espessura menor que $0,1 = (10^{-7} \text{ mm})$, e sua resistência à tração de cerca 10 kg/mm^2 no estado recozido, o que lhe confere também razoável dutibilidade.

Dentre os principais usos do ouro pode-se destacar os seguintes: na forma de liga para joalheria; fins odontológicos; aparelhos científicos; cunhagem de moedas e no revestimento ou douração de diversos artigos. Esse revestimento é obtido geralmente por eletrodeposição do ouro a partir de soluções auro-cianídricas. Na Tabela 31 está representada, a distribuição percentual dos usos do ouro no Brasil, de acordo com o Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM).

Tabela 31 - Distribuição Percentual dos Usos do Ouro
(Período 1967/1974)

SETOR INDUSTRIAL	PERCENTAGEM
indústria de jóias	75%
indústria química	13%
indústria eletrônica	6%
fins odontológicos	4%
outros fins	2%

FONTE: DNPM - Encontro Nacional de Metais Nobres e Diamantes e
Construtora Andrade Gutierrez S/A, Setembro 1975.

3.2.3.1 - Fins Odontológicos (Teste de Amostragem Estatística)

Foram levantados junto ao Conselho Federal de Odontologia, dados referentes ao número de profissionais em exercício na área acima especificada. Esses dados referem-se a Agosto de 1978 e estão distribuídos por Unidades da Federação, conforme Tabela 32 .

Os resultados finais de consumo de ouro para fins odontológicos estão expressos em ouro puro de 24 quilates, estando já descontadas as ligas que compõem o metal. Observa-se que a liga de ouro para fins odontológicos tem alto teor de ouro contido, variando entre 20 e 22 quilates. O aumento contínuo dos preços do ouro no mercado, estimula fortemente que novos processos e composições de ligas entrem no mercado tentando reduzir a quantidade de ouro empregada na composição.

Este setor é por sua vez fortemente influenciado pelas campanhas e promoções feitas por organismos governamentais estimulando a cura e melhores cuidados dos dentes. Tal fato foi verificado tanto nos Estados Unidos, Alemanha e no Japão onde o consumo do ouro no setor aumentou consideravelmente nos últimos dois anos, sendo que em 1977 aqueles países consumiam 23,6 ton, 24,7 ton, e 10,5 ton de ouro respectivamente.

Tabela 32 - Número de Dentistas Registrados no Conselho Federal de Odontologia (até Agosto 1978).

ESTADOS	PROFISSIONAIS
São Paulo	16 021
Rio de Janeiro	8 508
Minas Gerais	5 665
Rio Grande do Sul	4 388
Paraná	2 397
Pernambuco	1 960
Bahia	1 604
Goiás	1 250
Ceará	1 057
Santa Catarina	902
Distrito Federal	849
Paraíba	732
Pará + Amapá	666
Espírito Santo	619
Rio Grande do Norte	515
Alagoas	509
Mato Grosso do Sul	416
Maranhão	384
Piauí	380
Amazonas + Acre + Rondônia + Roraima	315
Sergipe	204
Mato Grosso	147
	<hr/>
TOTAL	49 488

FONTE: Conselho Federal de Odontologia, Agosto 1978.

Os Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Paraná, com 36 979 dentistas, representam 75% da população destes profissionais no País.

Na Tabela 33 estão representados dados históricos dos anos 1974 a 1978 mostrando o crescimento da classe no período e como consequência direta, aumentando o potencial de pacientes a serem atendidos e com possibilidades de usarem restaurações com ligas de ouro.

Em seguida foram consultados 62 profissionais na cidade do Rio de Janeiro, procurando, na amostragem, distinguir entre profissionais, que atendem às classes sociais A, B, C; tal cuidado deve-se ao fato que sendo a classe A de maior poder aquisitivo, a frequência de pessoas atendidas, com possibilidade de usarem ouro para as restaurações dentárias, é muito mais alta em relação às classes B e C respectivamente.

Assim sendo foi aplicada a média ponderada em relação ao número de profissionais que atendem às classes A, B, C e a quantidade de ouro expressa em gramas por mês para cada classe social.

A liga de ouro usada pelos dentistas apresenta um alto teor em ouro contido, com variações entre 20 e 22 quilates, assim sendo aproximadamente 87,5% da liga é constituída de ouro e os outros 12,5% de outros metais. A média de consumo mensal de Au obtida para cada profissional na amostragem de 62 dentistas é mostrado na Tabela 34 a seguir.

Tabela 33 - Número de Dentistas Registrados no Conselho Federal de Odontologia anos 1974/78.

ANOS	Nº DENTISTAS	% ACRÉSCIMO/ANO
1974	37 900	-
1975	40 200	6,0 %
1976	44 100	9,0 %
1977	47 900	8,6 %
* 1978	49 488	3,3 %

* Até Agosto 1978.

FONTE: Conselho Federal de Odontologia..

Tabela 34 - Consumo médio mensal de Au em uma amostra de 62 dentistas na Cidade do Rio de Janeiro.

Teor médio da liga: 21 quilates ou 87,5% de Au.

DENTISTAS	FREQUÊNCIA	%	Liga Au/g (\bar{M})	Au contido/g (\bar{M})
(1) USAM OURO	35	56,4	30,21	26,43
(2) NÃO USAM OURO	14	22,5	-	-
(3) NÃO SABEM QUANTO CONSOMEM	13	20,9	-	-
TOTAL	62	100,0	-	-

\bar{M} = média

Pela Tabela 34 pode-se observar que é bastante significativo o consumo médio mensal do ouro por dentista (30,21 g), também verifica-se que 56,4% usam ouro e 20,9% consomem ouro, mas não sabem exatamente quanto consomem do metal.

Nos resultados para o cálculo do consumo estimado, nacional, de ouro odontológico assumiu-se que:

- 1) não foi considerado no cálculo o item (3) da Tabela 34 - fato que gera incerteza nos resultados, pois pelo menos 20,9% dos dentistas (vide Tabela 34) não sabem quanto ouro consomem.
- 2) Assumiu-se também que as classes sociais A, B, C mantenham a mesma proporção para todos os outros Estados da Federação em relação ao atendimento dentário, o que deverá ser objeto de estudo posterior. Em tais conjecturas acredita-se, porém, que aquela proporção poderá muito bem diluir-se no item (3), onde 20,9% dos dentistas não sabem quanto ouro consomem.

No item (2) estão incluídos os profissionais que não usam ouro como; odontopediatras, endodontistas, recuperação de arcadas, e obturações dentárias com ligas de plástico, prata e outros.

A Figura 5 mostra a concentração dos profissionais que usam ouro em torno da média \bar{M} , (gramas de ouro consumidas por mês), e sua distribuição por frequência.

De acordo com a Tabela 32, e aplicando aqueles resultados à população de dentistas em termos nacionais, concluiu-se que; 56,4% dos dentistas que usam ouro representam 27 911 profissionais ativos, os quais consumindo 30,21 gramas de ligas de ouro por mês, conduzindo a um consumo nacional em ligas de ouro de 10 118 295 g por ano.

Considerando-se que a reciclagem do metal, de acordo com os dados levantados na amostragem, situa-se na faixa de 35 por cento no setor odontológico, ter-se-á como resultado de reciclo 3 541 403 g e 6 576 892 g de ligas de ouro anual. Outrossim, sabendo-se que o ouro de 21 quilates encontra-se na proporção de 87.5% do total da liga, teremos como resultado final em ouro puro da ordem de 5 754 780 g ou 5,75 toneladas anuais.

A Figura 6 ilustra os resultados acima obtidos.

Fig. 5 — Frequência de dentistas que usam Ouro expressa em gramas por mês de Au consumido.

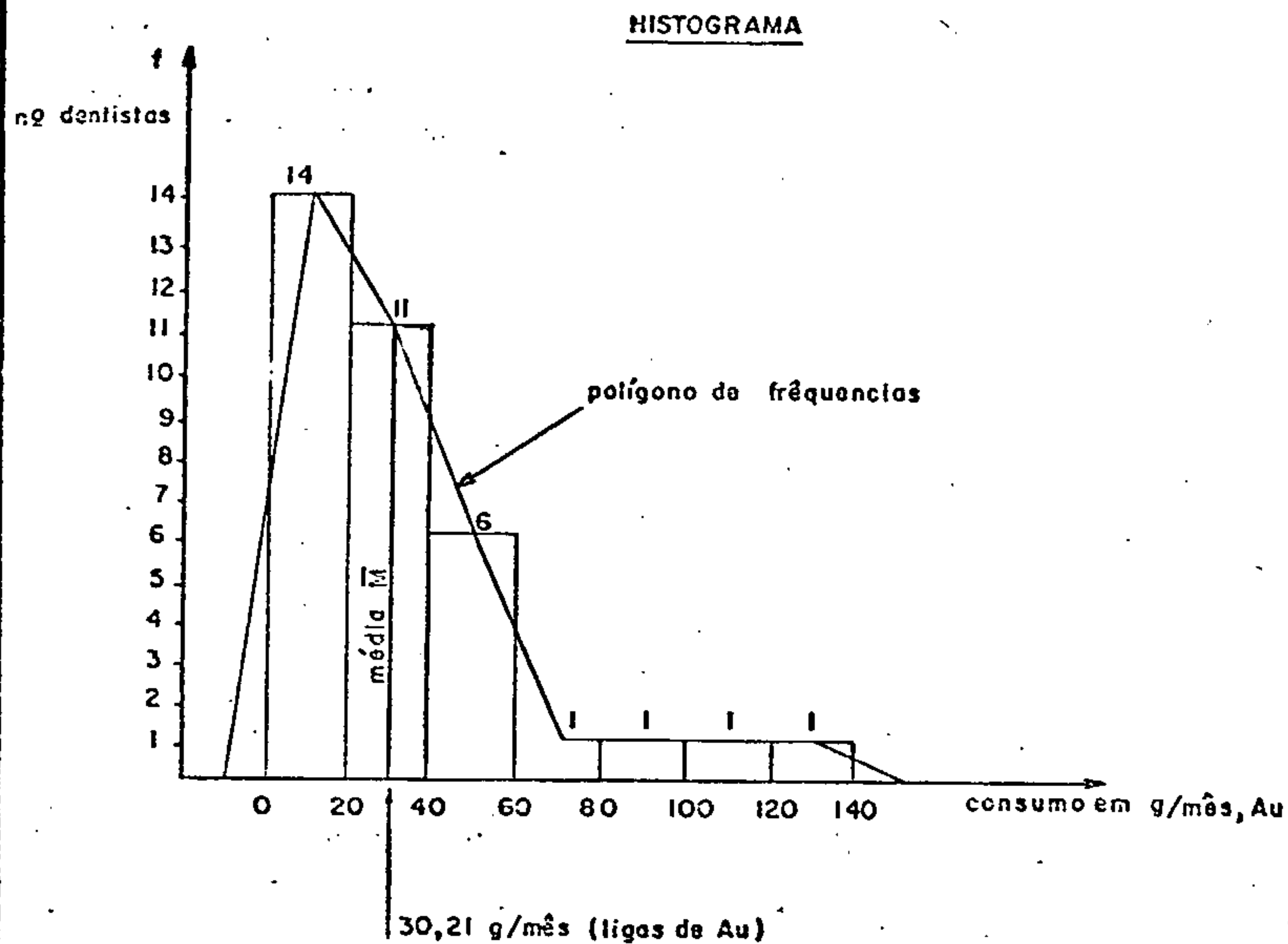
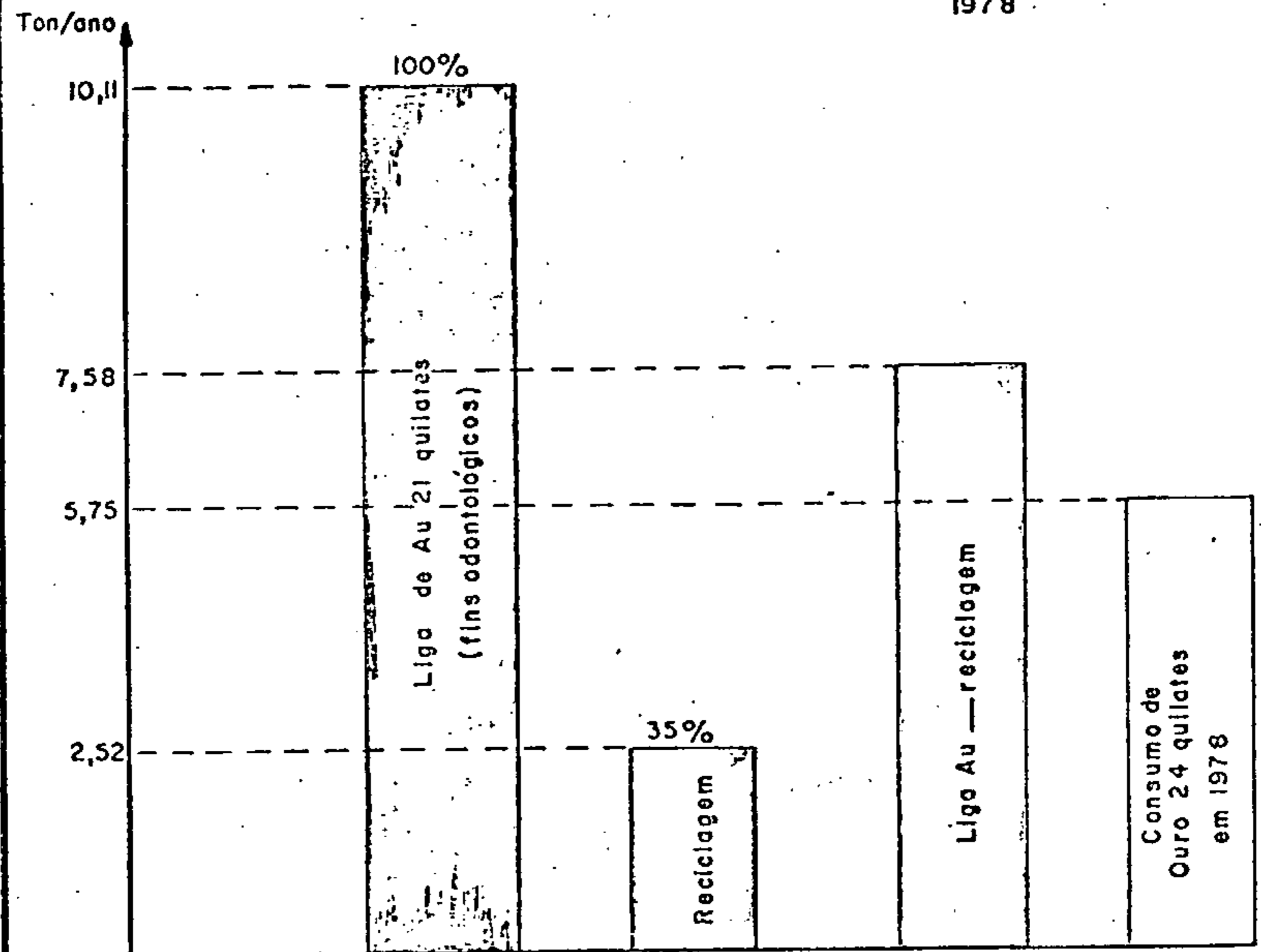


Fig. 6 — Consumo de Ouro no setor de odontologia em 1978



3.2.3.2. - A Indústria de Jóias (Teste das Alianças)

A - Introdução

Em joalheria é comum expressar-se a pureza do ouro como a proporção do ouro em 24 unidades, denominadas quilates, tendo o ouro puro 24 quilates. Nessas condições o ouro padrão para joalheria tendo título 750 ou 75% de Au, é expresso como sendo ouro de 18 quilates.

Desde os tempos mais remotos o ouro sempre foi tratado como material precioso e torna-se indispensável na elaboração de uma jóia pois é extremamente maleável, resistente à oxidação e, por esse motivo, torna-se dentre os metais indispensável ao trabalho artesanal de criação e de arte. Tentou-se também substituir o ouro pela prata ou mesmo formar ligas entre os dois metais, mas a prática mostrou que o ouro, com suas características intrínsecas, nunca conseguiu ser suplantado por outro metal e, portanto, mantém até hoje a liderança na confecção de jóias finas.

Quanto ao aspecto da cor do ouro, tem-se que quando 25% do total da liga são distribuídas entre 1/3 de prata e 2/3 de cobre, o produto final é o ouro avermelhado. Invertendo a proporção prata/cobre, há o ouro amarelo e prescindindo-se do cobre, o ouro esverdeado. Quanto ao ouro branco, tem-se, além da prata e cobre a presença de um outro metal, como o paládio, mantendo-se sempre o ouro com 75% do total da liga.

A indústria de jóias do Brasil utiliza o paládio para a obtenção do ouro branco dando à liga, maior maleabilidade, enquanto nos Estados Unidos, e países europeus a principal liga para obtenção do ouro branco é o alumínio. Isto justifica-se no Brasil pois, sendo o trabalho artesanal mais empregado aqui que nos outros países, facilita o trabalho de manuseio da jóia.

O consumo de jóias no Brasil principalmente aquelas montadas em pedras preciosas, não tem tanta aceitação por parte do público brasileiro, como tem para o turista que visita o país. Segundo declarações de vários empresários do setor, dificilmente um turista volta ao seu país de origem sem levar uma jóia tipicamente brasileira. Donde conclui-se que à medida que o turismo do exterior aumenta ou diminui, esta atividade torna-se fator importante na determinação das variações do consumo de ouro no País e sua projeção para o futuro.

O consumo de jóias vem principalmente associado à moda a qual vem ditar para a indústria joalheira as tendências a serem seguidas pelos artistas em seu trabalho de criação.

Tanto nos Estados Unidos como na Europa existem campanhas promocionais muito bem elaboradas, estimulando dessa forma o consumo de jóias; no caso brasileiro ainda resta muito por se fazer, existindo pois um potencial enorme para exploração dessa atividade.

Transcreve-se abaixo palavras do Sr. Richard Ojalvo da Organização Amsterdam e Sauer, proferidas na XVII semana de estudos, Simpósio Sobre o Ouro, de 15 a 18 de Agosto de 1976, pag. 190.

"Especificamente no caso brasileiro, existem hoje cerca de 20 milhões de pessoas com nível normal de consumo, com expectativa de dobrar este número ainda nesta geração. Quase todo brasileiro, mesmo o menos favorecido sempre tem algum objeto de ouro, tanto que o movimento das carteiras de penhores das Caixas Econômicas em épocas de crise é acentuado".

B - Estimativa do Consumo de Ouro na Indústria Joalheira Nacional

Foram contactados inúmeros representantes desta indústria, tanto na cidade do Rio de Janeiro, como São Paulo. Em termos gerais esta indústria encontra-se em franca expansão, devido principalmente à redução do Imposto de Circulação de Mercadorias (ICM), como também redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI). Tal medida propiciou a redução do comércio ilegal, havendo, teoricamente, poucos motivos para sonegação dos mesmos, e estando agora as empresas contabilizando mais regularmente suas atividades. Tanto na cidade do Rio de Janeiro como São Paulo, proliferaram inúmeras micro-indústrias na confecção de jóias, estimando-se existir por volta de 1.300 estabelecidas no Rio e 1.000 estabelecidas em São Paulo. Segundo informações obtidas, as jóias produzidas por estas micro-indústrias, apresentam baixo teor em ouro, na ordem de 10 a 14 quilates. Estas jóias são vendidas de porta em porta por representantes autônomos ou vendedores ambulantes, e, segundo o Instituto de Pesquisa e Opinião do Mercado (IPOM), 72% do movimento de jóias é por eles comercializado.

As grandes redes da indústria joalheira, como Beta S.A., H. Stern e Amrsterdam & Sauer, possuem escola de aprendizagem para formação de técnicos ou especialistas em ourivesaria; H. Stern por exemplo possui um corpo de 150 alunos, aperfeiçoando-se na arte. Por sua vez a Amrsterdam & Sauer dentro de 1 ano estará ampliando sua rede comercial de 8 pontos de venda para 14 pontos de venda na cidade do Rio de Janeiro.

É inúmera a variedade de produtos fabricados e vendidos pela indústria joalheira, dentre os principais podemos citar: anéis, brincos, colares, pulseiras, broches, gargantilhas, pendentos, chaveiros, abotoaduras, cor-

dões, alianças, emblemas. Atualmente o grande movimento das vendas é representado pelos cordões, pendentos, colares, possuindo grande quantidade de ouro cujo peso da liga de ouro pode variar entre 5 e 30 gramas. Por sua vez as alianças, cujo peso da liga pode variar entre 2 a 8 gramas, representam em média 10 por cento do movimento total em peso de ouro-liga comercializado nas lojas de jóias.

É por intermédio desses números acima referidos que far-se-á, a seguir, uma estimativa de quantificação do consumo de ouro nesse setor.

O Anuário Estatístico do Brasil de 1977 apresenta, nas Estatísticas Vitais números relativos aos casamentos registrados segundo as grandes regiões e unidades da Federação para os anos 1974, 1975, 1976 e resultados preliminares para o ano de 1977. Seguem-se na Tabela 35, aqueles valores e sua projeção para o ano de 1978.

O número de casamentos registrados no Brasil é um dado importante, pois, caso se admita, que para cada casamento os noivos têm propensão a adquirir 1 par de alianças, verifica-se que a quantidade de ouro consumida somente nesse item é expressiva.

Pelas informações recebidas e quantificadas nos contatos com empresários do setor, verificou-se que o peso de uma aliança pode variar entre 2 a 8 gramas, e seu teor pode variar entre 12 a 18 quilates.

De posse desses dados, elaborou-se a seguir, a Tabela 36, ilustrando as probabilidades de ocorrências de alianças no mercado, abordando-se tanto seu peso como o teor de ouro contido, e relacionaram-se esses resultados com o número de casamentos registrados no território nacional, objetivando-se com isso quantificar o provável consumo do metal nesse item da indústria joalheira.

Tabela 35 - Total de Casamentos Registrados nas Unidades da Federação

	ANOS				
	1974	1975	1976	1977 *	1978 **
Nº CASAMENTOS	818 990	841 216	891 158	900 069	909 069

* Dados Preliminares.

** Estimado

FONTE: IBGE, Anuário Estatístico do Brasil (1977).

Tabela 36 - Probabilidades de Consumo de Ouro em Gramas nas Alianças.

Teor da Liga (quilates) Peso (g) Liga - Au, par	12 = 50,00 % Au	14 = 58,33 % Au	18 = 75,00 % Au
6 g	Au contido = 3,00 g Consumo = 2 727 207 g Total	Au contido = 3,50 g Consumo = 3 181 741 g Total (1)	Au contido = 4,5 g Consumo = 4 090 810 g Total
8 g	Au contido = 4,00 g Consumo = 3 636 276 g Total	Au contido = 4,67 g Consumo = 4 245 352 g Total (2)	Au contido = 6,00 g Consumo = 5 454 414 g Total
10 g	Au contido = 5,00 g Consumo = 4 545 345 g Total	Au contido = 5,83 g Consumo = 5 299 872 g Total (3)	Au contido = 7,5 g Consumo = 6 818 017 g Total

104



CPRM

Deve-se observar que no total de casamentos no território nacional não estão incluídos os casamentos "não registrados," cujo montante, acreditamos, poderá elevar o número total de uniões sensivelmente.

Como nem todas as alianças são feitas de ouro, podendo também ser de prata ou outro metal, o que na prática realmente se verifica, assumiu-se então que o número de casamentos "não registrados" compense e dilua-se na quantidade de alianças não confeccionadas em ouro. Procedimento que acredita-se razoável, pois não há disponibilidade de dados estatísticos daqueles eventos, o que possibilitaria cálculo mais acurado.

Como sabe-se que a comercialização das alianças, representa em média 10 por cento da quantidade total em peso consumida pelas lojas de jóias, fácil será quantificar-se o consumo total anual de ouro no setor joalheiro, de acordo com alternativas 1, 2, 3 da Tabela 37, cujos eventos são os mais prováveis de ocorrer na realidade.

Para chegar-se finalmente ao consumo total anual de ouro na indústria de jóias, de acordo com as alternativas 1, 2, 3 da Tabela 37 assumiu-se que:

1. Os outros produtos fabricados pela indústria de jóias mantenham o mesmo teor médio de ouro contido nas alianças, isto é 14 quilates, alternativa aliás bastante conservadora.
2. A reciclagem do metal no setor joalheiro de um modo geral, será considerada como de 30%.

Tabela 37 - Estimativa do Consumo Anual de Ouro na Indústria Joalheira em 1978.

Alternativa (1) (14 k - 6 g)	Alternativa (2) (14 k - 8 g)	Alternativa (3) (14 k - 10 g)
31 817 410	42 453 520	52 998 720
RECICLAGEM 30%		
9 545 223	12 736 056	15 899 616
CONSUMO ANUAL		
22 272 187	29 717 464	37 099 104

C.- Comparação da Estimativa da Tabela 37
com os Dados Levantados Junto à Indústria Joalheira

Das 41 empresas amostradas, 28 se dispuseram a receber os questionários elaborados pela equipe, das quais 13 responderam (Rel. nº 4). Destas 13, seis são, exclusivamente do ramo joalheiro; sobre estas seis foram obtidas as informações a seguir.

CONSUMO EM 1978 (kg)	
Até Setembro	461
Até Dezembro (provável)	576

FONTE: Joisstil Ind. e Com. Jóias Ltda
Potence Jóias Ltda
Emerbrás Com. Exp. de Pedras Preciosas Ltda
H. Stern Com. e Ind. S/A
Amsterdam e Sauer
Metalnobre Indústria e Comércio de Jóias Ltda

Ainda, no Relatório Anual de Lavra da Mineração Morro Velho, estão relacionadas as vendas efetuadas pela empresa no ano de 1976 a seus clientes principais e, dentre eles, constam sete (7) joalheiros a saber: Natan, Transnobre, Com. Imp. Exp. Mapi Ltda, Séculos S.A. Brasmeral, Shirazi Ind e Com. Ltda, Transmetal Com. Metais Preciosos Ltda, os quais compraram somente daquela empresa naquele ano um total de 1140 kg. Caso projetar-se esse valor até o ano de 1978 considerando-se 50% de aumento médio de vendas por ano do setor em um período de 5

anos, - percentagem esta extraída dos questionários respondidos pelas empresas, - chegar-se-á a 2565 kg, que somados aos 576 kg determinados anteriormente conduz a 3141 kg de ouro para o ano de 1978.

Menção também deve ser feita ao fato de que muitas dessas empresas não compram exclusivamente sua matéria prima da Mineração Morro Velho; como por exemplo, pode-se citar a Empresa Shiragi Ind. e Comércio Ltda, a qual declarou no questionário respondido, que somente 42% de matéria prima é comprada daquela mineração, sendo o restante comercializado com outras empresas, garimpos, pequenas minerações, comércio paralelo, etc ...

Ressalte-se que inúmeros empresários, dentre eles o Diretor-Presidente da Empresa Potence Jóias Ltda, como também o Diretor Executivo do Sindicato do Comércio Atacadista de Pedras Preciosas - Assessor da Associação dos Joalheiros e Relojoeiros do Estado do Rio de Janeiro - e inúmeros outros mencionaram que nos dois principais Estados da Federação existe uma miríade de pequenos joalheiros que confeccionam e vendem suas jóias no mercado, não se tendo notícia das quantidades de ouro comercializadas. Tal fato foi salientado pelo Diretor-Vice-Presidente da H. Stern Sr. Stefan Barczinski, que segundo levantamento de mercado feito pelo Instituto de Pesquisa e Opinião do Mercado (IPOM), 70% das jóias vendidas nas cidades do Rio de Janeiro e São Paulo são confeccionadas e entregues a vendedores ambulantes por estes pequenos industriais, calculando-se que somente nesses dois Estados existam aproximadamente 2300 joalheiros, entre grandes, pequenos e médios.

Considerando-se esse número de 2300 joalheiros e estimando-se para o restante do País, 300 joalheiros (10% do total), estimativa essa baseada nos levantamentos do DNPM (Ver Distribuição de Consumo por Estados da Federação),

em que 90% do ouro consumido no País é comercializado nos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo e os restantes 10% para os outros Estados, verificar-se-á que as estimativas ora apresentadas para o consumo de ouro da indústria joalheira no Brasil, Tabela 37, após a análise a seguir, encontram-se dentro de parâmetros razoáveis:

Assim:

Se do total de ouro consumido, estimado, anualmente no País pela indústria joalheira, 29 700 kg, calcular-se a média aritmética de consumo anual para cada empresa joalheira, ter-se-á como resultado, $(29.700 \div 2.600)$, 11 kg de ouro anual por empresa, ou seja um consumo mensal de 900 g de ouro.

Ressalte-se aqui que dentre todas as empresas pequenas e médias visitadas, nenhuma delas apresentou ou declarou consumo de ouro mensal menor que a média acima calculada, de onde conclui-se que essas estimativas estão até conservadoras.

Outrossim, ao observar-se o consumo anual declarado em 1978 (400 kg) pela empresa H. Stern, considerada como uma das maiores empresas joalheiras do País, verificar-se-á que aquela empresa consumiu nesse ano 40 vezes mais que a média de consumo das empresas do mesmo ramo de atividades.

Se tomar-se o consumo médio mensal por empresa, calculado no parágrafo anterior (900 g) e determinar-se o consumo diário, ver-se-á que o movimento por dia será de quase 30 g de ouro, correspondendo a somente 6 pares de alianças, considerando que cada par contenha 4,67 g de ouro contido, (alternativa que já foi discutida anteriormente como sendo a mais provável). Obviamente, tal cifra (900 g), deverá ser comparada com eventuais repasses de ouro já manufaturado, porventura efetuados, entre estas 2.600 empresas.

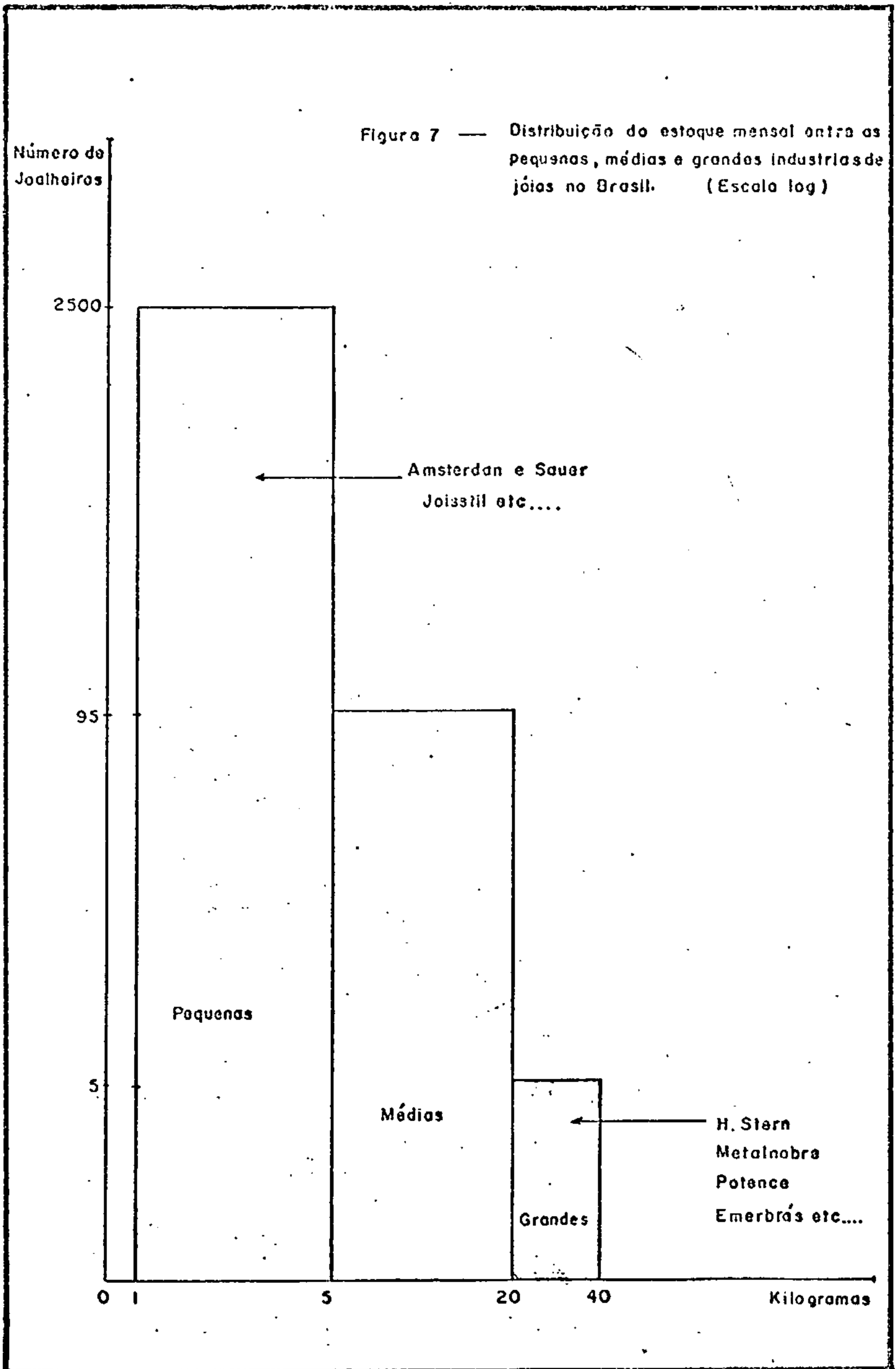
No presente estágio do estudo, foi impossível obter o percentual de repasse.

Outrossim, nos questionários respondidos pelas empresas nota-se, no item referente ao estoque médio mensal, declarado, que as pequenas capitalizam em estoques entre 1 a 5 kg de ouro e as grandes e médias entre 20 e 40 kg do metal. Isto significa que como qualquer outra empresa, a indústria joalheira também mantém estoque de segurança, pois para uma boa "performance" empresarial, o eficiente suprimento de matéria prima ao setor de produção é fator fundamental, para o equilíbrio dos estoques de produtos manufaturados e conseqüentemente das vendas, quando as sazonalidades da oferta de matéria prima afetam o mercado. É evidente que o estoque, representando investimento de capital, deverá manter-se dentro de um mínimo mensal, não só para atender às solicitações mensais da produção, como também para não atingir valores de capitalização acima da capacidade financeira da empresa. Isto posto, verifica-se que aquela média de consumo, 900 g, anteriormente mencionada está abaixo dos estoques médios declarados e mantidos pelas pequenas empresas, (entre 1 kg e 5 kg de ouro), se admitir-se que os estoques são mantidos em proporções tais para atender um mês de produção/vendas da empresa. Tais fatos apontam o conservadorismo das predições emanadas da Tabela 37.

Pode-se ainda inferir, pelos resultados acima apresentados, que a grande percentagem do movimento de ouro no Brasil é feita pelas pequenas empresas, pois aquela média de consumo (900 g) está muito mais próxima do intervalo entre 1 a 5 kg de ouro (estoque declarado das pequenas empresas), do que do intervalo entre 20 a 40 kg de ouro (estoque declarado das médias e grandes empresas). Esta conclusão reforça-se, quando se sabe que cerca de 70% é comercializada pelas pequenas empresas, segundo dados do Instituto de Pesquisa e Opinião de Mercado (IPOM), informa-

ção verbal confidencial, prestada pelo Diretor-Vice-Presidente da H. Stern.

A representação gráfica na Figura 7 a seguir ilustra os resultados acima obtidos.



3.2.3.3. - Aplicações com Ouro na Indústria Química e Eletrônica

O ouro na indústria eletro- eletrônica tem aplicações em: relés, instrumentos de medição, circuitos impressos, condutos, conectores, semi-conectores, etc Entre os produtos químicos obtidos a partir do ouro metálico, destacam-se: tintas especiais para o mercado cerâmico, cianeto de ouro com aplicações na galvanoplastia e douração de peças e objetos, tricloreto de ouro com aplicações na galvanoplastia, como ponto de partida para fabricação dos sais de ouro, na indústria fotográfica e como sensibilizante de emulsões.

As principais empresas no ramo são: Vecambrás-Metais Preciosos, Bragussa Produtos Metálicos Ltda, Beta S/A Ind. e Comércio e D.G. Indústria e Comércio. Várias outras empresas são especializadas na produção de compostos químicos à base de ouro, mas a matéria-prima utilizada são as lâminas ou outros sais de ouro. Dentre eles a Oxy Metal Finishing do Brasil, apresenta uma importância considerável.

Infelizmente, embora os questionários hajam sido entregues, a estas firmas, os mesmos não foram respondidos pelas principais empresas do setor, Vecambrás e Bragussa e em consequência não dispomos de dados de consumo nacional nessa área.

Outrossim, de posse dos "Relatório Anual de Lavra" da Mineração Morro Velho e de posse dos questionários respondidos pelas empresas Oxy Metal Finishing do Brasil e Beta S/A Ind. e Com., verifica-se que essas cinco maiores empresas no ramo já consumiam em 1973 e 1974, 1102 e 1862 kg de ouro.

Tendo-se observado um crescimento substancial do setor tanto em países desenvolvidos ou em desen-

volvimento, após o ano de 1974, período este que coincide com a retomada do desenvolvimento industrial após a crise provocada pelos aumentos repentinos dos preços do petróleo, e sabendo-se também que no Brasil existem inúmeras outras empresas menores no setor, cujo consumo de ouro não foi possível quantificar, acredita-se que o consumo do metal em 1978 deva apresentar resultados significativamente superiores. No capítulo seguinte, na Tabela 38, apresenta-se as estimativas de distribuição e consumo de ouro por setores de uso em termos nacionais, inclusive para a indústria química e eletrônica.

3.2.3.4. - Estimativa de Distribuição e Consumo de Ouro no Brasil por Setores de Uso em 1978

De posse dos totais de consumo estimados, tanto no setor odontológico, como no setor de indústria de jóias, e analisando e comparando as distribuições percentuais por setores de uso, tanto nacional como mundial, montou-se a Tabela 38, mostrando o provável consumo estimado de ouro no Brasil, tendo em vista três alternativas...

- a. Pessimista (1)
- b. Mais provável (2)
- c. Otimista (3)

Ressalve-se que as composições apresentadas na Tabela 31 representam, a bem da verdade, as vendas percentuais efetuadas pela Mineração Morro Velho aos vários setores industriais que esta empresa mantém relações comerciais. Não contribuíram na composição percentual dessa tabela outras empresas de mineração, ou mesmo o ouro proveniente de jazidas aluvionares, que é absorvido e manufaturado por inúmeras empresas de transformação. Entretanto, é sentimento generalizado no setor, estar por volta de 72% a participação joalheira no consumo total do metal. Assim, tendo a Tabela 31 apresentado esta proporção como sendo 75%, e comparando-se tal participação percentual com países de mão de obra barata e grande potencialidade de turismo, cujos resultados estão apresentados na Tabela 39, notou-se que 72% é o número que expressa aquela percentagem de participação da indústria joalheira, em relação ao consumo total.

Em relação à indústria química e eletrônica, obteve-se como resultado 17%, obviamente superior à percentagem nacional, em virtude do grande volume de in-

vestimento, principalmente norte-americanos existentes, no México, Formosa e Coréia do Sul.

Assumiu-se que em 1978, tanto a indústria de jóias como química e eletrônica, tenham mantido aquelas percentagens de participação no consumo total de ouro em relação a 1977.

Tabela 38 - Distribuição e Consumo Nacional de Ouro no Brasil, em 1978

SETOR INDUSTRIAL	PERCENTAGEM	TONELADAS/ANO		
		ALT (1)	ALT (2)	ALT (3)
Indústria de Jóias	72,0 %	22 300	29 700	37 100
Fins Odontológicos	13,9 %	4 300	5 700	7 100
Indústria Química, Eletrônica	14,1 %	4 400	5 800	7 300
TOTAL	100,0 %	31 000	41 200	51 500

Tabela 39 - Distribuição Percentual da Indústria de Jóias e Eletrônica - Química, em Relação ao Consumo Total de Ouro de Países Selecionados, em 1977.

PAÍSES	JÓIAS %	ELETRÔNICA - QUÍMICA %
México	59,0	28,0
Israel	80,0	3,0
Índia	97,5	2,5
Formosa	64,5	9,7
Coreia do Sul	38,5	57,7
Itália	<u>95,0</u>	<u>1,6</u>
Média	72 %	17 %

FONTE: Consolidated Gold Fields Limited, 1977.

3.2.3.5. - Perspectivas do Consumo de Ouro no Brasil no Período 1978 - 1988

As medidas postas em prática pelos órgãos governamentais a partir de 1974, redução dos Impostos de circulação de mercadorias (ICM), e Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), além de diminuírem a sonegação daqueles impostos deu novo estímulo aos fabricantes e comerciantes de jóias em aumentarem suas cotas de participação no mercado joalheiro. Veja-se que no período 74 a Set.78, de acordo com os questionários respondidos pelas empresas contactadas, a indústria de jóias vem apresentando crescimento da ordem de 56% ao ano. Evidentemente, para os próximos anos, o desempenho do setor joalheiro deverá colocar-se a níveis de crescimento bem inferiores, principalmente devido aos altos preços por grama atingidos pelo ouro no mercado nacional.

É verdade, porém, que a indústria joalheira tem um enorme potencial pela frente no Brasil. Estima-se que há, no caso brasileiro, cerca de 20 milhões de pessoas com nível normal de consumo, com expectativa de dobrar este número ainda nesta geração (XVII Semana de Estudos 1977 - Organização Amrsterdam e Sauer). As medidas tomadas pelo governo no setor são ainda recentes, estando, pois, a indústria joalheira, ainda em fase de adaptação e normalização às novas diretrizes.

Qualquer previsão e análise futura da indústria de jóias em particular, e do consumo de ouro de um modo geral no Brasil, dentro de um horizonte de dez anos, torna-se meramente especulativa, devido à falta de dados históricos em relação ao comportamento do setor no passado, quando este é afetado por inúmeras variáveis como, preços, estoques, suprimento de matéria-prima, inflação, renda per capita, política monetarista, entesouramento do metal, preços do ouro no mercado internacional, etc ...

Diante deste contexto admite-se então que a indústria de ouro no Brasil para os próximos anos acompanhe os crescimentos da indústria do ouro no mundo, na taxa de 3,5% ao ano, (Fonte: Consolidated Gold Fields), alternativa aliás bastante aleatória para o Brasil pois não se conhece o comportamento das variáveis acima descritas, nos últimos anos.

Em relação à odontologia, esta ressen-te-se da alta dos preços do ouro, principalmente entre os profissionais que atendem clientes da classe social C. Outros produtos que não contenham ouro como componente, ou plásticos especiais, estão sendo aplicados em número crescente de pacientes, em substituição às ligas de ouro.

A Tabela 40 apresenta a projeção do consumo de ouro para o período 1978/1988.

Tabela 40 - Projeção do Consumo de Ouro (1978/1988)

Unidade: Kilogramas

ANOS	CONSUMO 1978/1988		
	ALT (1)	ALT (2)	ALT (3)
1978	31 000	41 200	51 500
1979	32 085	42 642	53 302
1980	33 208	44 134	55 168
1981	34 370	45 679	57 099
1982	35 573	47 278	59 097
1983	36 818	48 933	61 166
1984	38 107	50 645	63 307
1985	39 441	52 418	65 522
1986	40 821	54 252	67 816
1987	42 250	56 151	70 189
1988	43 728	58 117	72 646

3.2.4. - Estimativa da Oferta Interna de Ouro no Brasil em 1978

De acordo com os totais obtidos de produção e consumo de ouro no Brasil, apresentam-se, na Tabela 41, as estimativas da oferta interna de ouro no Brasil, para 1978, em três alternativas, pessimista (1), mais provável (2), e otimista (3). Elemento muito importante na composição da oferta interna, é o ouro reciclado no mercado, representando 30% do total do ouro consumido.

As importações para 1978 foram estimadas 2800 kg de ouro, resultado este, obtido pela média de importações no período 1967 a 1977. Ressalve-se que o termo ouro, nesse caso, refere-se a barras, fios, perfilados, chapas, artigos de bijouterias e ouro em bruto, não representando, portanto, quantidades de ouro em termos de metal contido.

O que ressalta dos resultados obtidos, é o ouro que entra ilegalmente no país, sendo de cerca de 7t anuais, de acordo com a alternativa (2), a mais provável.

Tomando-se por base o preço internacional do ouro em janeiro de 1979, ou seja 230 dólares a onça troy (Cr\$ 160,00 a grama), isto significa uma evasão de divisas da ordem de U.S. 52 milhões ou Cr\$ 1,2 bilhões por ano. Caso se adicione a esse total, 2,8t de entrada legal de ouro no país chegar-se-á a um total, em termos de evasão de divisas, de U.S. 73 milhões, ou Cr\$ 1,6 bilhões anuais. Assim o ouro é atualmente o quinto bem mineral entre os manufaturados na nossa pauta de importações, sendo superado apenas pelo, ferro-ligação, cobre, derivados de petróleo e alumínio; e o terceiro entre os bens minerais primários, sendo apenas superado pelo petróleo e carvão.

Tabela 41 - Estimativa da Oferta Interna de Ouro no Brasil, em 1978

	Unidade ; Toneladas		
	1978		
	(1)	(2)	(3)
PRODUÇÃO	19,0	19,0	19,0
CONSUMO	31,0	41,2	51,5
RECICLO (30% do consumo)	9,3	12,4	15,4
IMPORTAÇÕES *	2,8	2,8	2,8
EXPORTAÇÕES **	0,0	0,0	0,0
OFERTA INTERNA	31,1	34,2	37,2
ENTRADAS ILEGAIS	- 0,1	7,0	14,3

* Fonte: Cacex, média do período 1967/77.

** Fonte: Cacex. As exportações no período 1976/77 totalizaram em média 92 kg.

Obs : 1. Oferta Interna = Produção + Importação + Reciclo.
2. Entradas Ilegais de Ouro = Consumo - Oferta Interna.

3.2.4.1. - O Preço do Ouro no Mercado Nacional

O preço do ouro no Brasil acompanha as flutuações do preço praticado no mercado internacional.

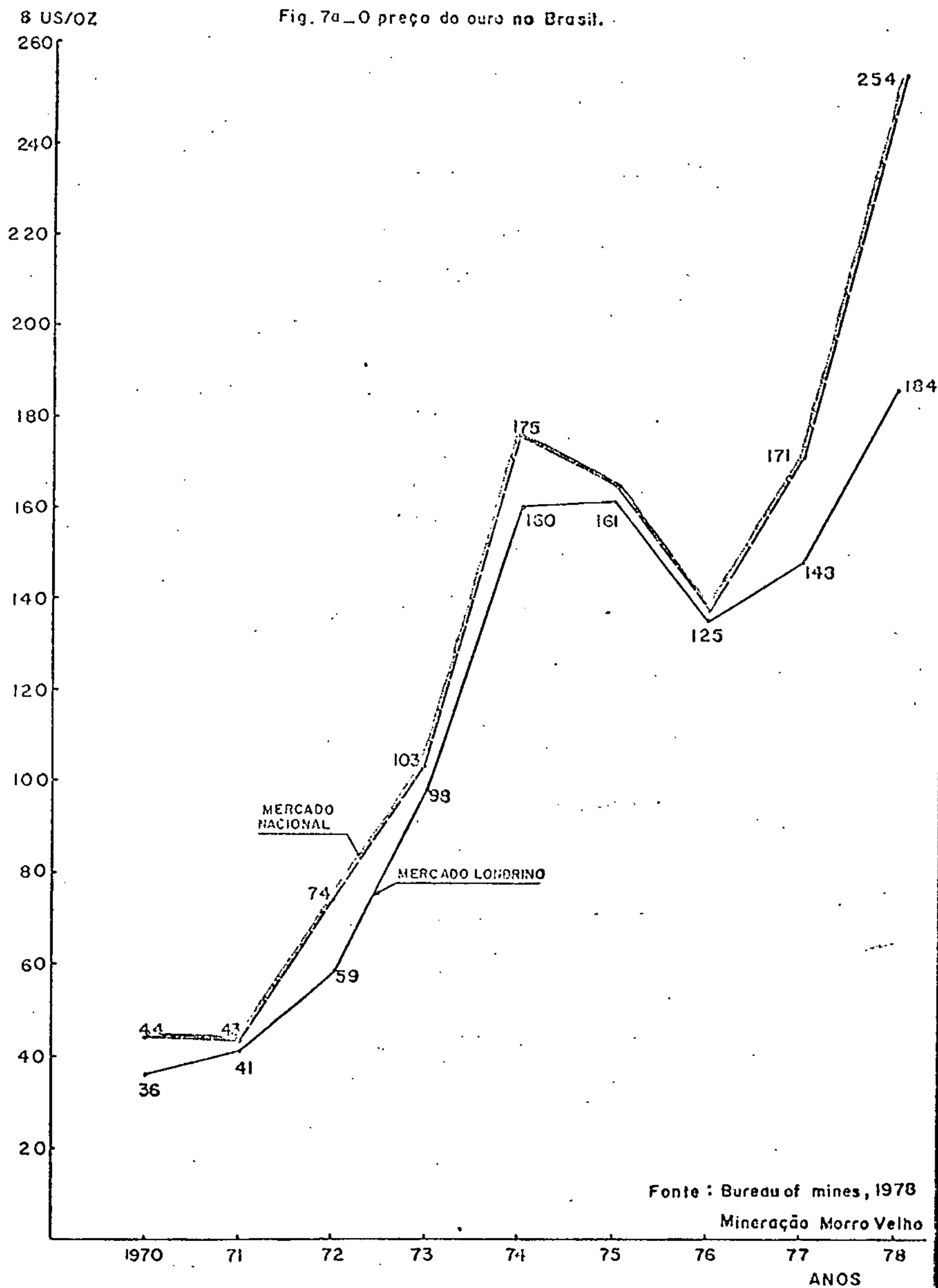
No país não existe uma "Bolsa de Ouro" como acontece na Europa, notadamente em Zurique ou Londres, onde se concentram os vendedores do metal, e estabelece-se o preço do ouro diariamente. As empresas nacionais possuem seus próprios critérios para estabelecer o preço de venda do metal, mas geralmente o valor é determinado em função dos preços praticados em Londres.

Na Figura 7 (a) apresenta-se a evolução do preço do ouro no período de 1970 a 1978 no mercado londrino e o preço praticado no mercado nacional.



CPRM

Fig. 7a - O preço do ouro no Brasil.



Fonte : Bureau of mines, 1978
Mineração Morro Velho

3.2.5. - Perspectivas do Balanço Oferta-Demanda Nacional no Período 1978 - 1988

Para a projeção do Balanço-Oferta-Demanda Nacional no período 1978 - 1988, assumiu-se que:

1. A produção Nacional estimada das minerações (4,2 t) e garimpos (14,8 t), que em 1978 totalizaram 19 t, acompanhe no período 1978/88, o ritmo de crescimento do consumo nacional, estimado em 3,5%.
2. O reciclo do ouro mantenha-se na proporção de 30% em relação ao consumo nacional durante todo período considerado.
3. Os projetos ora em pesquisas, notadamente da Docegeo em Aracá (BA) e Andorinhas (PA), Anglo-American em Jacobina (BA), Badin no Rio Gurupi (MA), Caraiíba Metais em Jaquararí (BA), Elumã em Camaquã (RS) cumpram as programações de entrada em operação comercial, dentro dos cronogramas previstos (Ver Tabela 29).
4. O consumo nacional que em 1978 foi estimado em 41,2 t (alternativa mais provável), acompanhe o ritmo de crescimento do consumo mundial dos últimos dez anos da ordem de 3,5% ao ano.
5. As importações, mantenham-se em cerca de 2,8t média do período 1967/77.

Tabela 41 (a) - Importações Brasileiras de Ouro 1974/77.

Unidade: Kilogramas

N.B.M.	Metal e Manufaturados	QUANTIDADE			
		1974	1975	1976	1977
71.07.01.00	Ouro em Bruto	1039	4689	2618	2468
71.07.02.00	Ligas de Ouro, em Bruto	-	402	27	52
71.07.03.00	Ouro em Pó	0	26	0	-
71.07.04.00	Barras, Fios e Perfilados	213	29	1286	47
71.07.05.00	Tubos, Barras Ocas e Semelhantes	-	0	-	-
71.07.06.00	Chapas Lâminas, Fôlhas e Tiras	1	1	4	2
71.07.98.00	Outros	2	0	15	15
	TOTAL	1255	5147	3950	2584

FONTE : CIEF - MF

Principais países de origem:

E.U.A. (69,81%) , Suíça (14,43%)

Tabela 41 (b) - Exportações Brasileiras de Ouro 1974/77.

Unidade: Kilogramas

N.B.M.	Metais e Manufaturados	QUANTIDADE			
		1974	1975	1976	1977
71.07.04.00	Barras, Fios e Perfilados	10	10	-	-
71.07.06.00	Chapas, Lâminas, Fôlhas e Tiras	4	3	-	-
71.07.99.00	Artigos de Bijouteria de Ouro	2360	869	92	-
	TOTAL	2374	882	92	92

FONTE : CIEF - MF

Principais países de destino:

E.U.A., Alemanha Ocidental, França.

6. As exportações no período 76/77 totalizaram em média 92 kg, desprezíveis para a unidade de medida adotada. (Tabela 41 b).

A Figura 8 ilustra os resultados obtidos, considerando-se as alternativas acima mencionadas e as projeções de produção e consumo no período 1978/88 emanadas das tabelas 29, 40 e 41 respectivamente.

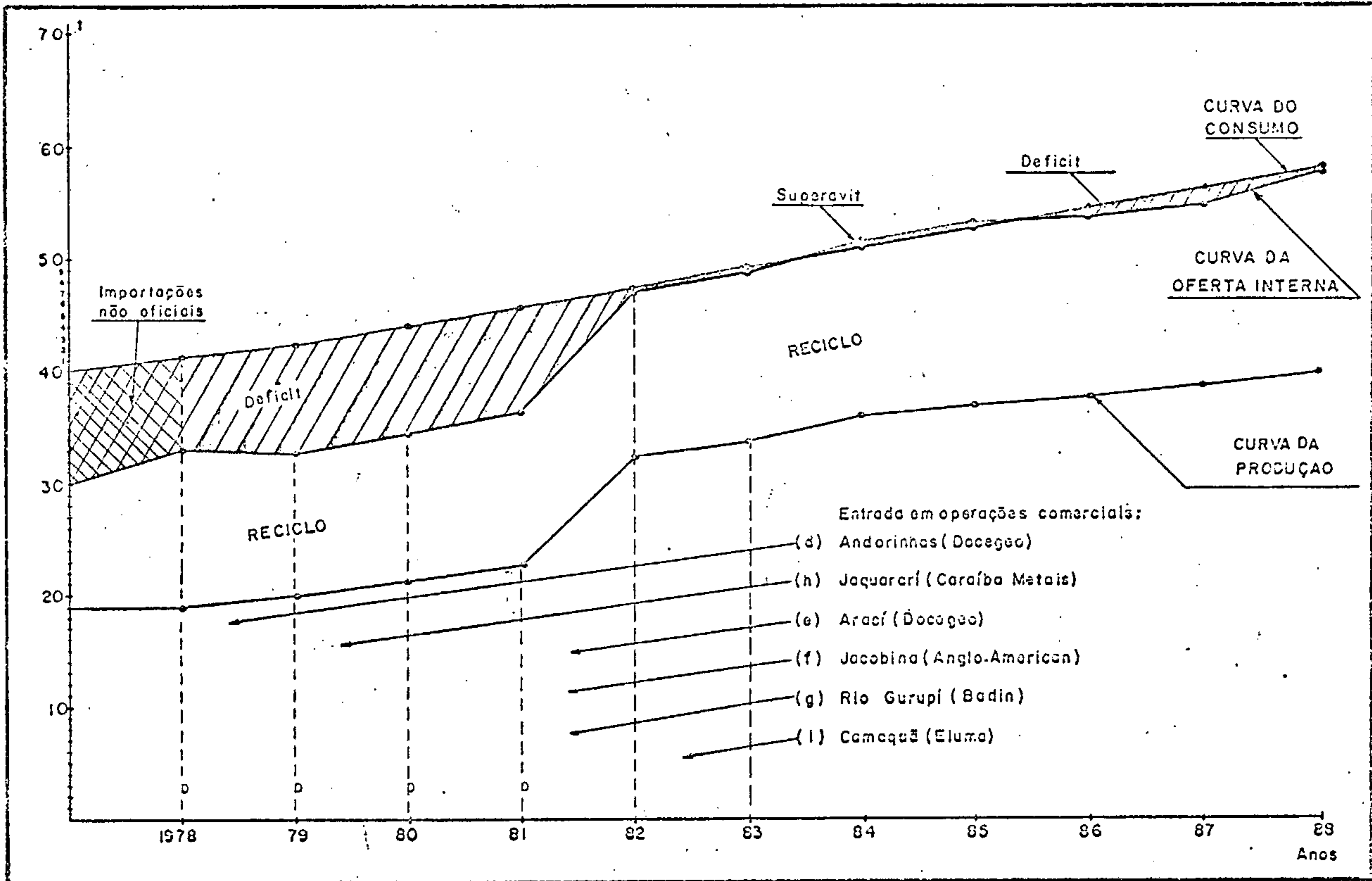


Figura 8 - Projeção do Balanço Oferta - Demanda. (Período 1978-89)

Tabela II - Consumo Percentual de MGP nos Estados Unidos.

SETOR \ ANOS	1973	1974	1975	1976	1977
AUTOMOBILÍSTICO	-	25,2	28,3	42,2	32,2
QUÍMICO-FARMACÊUTICO	31,2%	21,6	24,1	14,8	18,9
REFINO DE PETRÔLEO	7,9%	8,4	8,7	4,2	5,9
ELÉTRICO-ELETRÔNICO	36,4%	27,8	17,3	17,9	20,3
MÉDICO-ODONTOLÓGICO	8,9	7,6	10,2	10,4	6,9
VIDREIRO	5,0	4,6	4,3	3,1	4,9
JOALHEIRO	3,4	2,9	4,0	2,4	3,4
OUTROS	7,2	1,8	3,1	5,0	7,6

FONTE: Bureau of Mines - U.S. Department of the Interior

B.4

b) - Metais do Grupo da Platina Associados ao Ouro

Os metais do grupo da platina aparecem algumas vezes associados ao ouro, como é o caso dos depósitos aluvionares da Colômbia e da Rússia, entretanto, isto representa somente uma parcela ínfima da produção total de MGP. Na África do Sul - maior produtor de ouro e de MGP - por exemplo, apenas o ouro proveniente do Distrito Aurífero de Evander contém uma quantidade considerável de MGP (30 ppm no ouro refinado por cloretação), o que não chega a representar 0,005% de MGP produzidos neste país, que como mencionado anteriormente, são extraídos como produto principal tendo cobre e níquel como co-produtos. Na maioria dos outros países produtores, os MGP são quase inteiramente extraídos como subprodutos dos minérios de níquel e de cobre, como nas minas de níquel-cobre do Canadá e da Rússia, e das minas de cobre dos Estados Unidos.

No Brasil - onde não há produção de MGP - referências antigas evidenciaram a presença de MGP no ouro da Mina Congo Soco (MG), paralisada há bastante tempo, e no "ouro preto" encontrado em Minas Gerais e Goiás, ou seja, ouro contendo paládio. As minerações de ouro, ora em atividade, não informam sobre a existência de MGP. Também não existem referências sobre MGP no ouro proveniente dos garimpos do Tapajós e da região de Jacobina. As análises químicas do ouro oriundo da região de Andorinhas (PA), efetuadas recentemente pela DOCEGEO, não detectaram a presença de MGP.

Dos dados acima, depreende-se serem reduzidas as possibilidades de produção e refino de MGP a partir de ouro no Brasil, pelo menos dentro de um horizonte de futuro razoável.

d) - Refino dos Metais do Grupo da Platina

Os processos de extração, separação e refino dos metais do grupo da platina, a partir dos concentrados metalúrgicos das minas, ou das lamas anódicas, constituem segredo industrial das poucas firmas existentes no ramo em todo o mundo. Dependem principalmente da composição e natureza do material processado e são métodos químicos, essencialmente analíticos, praticados em maior escala com inúmeras variantes. O procedimento comumente adotado pelas companhias produtoras é a entrega dos concentrados a refinarias especializadas. Isto torna-se evidente quando se trata dos concentrados de MGP obtidos como subprodutos do refino eletrolítico do ouro, não só pelo refino dos MGP envolver várias e sucessivas etapas de separações e purificações, bastante trabalhosas e pouco conhecidas, mas também pela pequena quantidade produzida. Das mais importantes refinarias cumpre citar a Matthey Rustenburg Refiners Ltd. (Subsidiária da Johnson Matthey) com laboratórios em Londres e Johannesburg, Impala Platinum Ltd. e Lonrho Refinery Ltd., ambas na África do Sul, e Mond Nickel Co. Ltd. na Inglaterra.

O processo convencional, empregado no Mundo Ocidental, utiliza, como dito acima, técnicas similares às analíticas usadas tradicionalmente na separação dos elementos. A figura 1 apresenta um fluxograma generalizado do processo convencional e, a seguir, são descritas as várias etapas do mesmo:

Etapa 1 : Tratamento de Pré-Lixiviação - antes da lixiviação o concentrado de MGP sofre, dependendo de sua composição e natureza, uma série de tratamentos piro e hidrometalúrgicos, visando melhorar as características de lixiviação do concentrado. Dentre esses tratamentos, podem ser citados: uma lixiviação prévia para remoção da maioria dos metais de base e uma ustulação para a remoção de camadas de óxidos refratários sobre a superfície metálica.

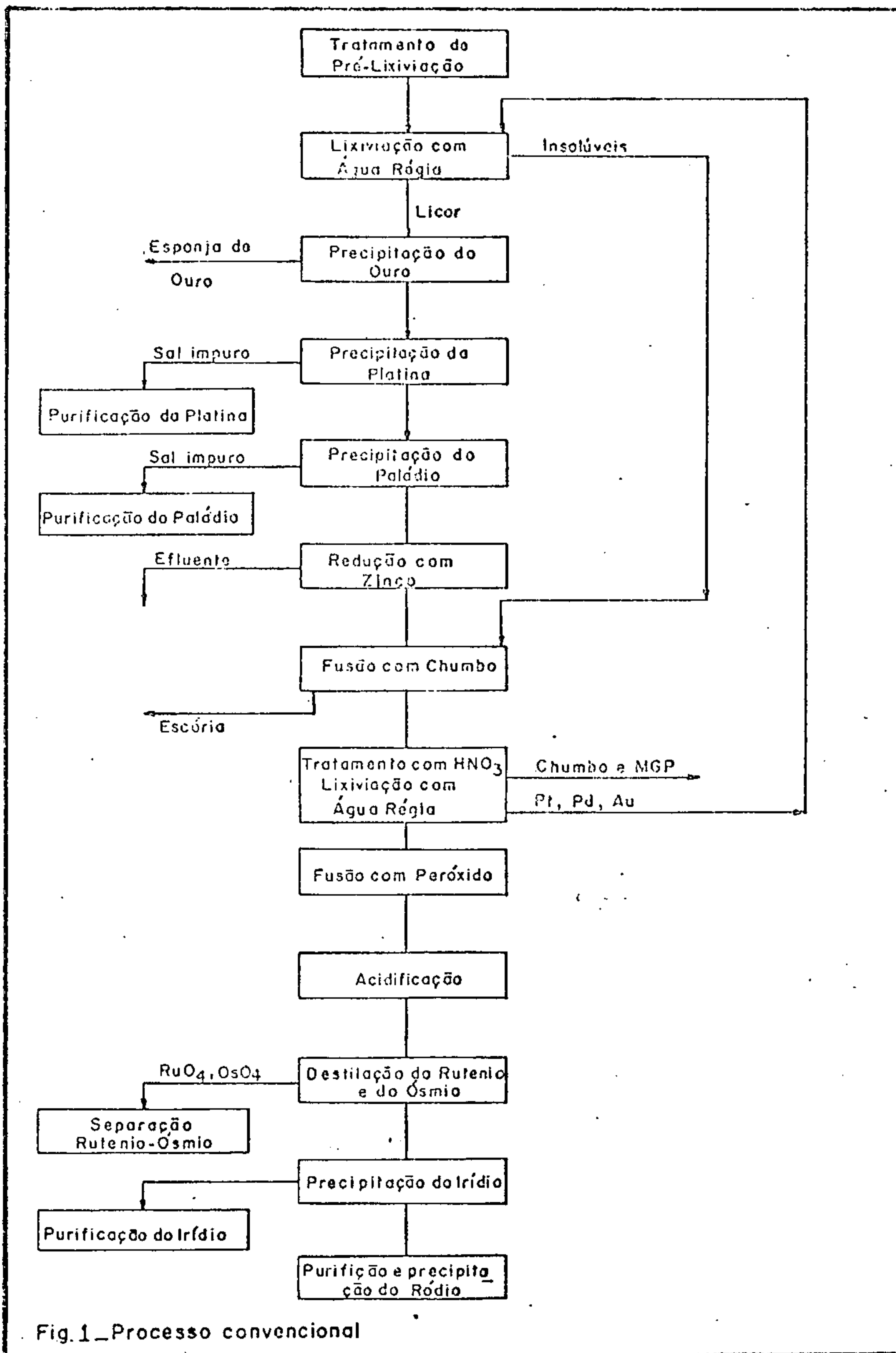
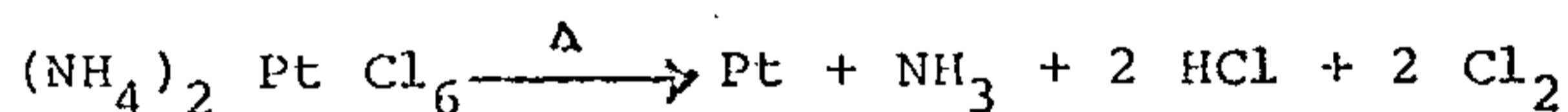


Fig.1 - Processo convencional

Etapa 2 : Lixiviação com Água-Régia - neste tratamento há dissolução da maior parte da platina e do paládio, bem como de algum ouro porventura presente. No resíduo insolúvel permanecem os MGP secundários (ôsmio, irídio, ródio e rutênio). O ouro contido na solução é separado dos outros metais pela adição de sulfato ferroso.

Etapa 3 : Separação e Purificação da Platina. - após a remoção do ouro, a platina é precipitada pela adição de cloreto de amônio dando formação a um complexo insolúvel $(\text{NH}_4)_2 \text{Pt Cl}_6$. A purificação do hexacloroplatinado de amônio envolve sucessivas lavagens e recristalizações antes da calcinação. Esta é efetuada entre 1100 - 1200°C, dando formação a uma esponja de platina:



O refino é completado pela dissolução da esponja de platina em água-régia, seguida da precipitação dos contaminantes em forma de óxidos hidratados.

Etapa 4 : Precipitação do Paládio - a precipitação do paládio é realizada pela adição de hidróxido de amônio, seguido da adição de ácido clorídrico, dando formação ao cloreto de diamin-paládio (II).

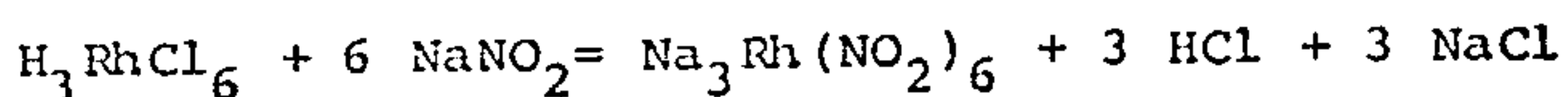
Etapa 5 : Recuperação do MGP Secundários - o resíduo insolúvel do tratamento inicial com água-régia, mais o resíduo oriundo da precipitação pelo zinco da solução residual, são misturados com óxido de chumbo e fundidos a 1000°C em forno de revérbero. A escória resultante desta fusão é descartada, enquanto o chumbo enriquecido com os MGP é separado destes pelo tratamento com ácido nítrico. O resíduo insolúvel resultante sofre uma segunda lixiviação com água-ré

gia para a remoção do MGP primários (platina e paládio) e do ouro remanescentes, deixando um concentrado de MGP secundários (Os, Ir, Rh, Ru).

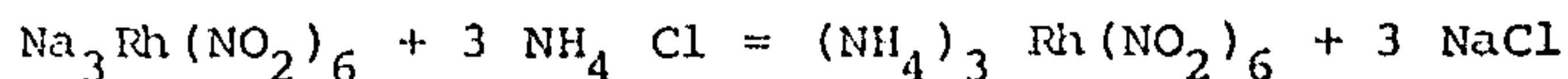
Etapa 6 : Separação dos MGP Secundários - em razão da natureza refratária dos MGP secundários, que os torna virtualmente insolúveis, o concentrado destes deve sofrer, antes da lixiviação, sinterização com peróxido de sódio, de modo a formar sais insolúveis tais como o rutenato de sódio (Na_2RuO_4). Após a dissolução dos MGP secundários, uma destilação é feita, liberando os óxidos de ósmio e rutênio que são mais voláteis. Estes são recolhidos em uma solução de hidróxido de sódio e tratados com hiposulfito que reduz o ósmio; em seguida, adiciona-se cloreto de amônio dando formação ao cloreto de dióxido-tetramin-ósmio $(\text{NH}_3)_4\text{O}_2\text{Cl}_2$. Este precipitado é lavado, seco e calcinado em atmosfera de hidrogênio, obtendo-se assim esponja de ósmio.

A precipitação do irídio realiza-se pela adição de ácido clorídrico e cloreto de amônio dando formação ao hexacloreto de diamin-irídio - $(\text{NH}_4)_2\text{IrCl}_6$, que é lavado, seco e calcinado, para obtenção de esponja de irídio, cuja purificação é realizada de maneira análoga à da esponja de platina obtida a partir da calcinação do cloro-platinato.

A extração do ródio requer neutralização da solução proveniente da precipitação do irídio com cloreto de sódio e hidróxido de sódio seguida da adição de nitrito de sódio. O ródio permanece em solução, filtrando-se o resíduo.



Sua precipitação é feita, em seguida, na forma de um resíduo cristalino pela adição de cloreto de amônio.



O resíduo assim obtido é tratado com uma solução de hidróxido de amônio, hidróxido de sódio e cloreto de amônio, fornecendo o triaminitrato de ródio. Este por aquecimento com ácido clorídrico se transforma no triaminocloreto de ródio. Por calcinação deste composto, a 900°C, em atmosfera de hidrogênio, obtém-se esponja de ródio.

É interessante observar que, por este processo, o tempo gasto no refino da platina e do paládio é da ordem de algumas semanas, enquanto o dos MGP secundários (Os, Ir, Ru, Rh) pode estender-se até um ano.

Em decorrência da complexidade, altos preços, tempo e uma permanente "atmosfera de mistério" que envolvem o refino dos MGP, pesquisas vêm sendo desenvolvidas, nos últimos anos, visando ao desenvolvimento de novos processos de extração e refino. Dentre esses novos processos, destacam-se o uso das técnicas de extração por solventes e de troca iônica por resinas.

O National Institute for Metallurgy (NIM), da África do Sul, após estudar intensivamente, durante cinco anos, o problema do refino dos MGP, desenvolveu recentemente, processo de refino integrado, aplicando as técnicas de extração por solventes e de troca iônica por resinas. Este processo, conhecido como OPNIM, foi testado, durante o ano de 1976, com sucesso total em usina piloto; tanto assim que, já em 1977, uma refinaria local Impala Platinum Ltd. exigiu uma usina em escala industrial empregando o processo OPNIM. A Figura 2 fornece uma representação esquemática do processo.

A seguir são enumeradas as principais vantagens do processo OPNIM sobre o processo convencional:

- maior recuperação e pureza dos MGP;
- menor tempo de refino;
- possibilidade de operação em sistemas contínuos ou semi-contínuos;

- equipamentos de custos mais baixos;
- eliminação de várias etapas de reciclagens.

A desvantagem do processo OPNIM, em relação ao processo convencional, é o alto custo dos reagentes por ele utilizados.

Um recente estudo efetuado pelo NIM mostrou que os custos de refino empregando o processo convencional, podem ser reduzidos em 50% se forem utilizadas as técnicas de extração por solvente e de troca iônica.

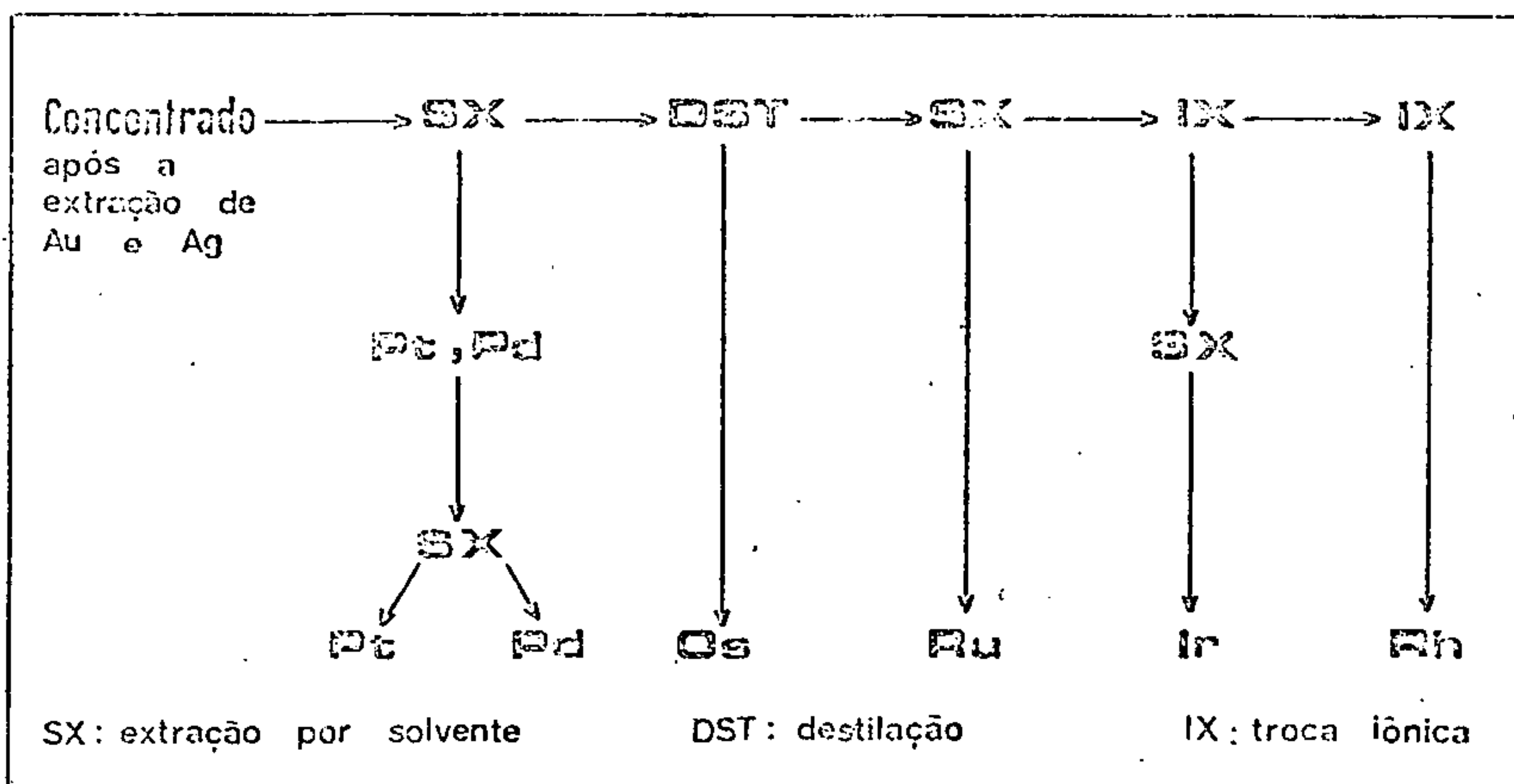


Fig. 2 - Representação esquemática do processo OPNIM

APÊNDICE C

ANÁLISE QUÍMICA DO OURO

APÊNDICE C

ANÁLISE QUÍMICA DO OURO

a) Introdução

Considerando-se a sequência normal das etapas compreendidas para a obtenção do ouro, ou seja, do ouro refinado a partir do minério bruto, torna-se obrigatória a efetuação de análises químicas paralelas, necessárias para a avaliação e conhecimento do teor de ouro na amostra bem como do grau de impurezas contidas no "bullion" ou no ouro refinado.

Vários métodos de análise e técnica de laboratório são disponíveis, no entanto a escolha de um desses métodos deve ser efetuada levando-se em conta o material a ser analisado. Evidentemente cada método em si comporta restrições e limitações que devem ser consideradas na ocasião da escolha.

As análises químicas por via úmida, são via de regra muito precisas e acuradas, porém são muitas vezes menos sensitivas e consomem mais material do que as análises instrumentais. É por causa destas desvantagens que as técnicas de via úmida não são atualmente bem aceitas para determinação dos metais nobres: ouro, prata e metais do grupo da platina. Mais recentemente tem-se buscado aplicar a combinação dos métodos clássicos de via úmida com técnicas instrumentais, aproveitando-se deste modo as vantagens oferecidas por cada um desses setores. Por exemplo, uma amostra de determinado minério poderá ser levada até a etapa de solução e então separada quimicamente em frações que serão subsequentemente analisadas para seleção de elementos, por via úmida ou por absorção atômica.

Pesquisas recentes efetuadas pelo Council for Scientific and Industrial Research of South África em conjunto com a Rand Refinery Ltd., mostraram as diversas vantagens da utilização da espectrografia de emissão sobre o método de en

bo, após a absorção gradual de todo o óxido de chumbo.

O procedimento para o tratamento posterior do botão é o seguinte:

1. Transfere-se o botão de ouro-prata obtido do fire-assay para um bécher de 50 ml.
2. Adicionam-se 5 ml de HNO_3 1:1, cobre-se e põe-se a digerir em banho-maria por 45 minutos. Descobre-se o bécher e deixa-se evaporar até reduzir o volume para cerca de 2,5 ml.
3. Adicionam-se 6 ml de HCl conc., cobre-se e deixa-se em repouso por 20 minutos, descobre-se o bécher e leva-se a evaporar até secura completa.
4. Adicionam-se 7 ml de HCl conc., cobre-se e põe-se a digerir em banho-maria até dissolver completamente todos os sais. Descobre-se o bécher, adicionam-se cerca de 15 ml de água e faz-se uma digestão adicional de 30 minutos.
5. Deixa-se esfriar e transfere-se quantitativamente a solução para um tubo de cultura tipo Pyrex, levando-se o bécher com cerca de 10 ml de água. Adicionam-se 2 ml de uma solução de HBr a 48%, mistura-se adicionam-se 10 ml de metil isobutil cetona e agita-se o tubo por um minuto.
6. Determina-se a concentração por absorção atômica na fase orgânica.

Considerações,

Rotineiramente adicionam-se 2 mg de prata na etapa da fusão. Bastões de prata pré-cortados para esta finalidade existem comercialmente com o nome de "inquarts". A prata é importante neste procedimento por três razões: (1) tem um efeito protetor e assim reduz as perdas de ouro durante a fase da copelação, (2) possibilita quantidades de traços de ouro serem facilmente transferidas da copela para o recipiente de aná

saio por fusão, quando aplicadas na determinação dos teores de ouro e prata no "bullion", ouro monetário (99,5%) e ouro eletrolítico (99,99%).

b) Análise Química de Minérios de Ouro

Dois métodos muito eficazes são utilizados para a determinação de traços de ouro em minério, o método combinado do cianeto-absorção atômica e o método também combinado ensaio por fusão-absorção atômica.

No método do cianeto-absorção atômica, o ouro é lixiviado com uma solução de cianeto de sódio. O ouro monovalente é então oxidado ao estado trivalente e concentrado por extração com metil isobutil cetona antes de ser testado por absorção atômica. No método ensaio por fusão-absorção atômica, a conta de ouro obtida do ensaio por fusão é dissolvida em água-régia. O ouro é então concentrado por extração em metil isobutil cetona, sendo depois determinado por absorção atômica. Por qualquer destes métodos concentrações de ouro tão baixas como 50 ppb podem ser detectadas em uma amostra de 15 gramas.

O segundo método é o de mais simples execução. A seguir, é feita a sua descrição com mais detalhes.

O método de ensaio por fusão envolve a fusão da amostra do minério com substâncias fundentes a fim de formar uma fase escória e uma fase metálica com chumbo em uma temperatura por volta de 960°C . O chumbo agrega os metais nobres - ouro, prata e metais do grupo da platina - e precipita no fundo do molde. Após esfriar a escória é quebrada e separada do botão de chumbo que é então colocado numa copela e introduzido num forno. O chumbo funde e é lentamente oxidado pelo ar quente. O óxido de chumbo se fixa no material semi-poroso da copela, geralmente constituída de cinza de osso, que o absorve. O chumbo fundido que não é absorvido pelo material poroso da copela, juntamente com os metais nobres constitui o botão de chum

lise, e (3) a adição de prata proporciona a formação de uma conta de ouro-prata que é dissolvida mais facilmente. A proporção em peso da prata para o ouro deve ser em torno de 3:1, para permitir a dissolução da conta; pois havendo quantidades menores de prata que de ouro, pode haver dificuldade de dissolução mesmo em água-régia. Para amostras que contêm suficiente prata, tal procedimento torna-se desnecessário; invertidamente, para amostras que contenham apreciável teor de ouro, pode se tornar necessário a adição de mais de 2 mg de prata, para garantir a citada proporção de 3:1.

A conta de ouro-prata é rotineiramente pesada para se ter uma estimativa aproximada do ouro e prata combinados.

c) Determinação de Ouro no "Bullion"

c.1. Considerações

Uma das maiores dificuldades da determinação de ouro no "bullion" decorre da distribuição irregular dos vários constituintes, causada pela segregação ocorrida quando o material fundido esfria e passa a formar o "bullion". Quando o material fundido é vertido, a solidificação se inicia primeiro nas paredes do molde, por serem mais frias e os constituintes que tem ponto de fusão mais alto, solidificam primeiro. O material que esfria por último, próximo ao centro da barra, fica mais enriquecido nos metais de ponto de fusão mais baixo. Obviamente, a melhor maneira de se perpetrar a amostragem, é retirar a amostra do material ainda em fusão quando a amostra mostra-se homogênea. Entretanto, muitas vezes o laboratório recebe a barra de "bullion", e se não dispõe de um forno com capacidade para refundi-la, o procedimento a ser adotado é perfurar ou serrar a barra. Como o ato de serrar acarreta a destruição da continuidade da barra, ficamos com a alternativa da perfuração. Na perfuração é importante retirar a amostra de uma a outra extre-

midade, devendo-se deste modo efetuar a operação no sentido do eixo longitudinal da barra ou no meio, de um lado para o outro. O material removido desta maneira deve ser então cuidadosamente amostrado para o ensaio ou, ainda em alguns casos refundido e amostrado ainda em fusão, ou então resfriado rapidamente por imersão em água, evitando-se assim que ocorra a segregação dos seus componentes. A amostragem de material nitidamente heterogêneo como aparas ou restos de indústria, sucata de joalheria, dentes de ouro, etc., requer que o material seja indubitavelmente fundido para a feitura da amostragem.

c.2. Análise Química do "Bullion"

A análise dos teores de ouro e de prata do "bullion" é mais complexa, consome mais tempo e é mais dispendiosa do que a análise padrão de ensaio por fusão aplicada aos minérios. Isto é claramente compreensível considerando-se que o material representado pela amostra é muito valioso e consequentemente a análise deve ser conduzida com a máxima rigorosidade e eficiência, pois um erro de 5% pode acarretar consequências desastrosas. Grande cuidado deve ser dispensado para a obtenção de amostras representativas de todo o material.

A determinação de prata no "bullion" pode ser efetuada por copelação ou por método volumétrico de via úmida. O método de copelação está sujeito a mais erros e, se valores acurados são necessários, deve-se optar pelo procedimento de via úmida. Os erros no ensaio de copelação para a prata, podem ser minorados ou mesmo corrigidos em alguns casos, por meio de uma checagem empregando-se uma amostra sintética com aproximadamente o mesmo peso e a mesma composição da amostra do "bullion". As amostras de referência e do "bullion" devem ser copeladas lado a lado de modo a poder-se considerar que as perdas encontradas para a amostra de referência, possam ser também aplicadas para a amostra de referência, possam ser também aplicadas ao "bullion". Portanto o método envolve um ensaio pre

liminar para se ter a composição aproximada do "bullion", antes que o ensaio de checagem seja efetuado. A amostra tomada é normalmente de 0,5 a 1,0 grama. A análise de amostra com teor de prata superior a 990, é geralmente efetuado por um processo de via úmida chamado "Gay Lussac - U.S. Mint Method". Consiste a técnica em tomar uma amostra de prata de cerca de uma grama pesada rigorosamente e dissolver em ácido nítrico, em seguida precipitar com 100 ml de uma solução de NaCl previamente padronizada com prata pura. Desta forma precipita cerca de 99,8% de prata da solução. Em seguida adicionam-se mais mililitros de uma solução diluída e padronizada de NaCl até que não ocorra mais nenhuma precipitação. Uma modificação mais recente deste método, consiste em determinar a prata remanescente da primeira precipitação, por absorção atômica.

O método geral para a determinação de ouro no "bullion", é o de copelação separação acompanhada por checagem com ligas sintéticas de composição correspondente à do "bullion". Portanto o método geralmente requer o ensaio preliminar para se obter a composição aproximada da amostra do "bullion". Tal como no caso da prata, as amostras de checagem e do "bullion" devem ser copeladas lado a lado e alguma perda ou ganho que ocorrer para a amostra de referência, que é chamada sobrecarga, deve ser aplicada à amostra do "bullion". No processo de "parting", que separa a prata do ouro, a proporção de prata-ouro deve ser conservada de 3:1 a fim de que a separação ocorra normalmente sem problemas. Assim sendo, deve se adicionar prata às amostras, tanto do "bullion" quanto da amostra de referência. A conta obtida da copelação deve ser laminada para transformar-se numa lâmina muito delgada a fim de facilitar a dissolução e o processo de separação deve ser cuidadosamente padronizado. Em qualquer dos ensaios do bullion, as análises devem ser conduzidas em duplicata.

c.3. Análise Espectrográfica

Pesquisa levada a efeito pelo Council for

Scientific and Industrial Research of South África em conjunto com a Rand Refinery, mostraram que a prata contida no "bullion" com teores de cerca de 10%, pode ser determinada com maior precisão usando-se o espectrômetro de leitura direta com fonte de descarga incandescente do que por ensaio por fusão. Problemas ligados com a obtenção de um disco de amostra adequadamente homogêneo foram superados, mas descobriu-se que outras impurezas menores (principalmente cobre e chumbo) interferiam. Em operação de rotina, os sinais dos fotomultiplicadores para ouro, prata e elementos interferentes são passados para um computador. Este é programado com os resultados dos padrões que incluem todos os elementos interferentes obtendo-se excelente concordância com as análises químicas por via úmida. O método é consideravelmente mais rápido que o ensaio por fusão, e ao mesmo tempo fornece os teores de outras impurezas que podem ser de interesse como por exemplo metais do grupo da platina.

Pela mesma técnica, o teor de ouro do "bullion" refinado por cloretação (99,6%) pode também ser determinado diretamente e confirmado pelo método padrão do somatório das impurezas, usando-se uma fonte de centelha como meio de excitação. Ouro eletrolítico, com uma pureza de 99,99% pode também ser determinado precisa e rapidamente por um somatório análogo, tendo prata, cobre e ferro como as principais impurezas envolvidas.

APÊNDICE D

MANUSEIO DO CLORO

APÊNDICE D

MANUSEIO DO CLORO

O cloro é um gás não inflamável, não explosivo, de odor característico fortemente penetrante, comercializado sob a forma liquefeita, sob pressão. Cilindros onde coexistem as fases líquida e gasosa são os recipientes mais empregados.

O manuseio do cloro apresenta problemas atribuídos à sua alta reatividade química, propriedades físicas, caráter toxicológico e elevada corrosividade quando úmido. O cloro reage vigorosamente com muitas substâncias orgânicas e inorgânicas, geralmente com evolução de calor mas, se seco, não corroi muitos metais às temperaturas ordinárias. Ele ajuda a combustão e reage com a água formando os ácidos hipocloroso e clorídrico, dificultando o combate ao fogo quando escapamentos estão envolvidos.

O volume do cloro liquefeito aumenta consideravelmente com a temperatura. Assim, precauções devem ser tomadas quanto a possíveis vazamentos ou rupturas em caso de pressões excessivas em cilindros, tubulações, vasos e tanques contendo cloro. Um volume do gás liquefeito vaporiza rapidamente produzindo cerca de 450 volumes de gás nas condições normais. Como ele é pouco solúvel em água, o escapamento não pode ser absorvido satisfatoriamente por jatos d'água ou outros sistemas usuais de absorção em água.

Cloro líquido em contato com os olhos, pele ou roupas pode causar graves queimaduras aos tecidos do corpo. Concentrações do gás acima de 3 a 5 ppm (em volume) no ar podem ser prontamente detectadas por uma pessoa normal. Em baixas concentrações irrita as mucosas, o sistema respiratório e a pele. Maiores quantidades causam irritações nos olhos, tosse e respiração difícil.

Quando o período de exposição ou a concentração são excessivos, os sintomas são agitação generalizada, inquietação, irritação da garganta, espirros e salivação copiosa. Em casos extremos, o sufocamento pode levar à morte. Em altas concentrações, os sintomas são náusea e vômitos. O forte efeito irritante do gás faz com que uma pessoa não consiga permanecer em um ambiente contaminado. Não há efeitos cumulativos conhecidos. A tabela abaixo apresenta a resposta fisiológica em diferentes concentrações de cloro gasoso:

Resposta Fisiológica à Várias Concentrações de Cloro Gasoso

EFEITO	PPM (EM VOLUME) DE CLORO GASOSO NO AR
Quantidade mínima necessária para produzir leves sintomas após várias horas de exposição	1
Mínimo odor detectável	3,5
Quantidade máxima que pode ser inalada por uma hora sem perturbações sérias	4
Sensação desagradável dificuldade de respirar	5
Quantidade mínima necessária para irritação da garganta	15,1
Quantidade mínima necessária para tosse	30,2
Quantidade perigosa sob exposição de 30 minutos a uma hora	40 a 60
Quantidade letal para a maior parte dos animais durante um pequeno período de exposição.	1000

Os primeiros socorros em caso de intoxicação envolvem remoção imediata da pessoa afetada da área de contaminação. Assistência médica deve ser providenciada o mais cedo

do possível. Se não houver parada respiratória, a pessoa é colocada sentada com a cabeça em posição elevada. Se necessário, usar cobertores para conservá-la aquecida. Repouso é essencial. Se, aparentemente, houver parada respiratória, a respiração artificial é ministrada de imediato. Dar preferência ao método de Nielson de levantar os braços para trás.

Um sistema de oxigênio deve estar bem acessível com a presença de uma pessoa instruída para sua aplicação. Estimulantes não devem ser aplicados a não ser sob recomendação médica. Leite pode ser dado em intoxicações de pouca gravidade para aliviar a irritação da garganta. Nada deve ser administrado por via oral a um paciente inconsciente.

Em caso de contaminação da pele ou das roupas com cloro líquido ou água de cloro, deve ser aplicada uma ducha de emergência com remoção das roupas sob a ducha. O cloro deve ser bem lavado e neutralizado com sabão e água, nunca com produtos químicos. Não aplicar linimentos por pelo menos 24 horas.

Se os olhos foram afetados, recomenda-se lavar imediatamente com copiosa quantidade de água corrente por pelo menos 15 minutos. Não aplicar produtos químicos. Após esta lavagem preliminar, não havendo possibilidade de atendimento por um médico, efetuar uma segunda lavagem de 15 minutos de duração.

Duchas e lavadores oculares devem estar localizados em pontos principais para uso em caso de acidente.

O cloro não oferece problemas industriais no que toca à saúde dos funcionários da empresa, se estes forem adequadamente treinados e instruídos com os métodos habituais de manuseio. É padrão o exame médico e abreugrafia periódicos de todas as equipes de trabalho. Equipamentos para proteção respiratória (máscaras) devem ser utilizadas nos casos necessários e esterilizados após o uso.

O cloro é fornecido em recipientes de aço diversos tipos. Todos devem ser testados periodicamente e equipados com um ou mais dispositivos de segurança conforme seu tipo.

Os cilindros de cloro são construídos sem costura com capacidades de 454 gramas até 68 quilos. Os mais usuais são os de 45,4 e 68 quilos (100 e 150 libras). A única abertura permitida é no topo para conexão da válvula. As válvulas têm um fusível de segurança que funde entre 70 e 73,9°C, permitindo purga do cilindro em caso de pressão excessiva resultante de incêndio ou outras situações de alta temperatura que provoquem aumento da pressão interna.

O transporte dos cilindros é feito por ferrovia ou por rodovia empregando caminhões. Os cilindros devem ser carregados para os caminhões em carrinhos de mão, estando bem equilibrados e presos a uma altura de pelo menos dois terços do cilindro. No caso de serem suspensos e de um elevador não estar disponível, empregar um guindaste ou ponte rolante especial para suportá-los. Não levantar pela carcaça de proteção da válvula nem por meio de sistemas magnéticos. Durante o transporte devem estar bem seguros, para evitar que rolem. Quedas e choques não devem ocorrer.

Cheios ou vazios, os cilindros devem ser estocados em uma área livre de umidade, bem ventilada e protegida de fontes externas de calor como, por exemplo, tubulações de vapor. Recomenda-se áreas isoladas contra fogo e nunca subterrâneas. Estas áreas devem estar distantes de elevadores e locais por onde transite pessoal ou sistemas de ventilação pois, em caso de acidente, concentrações perigosas de cloro podem espalhar-se rapidamente. Lugares onde materiais e equipamentos pesados podem cair sobre os cilindros devem ser evitados, assim como também áreas de estocagem de outros gases comprimidos, combustíveis ou metais finamente divididos. Os cilindros são mantidos sempre na posição vertical. A estocagem deve ser feita de maneira tal que inspeção frequente e fácil movimentação de mate

rial possam ser realizadas sem perturbação às outras unidades de operação.

Todo equipamento contendo cloro deve ser armazenado em interiores, em edifícios de construção resistente ao fogo. Se um prédio próprio não é disponível, o equipamento pode ser colocado em um depósito adequado com pisos e paredes de material resistente a fogo. Paredes anti-fogo devem ser construídas entre equipamento que contém cloro e materiais inflamáveis. No caso de subterrâneos, embora contra indicados, um sistema adequado de exaustão é obrigatório.

Deve haver pelo menos duas saídas em cada sala ou edifício. Todas as portas devem abrir para fora. No projeto dos depósitos, deve-se considerar a presença dos equipamentos para manipulação do cloro. Isto se torna importante na determinação da altura, considerando-se a presença de guindastes e pontes rolantes, e da resistência dos pisos onde o equipamento pesado para manipulação será empregado. Se há um sistema de aquecimento do ambiente, tomar cuidados para evitar o superaquecimento dos equipamentos e recipientes.

A ventilação deve ser suficiente - natural ou forçada por meio de um ventilador, dependendo do caso. Uma taxa de renovação de ar de um a quatro minutos pode ser necessária em casos de emergência. Não se deve descarregar cloro em áreas onde poderá provocar danos ou prejuízos.

O cloro é mais pesado que o ar e tende a se conservar ao nível do chão. A sucção dos exaustores é portanto, próxima ao chão. Deve haver entradas de ar fresco que possibilitem ventilação cruzada e evitem o desenvolvimento de vácuo na sala. Numerosas entradas de ar e ventiladores podem ser necessários para exaustão em determinados casos específicos. Se não há necessidade de dutos, um exaustor de parede com saída para o exterior é suficiente. Se há necessidade de dutos para trazer o ar até o exaustor e daí conduzi-lo a um ponto seguro de descarga fora do edifício, um exaustor de pressão é indicado. Deve haver interruptores para todos os exaustores fora dos edifícios

mesmo quando já há interruptores do lado de dentro.

Os cilindros deve ser usados sempre na posição vertical, consumindo-se a fase gasosa e sendo utilizados na ordem de recebimento. Qualquer problema de fabricação deve ser comunicado de imediato ao fornecedor. Se há necessidade de utilização de cloro líquido, o cilindro deve ser parcialmente invertido e preso a um suporte de modo a formar um ângulo de 60 graus com o plano horizontal.

O fluxo de cloro em qualquer das opções depende da pressão interna, que por sua vez depende da temperatura do cloro líquido. Quando se usa cloro gasoso, o líquido é vaporizado com redução da temperatura e conseqüentemente da pressão de vapor. A baixas vazões, suficiente calor é retirado do ar e a pressão é mais ou menos constante, assim como também a vazão. A altas vazões, contudo, há queda na pressão e na temperatura devido ao efeito de resfriamento provocado pela vaporização e se a vazão é excessivamente grande, haverá formação de gotículas ou mesmo gelo devido ao resfriamento do líquido. O efeito isolante desta película de gelo diminui ainda mais a vazão de gás. Nestes casos, o necessário aumento na vazão deve ser obtido por meio de circulação forçada de ar no compartimento. A imersão do cilindro de cloro em água quente, ou a aplicação direta de calor não são de maneira nenhuma permitidas.

Quando o cloro está sendo absorvido em um líquido, precauções devem ser tomadas para evitar sucção do líquido para o cilindro quando este fica vazio. Esta sucção é devida à criação de um vácuo parcial. Um sistema de "trap" deve ser instalado.

Em casos onde a vazão de gás de um só cilindro não é suficiente, dois ou mais podem ser ligados simultaneamente ou um vaporizador pode ser empregado. Na hipótese de conexão de vários cilindros, estes devem estar à mesma temperatura. Se há diferença de temperatura no cloro líquido, ela é transferida por destilação do cilindro mais quente para o mais frio e este pode ficar completamente cheio de líquido. Isto

ocorrendo, a válvula é vedada e pode ocorrer explosão. Precauções extras deve portanto ser tomadas ao se fechar válvulas de cilindros ligados entre si. Estas ligações não são de maneira nenhuma recomendadas quando se consome cloro líquido.

A conexão cilindro-tubulação é de material flexível. Cobre de 3/8 de polegada de diâmetro externo por 0,035 polegada de espessura para pressões de 500 psi, por exemplo, é recomendado. Um acoplamento de compressão com adaptador deve ser empregado. Caso se use luva, as rêscaas devem se ajustar bem à rêsca de saída da válvula. Abrir a válvula uma volta completa (sentido anti-horário) com uma chave inglesa de 3/8 de polegada de não mais que 15 cm de comprimento. Quando o cilindro está vazio, as válvulas são fechadas, as tubulações desconectadas e a válvula testada para verificação de vazamentos. Se não existem vazamentos, a tampa de proteção da válvula é colocada para remoção do cilindro. Se detecta-se vazamentos que não podem ser contidos, o fornecedor deve ser comunicado imediatamente. A saída da tubulação desconectada é novamente ligada, imediatamente, para evitar introdução de umidade.

Tanques de estocagem são empregados quando o consumidor recebe o gás por meio de carros tanques. Este tipo de transporte costuma ser utilizado apenas quando o consumidor situa-se muito distante das fontes produtoras.

A estocagem em tanques não é recomendada por razões de segurança. Na maioria dos casos falta pessoal treinado para operar e manter as instalações. Em caso de acidente, em geral, não há meios para utilização imediata do cloro que escapa e quando há fogo os tanques não podem ser removidos da área de incêndio. Se a existência de tanques é, ainda assim, exigida, as instalações devem estar sob supervisão de pessoal altamente treinado e responsável que domine perfeitamente os sistemas e esteja familiarizado com as propriedades do cloro e o que fazer em caso de acidente. A inspeção sistemática e a manutenção em dia dos sistemas de utilidades é obrigatória.

A temperaturas moderadas, o cloro, líquido ou gasoso, não ataca a maioria dos materiais empregados na construção civil. A altas temperaturas de operação, a corrosão pode ser um problema sério e somente alguns poucos materiais podem se apresentar satisfatórios. A presença de umidade, mesmo em pequenas quantidades cria severas condições de corrosão. Cloro úmido (não confundir com cloro líquido) é difícil de manipular.

Antes da escolha de qualquer material, ele deve ser avaliado sob as condições específicas de uso, especialmente quando as temperaturas e pressões de operação excedem as condições normais ou onde outros materiais corrosivos estejam presentes. As avaliações devem incluir as limitações físicas (mecânicas) e químicas (resistência).

O material preferido para manipulação de cloro seco em temperaturas de até 177°C é o aço comum de baixo teor de carbono. Aços inoxidáveis (tipos 304, 316, 317) são recomendados para uso de cloro seco a temperaturas mais elevadas - até 316°C . Outros metais tais como bronze, chumbo, níquel, ligas de níquel e prata são adequados sob algumas condições determinadas, como também materiais cerâmicos, vidro, borracha, certos plásticos e outros.

O cloro úmido é muito corrosivo a todos os materiais comuns de construção. Ouro, chumbo, ligas níquel - molibdênio, platina, prata, tântalo e titânio são resistentes. A baixas pressões, materiais não metálicos como vidro, aço revestido com vidro, materiais cerâmicos, borracha resistente e alguns plásticos podem ser empregados. Para altas pressões, metais comuns revestidos com materiais resistentes são adequados.

No projeto do lay-out das instalações, o arranjo das tubulações deve ser o mais simples possível, com um número mínimo de juntas flangeadas ou parafusadas, "loops" e "traps". Se há necessidade de curvar tubos, eles devem ser curvados enquanto quentes para eliminar esforços residuais.

Quando possível, as tubulações devem ser colocadas acima do nível do solo para fácil localização de vazas -

mentos. As inspeções e consertos são também facilitados. Elas devem ser bem sustentadas, protegidas contra excessos de temperatura, apresentar declividade suficiente para drenagem e colocadas a uma altura tal que permita adequado espaço livre.

Válvulas nas extremidades e em pontos intermediários de cada linha fornecem meios para se isolar vazamentos sérios. Linhas de cloro líquido isoladas desta maneira exigem câmaras de expansão para evitar pressões hidrostáticas excessivas (o cloro líquido tem um alto coeficiente de expansão térmica). A condensação ou reliquefação de cloro gasoso pode ocorrer em tubulações que passem por áreas onde a temperatura esteja abaixo do equilíbrio pressão-temperatura indicado na curva de pressão de vapor. Esta situação é solucionada por suprimento adequado e controlado de calor, por redução da pressão ou pelo uso de isolamento não inflamável nas tubulações.

As tubulações devem estar inteiramente limpas, secas e verificadas quanto a vazamentos antes de utilizadas.

Substâncias orgânicas e materiais estranhos dentro dos tubos podem ser removidos passando-se um pano saturado com tricloroetileno ou qualquer solvente clorado adequado através destes. Hidrocarbonetos ou álcool não devem ser empregados. Equipamentos recém recebidos devem ser desmontados e limpos antes de uso.

As válvulas devem ser testadas verificando-se a tensão do assento com 150 libras por polegada quadrada de pressão de ar antes de sua instalação. Para maior segurança, os sistemas de tubulação de cloro devem ser hidrostaticamente testados a pressões de 350 libras por polegada quadrada antes da secagem.

As tubulações devem ser sempre secas antes do uso pela passagem de vapor através das linhas deixando drenar o condensado e os materiais estranhos. A injeção de vapor deve ser feita até que a tubulação esteja completamente aquecida, após o que ar seco deve ser soprado até que o ponto de orva

lho do ar de descarga se iguale ao do ar de entrada. Após a se cagem, o sistema deve ser testado com 150 libras por polegada quadrada de ar seco para verificação de vazamentos com água e sabão no exterior das juntas. Pequenas quantidades de gás de vem ser então introduzidas na linha, elevando-se a pressão de teste com ar seco, para um segundo teste de vazamentos. Estes são detectados aproximando-se um pedaço de pano embebido com solução aquosa de amônia a 26 Bé à área sob teste. Fumaças brancas de cloreto de amônio revelam a existência de qualquer vazamento porventura existente.

Cilindros, tanques, tubulações e outros e quipamentos devem ser testados com frequência, de preferência diariamente.

Consertos não devem ser efetuados com equii pamentos em operação. Para reparos, todo o equipamento é seco e/ou purgado de cloro, pois o calor poderá causar incêndio ou mesmo explosão do tubo - a purga realizada com água ou vapor. An tes de retornar o equipamento para operação, ele é mais uma vez limpo, seco e inspecionado como já descrito para verificação de vazamentos. Os reparos são efetuados sob a direção de pessoal estritamente treinado e familiarizado com os problemas envolvidos e medidas de proteção exigidas para trabalho com cloro.

Onde quer que se trabalhe com cloro, riscos em potencial estão presentes e uma emergência séria pode ocor rer de repente e inesperadamente. Em caso de vazamento, o clor o é absorvido em soluções de soda cáustica ou barrilha ou suspen sões de cal com agitação. A soda cáustica absorve o cloro mais rapidamente. Um tanque de armazenamento de solução deve es tar localizado em um lugar conveniente. O cloro deve passar pe la solução por meio de um tubo de borracha. O tubo não deve fi car imerso.

Em caso de incêndio, os equipamentos com cloro devem ser removidos imediatamente. Se não puderem ser re movidos água deve ser jogada sobre eles com objetivo de res friá-los, se não há escapamento de cloro. Somente pessoas auto-

rizadas deverão ter acesso à área. Se há evidência de escapamento, medidas imediatas devem ser tomadas, pois um vazamento nunca melhora, ao contrário sempre piora se tais medidas não forem tomadas. O fornecimento de cloro deve ser cortado. Operários portando máscaras devem verificar o vazamento e evacuar a área até que a causa tenha sido determinada e o problema resolvido. Água não deve ser empregada pois devido ao efeito corrosivo tende a aumentar o vazamento. Se o vazamento é em uma válvula, ele pode ser contido pela porca de vedação ou pela sobreposta de engaxetamento. Se isto não funcionar, fechar a válvula e deixar que o cloro na tubulação seja consumido. Se a válvula não veda completamente, o tampão de saída deve ser empregado.

Ao enfrentar vazamentos, os seguintes fatos devem ser considerados:

- a) é preferível que gás escape ao invés de líquido (a quantidade de gás é 1/15 da quantidade de líquido que escapa através de um mesmo orifício);
- b) tentar conter o vazamento da melhor maneira possível);
- c) pedir ajuda de emergência ao fornecedor de cloro;
- d) se possível, reduzir a pressão consumindo cloro no processo ou no sistema de rejeito;
- e) isolar a área do vazamento ou mover o equipamento para onde menores consequências ocorrerão (se possível).



APÊNDICE E

A HISTÓRIA DO OURO

APÊNDICE E

A HISTÓRIA DO OURO

a) O Ouro no Mundo

a.1 - Primórdios

Graças às suas excepcionais qualidades o ouro tem assumido uma posição de destaque através da história. Sua beleza de cor e brilho, sua alta maleabilidade, sua raridade relativa bem dosada na natureza, sua quase indestrutibilidade, sua ocorrência como metal nativo, seu alto peso específico, o qual permite manter em pequeno volume grandes valores, tem contribuído para sua cobiça através dos tempos.

Referências sobre o ouro, encontramos nos primeiros livros da Bíblia, dando conta de seu alto valor e uso nos tempos antigos; temos a seguinte citação em Ex.25:29 : "Farás outrossim de puríssimo ouro, pratos, copos, incessários e taças em que hão de se oferecer os licores"; em Gen. 13:2 : "E Abraão era muito rico, tinha ouro, prata e rebanhos de ovelhas". Os faraões possuíam enormes reservas de ouro e nos túmulos predinásticos do ano de 3 400 A.C. os arqueólogos encontraram facas com lâminas de sílex e cabos de ouro, bem como Vasos de pedras com Tampas de ouro. Esses artigos e outros encontrados nas velhas pirâmides egípcias eram confeccionadas a base de marteladas, pois naquele tempo ainda não se conhecia o processo de metalurgia do ouro, o qual se tornou conhecido em torno de 3 000 A.C., o que possibilitou a feitura de objetos mais elaborados.

Nas civilizações antigas, o ouro era explorado em diversas regiões. O atual Sudão, fornecia muito ouro para os egípcios. O ouro era também explorado na Trácia em Frígia (Macedônia Central) e em Ofir - na localidade das minas

do rei Salomão. Grandes depósitos, foram conhecidos na Lídia - em terras do atual Iran - Índia, China, nas terras dos egeus e outras localidades.

Na Idade Média as principais fontes de ouro na Europa foram as minas de Saxônia e Áustria; a Espanha também produziu algum ouro. Nessa época, o ouro estava tão valioso que se desenvolveu uma arte a Alquimia, a qual tinha por objetivo principal a transmutação de metais comuns em ouro, posteriormente, essa arte se desenvolveria numa nova ciência, a Química.

a.2 - O Ouro Após a Descoberta das Américas

A era que se seguiu ao descobrimento das Américas, foi com certeza, um novo marco na história da produção do ouro. Nunca até então se produziu tanto ouro. A exploração das minas pelo trabalho escravo, e o saque dos palácios, templos e túmulos dos Astecas e Incas na América Central e do Sul, resultaram num fluxo de ouro para a Europa tão grande que sacudiu a sua estrutura econômica e perturbou a sua organização política. Em termos de números, na idade média, a produção de ouro situou-se em torno de 2,8 t/ano, já no século XVI, com a produção da América Espanhola a produção saltou para 8,4 t/ano. O ouro das Américas modificou inteiramente a escala de produção mundial.

Nos séculos XVI e XVII, principalmente na América Espanhola e, no século XVIII, o ouro brasileiro, em sua maior parte proveniente da região central de Minas Gerais, determinaram alterações profundas na economia mundial. Galeões repletos de mercadorias convergiram para os portos da América, levando de volta para a Europa o ouro e a prata, viabilizando a revolução industrial ocorrida no século XIX.

Ao ouro estava reservado o seu mais importante papel - o de padrão monetário nos sistemas de trocas en-

tre as nações - o que permitiu a expansão do comércio entre os mais diferentes países.

a.3 - O Ouro Como Padrão Monetário e a Evolução da Produção do Ouro a Partir do Século XVIII.

A efetiva substituição da prata, pelo ouro como padrão monetário, só foi possível, entretanto, quando a oferta de ouro tornou isto possível. Esta oferta, cresceu muito, primeiro com o Brasil no século XVIII, o qual começa justamente com a crise da prata hispânica. A Tabela 1 apresenta a produção brasileira de ouro no período de 1700 a 1820. (Esta Tabela se refere somente à produção da, então, Capitania de Minas Gerais).

Tabela 1 - Produção de Ouro na Capitania de Minas Gerais
1700 - 1820

Período	Total em Kg	Média Anual
		Kg
1700 - 1724	110 172	4 406,88
1725 - 1735	95 482,4	8 681,55
1736 - 1751	176 275,2	11 017,20
1752 - 1787	264 412,8	7 344,80
1788 - 1801	58 758,4	4 201,23
1802 - 1820	51 413,6	2 702,89

Com o declínio do Brasil, surge em cena a Rússia, que se torna durante 14 anos a partir de 1823, responsável pela quase totalidade da produção mundial.

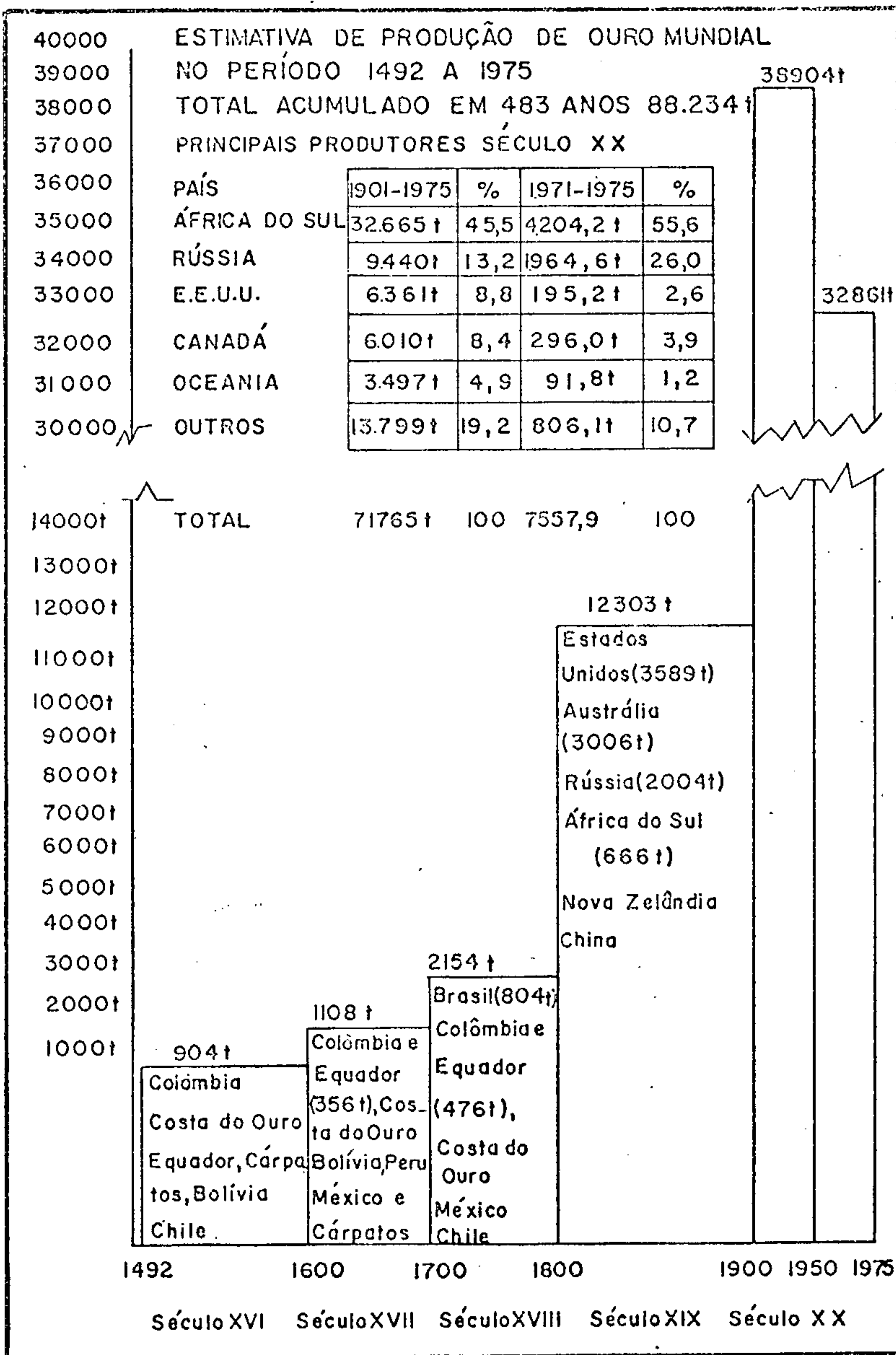
Em 1848, houve a grande corrida do ouro na Califórnia (Estados Unidos) e em 1851 surge a Austrália. Estes dois países permitiram uma grande expansão da produção do ouro no período de 1850 a 1875.

Um grande incremento na produção do ouro, foi com a descoberta das minas da África do Sul em 1886.

Um fator também importante para o aumento da produção mundial de ouro foi, sem dúvida, a introdução em 1890 do processo da cianetação para recuperação de ouro de minérios com baixo teor de ouro, e de minérios contendo partículas microscópicas de ouro.

Em 1920 aparece o ouro nos campos do Canadá, que representou nos 30 anos seguintes uma parcela significativa da produção mundial.

O gráfico a seguir apresenta a estimativa da produção de ouro no período 1492 a 1975.



b) O Ouro no Brasil

b.1 - Generalidades

As primeiras descobertas de ouro no Brasil foram em São Paulo por volta de 1550 e no Paraná (Paranaguã), entretanto, eram de pequena possança.

No final do século XVII, os bandeirantes em sua saga pelo interior do desconhecido sertão brasileiro, se transformaram nos primeiros prospectores de ouro no Brasil. Nesta época, descobriu-se ouro em Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Bahia. Destes, logo de início Minas Gerais se tornou o produtor líder.

b.2 - Extração do Ouro pelos Bandeirantes

O ouro encontrado pelos bandeirantes - ouro aluvionar - era de apanho fácil. Conta-se que no início da corrida do ouro, os mineradores apenas cataram com as mãos as pepitas que em grandes quantidades ocorriam de mistura com os seixos e a areia dos rios, ribeirões e córregos, materiais estes que eram retirados do leito e jogados junto as margens para maior facilidade de cata. No início, os mineradores se utilizaram para batear dos próprios pratos de estanho em que faziam suas refeições. O bateamento, movimento circular com o prata, faz com que a ganga, devido à grande diferença de densidades entre esta e o ouro, vá sendo retirado pela flutuação da água, ficando no fundo o precioso ouro.

O prato, então, foi o primeiro tipo de bateia utilizado, devido a dificuldade de separar com os dedos a grande quantidade de pequenos grãos de ouro que ficava disseminado na ganga. A bateia de madeira foi um aperfeiçoamento

mento logo introduzido e teve aceitação geral por todos os mineradores. A bateia de madeira teve alguns aperfeiçoamentos, e adquiriu a forma que se usa ainda nos confins desse Brasil. Este instrumento se assemelha a uma gamela circular com cerca de 60 cm de diâmetro, e apresenta a forma de um cone, cujo vértice, pela, parte interna, é o fundo da bateia. A altura total desta é de 15 cm mais ou menos e a espessura da madeira vai aproximadamente a 2 cm. Com a bateia, muito mais material pode ser pesquisado de cada vez, aumentando bastante o rendimento do trabalho. A mineração também se fazia em "canoas" - pequenas valas de 1 a 1,5 m de comprimento por 55 a 65 cm de largura e uma profundidade de 10 a 45 cm. Essas valas eram, cavadas à beira d'água; às vezes, se o terreno era pouco consistente, colocava-se paus e capim para assegurar as paredes. Em seguimento à "canoa" vinha a bica - que era outra vala com 1 a 1,8 m de comprimento, mas com o fundo em rampa. Na bica eram colocados couros de boi com o lado dos pêlos para cima e o sentido destes contrário ao da corrente d'água. O bateador dentro da canoa utilizava o almocafre e a enxada para soltar e puxar o cascalho e a areia para dentro da vala e remexe-los. A água passando por esses lavadouros, carreava os grãos de areia e de ouro. Estes, mais pesados, ficavam presos nos pêlos, enquanto aqueles mais leves eram levados pela água. Outra porção de material era retirada do fundo da própria canoa e o metal era então separado por meio de bateias. Os couros eram, a certos intervalos, retirados, batidos e lavados com cuidado sobre recipientes adequados. Naturalmente, de acordo com a capacidade financeira do minerador, este sistema - bica era em número e escala maior e com aperfeiçoamentos em relação ao abastecimento da água, quantidade de desmonte tratada, quando o desmonte era proveniente de morros, em talho aberto ou em galerias, as cancas eram construídas em pedra com a forma de tanques e se chamavam mundeus. Às vezes, era necessário fa

zer um tratamento do minério à base de britagem e moagem, esse tratamento era feito em pilões manuais comuns. Para rochas mais compactas, eram, usados pilões manuais de ferro. Raramente, havia instalações de pilões movidos mecanicamente através de dispositivos hidráulicos. Após este tratamento, o minério em pó passava às canoas e bicas.

b.3 - O Quinto

Até o ano de 1618 a Coroa Portuguesa, tentou explorar diretamente as fracas ocorrências de ouro de São Paulo, então conhecidas, vendo que o ouro produzido não pagava as despesas da extração decidiu, a partir daquele ano, deixar aos particulares tal atividade, com a condição de que lhe pagassem o imposto de vinte por cento sobre todo o ouro extraído na colônia. Daí a denominação de quinto dada ao imposto: um quinto do total pertencia ao rei.

A partir da descoberta do ouro em Minas Gerais, o imposto do quinto passou a ter uma importância nunca antes imaginada pela Coroa. Tão logo que começou a cobrança do quinto, começou-se a sonegação do mesmo. A produção era grande e o quinto era considerado exorbitante, tornando então compreensível a fraude. A Tabela 2 a seguir, baseada em estudo de Calógeras, vê-se em números como foi a produção de ouro brasileira, ou melhor de Minas Gerais durante o período "áureo" da produção de ouro no Brasil: 1700 a 1820. Nesta tabela, comparar-se-á o quinto arrecadado, com a produção real estimada. O quinto arrecadado, pela Coroa Portuguesa, não permite dar a produção real, devido à sonegação reinante. Em épocas, que a fiscalização era melhor controlada, a sonegação diminuía sensivelmente.

Tabela 2 - Produção e Arrecadação do Quinto

Período	Quinto Arrecadado Arrobas	Prod. Baseada no Quinto Arrobas	Prod. Total Estimada Arrobas	% Sonegada
1700 - 1725	338,5	1692,5	7500	77,4
1725 - 1735	1068	5340	6500	17,8
1736 - 1751	2006	10030	12000	20
1752 - 1787	3123	15615	18000	15
1788 - 1801	586	2930	4000	36,5
1801 - 1820	565	2825	3500	24

Obs.: 1 arroba = 14,6896 kg

b.2 - Período Áureo da Produção Brasileira

No século XVIII, a produção média anual de ouro no Brasil atingiu 8.400 kg. Para a época era uma produção fabulosa. Em nenhuma outra parte do mundo existira, até então, a produção de ouro tão grande, influenciando o equilíbrio político e monetário internacional.

No Brasil, esta grande produção, associada a uma política fiscal e atos normativos, nem sempre condizentes com a realidade dos serviços nas minas, dificultavam o exercício das atividades de produção. O empenho de arrecadar cada vez mais para o erário, motivou justas revoltas por parte da população, destacando-se a de 1720, liderada por Felipe dos Santos, e a Inconfidência Mineira, mais tarde, em 1789.

Não somente Portugal e, diretamente, a Inglaterra foram beneficiados com a exploração dos depósitos

tos auríferos brasileiros no século XVIII. Mas, também, o próprio Brasil. Até hoje, as principais cidades do ciclo do ouro ainda tem uma vida economicamente ativa como resultado da extração do ouro. No campo da cultura, foi grande a influência, temos como exemplos; o florescimento das atividades intelectual e artística, a exemplo das obras de Aleijadinho e dos poetas envolvidos na Conjuração Mineira. Na Bahia, Pernambuco, Rio de Janeiro e Minas Gerais, conventos e igrejas mostram nas fachadas ou nos interiores o que a fé dos colonos foi capaz de fazer com as riquezas das minas.

No começo do século XIX, devido ao fato de nossa produção ser baseada nos jazimentos aluvionares, sua exaustão e a inexperiência em serviços subterrâneos, a falta de espírito associativo e o vulto dos empreendimentos necessários à lavra subterrânea contribuíram para o recesso da mineração do ouro no Brasil.

b.5 - Exploração de Ouro Subterrâneo pelas Companhias Inglesas

Após a independência do Brasil, com a permissão concedida para o trabalho de sociedades estrangeiras, até então impedidas de atuar em mineração no Brasil, modificaram esse panorama.

Poucos anos antes, em 1816, a Inglaterra havia adotado como base do seu sistema monetário o padrão ouro. O Brasil ostentava tradição de grande produtor e a Inglaterra tinha o maior interesse em desenvolver sua produção de ouro. Nessa época, era o Brasil o único país com jazidas de ouro conhecidas no mundo, e a Inglaterra necessitava de um fornecedor permanente, então instalaram-se

no período de 1824 - 1828 várias companhias em território nacional. Estas companhias instalaram-se principalmente no Estado de Minas Gerais - Região do Quadrilátero Ferrífero. De todas as companhias, somente a Mineração Morro-Velho, antiga St. John D'el Rey Mining Limited, continua em operação até os nossos dias. A paralização da totalidade das companhias se verificou na segunda metade do século XIX. Vários fatores, estão ligados a esta paralização, tais como: descoberta do ouro na Califórnia em 1848, e depois em outros países, pouca capacidade empresarial da maioria delas, obsolescência da tecnologia empregada, baixo teor do minério nas minas, problemas ligados ao esgotamento de águas e também a libertação dos escravos e sua conseqüente modificação estrutural na economia brasileira.

b.6 - Século XX

Com a República veio o pernicioso regime da Cessão para a propriedade mineral. A pesquisa e o aproveitamento do subsolo passaram a depender inteiramente da vontade do proprietário da superfície o que determinou uma estagnação na mineração brasileira.

No início da década de 1930, o DNPM, então recentemente estruturado, participou ativamente de um programa de governo que visaria aumentar a produção do ouro no Brasil. Dois meses antes de ser editado o Código de Minas de 1934, era criada uma política corajosa de incentivos fiscais à mineração do ouro em perfeita consonância com a nova política mineral de desenvolvimento que se anunciaria. Nesta época, o Brasil estava com problemas da balança de pagamentos, época em que o mundo ainda se ressentia da crise econômica de 1929, muito se esperava da indústria da mineração do ouro, oferecidos pelo quadro geológico de Minas Ge

rais, Goiás, Mato Grosso, Bahia e outros estados. No entanto, quando se começava a colocar em prática essa política, eis que em 1934 se celebra o acordo de Bretton Woods, no qual foi estabelecido o preço do metal em relação ao dólar, onde o dólar era francamente transformado em ouro, e o preço fixado para o ouro foi de U\$ 35,00 por "onça-troy" (1 onça-troy = 31,1 g). Com o correr dos anos, a elevação dos custos de mineração decorrente do aprofundamento das minas e do aumento da mão de obra, fez diminuir os lucros da lavra de jazidas com teor entre 8 a 15 gramas - em todo o mundo. A persistência da política americana de fixação do preço e a perda do poder aquisitivo do dólar - cerca de 115 % no período de 1934 a 1970 - provocaram um regime deficitário para a quase totalidade das minerações. Esta situação do preço do ouro perdurou até 1968, quando crises políticas internacionais provocaram a criação de dois mercados para o metal, o mercado oficial e o mercado livre internacional, no mercado livre a cotação do ouro é função direta da oferta e da procura.

A produção do ouro no Brasil, a partir do Império, e até os nossos dias considerada nas estatísticas publicadas é originária, em sua maior parte do Estado de Minas Gerais, saída das Minas de Morro Velho. Entretanto, é necessário salientar que a partir de 1959 com a entrada em operação dos garimpos da região Amazônica, (Médio Tapajós, principalmente) vem representando uma parcela significativa da produção nacional, sendo atualmente, o maior produtor de ouro do país.

A produção de ouro no Brasil ainda é insuficiente para atender a seu mercado interno, contudo, o Brasil tem um grande potencial aurífero, o qual não foi devidamente pesquisado pelo Governo, nem pela iniciativa privada. A mineração de ouro deve ser objeto de incentivos e

de estímulos por causa de uma série de razões, tais como: ob-
tenção do metal no país equivale à geração interna de divi-
sas fortes. O ouro é ilimitadamente conversível em moedas
de qualquer nação ao preço do mercado internacional. Cons-
titui um verdadeiro artigo de importação, ainda quando per-
manece no país, justificando-se, assim, que alguns dos in-
centivos existentes para a exportação de produtos industria-
lizados sejam estendidos à mineração do ouro brasileiro. A
mineração de ouro tem se caracterizado por uma certa inér-
cia na reação a novos preços de mercado. A execução de pro-
jetos de implantação e de ampliação requer longo prazo de
maturação. Nessas condições, a formulação de uma política
de desenvolvimento para o setor aurífero deve, necessaria-
mente oferecer condições e garantias estáveis, a longo pra-
zo, de modo a atrair convenientemente as classes empresari-
ais.

A persistência para o futuro do ouro
como padrão monetário é muito discutida. Ao ouro, contudo,
o seu prestígio no sistema monetário estar em declínio, não
significa a sua decadência. O seu valor intrínseco, beleza
de cor, brilho permanente e sua quase indestrutibilidade, o
tornou preferido para se guardar ou ter a sua posse no de-
correr deste mundo em que vivemos.

APÊNDICE F

MAPA DO POTENCIAL AURÍFERO BRASILEIRO

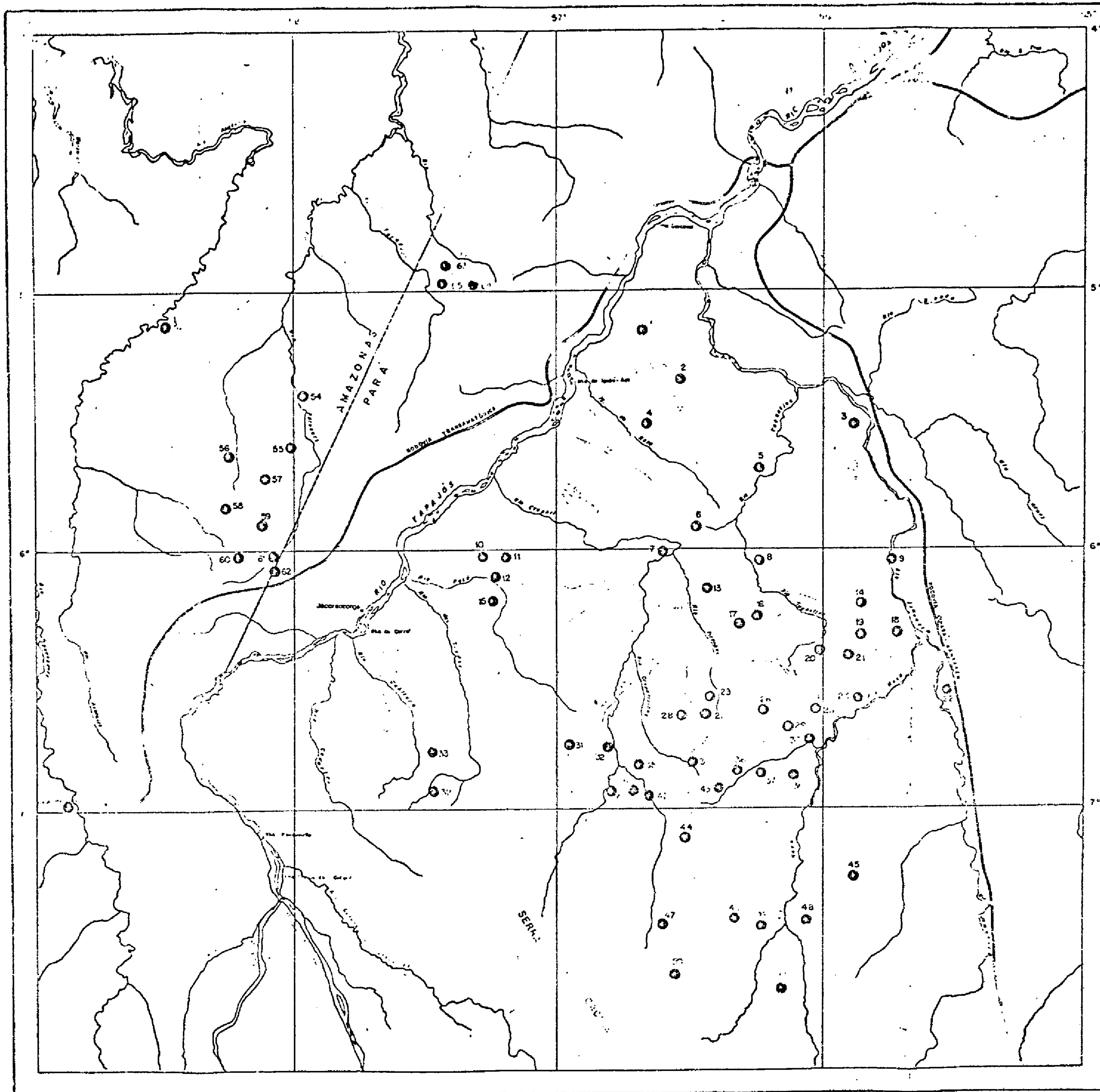


COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

PROJETO REFINO DE OURO CONVÊNIO CMB / CPRM

ALGUMAS DAS PRINCIPAIS MINAS,
JAZIDAS OU REGIÕES POTENCIAL-
MENTE AURÍFERAS

- 1- GARIMPOS DO AMAPÁ
- 2- REGIÃO DE GARIMPOS DOS RIOS ABA-
CAXIS - AM E TAPAJÓS - PA
- 3- REGIÃO DA SERRA DAS ANDORINHAS - PA
- 4- REGIÃO DO RIO GURUPI - MA
- 5- REGIÃO DA SERRA DE JACOBINA - BA
- 6- REGIÃO DE ARACÍ - BA
- 7- REGIÃO DE NOVA LIMA - MG (Mineração
Moro Velho) E OURO PRETO - MARIANA
- MG (Mina da Passagem)
- 8- REGIÃO DE SÃO SEPÉ E LAVRAS DO
SUL - RS



PROJETO REFINO DE OURO
 CONVÊNIO CMB / CPRM

PRINCIPAIS GARIMPOS DA REGIÃO
 DOS RIOS ABACAXIS, PARALARI E
 TAPAJÓS - AM / PA

- 1 - Mungibol
- 2 - João Almeida
- 3 - Coroca
- 4 - João Leal
- 5 - Adonias
- 6 - Curi-Curi
- 7 - Carmelina
- 8 - Maria Farias
- 9 - Ilha São João
- 10 - Codete
- 11 - Cortegado
- 12 - Pacu
- 13 - Piranhas
- 14 - Mamoad
- 15 - Porto Rico
- 16 - Água Branca
- 17 - Moeluna
- 18 - Pello
- 19 - Nairano
- 20 - São Domingos
- 21 - São Francisco
- 22 - São Jorge
- 23 - Tanheiro
- 24 - Surubim Novo
- 25 - Pinul
- 26 - Surucucu
- 27 - Macambira
- 28 - Barrado do Garmato
- 29 - Surucucu Velho
- 30 - Cipo Novo
- 31 - Serra Verde
- 32 - Porto Alegre
- 33 - Santo Antônio
- 34 - Cerepaulinha
- 35 - Mendica Coelha
- 36 - Augusto
- 37 - Borges
- 38 - Giza
- 39 - Mungunha
- 40 - Litorânea
- 41 - Mirapó
- 42 - Unão
- 43 - Paracânia
- 44 - Tapani
- 45 - Boa Esperança
- 46 - Vietnam
- 47 - São Romão
- 48 - Inimã
- 49 - Trupia
- 50 - Pia Lima
- 51 - Pato
- 52 - Abacaxis
- 53 - Sucundun
- 54 - Onco
- 55 - Casa Para
- 56 - Serra Lorena
- 57 - Rio de Moço
- 58 - Wanderlei
- 59 - Barulante
- 60 - Espírito Santo (Mamoad)
- 61 - Litorânea
- 62 - da Princesa
- 63 - Amor
- 64 - Pequeno
- 65 - Teodoro

● Garimpo



APÉNDICE G

P A T E N T E O R I G I N A L M I L L E R



A.D. 1867, 17th JUNE. N° 1767.

SPECIFICATION

OF

FRANCIS BOWYER MILLER.

TOUGHENING GOLD BULLION, REFINING
ALLOYED GOLD, &c.

LONDON:

PRINTED BY GEORGE E. EYRE AND WILLIAM SPOTTISWOODE,

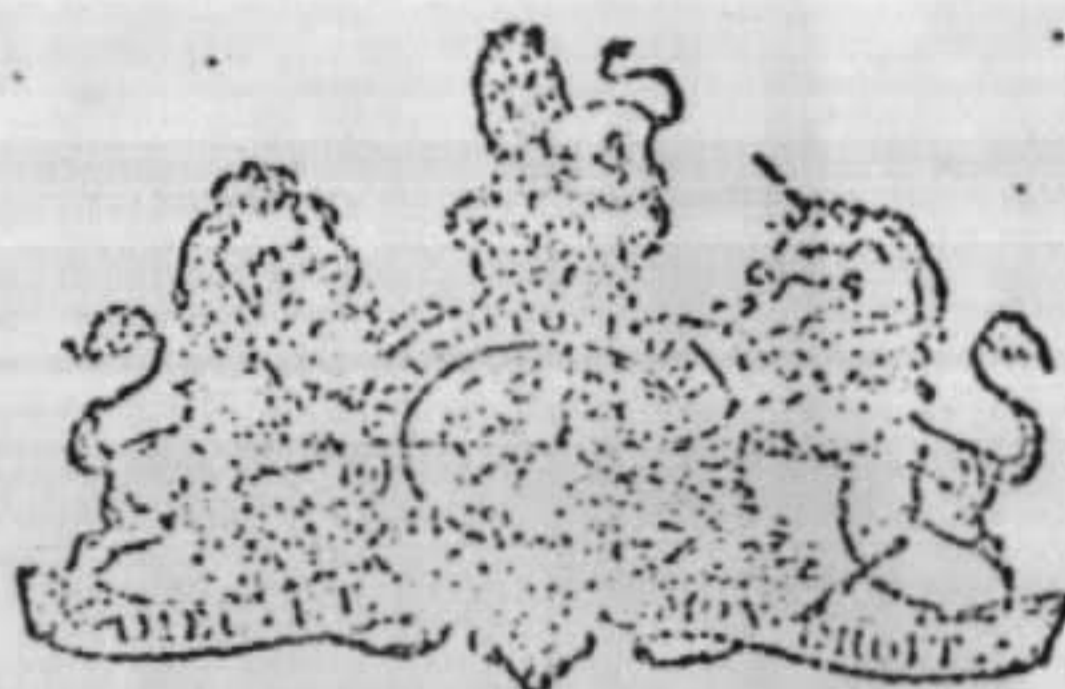
PRINTERS TO THE QUEEN'S MOST EXCELLENT MAJESTY:

PUBLISHED AT THE GREAT SEAL PATENT OFFICE,

25, SOUTHAMPTON BUILDINGS, HOLBORN.

Price 4d.

1867.



A.D. 1867, 17th JUNE. N^o 1767.

Toughening Gold Bullion, Refining Alloyed Gold, &c.

LETTERS PATENT to Francis Bowyer Miller, of the City of Sydney, in the Colony of New South Wales, Assayer, for the Invention of "AN IMPROVED METHOD OF TOUGHENING BRITTLE GOLD BULLION, OF REFINING ALLOYED GOLD, AND OF SEPARATING THEREFROM ANY SILVER THEY MAY CONTAIN."

Scaled the 10th December 1867, and dated the 17th June 1867.

PROVISIONAL SPECIFICATION left by the said Francis Bowyer Miller at the Office of the Commissioners of Patents, with his Petition, on the 17th June 1867.

I, FRANCIS BOWYER MILLER, of the City of Sydney, in the Colony of New South Wales, Assayer, do hereby declare the nature of the said Invention for "AN IMPROVED METHOD OF TOUGHENING BRITTLE GOLD BULLION, OF REFINING ALLOYED GOLD, AND OF SEPARATING THEREFROM ANY SILVER THEY MAY CONTAIN," to be as follows:—

This Invention has for its object the toughening of brittle gold bullion, and the refining of alloyed gold (whether naturally or artificially alloyed) while in the melted state, together with the separation therefrom of any silver they may contain. This I effect by means of chlorine gas or hydrochloric acid gas applied so that it may rise up amongst and through the alloyed gold in a molten state, by which means chlorides of silver and of any other baser metals present are formed and rise to the surface of the melted mass, while the gold remains beneath in a purified and tough condition.

Miller's Improved Method of Toughening Gold Bullion, Refining Alloyed Gold, &c.

The operations requisite may be performed on the sole of a reverberatory or other furnace, or in retorts made of some refractory material, but in carrying out my Invention I prefer to employ good clay crucibles. White French fluxing pots answer well for the purpose. The crucibles are prepared by dipping them in a strong solution of borax in hot water, and subsequently 5 drying them; in these the gold to be operated on is melted in the ordinary manner with the addition of one half per cent. of fused borax, a well-fitting cover having first been luted over the mouth of each crucible employed. In this cover are one or more holes to allow of the introduction of a tube or tubes constructed of some suitable refractory material such as fire-clay descending 10 to the bottom of the crucible and down through which chlorine gas or hydrochloric acid gas is forced while the gold is still in a melted state. After the chlorine gas or hydrochloric acid gas has been thus passed through the melted gold for a sufficient time, which necessarily varies according to the quantity and quality of the gold operated, on the silver and baser metals are converted 15 into chlorides, and rise to the surface of the refined gold. The more volatile chlorides partially escape, and the remainder may be removed in any convenient manner by pouring the entire contents of the crucible into moulds, and removing the cake of chloride when cold, or by allowing the gold to cool sufficiently to set or become solid, but not to become so cold as to prevent the 20 more fusible chlorides from being poured off and subsequently reduced to the metallic state by any of the well known methods.

SPECIFICATION in pursuance of the conditions of the Letters Patent, filed by the said Francis Bowyer Miller in the Great Seal Patent Office on the 16th December 1867.

25

TO ALL TO WHOM THESE PRESENTS SHALL COME, I, FRANCIS BOWYER MILLER, of the City of Sydney, in the Colony of New South Wales, Assayer, send greeting.

WHEREAS Her most Excellent Majesty Queen Victoria, by Her Letters Patent, bearing date the Seventeenth day of June, in the year of our Lord 30 One thousand eight hundred and sixty-seven, in the thirtieth year of Her reign, did, for Herself, Her heirs and successors, give and grant unto me, the said Francis Bowyer Miller, Her special license that I, the said Francis Bowyer Miller, my executors, administrators, and assigns, or such others as I, the said Francis Bowyer Miller, my executors, administrators, 35 and assigns, should at any time agree with, and no others, from time to time



Miller's Improved Method of Toughening Gold Bullion, Refining Alloyed Gold, &c.

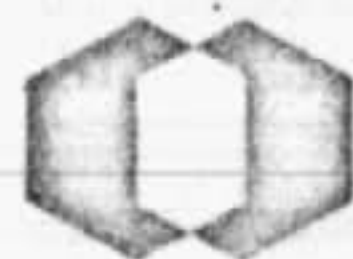
and at all times thereafter during the term therein expressed, should and lawfully might make, use, exercise, and vend, within the United Kingdom of Great Britain and Ireland, the Channel Islands, and Isle of Man, an Invention for "AN IMPROVED METHOD OF TOUGHENING BRITTLE GOLD BULLION, OF REFINING
5 ALLOYED GOLD, AND OF SEPARATING THEREFROM ANY SILVER THEY MAY CONTAIN," upon the condition (amongst others) that I, the said Francis Bowyer Miller, my executors or administrators, by an instrument in writing under my, or their, or one of their hands and seals, should particularly describe and ascertain the nature of the said Invention, and in what manner the same
10 was to be performed, and cause the same to be filed in the Great Seal Patent Office within six calendar months next and immediately after the date of the said Letters Patent.

NOW KNOW YE, that I, the said Francis Bowyer Miller, do hereby declare the nature of the said Invention, and in what manner the same is
15 to be performed, to be particularly described and ascertained in and by the following statement thereof, that is to say:—

This Invention has for its object the toughening of brittle gold bullion, and the refining of alloyed gold (whether naturally or artificially alloyed) whilst in a melted state, together with the separation therefrom of silver they may
20 contain. This I effect by means of chlorine gas (or hydrochloric acid gas, which latter should be mixed with atmospheric air or oxygen) brought in contact with the alloyed gold when the metal is in a molten state; in this manner the silver present and any baser metals which render the gold brittle are converted into chlorides whilst the gold remains in a purified and tough condition.

25 Having thus stated the nature of my Invention, I will proceed to describe the manner in which I prefer to operate.

I melt the gold to be operated on in a good clay crucible (plumbago crucibles are not recommended); the pots known as "creusets de Paris," and manufactured by Payen, Rue Pierre Levée, Paris, are very suitable, and the
30 sizes Nos. 12, 14, and 16, are most generally useful; they are suitable for refining charges of 100, 250, and 500 ounces respectively. I prepare the crucibles for use by dipping them into a strong and hot solution of borax, and afterwards drying them; the object of this preparation is to render them less liable to absorb the melted chloride of silver; the crucible is heated in a
35 furnace, and the gold is melted in the usual way with a small quantity of borax, say three-quarters per cent.; the crucible has a closely fitting cover with a small hole bored through it, and when the metal is melted a fire-clay tube of, say three-sixteenths of an inch, internal diameter, is inserted through this hole, so as to dip into the molten gold down to the bottom of the pot; the upper end



Miller's Improved Method of Toughening Gold Bullion, Refining Alloyed Gold, &c.

of this tube is connected by a vulcanized india-rubber pipe with a glass or stoneware vessel, in which chlorine is generated; the joints are tied round with wire, and the india-rubber pipe is protected from the direct radiation of the fire. The chlorine generator is fitted with a safety tube, say six feet long, dipping at its lower end into the liquid in the generator, and the liquid stands 5 in this tube to such a height as is equivalent to the pressure necessary to force the gas through the melted gold which is above the end of the fire-clay tube; the current of gas through the metal is maintained for about three hours, and the metal may advantageously be agitated from time to time by stopping the flow of the gas for a moment by pinching the india-rubber pipe until the 10 pressure increases, and then allowing the accumulated gas to pass suddenly; at the end of this operation the gold will be nearly pure, and the chloride of silver formed will be found floating on its surface, together with such other chlorides as may be formed and are not readily volatilized. The contents of the crucible may be poured out altogether into moulds, so as to form ingots, 15 and the chlorides are in this case detached from the surfaces of the ingots when they are cold; or by preference, the metal is allowed to cool in the crucible until it sets, and the still liquid chlorides are then poured from its surface into a mould, so as to form a slab; the borax is in this operation retained in the crucible, and in this no difficulty will be found, as it is much 20 less fluid than the chlorides. The crucible still containing the gold is at once replaced in the furnace until the purified gold is again melted, and it is then cast into ingots; the crucible if it is to be used again should not be allowed to cool, but be replaced in the furnace as soon as the charge is poured. The chloride of silver and other chlorides mixed therewith are reduced to the 25 metallic state by one or other of the processes commonly employed for this purpose, but very conveniently the slab of chlorides may be placed between two flat pieces of wrought iron and immersed in water acidulated with sulphuric acid and there left for a day or so until the reduction is complete; the metal thus obtained is treated with nitric acid. The silver and other 30 baser metals are dissolved, whilst some gold is left undissolved and is collected and remelted with other charges, or otherwise. The silver is precipitated from the solution with common salt, as chloride of silver, by again reducing which a pure silver may be obtained.

In the process above set forth hydrochloric acid gas mixed with atmospheric 35 air or oxygen may be passed into the molten gold in place of chlorine; the operation is in all respects similar, except that a generator of hydrochloric acid gas is substituted for the chlorine generator, connected by means of a vulcanized india-rubber pipe with a gasholder, from which air or, by pre-



Miller's Improved Method of Toughening Gold Bullion, Refining Alloyed Gold, &c.

serence, oxygen can be supplied under pressure regulated by a stop-cock. A mixture of hydrochloric acid gas with air or oxygen is thus obtained, which is passed through the molten gold in the manner above described for the similar operation with chlorine; this mixture of hydrochloric acid gas with air or
5 oxygen is however less efficient and convenient than chlorine, more especially when the object is the separation of the silver rather than the toughening of the gold by the removal of the baser metals it may contain. A very small quantity of the silver contained in the alloyed gold will be volatilized during the process, it may be recovered from time to time by treating the sweepings from the
10 flues. A much larger but still a small quantity of the chloride of silver is taken up by the borax or is absorbed in the substance of the crucible; this I recover by crushing the flux and the crucible when it is past further use, and treating them with weak ammonia which dissolves out the chloride of silver, and this is afterwards precipitated by the addition of an acid, and the silver is
15 reduced from it; or I place the powdered flux and crucible in a revolving barrel with scrap wrought iron and mercury with sufficient water to form a thin paste; by this means the silver is recovered as an amalgam, together with a little gold.

I would remark that the details of the operation may be considerably varied
20 without departing from the Invention, which consists in bringing the alloyed gold when in a molten state into contact with chlorine or hydrochloric acid gas (the latter should be mixed with or be in the presence of atmospheric air or oxygen) in such manner that the silver or the baser metals it may contain may be separated from it as chlorides, as herein explained.

25 In witness whereof, I, the said Francis Bowyer Miller, have hereunto set my hand and seal, this Seventeenth day of September, in the year of our Lord One thousand eight hundred and sixty-seven.

FRS. BOWYER MILLER. (L.S.)

Witness,

30 W. V. TRICKETT,
Solr., Sydney, N. S. W.

LONDON:

Printed by GEORGE EDWARD EYRE and WILLIAM SPOTTISWOODE,
Printers to the Queen's most Excellent Majesty. 1867.



APÊNDICE H

LEGISLAÇÃO SOBRE O OURO

Í N D I C E

	Pág.
1. DIREITOS RELATIVOS AOS DEPÓSITOS MINERAIS E SEU REGIME DE EXPLORAÇÃO E APROVEITAMENTO	H.2
1.1 - Obtenção de Autorização de Pesquisa	H.2
1.2 - Obtenção de Concessão de Lavra	H.3
1.3 - Obtenção de Concessão para Garimpos, Faiscação ou Cata	H.4
2. INCIDÊNCIA DE IMPOSTOS NA PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE OURO	H.6
2.1 - Na Fase de Mineração	H.6
2.2 - Na Fase de Industrialização	H.8
3. PROGRAMAS DE APOIO E INCENTIVOS GOVERNAMENTAIS ..	H.10
3.1 - Despesas Consideradas como Encargos ou Custos Especiais para Efeito de Escrituração Contábil	H.11
3.2 - Incorporação dos Direitos de Lavra ao Ativo	H.13
3.3 - Isenção ou Redução de Impostos	H.13
3.4 - Financiamento às Atividades de Indústria de Mineração	H.14

LEGISLAÇÃO SOBRE O OURO

Em princípio, a legislação sobre o ouro é a mesma que se aplica de uma maneira geral para todas as substâncias minerais com exceção do petróleo e dos minerais nucleares (que possuem legislação específica), disciplinando as atividades de prospecção, pesquisa, lavra e comercialização.

Embora não exista uma legislação mineral exclusivamente dirigida para o ouro, existem, no entanto, certos aspectos definitivos que dizem respeito a um grupo de minerais ou mesmo especificamente ao ouro, conforme será abordado nas seções que integram este capítulo.

A legislação correlata aos aspectos a seguir abordados encontra-se apresentada de forma sintética na Tabela 1 ao final deste capítulo.

1. DIREITOS RELATIVOS AOS DEPÓSITOS MINERAIS E SEU REGIME DE EXPLORAÇÃO E APROVEITAMENTO

A pesquisa, a lavra e a garimpagem do ouro, como de qualquer bem mineral, são atividades disciplinadas pelo Código de Mineração e seu correspondente Regulamento, cabendo ao Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM a execução do referido código e dos diplomas legais complementares. Cabe igualmente ao DNPM a fiscalização de todas as atividades concernentes à mineração, ao comércio e à industrialização de matérias primas minerais.

As jazidas, minas e demais recursos minerais constituem propriedade distinta do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento industrial. Aplica-se à propriedade mineral o direito comum, salvo as restrições impostas pelo Código de Mineração.

O aproveitamento dos depósitos minerais de ouro depende de Autorização de Pesquisa, do Ministro das Minas e Energia e de Concessão de Lavra outorgada por Decreto do Presidente da República, atos esses conferidos exclusivamente a brasileiros ou a sociedade organizada no País como Empresa de Mineração.

A exploração do ouro em depósitos de eluvião ou aluvião poderá, também, ser feita por processo rudimentar e individual de mineração (garimpagem, faiscação e cata).

1.1 - Obtenção de Autorização de Pesquisa

A solicitação para obtenção do título de verá ser dirigida ao Ministro das Minas e Energia, registrada mediante protocolo no DNPM.

O diploma legal será concedido desde que:

- a) A área se encontre livre para pesquisa;
- b) Seja o interessado prioritário na entrada do correspondente requerimento do DNPM; e
- c) Cumpra o requerente as obrigações estabelecidas pelo Código de Mineração e respectivo Regulamento.

A área máxima para solicitação da Autorização de Pesquisa para ouro é de 1.000 hectares, com exceção da Amazônia Legal onde a área máxima é de 10.000 ha e área mínima é de 1.000 hectares.

O limite máximo, por pessoa física ou jurídica, é de 5 (cinco) autorizações de pesquisa para a mesma substância mineral e no máximo 50 (cinquenta) para a mesma classe (o ouro se enquadra na Classe I - jazidas de substâncias minerais metalíferas).

O prazo para realização de pesquisa é de 3 (três) anos, podendo a autorização ser renovada por mais 1 (um) ano ou 2 (dois) anos em casos excepcionais, mediante requerimento do interessado.

1.2 - Obtenção de Concessão de Lavra

A solicitação para Concessão de Lavra que só poderá ser efetuada por Empresa de Mineração, devidamente autorizada a funcionar como tal, deverá ser dirigida ao Ministro das Minas e Energia, sendo, também, registrada mediante protocolo no DNPM.

O diploma legal será concedido desde que:

- a) A área já tenha sido suficientemente pesquisada, com Relatório de Pesquisa aprovado pelo DNPM;
- b) Seja a Empresa interessada o requerente prioritária na entrada do correspondente requerimento (ao titular da pesquisa é dado o direito de prioridade pelo prazo de um ano, a partir da publicação, no Diário Oficial da União, da aprovação do Relatório de Pesquisa); e
- c) Cumpra a Empresa requerente as obrigações estabelecidas pelo Código de Mineração e respectivo Regulamento.

1.3 - Obtenção de Concessão para Garimpagem, Faiscação ou Cata

As atividades em apreço dependem de permissão do Governo Federal assegurada mediante matrícula do garimpeiro, a qual é renovada anualmente nas Exatorias Federais dos municípios onde forem realizados os trabalhos, e terá validade somente para a região jurisdicionada pela respectiva exatoria que a concedeu. As permissões em terrenos ou águas de domínio privado dependem de consentimento prévio do proprietário do solo.

Os trabalhos de garimpagem poderão ser interrompidos pelos seguintes motivos:

- autorização de pesquisa na área de garimpagem;
- concessão de lavra na área de garimpagem;

H.5



- malbaratamento de determinada riqueza mineral;
- necessidade de assegurar a ordem pública.

2. INCIDÊNCIA DE IMPOSTOS NA PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE OURO

A produção e comercialização de ouro es tão divididas em duas fases distintas, sendo a primeira caracterizada pelas atividades de mineração e a segunda abrangendo as atividades de manufatura de produtos acabados e semiacabados.

A fase de mineração compreende as atividades de pesquisa, lavra, beneficiamento e fusão do ouro em barras ou lingotes, formas em que o metal é comumente destinado ao mercado pelos mineradores.

A fase de manufatura de produtos acabados ou semiacabados compreende todas as atividades de industrialização do ouro, regra geral utilizando o ouro bruto para a fabricação de ligas, que posteriormente são empregadas pelas indústrias de joalheria, eletro-eletrônica, odontológica, etc.

2.1 - Na Fase de Mineração

De acordo com o que preceitua o Código de Mineração e o seu respectivo Regulamento, a produção do ouro em bruto pela indústria extrativa mineral está sujeita ao Imposto Único sobre Minerais. Este imposto incide uma só vez sobre uma dentre as operações para obtenção do ouro e exclui qualquer outro tributo, seja qual for a sua natureza e competência, bem como a cota de previdência, relativa às mesmas operações, salvo o Imposto de Renda e as taxas pela utilização de serviços públicos prestados ao contribuinte ou postos à sua disposição.

A alíquota do Imposto Único sobre o ouro corresponde a 1% (um por cento), a qual é aplicada sobre seu

valor tributável, independente do fato de ser o ouro produzido destinado ao mercado interno ou externo. Entende-se como valor tributável o valor industrial do ouro na ocorrência do fato gerado, sendo tal fato representado por:

- 1) A saída da substância mineral da área da mina ou de outros depósitos minerais, de onde provém, ou de áreas limítrofes ou vizinhas onde se situem as instalações de tratamento.
- 2) A primeira aquisição ao produtor quando se tratar de ouro extraído por trabalhos rudimentares (garimpagem, faiscação ou cata).

A tributação do ouro em barras ou em lâminas, produzido pelas indústrias de mineração, tem gerado dúvida aos órgãos da receita federal, de vez que este produto caracteriza-se, aparentemente, como sujeito ao Imposto sobre Produtos Industrializados.

No entanto, os processos de obtenção do metal em bruto normalmente utilizados no Brasil (concentração gravimétrica, amalgamação, cianetação, fusão, refino eletrolítico e aglutinação em barras) não envolvem modificação essencial do ouro inicialmente existente nas substâncias minerais tratadas. Referidos processos destinam-se a separar as minúsculas partículas do metal precioso das impurezas que a acompanham seus respectivos minérios, sendo o ouro finalmente obtido em estado de pureza elevado, na forma de barras ou lingotes, apenas para facilidade de manuseio, mas conservando sempre sua identidade e sua natureza.

Assim sendo, enquadra-se o ouro em bruto na incidência do Imposto Único sobre Minerais, não sujeito portanto, ao Imposto sobre Produtos Industrializados (de acordo com o Parecer normativo CST nº 109 de 29.12.78.

2.2 - Na Fase de Industrialização

A incidência do Imposto Único sobre Minerais abrange apenas a fase anterior à industrialização^{1/} mineral. Uma vez industrializado, o produto resultante estará sujeito, se for o caso, aos tributos que recaiam sobre a produção e a circulação de mercadorias.

Com relação à produção, o principal tributo é o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), o qual apresenta uma variação de alíquotas muito ampla, em função da classificação do produto de acordo com a Nomenclatura Brasileira de Mercadorias (NBM). Na Tabela 2, ao final do capítulo, estão discriminadas as diversas alíquotas (entre 0 e 24 por cento) do IPI vigentes para todo o Brasil, à exceção da Zona Franca, onde alguns dos produtos mencionados recebem tratamento diferenciado.

As operações relativas à circulação dos produtos industrializados de ouro geram o Imposto sobre Circulação de Mercadorias (ICM), o qual também apresenta alíquotas variáveis, fixadas por leis estaduais, obedecidas as alíquotas máximas fixadas pelo Senado Federal a saber:

- I - Nas operações internas e interestaduais:
 - a) Nas regiões Sudeste e Sul: 14%
 - b) Nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste: 15%
- II - Não há incidência do ICM sobre a saída de produtos industrializados destinados ao exterior.

^{1/} De acordo com o Regulamento do Imposto Único sobre Minerais, considera-se industrialização qualquer operação que modifique a natureza ou a finalidade da substância mineral ou o aperfeiçoe para o consumo.

O valor tributável para aplicação das referidas alíquotas, é regra geral, o preço FOB de venda do produto.

No que diz respeito à comercialização externa dos produtos industrializados, a tributação e o tratamento administrativo variam, tanto com referência às importações, como às exportações.

As importações, via de regra, estão sujeitas a três tributos: IPI, ICM e II (Imposto sobre Importação). As alíquotas referentes ao II (vigentes para todo o País, a exceção da Zona Franca) constam da Tabela 2 e sofrem uma variação mais abrupta (0 a 205 por cento) que aquelas referentes ao IPI ou ao ICM (estas últimas são aplicadas aos produtos importados de forma idêntica como se fossem industrializados no País). Os referidos tributos deixam de ser aplicados apenas para as mercadorias importadas do exterior sob o regime de "draw back".

Além dos tributos, as importações estão sujeitas ainda a tratamento administrativo, tais como suspensão temporária das transações com certos produtos, admissão ou não de entreposto aduaneiros, etc., aspectos estes também mencionados na Tabela 2.

Quanto às exportações, as mesmas são consideradas "livres" para alguns produtos, enquanto para outros estão sujeitas a controle prévio, tais como avaliação do material a ser embarcado, autorização do Banco Central do Brasil e registro obrigatório de venda na CACEX (Ver Tabela 2).

3. PROGRAMAS DE APOIO E INCENTIVOS GOVERNAMENTAIS

Tem sido constante a preocupação dos governos federal e estaduais, com o desenvolvimento do Setor Mineral Brasileiro. Com este intuito, projetos têm sido ou estão sendo realizados na área governamental, procurando oferecer bases e meios à iniciativa privada para que, através de um esforço conjunto governo/iniciativa privada, possam ser alcançados com a maior rapidez possível resultados satisfatórios com relação a:

- a) ampliação do conhecimento das reservas e recursos minerais existentes em nosso subsolo;
- b) desenvolvimento de processos tecnológicos adequados aos nossos bens minerais; e
- c) expansão da indústria extrativa e de transformação mineral no Brasil.

Em paralelo à realização de projetos, verifica-se ainda, por parte do Governo Federal, a existência de uma política de incentivos fiscais e financeiros, direta ou indiretamente dirigida ao setor mineral. Tal política, calcada em legislação específica, tem sido objeto de constantes reformulações, resultando na criação de novos incentivos ou no aperfeiçoamento daqueles já em vigência.

Os incentivos fiscais e financeiros contribuem para amenizar o alto risco que é inerente ao setor mineral; as vantagens deles advindas, se traduzem, de maneira direta ou indireta, em diminuição dos custos de investimento e de operação, assegurando, em consequência, a possibilidade de maior lucratividade aos empreendimentos minerais.

Encontram-se, portanto, inseridas dentro deste contexto de apoio e incentivos governamentais as ativada

des de pesquisa e mineração do ouro.

Excluindo-se os incentivos federais de caráter geral, são a seguir apresentados de forma bastante sintética, os incentivos específicos concedidos aos projetos das atividades de mineração (prospecção, pesquisa, lavra e estudos em geral), dos quais poderão se beneficiar os empreendimentos minerais relacionados com o ouro.

3.1 - Despesas Consideradas como Encargos ou Custos Especiais para Efeito de Escrituração Contábil

- a) Pesquisas Científicas ou Tecnológicas - São admitidas como operacionais as despesas com pesquisas científicas ou tecnológicas realizadas por Empresas de Mineração titulares de pesquisa ou concessionárias de lavra com o objetivo de:
- avaliar ou reavaliar a cubagem de jazidas ou depósitos minerais;
 - verificar a melhor técnica de lavra ou beneficiamento; e
 - criar ou aperfeiçoar produtos, processos, fórmulas e técnicas de produção, administração ou vendas.
- b) Quota de Exaustão - As Empresas de Mineração podem deduzir, como custo ou encargo, quota de exaustão de recursos minerais, equivalente a 20% (vinte por cento) da receita bruta auferida nos 10 (dez) primeiros anos de exploração (lavra) de cada jazida.

c) Quota de Amortização - Poderá ser amortizada, ou seja, computada, como custo ou encargo, em cada exercício, a importância correspondente à recuperação do capital aplicado em:

- Aquisições de direitos de lavra e direitos referentes à utilização de tecnologia na lavra e beneficiamento de minérios;
- Construções ou benfeitorias em bens locados ou arrendados, ou em bens de terceiros, quando não houver direito ao recebimento do seu valor;
- Despesas de organização pré-operacionais ou pré-industriais;
- Despesas de desenvolvimento de jazidas e minas ou de expansão de atividades industriais, classificadas como ativo, até o término da construção ou da preparação para exploração.

d) Depreciação Acelerada - As taxas de depreciação usualmente admitidas poderão ser multiplicadas por um coeficiente igual a 3 (três), em cada um dos 3 (três) anos subsequentes ao início de operação de nova instalação, nos casos de inversão em compra de bens de produção novos, fabricados no País, necessários à execução de projetos de desenvolvimento das atividades de mineração (prospecção, pesquisa, lavra e estudos relacionados com o levantamento e o aproveitamento de recursos minerais).

3.2 - Incorporação dos Direitos de Lavra ou Ativo

Os direitos de lavra podem ser incorporados ao ativo imobilizado das empresas de mineração. Para este fim, considera-se valor original dos direitos de lavra as importâncias dispendidas na obtenção desses direitos, principalmente as consignadas em relatório de pesquisa aprovado pelo Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM.

3.3 - Isenção ou Redução de Impostos

- a) Na Aquisição de Equipamentos Nacionais - A empresa de mineração que adquirir equipamentos nacionais para sua instalação, ampliação ou modernização e que integrar, o ativo fixo terá crédito do Imposto sobre Produtos Industrializados, desde que aprovado o projeto pelo Ministro das Minas e Energia, o qual, fixará, também, as condições a serem cumpridas pelos beneficiários.
- b) Na Aquisição de Equipamentos Importados - Aos projetos de desenvolvimento das atividades de mineração será concedida redução de 80% (oitenta por cento) dos Impostos de Importação e Impostos sobre Produtos Industrializados incidentes sobre equipamentos, máquinas, aparelhos ou instrumentos e utensílios sem similar nacional. Nos casos considerados de relevante interesse nacional, poderá ser concedida

isenção dos referidos impostos.

As reduções são concedidas pelo Grupo Executivo da Indústria de Mineração - GEIMI, enquanto as isenções dependem de decisão do Presidente da República.

3.4 - Financiamento às Atividades da Indústria de Mineração

Aos projetos de desenvolvimento da mineração é concedido apoio financeiro preferencial por entidades oficiais de crédito, obedecida a política financeira e creditícia do Governo Federal e atendidos os dispositivos estatutários das entidades financiadoras. O referido apoio é presente mente oferecido por:

a) Programa Federal de Assistência Financeira à Pesquisa Mineral e à Investigação e Desenvolvimento de Processos de Beneficiamento Mineral - Este programa está sendo conduzido pelas seguintes entidades:

- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, com a colaboração de instituições financeiras da Administração Federal;
- Banco Nacional de Desenvolvimento - BNDE;
- Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE, com apoio dos serviços do Banco do Nordeste do Brasil - BNB; e
- Banco da Amazônia S.A.

Está sendo implementada linha de repasse de recursos da CPRM, BNDE e BNB e bancos de desenvolvimento re

gionais ou estaduais interessados em atuar nesse programa.

O financiamento em apreço é oferecido às empresas de mineração sob duas modalidades:

- Empréstimo sem cláusula de risco, ou convencional; e
- Empréstimo com cláusula de risco, no qual o órgão financiador participa do risco de insucesso na pesquisa.

Em qualquer das modalidades, o beneficiário do empréstimo tem que concorrer com recursos próprios no valor mínimo de 20% (vinte por cento) do custo total do empreendimento.

A restituição dos empréstimos sem cláusula de risco obedece aos seguintes critérios:

- o principal financiado será restituído com correção monetária e taxa de juros não inferiores a 3% (três por cento) e não superiores a 8% (oito por cento), não havendo incidência de comissões bancárias ou taxas de fiscalização^{1/};
- A amortização será feita em parcelas, no prazo máximo de 20 (vinte) anos, a partir da data do contrato, inclusive carência máxima de 4 (quatro) anos.

A restituição dos empréstimos com cláusula de risco obedece aos seguintes critérios:

- Só haverá restituição do empréstimo se houver êxito na pesquisa mineral, ou seja, definição de um depósito mineral economicamente viável de ser explorado

^{1/} Durante o período 1976 - 1978, a taxa de juro utilizada foi de 3% a.a. .

(lavrado). Caso contrário, fica a empresa desobrigada de restituir o montante do empréstimo, recebendo quitação do órgão financiador.

- No caso de sucesso na pesquisa, o principal financiado será restituído de acordo com os critérios especificados anteriormente, acrescido de uma cota de risco. O valor base da cota de risco será obtido pela multiplicação do valor do financiamento pelo coeficiente de risco aplicável ao projeto, conforme definido no contrato de financiamento.
- O coeficiente de risco é variável, dependendo da substância mineral e da região geográfica onde se desenvolve a pesquisa mineral.

Para o ouro - substância prioritária dentro do programa de financiamento - são os seguintes os coeficientes de risco em vigor:

REGIÕES	OURO ALUVIONAR	OURO PRIMÁRIO
Amazônia	1.00	-
Nordeste	3.00	3.00
Sudeste	2.30	3.00 *
Sul	3.00	3.51
Centro-Oeste	2.10	-

* Aplicável somente em áreas situadas em províncias auríferas conhecidas onde seja possível estabelecer correlações geoeconômicas.

Encontra-se em andamento estudo de reexame destes coeficientes pela CPRM.

b) Outros Programas de Financiamentos -

Em paralelo ao programa retromencionado, outros organismos, entidades e bancos de desenvolvimento, federais, regionais e estaduais, concedem financiamento não somente a projetos de pesquisa mineral e de investigação e desenvolvimento de processos de beneficiamento mineral, como, também, a empreendimentos que visem as atividades de lavra e tratamento de bens minerais, infra-estrutura dos projetos de mineração, etc ... Dentre as principais entidades financiadoras destacam-se:

- . BASA - Banco da Amazônia S.A.
- . BNDE - Banco Nacional de Desenvolvimento
- . BNB - Banco do Nordeste do Brasil
- . FINAME - Fundo Industrial para Aquisição de Máquinas e Equipamentos
- . SUDAM - Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia
- . SUDECO - Superintendência de Desenvolvimento do Centro-Oeste.
- . SUDENE - Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste.
- . Outros Bancos de Desenvolvimento Regionais e Estaduais (BDMG, BADEP, BADESP, DESENBANCO, etc.).

- c) Organismos de Assistência Técnica - Neste campo, vários organismos federais e estaduais vem desenvolvendo projetos e assistindo tecnicamente à iniciativa privada. Dentre eles destacam-se:
- . CETEM - Centro de Tecnologia Mineral (Convênio DNPM/CPRM)
 - . CBPM - Cia. Bahiana de Pesquisa Mineral
 - . CEPED - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento - Bahia
 - . CETEC - Fundação Centro Tecnológico - Minas Gerais
 - . CONSIDER - Conselho de Não Ferrosos e de Siderurgia
 - . CPRM - Cia. de Pesquisa de Recursos Minerais
 - . DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral
 - . IGA - Instituto de Geociências Aplicadas - Minas Gerais
 - . IGG - Instituto Geográfico e Geológico - São Paulo
 - . IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas - São Paulo
 - . METAGO - Metais de Goiás S.A.
 - . METAMAT - Cia. Matogrossense de Mineração
 - . METAMIG - Metais de Minas Gerais S.A.
 - . SUDAM - Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia
 - . SUDECO - Superintendência de Desenvolvimento do Centro-Oeste.
 - . SUDENE - Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste.



TABELA 1

LEGISLAÇÃO SOBRE O CURO

LEGISLAÇÃO CORRELATA	SEÇÕES DO CAPÍTULO												
	1	2.1		2.2		3.1				3.3		3.4	
		I.U.M.	I.P.I.	I.C.M.	I.I.	a	b	c	d	a	b		
- Lei nº 4.506 de 30.11.64 (arts. 53, 57, 58 e 59)						x	x	x	x				
- Decreto Lei nº 37 de 18.11.66 (arts. 17 e 18)													x
- Decreto Lei nº 227 de 28.02.67	x												
- Decreto Lei nº 318 de 14.03.67	x												
- Decreto nº 61.083 de 27.07.67									x				
- Decreto Lei nº 330 de 13.09.67	x												
- Decreto nº 61.574 de 20.10.67													x
- Decreto nº 62.351 de 05.03.68									x				
- Decreto nº 62.934 de 02.07.68	x												
- Decreto Lei nº 406 de 31.12.68 (arts. 1º ao 7º)				x									
- Decreto nº 63.963 de 07.01.69									x				
- Decreto nº 64.590 de 27.05.69	x												
- Decreto Lei nº 723 de 31.07.69	x												
- Decreto Lei nº 764 de 15.08.69													x
- Decreto nº 65.202 de 22.09.69	x												
- Decreto Lei nº 1.038 de 21.10.69		x											
- Decreto Lei nº 1.096 de 23.03.70								x					
- Decreto nº 66.404 de 01.04.70	x							x					
- Decreto nº 66.522 de 30.04.70													x
- Decreto nº 66.694 de 11.06.70		x						x					
- Decreto nº 66.727 de 16.06.70													x
- Decreto Lei nº 1.136 de 07.12.70											x		
- Decreto Lei nº 1.137 de 07.12.70									x		x	x	x
- Decreto Lei nº 1.172 de 02.06.71		x											
- Decreto nº 69.805 de 31.12.71										x			
- Decreto nº 70.162 de 18.02.72			x										
- Decreto Lei nº 1.287 de 18.10.73									x		x	x	x
- Decreto Lei nº 1.334 de 25.06.74					x								
- Decreto Lei nº 1.335 de 08.07.74											x		
- Decreto Lei nº 1.370 de 09.12.74		x											
- Decreto Lei nº 1.364 de 28.11.74					x								
- Decreto nº 75.073 de 10.12.74			x										
- Decreto Lei nº 1.398 de 20.03.75											x		
- Decreto Lei nº 1.412 de 31.07.75								x					
- Decreto nº 76.186 de 03.09.75 (arts. 78, 171(B) 196 e 223)								x	x	x	x		
- Decreto Lei nº 1.421 de 09.10.75						x							
- Decreto Lei nº 1.423 de 02.12.75											x	x	
- Decreto nº 77.005 de 20.01.76													x
- Resolução do Senado Federal nº 98 de 22.11.76					x								
- Decreto nº 78.911 de 09.12.76			x										
- Decreto Lei nº 1.501 de 20.12.76					x								
- Lei nº 6.403 de 15.12.76	x												
- Decreto Lei nº 1.589 de 20.12.77						x							
- Lei nº 6.367 de 21.09.78	x												

Notas:

- 1 - Direitos relativos aos Depósitos Minerais e seu Regime de Exploração
- 2 - Incidência de Impostos na Produção e comercialização de Ouro
- 2.1 - Na Fase de Mineração
 - I.U.M. - Imposto Único sobre Minerais
- 2.2 - Na Fase de Industrialização
 - I.P.I. - Imposto sobre Produtos Industrializados
 - I.C.M. - Imposto sobre Circulação de Mercadorias
 - I.I. - Imposto de Importação
- 3 - Programas de Apoio e Incentivos Governamentais
- 3.1 - Despesas Consideradas Como Encargos ou Custos Especiais para Efeito de Escrituração Contábil
- 3.2 - Incorporação dos Direitos de Lavra ao Ativo
- 3.3 - Isenção ou Redução de Impostos
 - a - Na Aquisição de Equipamentos Nacionais
 - b - Na Aquisição de Equipamentos Importados
- 3.4 - Financiamento às Atividades da Indústria de Mineração
 - a - Programa Federal de Assistência Financeira à Indústria Mineral e a Investigação e Desenvolvimento de Programas de Beneficiamento Mineral
 - b - Outros Programas de Financiamento

TABELA 2

TRIBUTAÇÃO E TRATAMENTO ADMINISTRATIVO PARA
EXPORTAÇÃO E IMPORTAÇÃO DE OURO E SUAS MANUFATURAS

MERCADORIA (OURO)	POSIÇÃO, SUBPOSIÇÃO E ITEM DA NEM	TRIBUTAÇÃO (ALÍQUOTAS VIGENTES)		TRATAMENTO ADMINISTRATIVO	
		IPI (%)	II (%)	IMPORTAÇÃO	EXPORTAÇÃO
Minério de	26.01.25.00	N/T	0	A (D)	CB
Coloidal de	28.49.01.01	4	20	A	L
Amálgama de	28.49.02.01	4	30	A	L
Cianeto de	28.49.03.17	4	20	A	L
Tricloreto de	28.49.03.20	4	20	A	L
Protocloreto de	28.49.03.21	4	20	A	L
Óxido de	28.49.03.34	4	20	A	L
Fios de, combinando c/fibras textéis	52.01.01.00	3	145	NA	L
Tecido de, combinando c/fibras textéis	52.02.01.00	3	205	NA (S)	L
Em Bruto	71.07.01.00	0	0	NA	CO
Ligas de ouro em bruto	71.07.02.00	0	0	NA	CO
Em pó	71.07.03.00	0	0	NA	CO
Barras, fios e perfilados de	71.07.04.00	0	20	NA	CO
Tubos, barras ocas e semelhantes de	71.07.05.00	0	20	NA	CO
Chapas, lâminas, folhas e tiras de	71.07.06.00	0	20	NA	CO
Barras, fios e perfilados folheadas de	71.08.01.00	10	15	NA	CA
Chapas, lâminas, folhas e tiras folheadas de	71.08.02.00	10	15	NA	CA
Fragmentos e resíduos de	71.11.01.00	0	0	NA	CA
Joalheria e bijuteria de	71.12.02.00	5	170	NA (S)	CA
Ourivesaria e suas partes de	71.13.02.00	5	170	NA (S)	CA
Ourivesaria e sua partes folheadas de	71.13.04.02	5	170	NA (S)	CA
Obras não especificadas de	71.14.02.00	5	170	NA (S)	CA
Obras não especificadas folheadas de	71.14.04.02	5	170	NA (S)	CA
Moedas de	72.01.01.00	N/T	0	NA	CB
Armação de óculos, lunetas e artigos semelhantes de	90.03.01.04	15	155	NA	L
Relógio de bolso de	91.01.01.02	18	137	NA (S)	L
Relógio de bolso folheado de	91.01.01.03	12	115	NA	L
Relógio de pulso de	91.01.02.02	18	137	NA (S)	L
Relógio de pulso folheado de	91.01.02.03	12	115	NA	L
Caixa de relógio de	91.09.02.00	24	137	NA	L

Fontes: LAL (Tarifa Aduaneira do Brasil) e CACEX (Comunicado nº 78/3)

Notas: Dados vigentes em 31.12.78

N/T - Não Tributado

A - Entrepote Aduaneiro Admitido

NA - Entrepote Aduaneiro Não Admitido

(D) - Dispensado do Recolhimento Compulsório

(S) - Suspensa Concessão de Guia de Importação

L - Exportação Livre

CA - Exportação Controlada. Sujeita a prévia avaliação do material a ser embarcado para o exterior.

CB - Exportação controlada. Sujeita a prévia autorização do Banco Central do Brasil.

CO - Idem CA + CB + Registro obrigatório de venda na CACEX

CAPÍTULO IV

REFINO DE OURO

Os processos de refino de ouro em escala in
dustrial, atualmente, praticados, são:

- processo de cloretação Miller (refino pirometalúrgico);
- processo Wohlwill (refino eletrolítico).

abordados a seguir.

4.1 - REFINO PIROMETALÚRGICO - PROCESSO DE CLORETAÇÃO MILLER.

4.1.1. - Introdução

O refino de ouro por cloretação foi originalmente desenvolvido por Francis B. Miller na Casa da Moeda de Sidney, Austrália e por ele patentado em junho de 1867, conforme Patente Britânica nº 1767 "Toughening Gold Bullion, Refining-Alloyed Gold, & c."

O processo de cloretação Miller consiste basicamente em borbulhar gás cloro através do ouro fundido, convertendo as impurezas metálicas - geralmente, prata e metais de base (cobre, ferro, zinco e chumbo) - em seus respectivos cloretos, que sendo mais leves flutuam na superfície do ouro fundido, de onde são facilmente retirados.

Embora seja possível refinar-se ouro de qualquer liga natural ou artificial, com exceção de ligas de ouro com apreciáveis quantidades de metais do grupo platina, o processo de cloretação é usualmente empregado no refino de "bullion" de ouro - ouro semi-refinado produzido nas fundições das minerações - contendo acima de 70% de ouro e tendo a prata como principal impureza.

O processo de cloretação Miller pode ser usado para produzir ouro de pureza igual ou mesmo maior, que 99,99%. Todavia, a baixa atividade dos traços remanescentes das impurezas, principalmente cobre e prata, quando o processo de cloretação chega próximo ao fim, resulta em uma proporção sempre crescente da reação do cloro com o ouro. O cloreto de ouro, sendo volátil passa da zona de reação e conseqüentemente requer aparelhagens sofisticadas de coleta, para sua recuperação. Isto torna o processo oneroso. Daí, o processo de cloretação Miller ser geralmente, recomendado para obtenção de ouro.

4.1.2. - Procedimento Prático

Resumidamente o processo consta de:

- fusão do ouro com adição de fundentes ;
- injeção controlada de gás cloro;
- remoção das impurezas em forma de cloretos;
- verificação do final do refino.

Para a fusão, o ouro a ser refinado é colocado em um cadinho pré-aquecido, seguido da adição de cerca de 2% em peso de fundente. A fusão pode ser executada em qualquer tipo de forno, desde que seja possível atingir uma temperatura onde a carga se encontre fluida - 1150 - 1200°C. Os fornos de indução são particularmente indicados em razão de: reduzirem significativamente o tempo de fusão, não contaminarem o ouro fundido e induzirem turbulência ao banho líquido garantindo sua homogeneidade. Em média, gasta-se 40 - 45 minutos para a fusão completa da carga, dependendo evidentemente da quantidade e natureza da carga e do tipo de forno utilizado.

Miller, em sua patente, recomenda o uso de cadinhos de argila refratária, desaconselhando o uso de cadinhos de grafite. Esta recomendação, como veremos adiante, visa tornar os cadinhos menos susceptíveis à absorção de cloretos fundidos. A Rand Refinery utiliza com sucesso cadinhos de argila/grafite revestidos de alumina, com uma vida útil de 15-24 refinados. Os cadinhos devem possuir uma tampa com um ou mais orifícios para introdução e fixação de tubos apropriados para a injeção de gás cloro. De acordo com a patente original de Miller, esses tubos devem ser de argila refratária com um diâmetro interno de cerca de 5 mm, devendo atingir o fundo do cadinho. A conexão do tubo ao cilindro de gás cloro deve ser feita com uma mangueira de material plástico.

Usualmente, os fundentes empregados são

uma mistura de borax, sílica e cloreto de sódio. A função do fundente é absorver as impurezas, proteger o revestimento do cadinho e inibir a volatilização dos cloretos.

A admissão do cloro no banho fundido é feita com regulagem manual da pressão pelo operador, de maneira que não haja borbulhamento excessivo do banho, que poderia ocasionar o derramamento da massa fundida. De acordo com os estudos efetuados por STATHAM et al., no refino de "bullion" proveniente da África do Sul existem 3 estágios distintos na cloretação:

Estágio 1 : no estágio inicial de cloretação quando relativamente grandes quantidades de metais de base (chumbo, zinco e ferro) estão presentes, a velocidade de absorção de cloro é muito baixa, não podendo ser acelerado o fluxo de cloro sem causar violenta sacudida e derramamento da massa fundida.

Estágio 2 : quando o estágio inicial termina, a absorção do cloro ocorre rapidamente. O início desse estágio coincide com a eliminação do chumbo. O último dos cloretos voláteis a ser removido.

Estágio 3 : quase ao final do refino, existe um decréscimo marcante na taxa de absorção do cloro e, se o fluxo de cloro é mantido elevado, ocorrem, outra vez, borbulhamento e derramamentos da massa fundida. O início desse período final coincide com o início da evolução de cloreto de ouro.

Usualmente, o tempo de cloretação varia de 90 - 120 minutos, sendo função do fluxo de cloro e da composição do "bullion". Já a eficiência estequiométrica de consumo de cloro para a obtenção de ouro é cerca de 80%.

A medida que se formam os cloretos de metais de base e de prata, causando um aumento no nível do líquido

do do cadinho, vão sendo removidos para outro cadinho pré-aquecido, visando uma posterior recuperação da prata, cobre e traços de ouro. Essa remoção regular de cloretos/escória da superfície do metal líquido, facilita, indubitavelmente, a eliminação das impurezas do bullion. Após cada remoção - em geral três ou quatro, dependendo da qualidade do "bullion" - uma quantidade extra de fundente é adicionada e a cloretação prosseguida.

Próximo ao final do refino, como discutido, a velocidade de absorção do cloro decai, originando uma considerável turbulência no banho fundido. Neste estágio, quando a pureza do "bullion" é de cerca de 99%, inicia-se uma evolução de vapores amarelados de cloreto de ouro e o fluxo de cloro tem de ser bastante reduzido.

O "ponto final" do refino é verificado quando os vapores estão em quantidade suficiente para formar uma mancha amarelada sobre a superfície de um tubo refratário, colocado sobre um orifício da tampa do cadinho. Esta razoavelmente clara indicação do ponto final do refino, constitui-se, inclusive, em uma das vantagens do processo, pois permite precisar o final do refino sem necessidade de uma análise química.

A utilização de um sistema capelas e dutos torna-se necessário em razão dos gases emanados do refino por cloretação serem não só poluidores bem como, frequentemente, ricos em ouro.

Maiores detalhes acerca do procedimento prático poderão ser vistos no Apêndice A "Refino de ouro na Rand Refinery".

4.1.3. - Influência dos Principais Parâmetros na Velocidade de Refino por Cloretação

Os principais parâmetros que influenciam a velocidade de refino pelo processo de cloretação Miller, segundo STATHAM, são:

- composição do "bullion"
- temperatura
- fluxo e dispersão do cloro na carga fundida.

a) Composição do "Bullion"

Como discutido, o objetivo principal do refino é eliminar a prata e os vários metais de base presentes no "bullion", pela conversão destes em cloretos, através de injeção de gás cloro. É bom, portanto, rever-se os dados termodinâmicos relacionados à formação destes cloretos. A Figura 9 mostra as energias livres padrão de formação dos cloretos de metais comumente presentes no "bullion" (relacionadas a um mol de cloro) em função da temperatura - Diagrama de Ellingham. Os dados da Figura 9 indicam que, com iguais concentrações ou atividades, o cloreto com a maior energia livre de formação negativa deveria formar-se primeiro. Deste modo, as impurezas metálicas deveriam ser eliminadas a 1.150°C, na seguinte ordem: zinco, ferro, chumbo, prata e cobre.

Sabe-se, evidentemente, que essas impurezas não estão presentes em iguais concentrações em um determinado "bullion", e que grandes variações ocorrem de uma partida de "bullion", para outra. Além disso, o processo de refino está sujeito à influência das pressões de vapor dos cloretos. A Figura 10 mostra as mudanças na pressão de vapor em função da temperatura dos vários cloretos formados durante o refino. Note-se que os cloretos de ferro, zinco e chumbo entram em ebulição em temperaturas consideravelmente mais baixas do que aquelas usadas no refino de ouro (1.150°C).

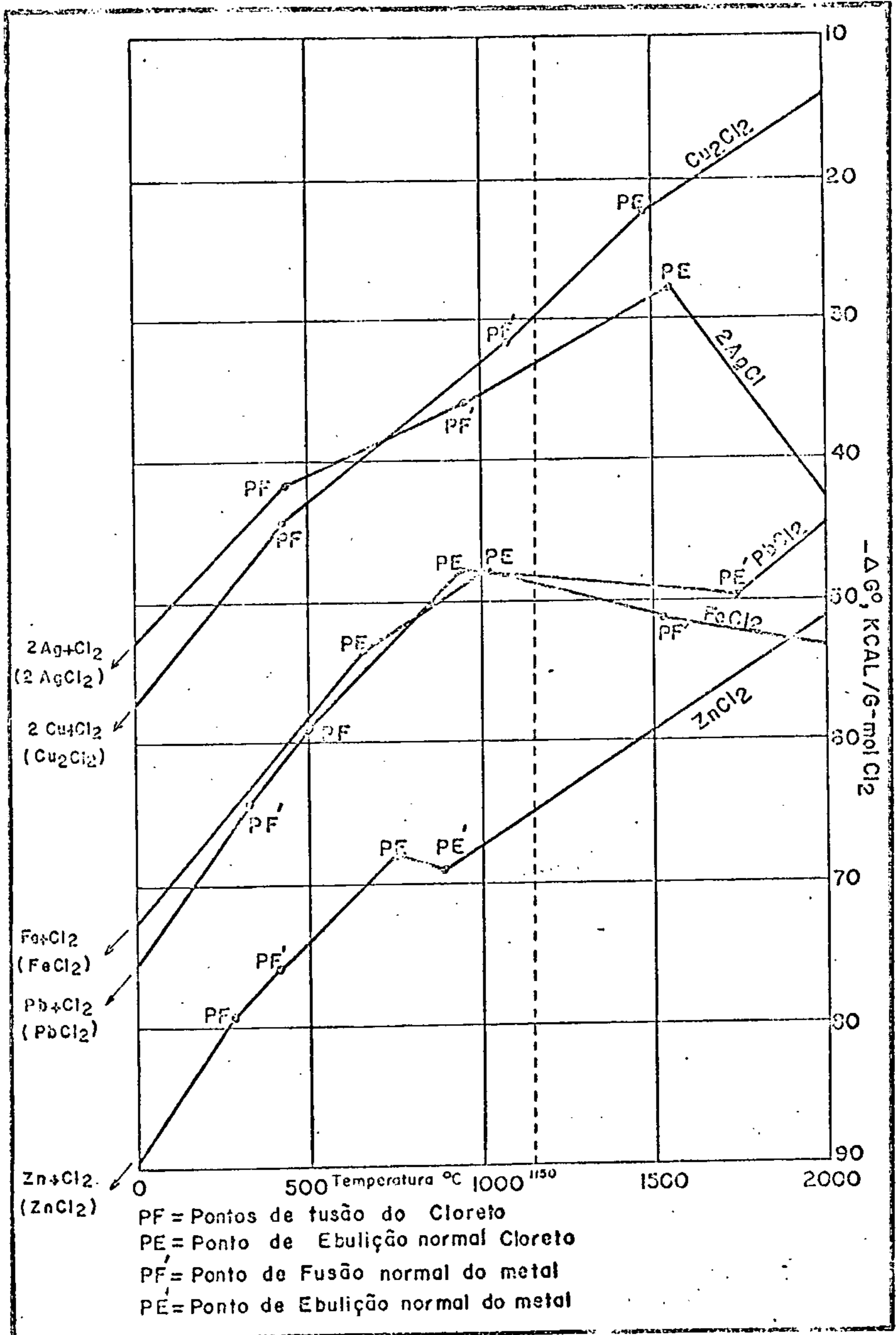
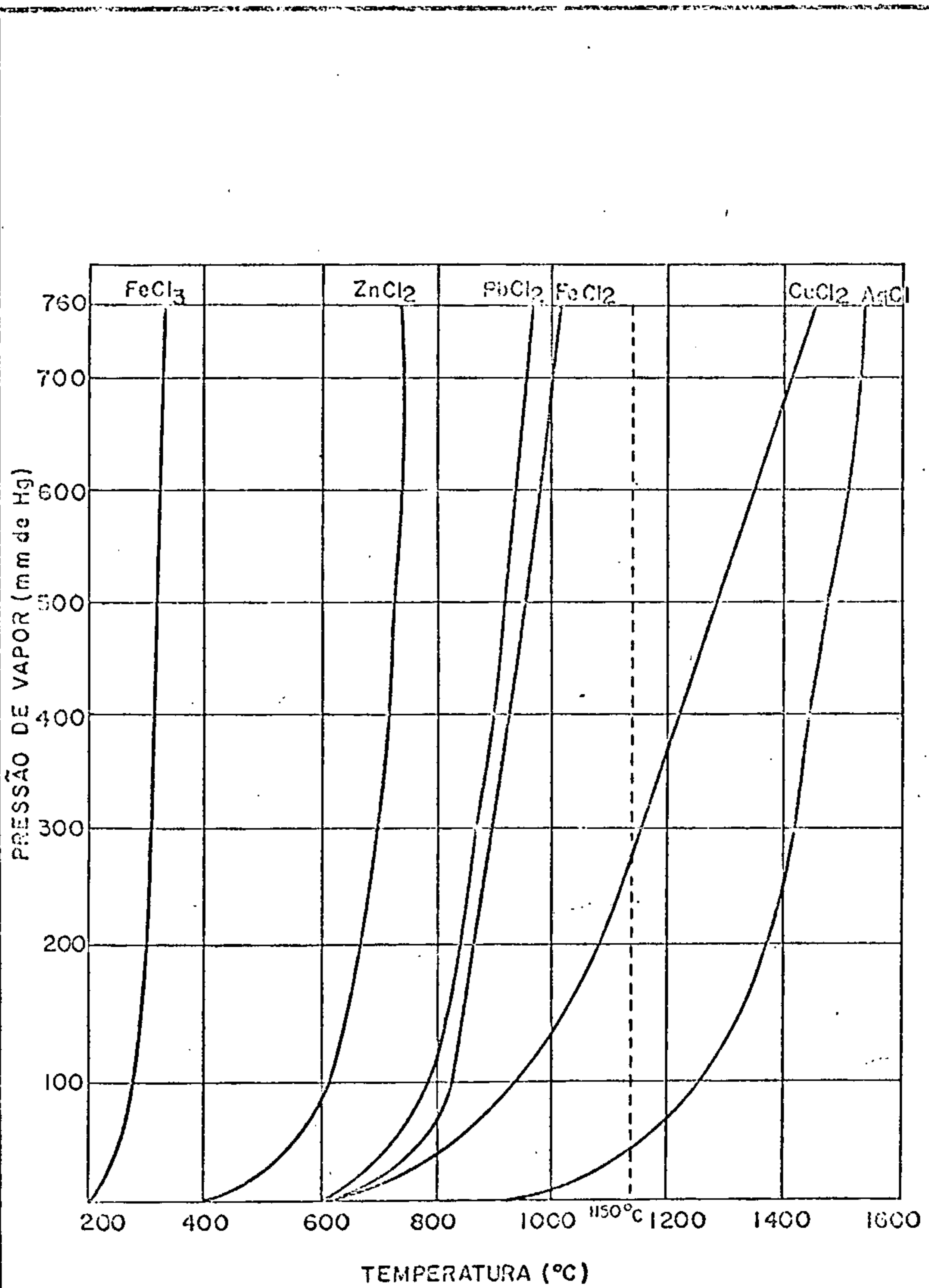


Fig.9 - Diagrama de Ellingham - Energia livre padrão de formação dos vários Cloretos em função da Temperatura.



Chemical Eng. Handibook (PERRY)

Fig.10 - Pressão de vapor dos vários Cloretos metálicos em função da temperatura.

Na prática, habitualmente, o ferro é a primeira impureza a ser eliminada seguida de chumbo e zinco. Como visto, seus cloretos são todos gasosos à temperatura de refino, causando alta turbulência e borbulhamento; nesta fase, o fluxo de cloro deve ser necessariamente fraco. O ferro certamente forma cloreto férrico (FeCl_3), que entra em ebulição a 315°C e não cloreto ferroso (FeCl_2), e por esta razão é o primeiro a ser eliminado. Somente após a quase completa remoção destes três elementos, o cobre e a prata começam a formar cloretos. Como são líquidos, à temperatura de refino, não há turbulência excessiva e o fluxo de cloro pode ser aumentado.

A Tabela 42 mostra a variação da composição do "bullion" a cada intervalo de 30 minutos de cloretação e a Figura 11 mostra o tempo de cloretação gasto na eliminação das diversas impurezas metálicas contidas em um "bullion" típico, oriundo das minerações da África do Sul.

Tabela 42 - Variação da Composição do "Bullion" com o Tempo de Cloretação, segundo LAW.

Tempo	Composição (%)		
	Ouro	Prata	Metais de Base
"0"	92,24	4,21	3,54
1/2 hora	94,88	4,30	0,82
1 hora	96,08	3,70	0,18
1 1/2 hora	99,36	0,40	0,13
1 h e 55 min.	99,55	0,20	0,18

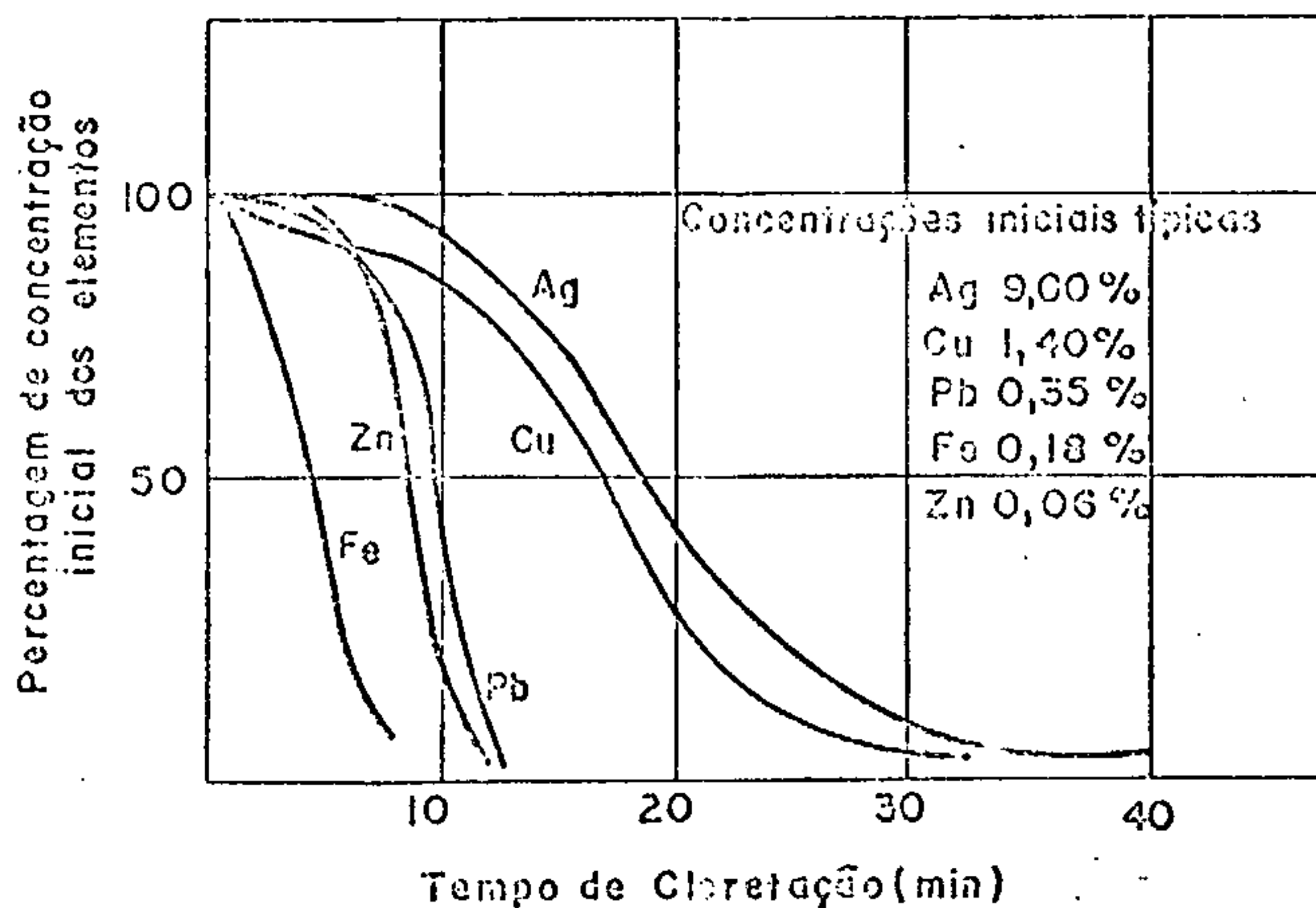


Fig.11 — Remoção das impurezas em função do tempo de Cloração.

b) Temperatura

As reações que tem lugar durante o refino de ouro entre o gás cloro e os metais de base e a prata são todas exotérmicas. Deste modo pode ser esperado que uma diminuição de temperatura, desde que se mantenha o "bullion" no estado fluido, favorecerá estas reações. A Tabela 43 fornece as energias livres padrão de formação de cloretos de base e de prata relacionadas a 1 (um) mol de cloro, a 1150°C.

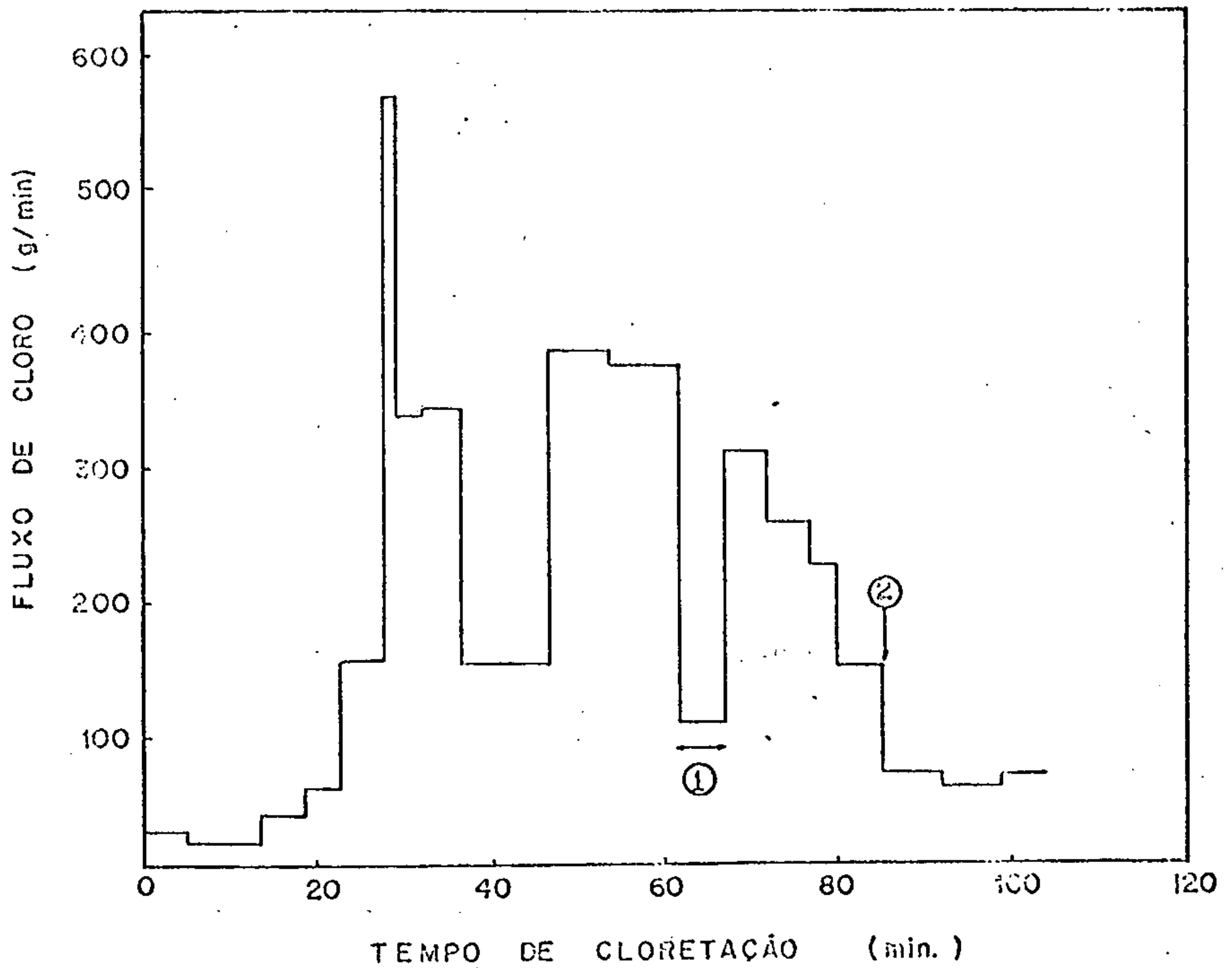
Tabela 43 - Energia Livre Padrão de Formação de Alguns Cloretos Metálicos à 1150°C.

Reação	ΔG° (cal)
$Zn + Cl_2 = ZnCl_2$	- 67 500
$Pb + Cl_2 = PbCl_2$	- 68 500
$Fe + Cl_2 = FeCl_2$	- 49 000
$2 Cu + Cl_2 = Cu_2Cl_2$	- 30 000
$Ni + Cl_2 = NiCl_2$	- 55 000
$2 Ag + Cl_2 = 2 AgCl$	- 33 000

c) Fluxo e Dispersão de Cloro na Carga Fundida.

Durante o estágio inicial do refino, como discutido, as impurezas metálicas reagem para formar cloretos gasosos e as bolhas formadas por esses cloretos expandem e causam violentos movimentos de carga. Quando as impurezas em forma de cloretos gasosos são eliminados, existe um período de menor turbulência quando o cloro é rapidamente absorvido e convertido em cloretos líquidos. Este período dura até que as

concentrações de cobre e prata caia a níveis correspondente a ouro fino. Neste ponto, há um decréscimo marcante na absorção de cloro. O efeito desses três estágios do refino sobre o fluxo de cloro máximo permissível é, claramente mostrado na Figura 12.



- ① — Redução do fluxo de cloro durante a remoção da escória
 ② — Tempo estimado do final do refino (vapores amarelados)

Fig.12 — Mudanças no fluxo de cloro com o tempo de cloração.

Para acelerar a velocidade de refino, particularmente durante o primeiro estágio que pode ocupar até um terço do tempo total de refino, a solução óbvia parece ser a redução do tamanho das bolhas de cloro.

Quando da modernização da Rand Refinery , em 1966, com a introdução de operações de refino em grande escala utilizando fornos de indução, foram realizados uma série de testes objetivando sua melhor distribuição do cloro no "bullion fundido.

Estes testes foram realizados, primariamente, com a injeção de gás cloro sendo feita por 2 (dois) tubos com diâmetro interno de 13 mm. Verificou-se que o tempo necessário para o refino era bem mais longo do que quando realizado em pequena escala.

Perfurando uma série de pequenos orificios de 2,5 mm de diâmetro nas laterais dos tubos, foi obtido um aumento substancial na velocidade de refino. A Tabela 44 ilustra este fato.



Tabela 44 - Dados Obtidos Durante o Refino de Dez Cargas de "Bullion" em Forno de Indução na Rand Refinery.

Nº do Teste	Peso Inicial do "Bullion"	Duração do Teste	Peso do Cloro Usado	Fluxo Médio de Cloretação	Velocidade Média de Refino
	kg	minutos	kg	g/min	kg/min
1	304	165	17,6	107	1,84
2	319	235	19,7	84	1,36
3	301	182	19,7	108	1,66
4	308	156	14,4	92	1,96
5	303	184	18,4	100	1,65
6	307	124	15,6	126	2,48
7	305	100	15,4	154	3,06
8	301	105	14,9	142	2,87
9	309	110	16,9	154	2,81
10	332	103	18,1	176	3,23

Nos testes de números 1 a 5, seis orifícios de 5 mm foram perfurados em cada um dos tubos; três dos furos estando a 25 mm da extremidade inferior do tubo e os outros três a 25 mm acima dos primeiros. A velocidade máxima de refino foi de 1,96 kg/min de "bullion". No teste número 6 um dos tubos foi perfurado com uma série de orifícios de 2,5 mm e o outro com orifícios de 5 mm. Em razão de ter resultado em um aumento substancial tanto no fluxo de cloretação quanto na velocidade de refino, tubos com somente orifícios de 2,5 mm de diâmetro foram usados nos testes de números 7 a 10 e altas velocidades de refino foram conseguidas.

4.1.4 - Recuperação do Ouro Residual

A mistura de cloretos de prata e de metais de base contaminada com o fundente, proveniente do processo de cloretação contem, usualmente, cerca de 2% (dois por cento) do total de ouro contido no "bullion". Esta fração de ouro apresenta-se não só em forma de partículas, arrastadas mecanicamente da massa fundida quando da retirada dos cloretos, como também em forma de cristais de ouro finamente divididos formados pela redução do cloreto de ouro absorvidos na escória.

A recuperação deste ouro é feita pela adição de carbonato de sódio à mistura de cloretos fundida. A função do carbonato de sódio é reduzir cerca de 20% do cloreto de prata em prata metálica sob a forma de pequenas gotículas. Estas gotículas percolam a massa fundida, formando liga com todo o ouro presente.

A liga ouro-prata, assim obtida, sedimenta-se no fundo do cadinho tornando possível a retirada da camada viscosa de fundente e da maior parte dos cloretos fundidos.

A pequena parcela da mistura de cloretos restantes e mais a liga ouro-prata são vertidas para um outro cadinho que é resfriado a 800°C. Nesta temperatura a liga ouro-prata solidifica-se, então, é removida por decantação.

O botão ouro-prata é reciclado para nova cloretação, enquanto a mistura de cloretos, praticamente isenta de ouro é tratada para recuperação e refino da prata.

Os gases emanados do processo de refino por cloretação são poluidores e, geralmente, contém apreciáveis quantidades de ouro - 0,06% do total de ouro refinado. Daí a necessidade de se ter sistemas apropriados de ventilação, despoluição e recuperação de ouro.

A despoluição e a recuperação do ouro desses gases é, usualmente, feita através de lavadores de jatos d'água e de precipitadores eletrostáticos Cottrell.

Os gases devem passar primeiramente pelo lavador de jatos d'agua, onde a maior parte dos cloretos de metais de base e parte do ouro e da prata são removidos. O "Overflow" do licor formado é enviado para tanques de cementação enquanto a lama junta-se à mistura de cloretos oriunda da escória. Os gases, agora lavados, passam a seguir pelo precipitador eletrôstático para recuperação das partículas residuais de ouro e prata.

A eficiência de recuperação do sistema é, usualmente, cerca de 99% tanto para o ouro quanto para a prata.

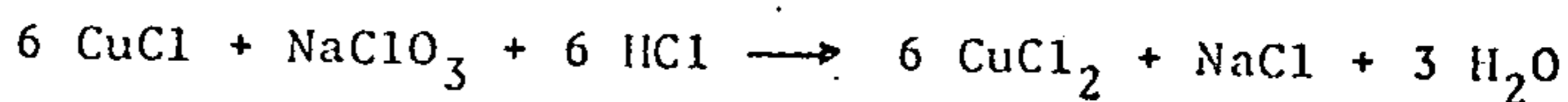
4.1.5 - Recuperação e Refino da Prata

Os cloretos oriundos do processo de cloretação Miller, após a recuperação do ouro residual, são tratados para recuperação e refino da prata - geralmente, o principal subproduto.

O método de recuperação e refino da prata consiste, basicamente, em lixiviar as impurezas - CuCl e PbCl_2 - por intermédio de clorato de sódio e ácido clorídrico, seguida da redução do cloreto de prata à prata metálica pela adição de pó de zinco. A prata metálica em forma esponjosa - usualmente, com pureza superior a 99,5 % - é filtrada, fundida e moldada em forma de anodos e, em seguida, eletrolisada em solução levemente ácida de nitrato de prata para obtenção de prata eletrolítica (99.99 %). A figura 13 apresenta um fluxograma simplificado deste método.

Antes da lixiviação pelo clorato de sôdio e ácido clorídrico, a mistura de cloretos - ainda fundida, após a recuperação do ouro residual - é vazada lentamente em um tanque de "tempera" para a sua transformação em grânulos. A granulação dos cloretos é preferível à moagem por proporcionar uma redução de tamanho rápida, sem produção de finos, livre de contaminação e, principalmente por tornar possível a imediata lixiviação de cerca de 40 % dos cloretos de metais de base.

A lixiviação dos metais de base restantes pelo clorato de sódio e ácido clorídrico é processada, usualmente, a 60°C em tanques cônicos dotados de agitadores mecânicos. A função do clorato de sódio é oxidar o cloreto cuproso a cloreto cúprico, que é altamente solúvel. O clorato de sódio é o oxidante preferido em virtude de ser relativamente barato e não introduzir nenhum novo sal. O cloreto cuproso é oxidado segundo a reação:



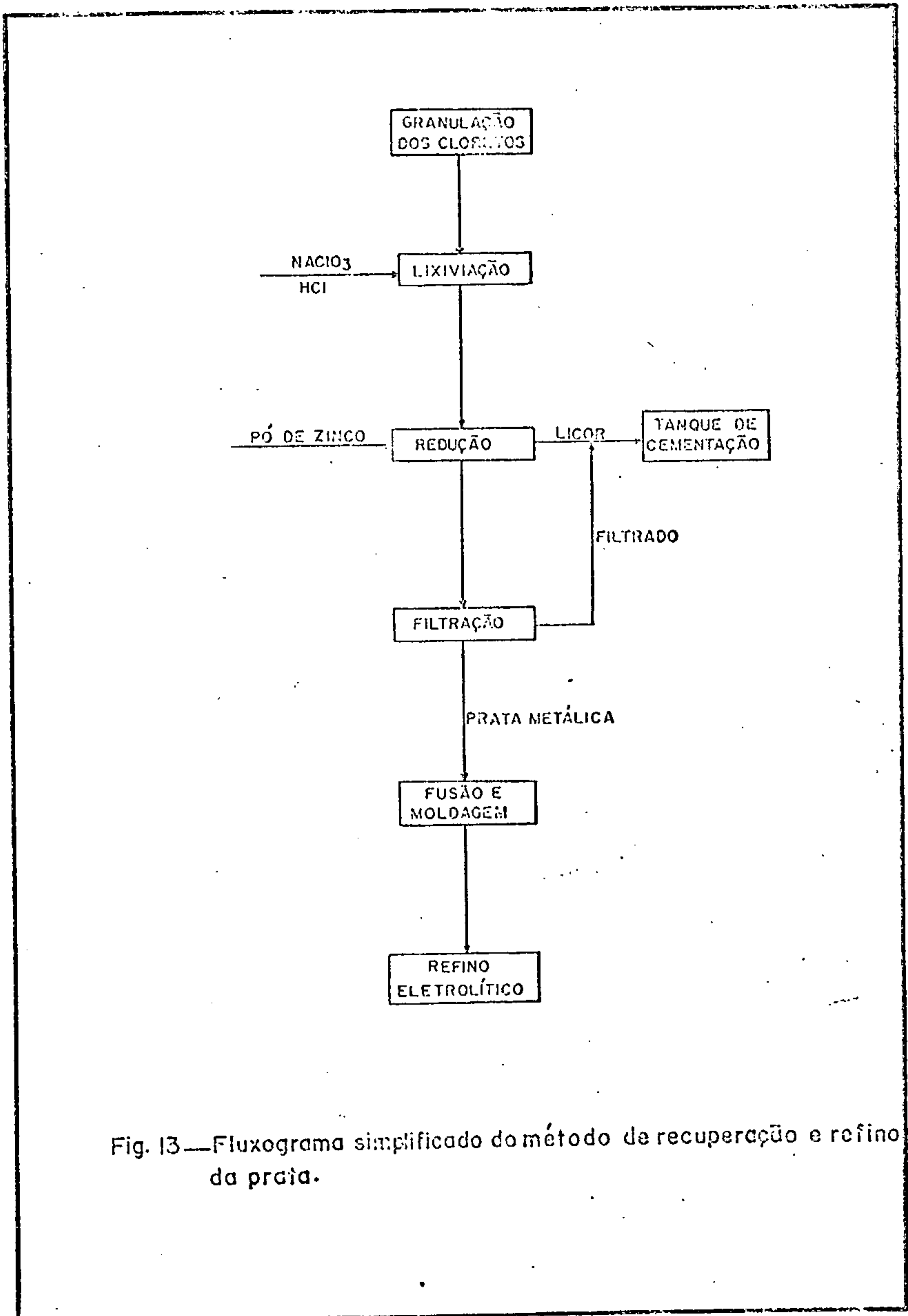
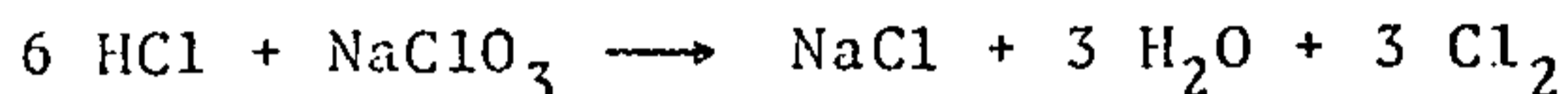


Fig. 13 — Fluxograma simplificado do método de recuperação e refino da prata.

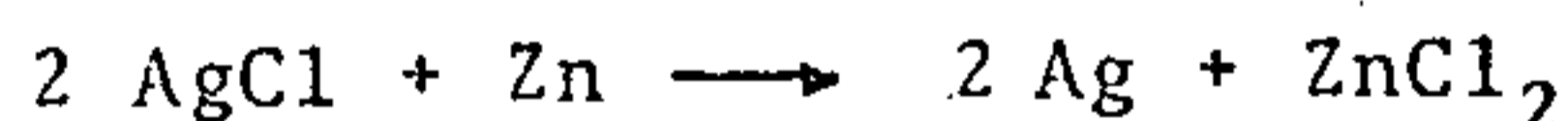
A solubilidade do cloreto de chumbo é relativamente alta em baixas concentrações de íons cloretos e altas temperaturas. Temperaturas elevadas aumentam também a solubilidade do cloreto de prata, contudo, em baixas concentrações de íons cloretos a solubilidade deste é pequena, de modo que somente uma pequena parte do cloreto de prata passa para o efluente.

Os traços remanescentes de ouro permanecem no cloreto de prata, entretanto, uma reação secundária formada durante a oxidação do cloreto cuproso a cúprico libera gás cloro:



O cloro assim obtido dissolve uma parte dos traços de ouro, que pode ser recuperado em tanques de cementação, através do qual os efluentes devem ser tratados.

A redução do cloreto de prata pela adição de pó de zinco é bastante rápida, sendo realizada no mesmo reator da lixiviação, de acordo com a seguinte reação:



O zinco deve ser adicionado em quantidade estequiométrica, de preferência em forma de suspensão. No final da reação adiciona-se ácido clorídrico para dissolver qualquer possível excesso de zinco e evitar a hidrólise do cloreto de zinco.

Somente após uma série de lavagens para remover todo cloreto de zinco, a prata em forma esponjosa deve ser retirada do reator, filtrada e centrifugada. A prata assim obtida apresenta pureza superior a 99,5 %. Para um posterior refino eletrolítico, a prata deve ser fundida e moldada em forma de anodos.

Maiores detalhes acerca da recuperação e sobre o refino eletrolítico da prata poderão ser vistos no Apêndice A.

4.2 - REFINO ELETROLÍTICO DO OURO - PROCESSO WOHLWILL

4.2.1 - Introdução

O Processo de eletrorefino de ouro foi desenvolvido como resultado dos experimentos efetuados, a partir de 1874, por Emil Wohlwill, então diretor da Deutsche Affinerie de Hamburgo. A princípio, as investigações tinham por objetivo o estabelecimento de um método eletrolítico de separação da platina do ouro. Para este caso o processo eletrolítico mostrou-se bastante satisfatório. Entrementes, Wohlwill verificou que a característica essencial deste processo consistia na dissolução eletroquímica dos constituintes do material rico em ouro, funcionando como anodo, e a deposição de ouro quimicamente puro no catodo; ou seja, a aplicação principal deste processo estava destinada à obtenção de ouro de elevada pureza a partir de ouro impuro.

Estabelecido os princípios do processo de eletrorefino de ouro em 1878, este foi prontamente adotado pela Norddeutsche Affinerie de Hamburgo. Este processo, entretanto, só foi divulgado após ter sido patenteado por Wohlwill em 1896. O sucesso foi tal, que antes de findar a primeira década do século XX já era utilizado por todas refinarias de ouro dos Estados Unidos, em substituição ao processo de refino pelo ácido sulfúrico.

O processo de refino de ouro pelo ácido sulfúrico se constituía, basicamente, em primeiro formar uma liga do ouro a refinar com prata, em uma proporção em que o teor de prata devia ser 2,5 a 4 vezes maior do que o de ouro. Em seguida, dissolver esta liga por meio do ácido sulfúrico concentrado. Este processo apresentava inúmeras dificuldades e desvantagens, dentre as quais estavam: necessidade de manter em estoque grandes quantidades de prata metálica, nem sempre disponível; necessidade de recuperação da prata utilizada, bem como parte

do ácido consumido - para este propósito uma grande área era requerida; preços elevados do ácido sulfúrico; grande quantidade de vapores tóxicos envolvidos na operação causava problemas de poluição ambiental. Além dessas, o processo de refino pelo ácido sulfúrico nunca produzia uma completa purificação do ouro, essa desvantagem sendo agravada quando da presença de alto teor de platina, que por este processo não se separava do ouro.

O processo eletrolítico supera todas essas dificuldades e desvantagens do processo de refino pelo ácido sulfúrico. O produto da operação é sempre ouro de alta pureza, o consumo de reagentes químicos é mínimo, não há evolução de vapores tóxicos, a instalação de eletrorefino requer pequena área; não existe dificuldades em se refinar ouro contendo alto teor de platina e a recuperação desta é bastante simples. Além disso, o custo do processo eletrolítico era inferior ao do processo de refino pelo ácido sulfúrico.

A dificuldade do processo eletrolítico residia no refino de ouro com alto teor de prata. Inclusive nos Estados Unidos o processo eletrolítico era somente empregado para teores de ouro acima de 94%, ou melhor, o teor máximo de prata permissível era de 6%. Na prática, realmente, para a faixa de densidade de corrente recomendada na patente original, verificava-se, para teores acima de 6% de prata, a formação de uma camada de cloreto de prata sobre o anodo, inibindo sua dissolução e fazendo com que houvesse a evolução de gás cloro.

Aparentemente, o teor limite de prata para o refino eletrolítico de ouro seria 6%. Entretanto, o próprio Wohlwill estabeleceria certas precauções a serem tomadas de modo a tornar viável o refino eletrolítico do ouro com teores bem acima desse valor. Essas precauções incluiriam a utilização de densidades de correntes menores - acarretando, por sua vez, um prolongamento do tempo de eletrólise - e a retirada por meios mecânicos, de tempo em tempo, da camada de cloreto de prata formada sobre a superfície anódica.

Uma outra desvantagem do processo eletrolí

tico achava-se no fato de que cerca de dez por cento do total de ouro contido no anodo passava para a lama anódica em forma de pó finamente dividido, não se depositando no catodo.

Novamente Wohlwill, em 1908, introduziria uma pequena adaptação na sua patente original que viria não só superar essas dificuldades, ampliando a aplicabilidade do processo eletrolítico, como também melhorar a sua eficiência.

A adaptação introduzida por Wohlwill consistiu na utilização de corrente de pulso. Esta é obtida pela superposição de corrente alternada (C.A.) sobre corrente contínua (C.C.). As vantagens obtidas foram:

- uso de densidades de correntes maiores sem evolução de gás cloro e sem necessidade de retirada da camada de cloreto de prata do anodo;
- refino de ligas muito mais ricas em prata;
- menor quantidade de ouro acumulada na lama anódica;
- uso de menores concentrações de HCl e NaCl do eletrólito;
- temperatura do eletrólito mais baixa.

Como exemplo, Wohlwill menciona que se uma liga de ouro contendo 10% de prata é tratada de acordo com o processo original, não deve ser utilizada uma densidade de corrente anódica maior do que $7,5 \text{ A/dm}^2$, e neste caso, é necessário retirar a camada de AgCl formada no anodo a cada 45 minutos. Quando se usa corrente de pulso, na razão de $\frac{\text{C.A.}}{\text{C.C.}} = \frac{1,1}{1,0}$, é possível manter uma densidade de corrente anódica de $12,5 \text{ A/dm}^2$ sem a necessidade de se remover mecanicamente a camada de AgCl.

Ligas de ouro contendo 20% de prata podem ser refinadas pelo processo eletrolítico utilizando-se corrente de pulso na razão de $\frac{\text{C.A.}}{\text{C.C.}} = \frac{1,7}{1,0}$, sendo possível, neste caso, usar uma densidade de corrente anódica de 12 A/dm^2 . Com densida

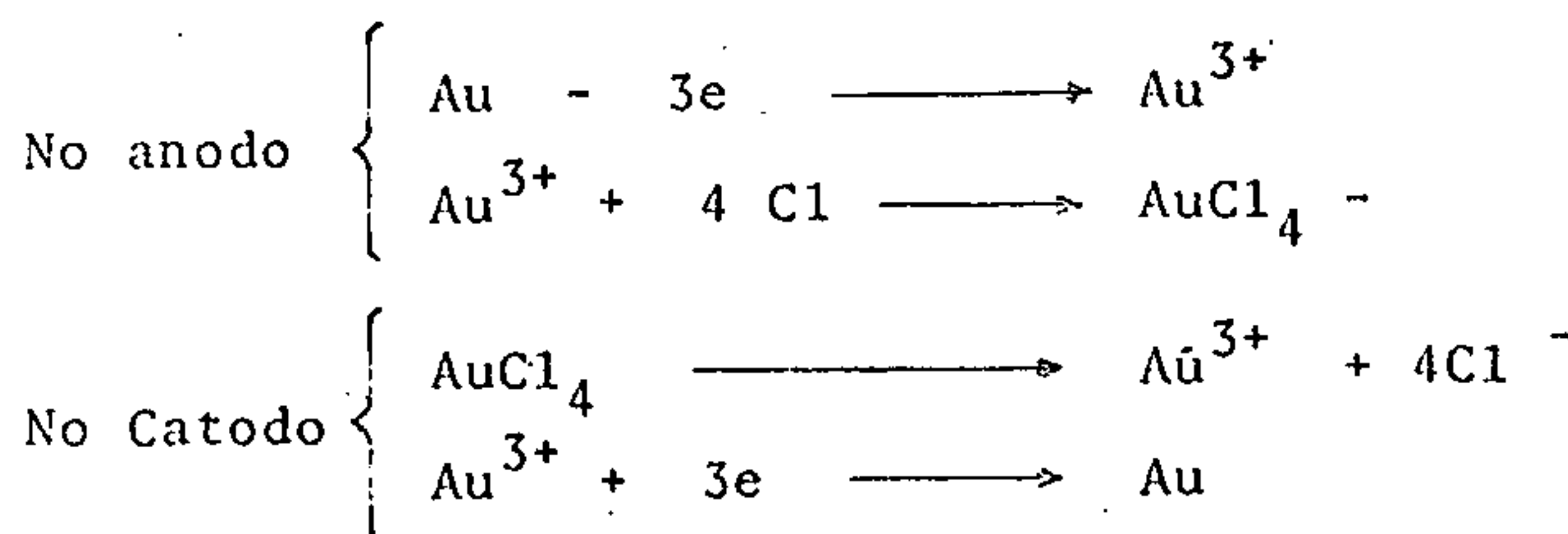
de de corrente mais baixas o processo é também aplicável para ligas de ouro mais ricas em prata. Usando-se unicamente C.C. o processo torna-se impraticável para ligas de ouro com teores de prata acima de 20%.

O uso de corrente de pulso envolve outra importante vantagem. No processo Wohlwill original, empregando unicamente corrente contínua, cerca de 10% do ouro contido no anodo passa para a lama em forma de pó finamente dividido; se, entretanto, uma corrente de pulso é usada, o ouro passa para a lama anódica somente no início do processo, enquanto o anodo não esteja completamente recoberto com AgCl, numa quantidade, geralmente, inferior a 1% do ouro contido no anodo.

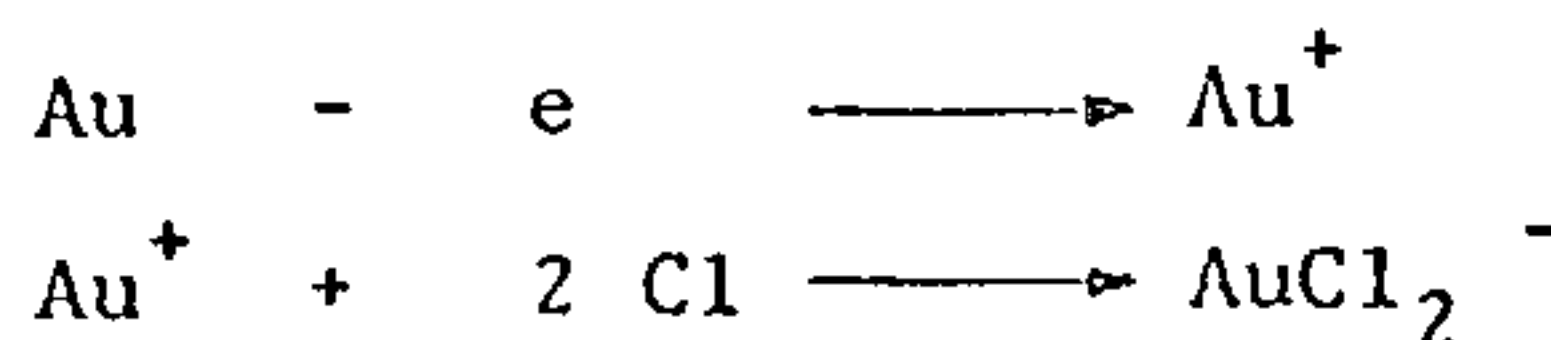
4.2.2 - Fundamentos do Processo

O processo de refino eletrolítico de ouro consiste, basicamente, em eletrolisar uma solução de cloreto de ouro em meio de ácido clorídrico, usando como catodo ouro puro laminado. O eletrorefino se processa, geralmente, a uma temperatura de 65°C, utilizando-se uma densidade de corrente entre 10 e 15 A/dm². Há dissolução do ouro impuro, funcionando como anodo, e a deposição de ouro quimicamente puro no catodo. O depósito catódico apresenta, normalmente, uma pureza nunca inferior a 99,95%

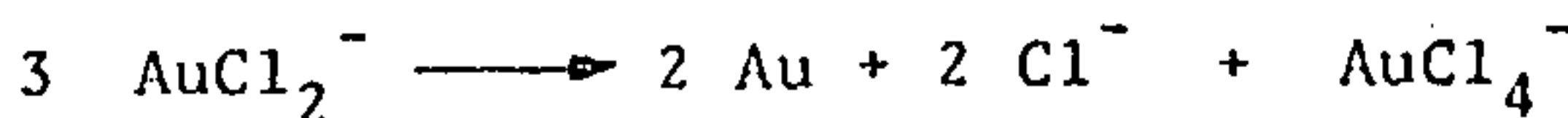
As reações que ocorrem nos eletrodos são as seguintes:



A dissolução anódica do ouro, como viu-se acima, produz Au³⁺, a reação que origina este íon, embora predominante, não é a única a ocorrer no anodo, pois uma pequena quantidade de Au⁺ também se forma:



O íon dicloro-aurato (I) é instável em meio cloreto e sofre uma reação de dismutação, acarretando um aumento na quantidade de ouro contido na lama anódica e, conseqüentemente, uma diminuição da eficiência do processo.



4.2.3 - Influência dos Principais Parâmetros Sobre a Eficiência do Processo

a. Composição do Anodo

As impurezas comumente presentes nos anodos de ouro podem ser classificadas em dois tipos: aquelas que formam cloretos solúveis - cobre, zinco, platina e paládio - e as que formam resíduos insolúveis - prata, chumbo e metais do grupo da platina secundários (ósmio, irídio, rutênio e ródio). As impurezas solúveis permanecem em solução, não se depositando no catodo, enquanto que as insolúveis podem permanecer aderidas no anodo ou acumularem-se na lama anódica.

A prata é considerada como a principal impureza do ouro a refinar. Não só por apresentar, usualmente, teores mais elevados, como também pelos efeitos deletérios que pode ocasionar ao processo. No eletro-refino, a prata é convertida em cloreto que permanece aderido ao anodo, reduzindo a superfície efetiva deste e aumentando, conseqüentemente, a densidade de corrente anódica e por fim acarretando a polarização do anodo. Na prática observa-se que para teores de prata superiores a 6%, a formação desta camada de AgCl sobre o anodo é tal que pode causar, em um tempo relativamente curto, a passivação completa do anodo. Nestes casos faz-se necessário a remoção periódica da camada de AgCl por meios mecânicos, ou fazendo uso da corrente de pulso.

Outro importante efeito deletério, que a prata pode causar, é a oclusão de partículas de AgCl , que flutuam em solução, no depósito catódico reduzindo a pureza do mesmo. A utilização de "anode bags" - sacos apropriados para reter a lama anódica - torna-se necessário.

A platina e o paládio permanecem em solução, não se depositando no catodo. São inócuos ao processo eletrolítico. Recomenda-se recuperá-los do eletrólito antes que suas concentrações atinjam 4% e 0,5% respectivamente, a fim de

evitar suas precipitações.

Os metais do grupo da platina secundários são insolúveis e acumulam-se na lama anódica. São também inofensivos ao processo eletrolítico.

O chumbo é convertido em peróxido que pode permanecer aderido ao anodo, podendo vir causar polarização anódica. A presença de chumbo no depósito catódico pode torná-lo quebradiço. Por essas razões torna-se necessário a remoção do chumbo em operações prévias.

Anodos contendo teores de cobre superiores a 5% diminuem a eficiência do processo. O cobre acumula-se em solução podendo dar formação ao cloreto cuproso que precipita o ouro em solução para a lama anódica.

A presença de selênio, telúrio, arsênio, antimônio e bismuto podem tornar quebradiço o depósito catódico, devendo, portanto, serem removidos antes da eletrólise.

b. Densidade de Corrente

É costume referir-se ao fluxo de corrente, através de células eletrolíticas, não em termos de ampères, mas em termos de ampères por decímetro quadrado (A/dm^2) de área eletrolítica, ou seja, pela densidade de corrente.

A densidade de corrente é o parâmetro mais importante na economia do processo de eletro-refino de ouro, principalmente se este for praticado em grande escala, pois o empate de capital representado pelo ouro contido nos eletrodos e eletrólito pode chegar a uma considerável soma de dinheiro.

Na prática, portanto, deve-se aplicar densidades de corrente tão altas quanto possível. Lembrando-se, obviamente, que existe uma densidade de corrente limite, pois a polarização aumenta com o aumento da densidade de corrente.

Recentemente SCHALCH e NICOL, estudando certos problemas associados com o eletro-refino de ouro monetária-

Sabe-se que esta reação de dismutação ocorre em razão das finas partículas de ouro precipitadas desta forma serem de maior pureza do que o anodo. Similarmente, a existência de íons AuCl_2^- em solução é verificada pelo fato de que as eficiências de corrente catódicas, baseadas em ouro trivalente, serem mais altas do que 100%.

Os fatores que apresentam maior influência sobre a eficiência do processo de eletro-refino de ouro são:

- polarização anódica;
- reação de dismutação;
- pureza do depósito catódico.

A polarização anódica, no caso do refino de ouro, é devida à formação de uma camada de cloreto de prata sobre o anodo inibindo a sua dissolução. Para ligas de ouro contendo alto teor de prata a polarização anódica de passivação é; sem dúvida, o fator de maior influência sobre a eficiência do processo.

A polarização anódica, reação de dismutação e pureza do depósito catódico, por sua vez, são influenciadas por uma série de parâmetros que serão abordado no próximo tópico.

rio (99,6%), chegaram a conclusão que a utilização de altas densidades de corrente reduzem significativamente a formação de íons monovalentes de ouro, conseqüentemente, a reação de dismutação, e evitam a formação de depósitos dendríticos que poderiam ocasionar curtos-circuitos na célula eletrolítica.

c) Agitação

A agitação do eletrólito no eletro-refino de ouro é extremamente importante, pois apresenta influência direta sobre a polarização por concentração, além de permitir o aumento da densidade de corrente limite e a uniformização da temperatura do eletrólito.

A maior parte do ouro em solução, como foi visto, se apresenta em forma de um complexo aniônico estável (AuCl_4^-) e, deste modo, tem de ser conduzido para bem próximo da superfície do catodo de modo que a deposição tenha lugar.

A função principal da agitação é transportar os íons AuCl_4^- para a interface catodo/eletrólito, evitando a exaustão dos mesmos nesta interface e, conseqüentemente, o aumento da polarização de concentração.

Uma maior agitação do eletrólito diminui a camada difusiva de Nerst e, conseqüentemente, aumenta a densidade de corrente limite.

Uma possível desvantagem da agitação vigorosa do eletrólito é que esta pode levar à contaminação do depósito catódica por flocos de AgCl desalojados do anodo.

d) Temperatura

A elevação da temperatura do eletrólito, com o conseqüente aumento da mobilidade iônica, permite a utilização de densidades de correntes de maiores intensidades.

Além disso, as solubilidades do cloreto de prata e do óxido de chumbo aumentam significativamente, reduzindo, deste modo, a polarização anódica. Portanto, a elevação da temperatura é benéfica a eficiência do processo eletrolítico, apesar de ocasionar um aumento da reação de dismutação.

e. Composição do Eletrólito

Usualmente, em soluções a quente, as concentrações de ouro do eletrólito variam de 50 - 120 g/l, enquanto os de íons Cl^- livres variam entre 50 - 200 g/l.

Quanto maior a concentração de ouro, maior a disponibilidade de íons AuCl_4^- junto à interface catodo/eletrólito, permitindo, com isto, a utilização de densidades de corrente maiores. Similarmente o uso de baixas concentrações de ouro pode causar a exaustão de íons AuCl_4^- na interface catodo/eletrólito, podendo levar à deposição catódica de prata e/ou cobre.

É de se considerar que a utilização de altas concentrações de ouro no eletrólito implica na imobilização de um elevado capital.

A necessidade da presença de excesso de íons cloretos no eletrólito pode ser explicado por dois fatos descobertos por Wohlwill, por ocasião das pesquisas que ajudaria a estabelecer os princípios do processo eletrolítico de refino de ouro:

(1) "Em um eletrólito de cloreto de ouro que não contenha outro cloreto, um anodo de ouro puro ou um anodo rico em ouro, comporta-se como um anodo de platina ou de carbono; ou seja, cloro é desenvolvido na forma gasosa enquanto o ouro não é dissolvido".

(2) "Essa evolução de gás cloro pode ser evitada e ouro dissolvido, se são adicionadas ao eletrólito de cloreto de ouro ácido clorídrico ou certos outros cloretos".

O que mostra ser a presença de excesso de íons cloretos essencial ao processo de eletro-refino de ouro. Esta necessidade pode ser explicada pela fraca dissociação do complexo de cloreto de ouro formado.

Na prática, a maior parte do excesso de íons cloreto é fornecida pelo cloreto de sódio. A presença de cloreto de sódio aumenta a condutividade do eletrólito e o potencial de polarização, permitindo o uso de altas densidades de corrente sem causar polarização. Além disso minimiza os possíveis problemas de corrosão que ocorreriam pelo uso único de ácido clorídrico.

f. Corrente de Pulso

O uso de corrente de pulso, como foi visto, permite aumentar substancialmente a densidade de corrente anódica sem causar o desenvolvimento de gás cloro e sem necessidade de retirada, por meios mecânicos, da camada de AgCl formada sobre o anodo. O limite permissível da densidade de corrente anódica é tanto maior quanto menor for o teor de prata no ouro a refinar e maior a razão de intensidade de C.A. para C.C.. Permite também refinar Eletroliticamente ligas muito mais ricas em prata do que era possível utilizando-se unicamente C.C..

A utilização de corrente de pulso, com a consequente possibilidade de emprego de altas densidades de corrente anódica, envolve uma outra importante vantagem: a redução da produção de íons de ouro monovalente, diminuindo, consequentemente, a reação de dismutação.

O efeito da corrente de pulso sobre a camada de AgCl formada no anodo é torná-la porosa induzindo-a à queda. Ou seja, a corrente de pulso minimiza a polarização anódica. A formação de porosidade na camada de AgCl se dá em razão da corrente de pulso acarretar periodicamente uma mudança momentânea da polaridade dos eletrodos, fazendo com que o AgCl formado se reduza e reoxide seguidamente.

De acordo com Wohlwill, a corrente de pulso é melhor obtida conectando-se em série um gerador de C.C. com um gerador de C.A.

O efeito eletrolítico é, de acordo com a lei de Faraday, igual ao efeito obtido pela C.C. agindo sozinha. Em outras palavras, a quantidade total de ouro depositada no cátodo pode ser determinada pela lei de Faraday supondo que somente C.C. esteja passando.

4.2.4 - Aparelhagem

A aparelhagem e as facilidades necessárias ao eletro-refino de ouro são descritas a seguir.

a. Fonte de Corrente

O eletro-refino de anodos com teores superiores a 94% em ouro é feito, usualmente, com a utilização de corrente contínua, sendo esta obtida por retificadores de corrente.

No caso de anodos de ouro contendo relativamente altos teores de prata (acima de 6%), não se recomenda a utilização de somente corrente contínua, como foi visto anteriormente. A polarização anódica causada em decorrência do alto teor de prata pode ser superada pelo uso de:

- (1) Corrente de pulso
- (2) PCR (periodic current reversal)

A corrente de pulso é melhor obtida conectando-se em série um gerador de corrente contínua a um gerador de corrente alternada de baixa frequência.

Na P.C.R., segundo a patente americana nº 2.451.341 da Westinghouse, a duração de cada fase de C.A. no eletro-refino de ouro deve variar de 2 - 40 seg. e o total de C.A. não pode representar mais do que 10% da quantidade total de coulombs gastos no processo.

b. Célula Eletrolítica

As células eletrolíticas são recipientes de formato retangular de dimensões em média de 400 x 300 x 300 mm (comprimento x largura x altura), confeccionados em porcelana

esmaltada - a mais usual - fibra de vidro, acrílico ou vidro.
Em geral, cada célula comporta 4 - 8 anodos.

c. Eletrodos

Os catodos utilizados são tiras de ouro laminado de alta pureza (99,99% Au) e 0,1 mm de espessura.

A área e o peso dos anodos variam em função do tempo de refino desejado e da densidade de corrente utilizada. Usualmente, para anodos com teores superiores a 98% em ouro as dimensões são 200 x 100 x 10 mm (comprimento x largura x espessura) com peso aproximado de 4 kg.

Os espaçamentos anodo-catodo variam, geralmente, entre 20 - 50 mm.

Os suportes dos eletrodos são feitos de uma liga com 71,5% de prata e 28,5% de cobre.

d. Agitação do Eletrólito

A agitação do eletrólito pode ser feita por agitadores mecânicos ou por borbulhamento de ar através de tubos de vidros, sendo este último o mais usual.

e. Aquecimento

O aquecimento do eletrólito é feito por resistências de imersão recobertas com VITREOSIL.

f. Preparação do Eletrólito

Dois métodos são, usualmente, utilizados para a preparação da solução de cloreto áurico:

- dissolução do ouro por meio de água régia

e subsequente remoção dos nitratos presentes;

- cloretação de ouro finamente dividida em solução de ácido clorídrico.

O segundo método apresenta vantagem por produzir soluções de cloreto áurico de elevada pureza, sem necessidade de posterior purificação.

A purificação do eletrólito usado torna-se necessário quando este, após certo número de electro-refinos, atinge concentrações de impurezas que possam vir prejudicar a eficiência do processo. Neste caso, faz-se a recuperação do ouro precipitando-o através da utilização de gás sulfuroso ou de sulfato ferroso. A platina é precipitada pelo cloreto de amônio e o paládio pelo hidróxido de amônio. O cobre é cementado através de aparas de ferro.

g. Registradores

Além de voltímetros e amperímetros necessários aos ajustes da faixa de voltagem e intensidade de corrente desejadas, são ainda, essenciais à medida da eficiência do processo eletrolítico a utilização de coulômetros e registradores contínuos da diferença de potencial e corrente da célula.

A Tabela a seguir apresenta alguns parâmetros operacionais adotados em diversas refinarias.

Tabela 45 - Parâmetros Operacionais Adotados no Refino Eletrolítico do Ouro

REFINARIAS	America Smelting and Refining Co. Barber, N.J.	International Nickel Comp. of Canadá, Ltd Ontário, Canadá	Norddeutsche Affinerie Hamburgo Alemanha	Raritan Copper Works, Perth Amboy, N.J.	U.S. Metals Refining Company, Corteret.	Rand Refinery Johannesburg África do Sul
Eletrólito						
Au. (g/l)	150 - 200	99 - 100	85 - 100	120	100	70 - 90
HCl livre (g/l)	140	100	160	100	100	80 - 100
Temperatura (°C)	55 - 65	60	65 - 70	60	75	55 - 65
Agitação		borbulhamento de ar	borbulhamento de ar	não há
Densidade de Corrente Anódica (A/dm²)	15,6	10,2	7,3 - 11	12,5	10,75	6,0
Anodos						
Composição	98,0 - 99,4% Au	99,5% Au	98,5% Au	96,5% Au	98% Au	99,6% Au
Peso (kg)	3,6 - 4,6	2,18	0,90	4,5	3,7	12
(comp.x larg.x esp.) (mm)	216 x 117 x 10	229 x 76 x 10	114 x 79 x 6,5	229 x 127 x 10	114 x 229 x 10	280 x 230 x 12
Nº por célula	6	6	12	6	4	4
Duração (hs)	16	20	..	18 - 23	20	48
Catodos						
Material	Au laminado 99,98%	Au laminado 99,98%	Au laminado 99,99%	Au laminado 85,98%	Au laminado 99,98%	Au laminado 99,99%
Comp.x larg.x esp. (mm)	317 x 98 x 0,076	305 x 63 x 0,102	298 x 16 x 0,127	254 x 57 x 0,089	229 x 76 x 0,127	300 x 75 x 0,25
Nº por célula	8	9	19 - 23	10	9	20
Célula						
Material	495 x 317 x 317	267 x 267 x 305	391 x 251 x 200	508 x 305 x 356	305 x 305 x 356	465 x 405 x 350
Lama Anódica						
Proporção %	5	5 - 8	...
Composição	80 - 97% Au, 19 - 37% Ag	...	75 - 90% Au, 25 - 10% Ag	...	85 - 90% Au, 15 - 10% Ag	...

5.1 - CONCLUSÕES:

5.1.1 - Estudo de Mercado

- Referentes ao Brasil

1. PRODUÇÃO:

1.1) a produção nacional em 1978* estará ao redor das 19 toneladas de ouro, tendo as minas e garimpos contribuído com:

- a. Minas: 4,2t (22%)
- b. Garimpos: 14,8t (78%)

1.2) a projeção da produção, para 1988, foi baseada nas seguintes hipóteses:

- a. o ritmo de crescimento de 3,5% ao ano.
- b. nenhuma mudança drástica nos usos do ouro.
- c. não haja eclosão de conflito armado em escala mundial.
- d. não haja alteração de política de governo na África do Sul.
- e. os projetos, ora em andamento, notadamente da Docegeo, em Araci (BA), da Anglo-American, em Jacobina (BA) e da Badin, no Rio Gurupi (MA), cumpram as programações previstas

assim, a produção de ouro, em 1988, estará ao redor de 40,3t, com a seguinte participação:

* dados estimados a partir de informações prestadas e projeções efetivadas.

- Minas (conhecidas em 1978): 6,3t (16%)
- Garimpos (conhecidos em 1978): 20,8t (52%)
- Projetos em andamento: 13,1t (32%)

2. CONSUMO:

2.1) de acordo com as alternativas, pessimista (1), mais provável (2) e otimista (3), discutidas no texto, o consumo nacional, em 1978, assim se distribuirá, pelos vários setores de uso:

	(1)	(2)	(3)
Indústria de Jóias	22,3t	29,7t	37,1t
Fins Odontológicos	4,3t	5,7t	7,1t
Indústria Química e Eletrônica	4,4t	5,8t	7,3t
TOTAL	31,0t	41,2t	51,5t

2.2) a projeção do consumo, para 1988, foi baseada nas hipóteses a), b), c) e d), anteriormente referidas, bem como nas alternativas acima mencionadas, resultando nos seguintes totais:

	(1)	(2)	(3)
TOTAL	43,7t	58,1t	72,6t

3. OFERTA INTERNA:

3.1) de acordo com as alternativas, pessimista (1), mais provável (2) e otimista (3), discutidas no texto, a oferta interna, em 1978, assim se distribue pelos seus vários componentes:

	(1)	(2)	(3)
a. Minas	4,2t	4,2t	4,2t
b. Garimpos	14,8t	14,8t	14,8t
c. Reciclo*	9,3t	12,4t	15,4t
d. Importações**	2,8t	2,8t	2,8t
TOTAL	31,1t	34,2t	37,2t

3.2. percentualmente. em 1978. assim deverá ocorrer a distribuição. pelos seus vários componentes:

	(1)	(2)	(3)
a. Minas	13,5%	12,3%	11,3%
b. Garimpos	47,5%	42,3%	39,8%
c. Reciclo	29,9%	36,2%	41,4%
d. Importação	9,0%	8,2%	7,5%
TOTAL	100 %	100 %	100 %

4. OUTRAS:

4.1) Tomando por base a alternativa (2), tida como a mais provável:

- a. por volta de 1984/85 é esperado um equilíbrio entre a oferta e a demanda da ordem de 50t do metal, evidentemente, desde que a produção atual, acompanhe as hipóteses referidas em 1.2.
- b. a partir de 1985 e até 1988, se novos suprimentos não forem adicionados ao mercado nacional, estima-se que, o país voltará a ser novamente dependente de fornecimentos externos do precioso metal, para o atendimento de suas necessidades internas.

* estimado como sendo 30% do consumo, de acordo com dados colhidos nas várias entrevistas realizadas.

** tomada da média aritmética das importações dos últimos onze anos, segundo valores da CACEX, CIEF/MF.

4.2) Importações: 168

As importações oficiais de ouro têm apresentado um registro inferior ao déficit verificado entre a oferta e a demanda interna. Para 1978 o déficit foi da ordem de 9,8t enquanto estima-se ser da ordem de 2,8t as importações oficiais neste mesmo ano. A diferença de 7t é atribuída à entrada ilegal de ouro no País, estimulada provavelmente pelo fato de ser o ouro legalmente importado, sensivelmente onerado pelos encargos de importação (depósito compulsório). A dependência do mercado externo de ouro poderá estar provocando significativa evasão de divisas, a qual estima-se ter alcançado em 1978 cerca de 72 milhões de dólares (correspondente a 1,6 bilhões de cruzeiros).

- Referentes à Situação Mundial

Verifica-se que a produção, em metal, das minas de ouro do bloco ocidental, continuam em ritmo decrescente de produção, da ordem de 4% ao ano, notadamente no período 1971/77. A África do Sul, o maior produtor mundial de ouro, que em 1970 produzia 1000t de ouro, em 1977, a produção da aquele país, somente atingiu 713t. Tal fato deve-se aos altos preços que o ouro atingiu no mercado internacional, possibilitando a exploração de jazidas de mais baixo teor com custos operacionais mais elevados, e como consequência diminuindo a quantidade de metal contido por tonelada de minério extraído.

Outrossim, a indústria joalheira mundial, com participação no consumo mundial em 1977 da ordem de 71% (979t), vem paulatinamente, aumentando o consumo do metal, notadamente após a crise mundial de 1973, (aumentos repenti -

nos dos preços do petróleo). O crescimento médio do setor no período 1974/77 foi de 69% ao ano, devendo para os próximos anos, manter-se em um ritmo de crescimento menor, estimado em 3,5 ao ano (últimos 10 anos), devido principalmente aos altos preços do metal, no mercado internacional.

O crescente desbalanço entre oferta e procura do ouro, deverá manter pressões altistas no preço do metal no mercado internacional, mas por outro lado o alto preço do ouro deverá desentesourar, grandes quantidades de ouro mantidas pelos especuladores, como também incentivar novas pesquisas e exploração de jazidas, até então consideradas não economicamente viáveis. A todos esses fatores que provocam mudanças nos níveis de produção, consumo e nos preços do ouro, somam-se outros que tanto podem agir a curto ou a longo prazo, tais como: mudanças nos custos de produção, desequilíbrios na oferta e procura do metal, provocado por organismos públicos ou privados, mudanças nas taxas inflacionárias dos países, mudanças de medidas tomadas pelas autoridades monetárias, instabilidade política mundial etc.

Evidentemente a análise mais detalhada dos mesmos e sua interdependência fogem aos objetivos deste trabalho.

5.1.2 - Refino de Ouro

A - REFINO PIROMETALÚRGICO - PROCESSO DE CLORETAÇÃO MILLER.

- A.1 - O processo é versátil, bastante rápido e conceitualmente simples, desde que se mantenha um controle acurado das impurezas presentes, a fim de ter a sua otimização assegurada.
- A.2 - Pode ser operado por pessoal relativamente não especializado, embora assiduamente treinado.
- A.3 - É recomendado para refinar ouro de até 99,6% de pureza, ouro este accito internacionalmente como padrão monetário.

B - REFINO ELETROLÍTICO - PROCESSO WOHLWILL

- B.1 - O processo eletrolítico produz ouro de alta pureza, com consumo mínimo de energia e reagentes químicos, sem evolução de vapores tóxicos, com mão de obra mínima e relativamente não especializada, em uma área de construção pequena e não encontra dificuldades em refinar ouro contendo altos teores de metais do grupo da platina, facilitando, ainda, a recuperação e separação destes. Entretanto, o empate de capital representado pelo ouro contido nos eletrodos e electrólito pode chegar a uma considerável soma de dinheiro, principalmente se o refino for praticado em grande escala.
- B.2 - O processo eletrolítico é particularmente recomendado para refinar ouro cuja especificação de produto final exigir teores de pureza superiores a 99,95% e "bullion" contendo, relativamente, altos teores de metais do grupo da platina.

- B.3 - Os fatores que apresentam maior influência sobre a eficiência do processo de eletro-refino de ouro são:
- polarização anódica;
 - reação de dismutação;
 - pureza do depósito catódico.
- B.4 - Estes fatores, por sua vez, estão intimamente ligados à composição química do ouro a refinar.
- B.5 - A prata é a principal impureza do "bullion" de ouro, não só por ser, geralmente, a de teor mais elevado, mas, principalmente, pelos efeitos deletérios que pode ocasionar ao processo: polarização anódica e contaminação do depósito catódico.
- B.6 - A densidade de corrente é o parâmetro mais importante na economia do processo de eletro-refino de ouro.

C - SUB-PRODUTOS

- C.1 - A prata será o principal sub-produto do refino de ouro, pois o "bullion" de procedência nacional apresenta um alto teor médio de prata (Andorinha 14,8%; Garimpos do Tapajós 15%; Morro Velho 16%).
- C.2 - Para cada 10 (dez) toneladas de ouro refinado, produzir-se-ão cerca de 2 (duas) toneladas de prata, o equivalente a aproximadamente 8 (oito) milhões de cruzeiros, a preços atuais.
- C.3 - São reduzidas as possibilidades de produção e refino de metais do grupo da platina a partir do "bullion" de ouro nacional, pelo menos dentro de um horizonte de futuro razoável.

5.2 - RECOMENDAÇÕES

5.2.1 - Refino de Ouro

1 - Há três alternativas para o refino do "bullion" de ouro:

- refino pirometalúrgico (processo de cloretação Miller);
- refino eletrolítico (processo Wohlwill);
- conjugação dos processos acima - refino pirometalúrgico, seguido do refino eletrolítico.

Para o caso do "bullion" de procedência nacional - com relativamente alto teor de prata - a terceira alternativa parece ser a mais recomendável, não só técnicamente como também por produzir os dois tipos comercializáveis de ouro: 99,5 % (para fins monetário) e 99,99 % (para fins industriais).

2 - Estudo dos principais parâmetros que influenciam o refino de ouro pelo:

- a - processo de cloretação Miller - composição do "bullion", fluxo de cloro, fundente e temperatura;
- b - processo eletrolítico Wohlwill - composição do anodo, densidade de corrente, agitação do eletrólito, temperatura e composição do eletrólito;

segundo o planejamento estatístico fatorial.

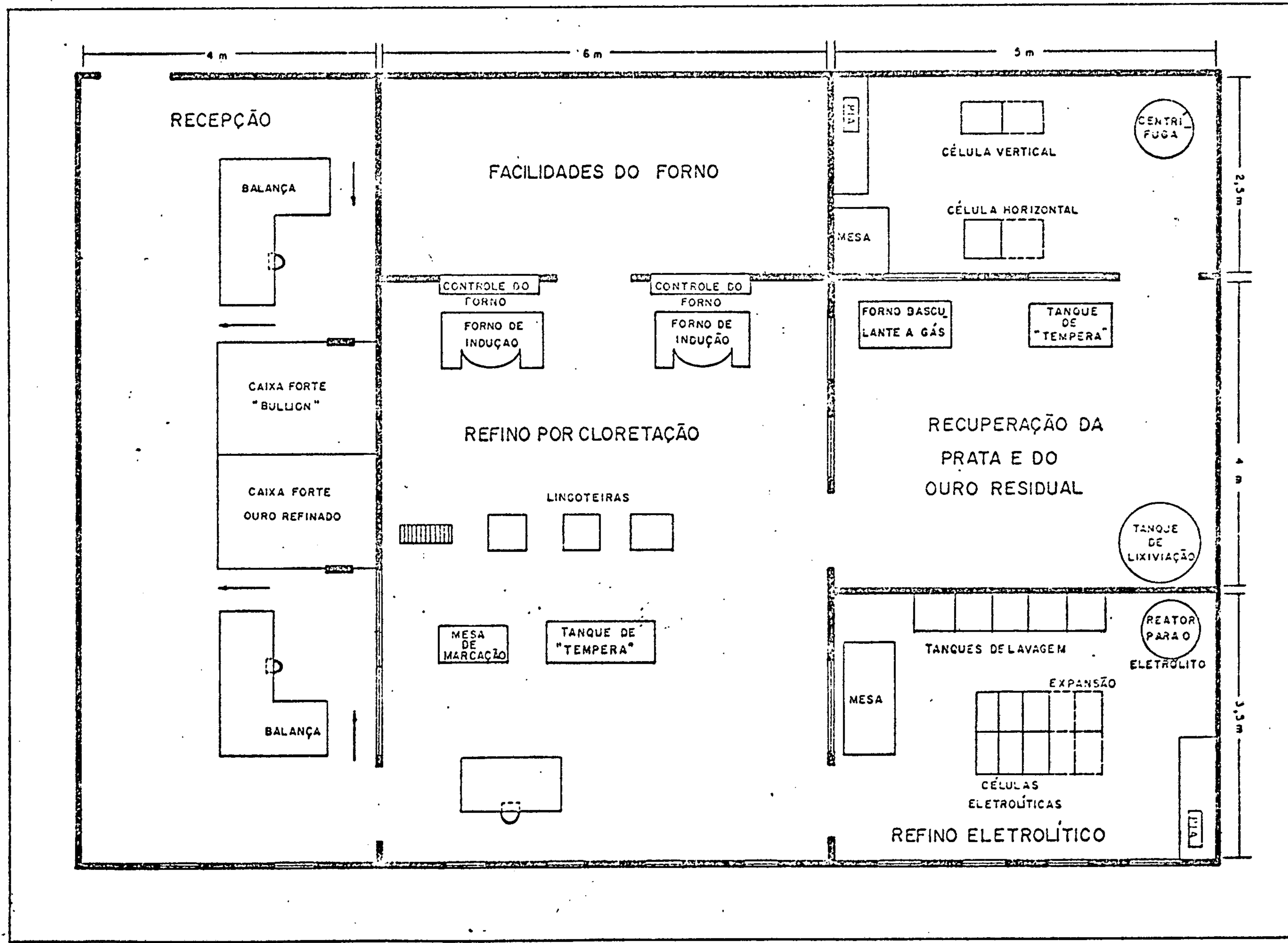
3 - No processo de cloretação Miller, os fornos de indução são, particularmente, recomendados em razão de:

- reduzirem significativamente o tempo de fusão;
- não contaminarem o ouro fundido;
- induzirem turbulência à massa fluida, garantindo sua homogeneidade.

4 - Para o eletro-refino de "bullion" de ouro com teores de prata acima de 6 %, recomenda-se a utilização de corrente de pulso, sendo esta melhor obtida conectando-se em gerador de C.C. a um gerador de C.A..

5 - Deverá ser maximizada a possibilidade de participação da indústria nacional no fornecimento de equipamentos, critério que será sempre considerado prioritário na escolha entre opções diferentes.

6 - Uma "idéia" de uma usina de refino de "bullion" de ouro com capacidade nominal de até 40 t pode ser vista na figura a seguir.





BIBLIOGRAFIA

A - REFINO

1. MILLER, F.B.; Patent: "Toughening Gold Bullion, Refining Alloyed Gold, & C". London A.D. 1867, 17 th, June, n° 1767.
2. KELLOGG, H.H. - "Thermodynamic Relationships in Chlorine Metallurgy". Journal of Metals, June 1950, transactions AIME, Vol. 188.
3. POTTER, G.M.; SALISBURY, H.B. "Innovations in Gold Metallurgy". United States Department of the Interior - Bureau of Mines, September 9 - 12, 1973.
4. STOCKDEN, H.J.; McLean, J. "Gold Smelting with the Electric Submerged Arc Furnace". J.S.A. Institute of Mining and Metallurgy, June, 1966.
5. ATMORE, R.B.; HOWAT, D.D.; JOCHENS, P.R. "The Effects of Slag and Gold Bullion Composition on the Removal of Copper from Mine Bullion by Oxygen Injection". J.S.A.
6. FERRELL, E.F. Recovering Gold from Scrap Electronic Solders by Drossing. United States Department of the Interior, Bureau of Mines, 1976. Washington, RI n° 8169.
7. GREENSPAN, L. "Electrodeposition of Bright Silver or Silver Alloy". Patent n° 1351665. The Patent Office - London, 1 May, 1974.
8. WALKER, G.A. "Recovery and Refining of Secondary Silver". Ninth Commonwealth Mining and Metallurgical Congress, 1969 - United Kingdom.
9. ANONIMUS - "Modernisation of Gold Production in the Rand". August, 1971.

10. STATHAM E.F.; COYLE T.J., HOWAT D.D. - "Some Aspects of Electrolytic Gold Refining as Applied to South African Mine Bullion". J.S.A. Inst. Min.Met., June, 1968.
11. METALS & MINERALES PROCESSING - "30 000 t of Refined Gold in 55 Years". February, 1978.
12. E/MJ - "Rand Gold Refinery - Biggest Little Plant in the World". November, 1972.
13. CHEH, H.Y. - "Current Distribution During the Electrodeposition of Gold". J. Electrochemical Society, May 1970.
14. RHODES, W.A. - "Electrolytic Gold Recovery and Separation Process". United States Patent 3.957.603, May, 18, 1976.
15. MARLOW, E.F. - "Electrodeposition of Gold". Patent n° 1.294.309. London 1972.
16. Gold Refining Metallurgical and Chemical Engineering. Vol. VIII, n° 2, Feb. 1910.
17. STATHAM, E.F.; COYLE, T.J.; HOWAT, D.D. "Some Aspects of Electrolytic Gold Refining as Applied to South African. Mine Bullion". J.S.A. Institute of Mining and Metallurgy; June 1968.
18. WOHLWILL, E. "Electrolytic Refining of Gold". Electrochemical Industry, Vol. II, n° 6, June 1904.
19. WOHLWILL, E. "The Electrolytic Process of Refining Gold Alloys". Electrochemical Industry Vol. II, n° 7, July, 1904.
20. TUTTLE, D.K. "Electrolytic Refining of Gold". Electrochemical Industry, Vol. I, n° 5, January, 1903.
21. PERKINS, F.C. - "Extracting Gold and Silver at Wallstreet Mills, Colorado". Electrochemical Industry Vol. II, January, 1904.



CPRM

22. WHITEHEAD, R.L. "Electrolitic Refining of Gold, Silver and Copper at the United States Mint, San Francisco, Cal". Electrochemical and Metallurgical Industry, Vol. VI , n° 9, September, 1908.
23. J.W. RICHARDS. Metallurgical Calculations. "The Metallurgy of Silver and Gold". Electrochemical and Metallurgical Industry, Vol. VI, n° 3, March, 1908.
24. ZADRA, J.B.; ENGEL, AL.L.; HEINEN, H.J. "Process for Recovering Gold and Silver from Activated Carbon by Leaching and Electrolysis". United States Department of Interior, Bureau of Mines Report of Investigations 4843, February, 1952.
25. SCHALCH E.; NICOL, M.J. - "A Study of Certain Problems Associated With the Electrolytic Refining of Gold" - Gold Bulletin, n° 4, II. 1978.
26. FISHER, K.G.; HUGHES R.G. - "Aplication of Periodic Current Reversal (P.C.R.) to Electrolytic Copper Refining at Mufulira". Trans. Inst. Min. Metall., 1971, 80,c250 - c261.
27. RAUB, E., MULLER, K. - Fundamentals of Metal Deposition-Elsevier Pub. Company Ltd, Amsterdam, 1967.
28. MANTELL, C.L. - Inginiería Electroquímica - Editorial Reverté, S.A. , 1962.
29. BARBOSA, J.P. - "Efeitos de Alguns Parâmetros na Eletrorecuperação do Zinco" - Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1976.
30. VILLAS BÔAS, R.C. - "Eletroquímica para Engenheiros Metalurgistas Extrativos" - Publicação Didática, COPPE/UFRJ , 1973.
31. BALBERYSZSKI, T. - "Hydrometallurgy" Mineral Industries Bulletin, Colorado School of Mines, 13, pp 1 - 17, 1970.

32. TRAJANO R.B. - "Metalurgia dos Não Ferrosos" - E.E./UFRJ , 1960.
33. KING, A. - Gold Metallurgy on the Witwatersrand, Transvaal Chamber of Mines Johannesburg, 1949.
34. ROSE, T.K.; Newman, W.A.C. - "The Metallurgy of Gold", Griffin, London, 1937.
35. ADAMSON, R.J. - "Gold Metallurgy in South Africa" - Chamber of Mines of South Africa, 1972.
36. GLYNN, C. - "Gold 1978" - Consolidated Gold Fields Limited, June 1978.
37. LYRIO, J.G.G. - XVII SEMANA DE ESTUDOS - SIMPÓSIO SOBRE O OURO. "Prospecção e Pesquisa de Ouro". Agosto/1976.
38. C.P.R.M.; DECON/DIECON. PROJETO RERIUTABA. "Estudo das Possibilidades Econômicas do Ouro na Área do Empreendimento visando à Definição da Viabilidade da Pesquisa". Maio, 1977.
39. DNPM/DEM. Anuário Mineral Brasileiro "OURO", 1974 - 1978 .
40. VAN TASSEL, R.G.; MICHALOPOULOS, C. "The Commercial Demand for Gold in the Rest of the World". Mining Engineering , March, 1974.
41. ETHEREDGE, D. - "Gold - Good Prospects for a Stable Year" . E/MJ - March, 1977.
42. "GOLD". Commodity Data Summaries - 1977. USBM.
43. TECNOMETAL / CTA - "OURO", 1974.
44. "GOLD'S". Predominance Undimed. Metal Bulletin Monthly , April 1978.
45. Official Gold Sales - "Analysis of Rand and O.F.S. Quartelies". Supplement to Mining Journal, May, 5 1978.
46. CONCLUSÕES DO SIMPÓSIO SOBRE O OURO. Mineração e Metalurgia, Setembro 1976.

B - ESTATÍSTICO - ECONÔMICO

47. SARMENTO, C.E.M. - "Conferência proferida no Simpósio Sobre o Ouro", Ouro Preto, XVII Semana de Estudos da SICEG, em Agosto de 1976.
48. ANÔNIMO - Diagnóstico Técnico-Econômico Sobre Metais Não Ferrosos "Especiais" - DNPM, 1974.
49. "Gold vs Dollars". Mining Journal, June, 30. 1978.
50. J. ARON - "Gold Statistics and Analysis". J. Aron Precious Metals Research Department, Nov/Dec, 1977.
51. BOOZ - ALLEN & HAMILTON DO BRASIL CONSULTORES LTDA - "Minerals and Metals Outlook Brazil". 1978.
52. Projeto Tapajós - Sucumduri - Ministério das Minas e Energia, Convênio CPRM/DNPM, 1978
53. Projeto Garimpagem do Ouro na Região do Tapajós - Ministério das Minas e Energia, Convênio DNPM/FAG. 1974.
54. Projeto Cadastramento de Garimpos nas Bacias dos Rios Amapari e Araguari - 5º Distrito do DNPM . 1972.
55. Projeto RORAM - Cadastramento de Garimpos - "Garimpo do Abacaxis", DNPM, 8º Distrito, 1976.
56. Projeto Jamanxim - Ministério das Minas e Energia, Convênio DNPM/CPRM, 1978.
57. Projeto Ouro no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, Ministério das Minas e Energia, Convênio DNPM/CPRM, Abril 1974.
58. Balanço Mineral Brasileiro, Bens Minerais Selecionados, Ministério das Minas e Energia, 1978.
59. Projeto Mina Maravilha, Secretaria das Minas e Energia, Estado da Bahia, Convênio SME/CBPM, 1976.
60. LEMOS, J.C. - Urânio e Ouro na Serra de Jacobina, Boletim nº 6, Ministério das Minas e Energia, Comissão Nacional de Energia Nuclear, 1974.



61. FELICÍSSIMO, J.J. - As minas de Ouro do Assuruá, Município Gento de Ouro, Bahia, I.G.G. (Nº único): 131-148, 1968.
62. RIDGWAY, R.H. - "Summarized Data of Gold Production", Bureau of Mines, U.S.A., 1929.
63. W.J. Busschau - The theory of Gold Supply, Oxford University, Press London, Humphrey Milford, 1936.
64. Processo nº 0610 - 2.749/71, Parecer CST/SIPE nº 2702, Consulta sobre IPI, Interessada: Cia. Mina da Passagem.
65. Projeto Ouro - Encontro Nacional sobre Metais Nobres e Diamante, Ministério das Minas e Energia, DNPM, 7º Distrito, Salvador, BA, Setembro/1975.
66. Johnson E.E., Bennett J. H., An Engineering and Economic Study of a Gold Mining Operation, Bureau of Mines, information circular 8374, 1968.
67. O Mercado Brasileiro de Pedras Preciosas, Semipreciosas, e Bijuterias e sua Demanda Industrial, Ministério da Indústria e Comércio, Secretaria de Tecnologia Industrial, 1975.
68. Boletim de Preços, Bens Minerais e Produtos Metalurgicos, Ministério das Minas e Energia, 1978.
69. Gold Rush, Why the Slow Start?, U.S. News & World Report, Jan, 13, 1975.
70. The Smuggling Trade, Precious Metals, Metal Bulletin Monthly, Jan, 1976.
71. Wessel F.W., The Mineral Industry of Brazil, Minerals Year book, 1974.
72. Anglo-American Corporation Group, Mining Journal, December 22, 1978.
73. Gold, Mineral Commodity Summaries, Bureau of Mines, V.S. Dep. of Interior, 1978.



74. Union Corporation Group Gold Mines, Mining Journal - December 8, 1978.
75. Eine Informationsserie von Arno Schafer, Pforzheim - Eutingen, Galvanisieren in der Werkstatt (9).
76. Tables of Weights and Measures with equivalents in U.S. and Metric Units, American Steel & Wire Company, pag 31 a 35.
77. Brasil Relojoeiro e Joalheiro, Orgão Oficial do Instituto Brasileiro de Relojoaria, Set, Out, Nov, Dez, 1978.
78. Projeto Ouro de Rio das Contas - Fase I, Convênio SME/CBPM, Coordenação da Produção Mineral, Bahia, Secretaria das Minas e Energia.
79. Diagnóstico Técnico-Econômico Sobre Metais Não Ferrosos "Especiais" - Ouro, Prata, Conselho Nacional de Não Ferrosos e Siderurgia, CONSIDER.
80. MARGUERON, C. - "Projeto Ouro: Situação e Perspectivas", Faculdade Federal de Minas e Metalurgia da U.F.O.P., PLANFAP, Ouro Preto, 1972.
81. Menezes S.O., Impostos no Setor Mineral da Economia Brasileira, 1977.
82. SALLES, W.M. - Depoimento, Comissão Parlamentar de Avaliação da Política Mineral Brasileira, Brasília, a Agosto, 1977.
83. PENIDO, J.G. Conferencista, Perspectivas de Mineração de Metais Preciosos e sua Metalurgia, XX Semana de Estudos Minerometalurgicos, Centro Moraes Rêgo, Set. 1968.



C - BENEFICIAMENTO DE OURO

84. "Old Dumps Yield Gold in New Recovery Scheme" - Mining Equipment International, May 1978.
85. LO, J. M.; WEI, J.C.; YEH, S.J." - Preconcentration of Mercury, Gold, and Copper in Seawater with Lead Diethylthiocarbamate for Neutron Activation Analysis". Analytical Chemistry, Vol. 49, n° 8, July 1977.
86. BAIBORODOV, P.P.; EZAKOV, A.B.; ZHURAVLEV, V.I. - "Industrial Use of Hydrometalurgy to Process Gold-Antimony Concentrates". Tsvetnye Metally, 1974.
87. DRUZHINA, A.S.; CHERNAYAK, A.S.; SHAMOLINA, I.I.; KISELEV, G.A.; VOL'F, L.A. - "Gold Extraction from Thiourea Solutions Using Ion-Exchange and Electron-Exchange Filaments". Tsvetnye Metally, Aug. 1975, (8), 97, 87.
88. HENLEY, K.J. - "Gold-Ore Mineralogy and its Relation to Metallurgical Treatment". Minerals Sci. Engng. Vol. 7, n° 4, October, 1975.
89. HEDLEY, N.; TABACHNICK, H. - "Chemistry Of Cyanidation". American Cyanamid Company - Mineral Dressing Notes, December 1968, n° 23.
90. WHITE, L. - "Heap Leaching Will Produce 85.000 oz/Year of Doré Bullion for Smoki Valley Mining": E/MJ - July, 1977.
91. "How concentrators Use Carbon". World Mining, August 1977.
92. DUNCAN, D.M.; SMOLIK, T.J. - "How Cortz Gold Mines Heap-Leached Low Grade Gold Ores at Two Nevada Properties".
93. "Homestake Uses Carbon-in-Pulp" - World Mining, November 1974.
94. ZYRYANOV, N.M.; GUBEIDULINA, A.V. - "Employing Hydrochlorination to Recovery Gold from Concentrates". Tsvetnye Metally 1974.



95. FRIDMAN, I.D.; POCHOKINA, L.E. ZDOROVA, R.; BEK, Y.U. ; MASLII, A.I.; PUNISHKO, O.A.; POCHIVALOV, I.N. STAFEEVA, L.S. - "Ion Exchange Technology in Gold Hydrometallyrgy". Tsvtnye Metally, 1975.
96. GROENEWALD, T. - "Potential Applications of Thioure in the Processing of Gold". J.S.A. Institute of Mining and Metallurgy, June 1977.
97. BRYANS, J. - "Free Gold Recovery". Canadian Mining Journal May, 1974.
98. SHEVELEVA, L.D.; KAKOVSKII, I.A. - "Effects of Copper Compounds Upon Speed of Gold Dissolution in Cyanide Solutions". Tvetnye Metally, 1975.
99. STAMBOLIADIS, E.; MCHARDY, J.; SALMAN, T. - "The Effects of Copper Ions on the Cyanidation of a Gold Ore". - CIM Bulletin, March, 1976.
100. RCACH, A.G. - "Ammonium Chloride Resolves Problems in Gold Metallyrgy". Canadian Mining Journal, 1976.
101. SCHEINER, B.J.; LINDSTROM, R.E.; HENRIE, T.A. - "Processing Refractory Carbonaceous Ores for Gold Recovery". Journal of Metals, March 1971.
102. KUZ'MINYKH, V.M. - TYURIN, N.G.; NIKULOVA, A.A. - " Desorption of Gold From Wood Charcoal by Sodium Sulfide". Translated from Zhurnal Prikladnoi Khimii, Vol. 42, n° 9. , September, 1969.
103. CROSS, H.E. - "Metallurgical Considerations in the Automation of Gold-Recovery Plants". J.S.A. Institute of Mining and Metallurgy. April, 1973.
104. BATH, M.D.; DUNCAN, A.J.; RUDOLPH, E.R. - "Some Factors Influencing Gold Recovery by Gravity Concentration". J.S.A. Institute of Mining and Metallurgy, June 1973.
105. STAMBOLIADIS, E. MCHARDY, J.; SALMAN, T. - "Ion Exchange Techniques For the Recovery of Gold From Cyanide Solutions". CIM Bulletin, August, 1978.



106. HEINEN, H.J.; PETERSON, D.G. - "Processing Gold Ores Using Heap Leach-Carbon Adsorption Methods". Bu Mines IC 8770, 1978.
107. YOUNG, G.J.C. - "A Brief Description of a New Metallurgical Plant at St. Helena Gold Mines", J.S.A. Inst. Min. Met., Jan, 1978.
108. FRENCH, J.H. - "The Cyclone as a Gold Concentrator". J.S.A. Inst. Min. Met., Nov, 1955.
109. GUIMARÃES, D. - "Informações sobre Aparelhos e Dispositivos para Extração de Ouro de Aluvião", DNPM, Avulso nº 1, 1934.

D - ANÁLISE QUÍMICA

110. ZHELIGOVSKAYA, N.N.; BORINSENKOVA, M.K.; BENSHTEIN, L.E. - "Statistical Basis for Selecting a Method of Analysis for Characterizing the Mean Content of Gold and Silver in Industrial Products". Zavodskaya Laboratoriya, Vol. 40, nº 9, pp. 1058 - 1061, September, 1974.
111. POPOVA, N.N.; ZDUROVA, E.P.; KONDYLINSKAYA, M.A. - "Loss of Gold in the Process of Concentration for Assay". Zavodskaya Laboratoriya, Vol. 40 nº 9, pp. 1061 - 1063, September, 1974.
112. MASLEY, N.N.; NABIVANETS, B.I.; ZADOROZHINAYA, E.M. - "Extraction - Photometric Determination of Gold in Ores". Zavodskaya Laboratoriya, Vol. 42, nº 10, pp. 1165 - 1166, October, 1976.
113. COOLEY, E.F.; CURRY, K.J.; CARLSON, R.R. - "Analysis for the Platinum Group Metals and Gold by Fire-Assay Emission Spectrography". Applied Spectroscopy, Vol. 30, nº 1, 1976.



114. KOLOSOVA, L.P.; LISNYANSKAYA, M.G.; NADZHINA, L.S.; NOVA
TSKAYA, N.V.; GRINZAID, E.L. - "Improvements to the As-
saying of Platinum, Palladium, Gold and Rhodium in Ores
and Beneficiation Products by Spectral Analysis". Zavo
dskaya Laboratoriya, Vol. 41, n° 9, pp. 1088 - 1091
September, 1975.
115. BOGOSLOVSKAYA, M.N.; BIRGER, G.I.; BRUK, B.S.; GROMOVA,
T.I.; SATARINA, G.I. - "Atomic Absorption Determination
of Gold in Ores and Tailings". Zavodskaya Laboratoriya,
Vol. 41, n° 6, pp. 682 - 686, June, 1975.
116. STRASHEIM, A.; JACKSON, P.F.S. - "An Analytical Survey of
Raw Bullion from South African Gold Mines by Mass Spec
trography". - J.S. Afr. Inst. Min. Metall., pp.121-138,
Dec., 1971.
117. YOUNG, R.S. - "Gold in Chemical Analysis in Extractive Me
tallurgy"- Charles Griffin Company Ltd. London, 1971.
118. HEADY, H.H.; BROADHEAD, K.G. - "Assaying Ores, Concentra-
tes, and Bullion" - BuMines c/8714, 1976.
119. DILLON, V.S. - Assay Practice on the Witwatersrand - Trans
vaak and Orange Free State Chamber of Mines, Johannes-
burg, 1958.

E - METAIS DO GRUPO DA PLATINA

120. EDWARDS, R.I. - "Refining of the Platinum - Group Metals".
J. of Metals, August, 1976.
121. HULL, W.Q.; STENT, C. - "Gold Processing". I/EC, Vol. 48,
n° 12, Dec. 1966 pag 2095 - 2106.
122. McNEVIN, W.M. - "Present Limitations of Platinum - Group
Analysis". Analytical Chemistry, Vol, 25 n° 11, Nov.
1953.



123. BEAMISH, F.E.; McBRIDE, A.E. - "Concentrating and Dissolving Platinum Metals". Analytical Chemistry, Vol. 25, n° 11, Nov. 1953.
124. GILCHRIST, R. - "Chemical Methods for separating and Determining metals Contained in platiniferous Materials" - Analytical Chemistry, Vol. 25 n° 11, Nov. 1953.
125. McNEVIN, W.M; CRUMETT, W.B. - "Behavior of Platinum Group metals forward ion exchange Resins". Analytical Chemistry, Vol. 25, N° 11, Nov. 1953.
126. ZACHARIASEN, H.; BEAMISH, F.E. - "The isolation of platinum metals from Partially Refined Concentrates". Talanta, Vol. 4 pp. 44 - 50, 1960.
127. MORRIS, D.F.C.; ALI KHAN, M. - "Aplication of solvent Extraction to the Refining of precious metals - III". Talanta, Vol. 15 pp. 1305, 1968.
128. BEAMISH, F.E. - "A critical Review of Methods of isolating and separating. The Noble Metals - II". Talanta, Vol 14, pp. 991 - 1009, 1967.
129. RIMMER, B.F. - "Refining of Gold from precious metal concentrates by Liquid-Liquid Extration". Chem. Ind., pp. 63 - 66, 1964.
130. YEN, W.T. - "A simple, reliable method of determining precious metal content of mil Products". Canadian mining Journal, Oct. 1977.
131. GOLDEN, J.O. - "Liquid-Liquid Extraction in the Mineral Industries". Mineral Industries Bullein - Colorado School of Mines, Vol. 16, March 1973, N° 2.
132. DNPM - "Perfil Analítico da Platina" - Boletim n° 19, 1973,
133. JOLL - J.H. - "Platinum-Group Metals" - MCP - 22, USBM, September, 1978.



134. NIM - "OPNIM PROCESS" - Anual Report 1977.
135. METAL BULLETIN - "Platinum Refining Methods", Nº 61, Jan. 1976, pp. 7 - 11.
136. SCHLAIN, D.; McCawley, F.X.; SMITH, G.R. - "Electrodeposition of Platinum - Group Metals", U.S.B.M., R.I. nº 8249, 1977.

F - MANUSEIO DO CLORO

137. LAUBUSCH, E.J. - "Safe Handling of Chlorine" in Chlorine; its Manufacture, Properties and uses. Reinhold Publishing Corporation, 1962.
138. SOLVAY TECHNICAL AND ENGINEERING SERVICE - "The Analysis of Liquid Chlorine and Bleach". Bulletin nº 12, 1960.
139. PAPP, R. - "Storage and Transportation of Liquid Chlorine" - Chemistry and Industry, March, 1975.
140. "Chlorine and Chemical Control Equipment". Wallace Tiernan Company, Inc. Newark 1, New Jersey, 1945.

G - GERAL

141. TRAJANO, R.B. - WAHLE, S.C. - "Metalurgia do Ouro em Minas Gerais". Ministério da Agricultura - Laboratório da Produção Mineral - 1943 - Avulso 5.
142. CENTRO MORAES RÊGO - XX Semana de Estudos Mínero-Metalúrgicos, "Perspectivas de Mineração de Metais Preciosos e sua Metalurgia". Setembro, 1968.
143. HULL, W.Q.; STENT, C. - "Gold Processing I/EC, Vol. 48, Nº 12. December 1956. Pag. 2095 - 2106.
144. SISSELMAN, R. - "Rosário Dominicana Launches Latin Americas Largest Gold Mine". E/Mj - October 1975.



145. "Gold and Gold Alloys". Metals Handbook, 1970.
146. FÉLIX, J.T. - "Ouro, Problema Brasileiro". Fundação J.P., Belo Horizonte, 3 (2): 38 - 43, Abril - Junho 1973.
147. MATHEWS, W.S. "Nevada's Mountain of Invisible Gold". Natio
nal Geographic, May, 1968.
148. "Mining and Minerals". NIM Report 1977. África do Sul.
149. HEBERT, C. - "Extractive Metallurgy "Mining Anual Review,
1976.
150. AGETON, R.W. - "Gold" Mineral Facts and Problems, 1970.
151. "An Engineering and Economic Study a Gold Mining Op".
USBM, IC 8374, B, 1968.
152. MELLOR - "Inorganic and Theoretical Chemistry". 1950.
153. JULIAN, H.F.; SMART, E. - "Cyaniding Gold and Silver Ores.
C. Griffin Co. Ltd. - 1907.
154. MORAES, L.J. - "A Indústria Extrativa de Ouro", DNPM, 1937.
155. OLIVEIRA, A.S. - "O que o Brasil pode fazer pela Mineração
de Ouro" - Eng. Min. Met. - Vol XLIV nº 260 Agosto 1968.
156. "Submicroscopic Gold in a Pyrite Conc" - Proc. Aust. Inst:
Min. Met. Nº 231, Sep. 1969.
157. ABREU, S.F. - Recursos Minerais do Brasil, Editora Edgar
Blücher Ltd., 2a. Edição, 1978, pp. 629 - 669.
158. RAPSON W.S. - Gold Usage, Academic Press. London, 1978.
159. PAIVA, G.; Souza, H.C.A; Abreu, S.F. - "Ouro e Bauxita na
Região do Gurupi" - Boletim nº 13 do DNPM, 1937.
160. Mineral Commodity Profiles, MCP-25 - "Gold United States
Department of the Interior, October, 1978.
161. NORIEGA, M.O, - Mina a Céu Aberto e Mina Subterrânea da
Caraíba Metais S/A, V Encontro Nacional Sobre Tratamen
to de Minérios, Salvador, Novembro, 1978.



162. REZENDE, F.E.O. - "Projeto Caraíba: Concentração" V Encontro Nacional Sobre Tratamento de Minérios, Salvador, Novembro, 1978.
163. VASCONCELOS, F.M. - "Relatório de Viagem à África do Sul, CPRM, Março, 1973.
164. RADINO, H. - "Mineralurgia do Cobre", Semana do Cobre, CREA, Salvador, Novembro, 1978.
165. HOGAN, J.J. - "Gold", Canadian Mining Journal, February, 1978.
166. BAREAU, P. - "Gold", Mining Annual Review, 1976.
167. OURO, PRATA E PLATINA - Estudo de Minas Gerais, BDMG/DDM, Março, 1973.
168. BRAGA, Jr. - "Ourobrás, Exigência do Desenvolvimento Nacional", Senado Federal, Brasília, 1977.



APÊNDICE A

REFINO DE OURO NA RAND REFINERY

APÊNDICE A

REFINO DE OURO NA RAND REFINERY

Para melhor compreender a descrição do processamento das barras de "bullion" e dos sub-produtos na Rand Refinery, esta pode ser dividida em quatro departamentos,

- Refino de Ouro
- Refino de Prata
- Coleta de Gases
- Tratamento de Sub-produtos

a) Departamento de Refino de Ouro

A composição química do "bullion" produzido na África do Sul, em média, é a seguinte: 88% de ouro, 9% de prata, 3% de metais de base - cobre, zinco, chumbo, ferro e traços de metais do grupo da platina, notadamente ósmio e irídio que ocorrem geralmente junto com algum níquel. Para refinar este tipo de "bullion", a Rand Refinery utiliza o "Processo de Cloretação Miller", originalmente desenvolvido em 1868 por F.B. Miller na Casa da Moeda de Sydney, Austrália. Basicamente este processo consiste no borbulhamento de gás cloro através do "bullion" fundido, convertendo os metais de base e a prata nos seus respectivos cloretos, que sendo mais leves flutuam a superfície do ouro fundido, de onde são facilmente retirados. Deste modo obtém-se prontamente ouro de pureza 995+, aceito para fins monetários.

Para obtenção de ouro industrial, ou seja, ouro 999,9, existe, ainda, neste departamento uma seção de refino eletrolítico, que parte do ouro 995+ obtido pelo processo de cloretação.

- Recepção do "bullion"

A.2

- Fusão
- Refino
- Recuperação do Ouro Residual
- Refino Eletrolítico
- Ligas

a.1 - Seção de Recepção do "Bullion"

As barras de "bullion" provenientes das diversas minas chegam à refinaria - sob a guarda de pessoal especializado da própria Rand - por uma das seguintes vias: aérea, ferroviária e rodoviária. Na seção de recepção as barras de "bullion" são conferidas e conduzidas para a caixa forte. Essas barras são de formato padrão, apresentando as seguintes dimensões: face superior 24 x 140 mm, espessura 73 mm e face inferior 178 x 76 mm; com essas dimensões, o peso de cada barra é de aproximadamente 31 kg (1.000 oz).

Até 4 (quatro) barras de uma única mina são agrupadas para fazer um "depósito" nominal de 125 kg. Cada depósito tem sua massa determinada por uma balança de travessão, com precisão de 1,0 g; esta massa é, ainda, verificada em uma segunda balança. O depósito é a seguir levado à seção de fusão para feitura da amostragem. Após a amostragem e remoldagem, o depósito - agora sob a forma de lingotes menores, pesando cerca de 12,5 kg - retorna à caixa forte, à espera dos resultados da análise química da Rand. Até esse estágio cada depósito mantém sua identidade original, porém a perde, uma vez havendo concordância dos resultados dos teores de ouro e prata dados pelas minas com aqueles obtidos pela Rand (o que quase sempre ocorre), quando é, então, transferido para a seção de Refino.

a.2 - Seção de Fusão.

Antes de seguir para o refino, o "bullion" é levado para esta seção com o propósito de ser feita a

amostragem. Esta é feita por imersão do coletor de amostras no banho do "bullion" fundido, sendo este o único método de amostragem de ligas heterogêneas - como no caso do "bullion" considerado de confiança.

Para a fusão, as barras de "bullion", constituindo um depósito, são postas em um cadinho de grafite de modo a formar - quando duas delas são colocadas face a face - uma superfície externa próxima à de um cilindro com diâmetro inferior em 10 mm ao diâmetro interno do cadinho. Este é a seguir colocado sobre a plataforma (operada hidráulicamente) de um dos 6 (seis) fornos de indução de 2.000 Hz. Após o abaixamento do cadinho para dentro do forno, é feito um aquecimento por 100 Kw durante 18-20 minutos, tempo requerido para a fusão em uma temperatura entre 1.050° e 1.100°C. O campo criado pela bobina de indução no "bullion" fundido é tal que induz turbulência, garantindo homogeneidade para uma amostragem correta. Depois de alguns minutos na temperatura de pico, é feito um superaquecimento de cerca de 100°C para permitir uma maior fluidez quando da moldagem e a tomada de amostras, feita por um amostrador confeccionado em aço doce, revestido de grafite, contendo quatro pequenas conchas. As amostras são conduzidas para o laboratório, por meio de uma correia pneumática, visando a determinação dos teores de ouro e prata. O cadinho é içado do forno de indução, preso a uma pinça e, em seguida, vazado para a lingoteira, constituída por moldes revestidos de carbono, colocados sobre uma máquina rotativa que se inclina automaticamente, jogando os lingotes já solidificados, pesando até 12,5 kg, em uma correia que passa através de um tanque de resfriamento e os conduz a uma mesa de marcação.

Cada lingote é marcado com o número do depósito original e o peso determinado para se obter o "peso após a fusão". Controle rigoroso é exercido sobre algum derramamento e os cadinhos são raspados após cada fusão. O depósito, a seguir, retorna à caixa forte aguardando os resultados analíticos.

A.3 - Seção de Refino

Esta seção, que emprega o Processo de Cloretação Miller, é equipada com 7 (sete), fornos basculantes de indução de 2.000 Hz e 150 kW com capacidade de 500 kg de ouro para o refino e 2 (dois) fornos de retenção basculantes de 2.000 Hz e 225 kW com capacidade de 1.000 kg para moldagem, (fabricados pela ACEC-Charleroy da Bélgica), além de outros equipamentos auxiliares.

A potência de 2.000 Hz utilizada pelos fornos nas seções de fusão e de refino é gerada em uma estação central e distribuída individualmente aos fornos. Até 3 (três), dos 5 (cinco) conversores de frequência de 350 Kw instalados, são usados em paralelo para gerar potência de 800 V que é entregue para um sistema central de barramento. Deste barramento os fornos são alimentados individualmente a 1.200 V, 800 V ou 600 V, conforme requisitado. Cada forno tem proteção contra sobrecarga, controle da voltagem da bobina, correção automática do fator de potência e dispositivos de medição (amperímetros, volímetros, etc...). Um sistema de balanceamento de carga entre as seções, assegura que a demanda máxima é mantida constante quanto possível. Um banco de gelo (compressor de amônia) no circuito de bombas de circulação de água fornece água de refrigeração com temperatura constante. Existe também um sistema para injeção de água de emergência no circuito, caso o fornecimento de energia seja interrompido.

Do estoque de lingotes de "bullion" já analisados e guardados na caixa forte, é selecionada uma carga de até 500 kg (40 lingotes) para refino. Os lingotes selecionados são colocados sobre um estrado, pesados e a seguir conduzidos para a seção de refino por intermédio de uma empilhadeira. Estes lingotes são manualmente transferidos para o cadinho do forno pré-aquecido e mantido em posição inclinada para facilitar o carregamento. Retorna-se o forno à posição de trabalho e liga-se para fundir a carga. Normalmente, aplicando-se 120 Kw, a

carga funde em 45 minutos. Antes da fusão é adicionado 3 kg de fundente (borax + sílica + cloreto de sódio) sobre o topo dos lingotes. Os cadinhos utilizados são de argila/grafite, revestido de alumina, de formato cilíndrico e com uma vida útil de 15 a 24 refinados, dependendo do tipo de "bullion" refinado. "Bullion" com alto teor em metais de base, chumbo em particular, apresenta efeito deletério sobre o revestimento do cadinho. A absorção dos gases emanados dos fornos é facilitada pelo uso de capelas fixas e móveis, ligadas a um duto principal que leva os gases a um lavador e precipitador eletrostático.

Após a fusão completa do "bullion", dois tubos de grafite de 25 mm de diâmetro externo x 12 mm de diâmetro interno x 1 m de comprimento são introduzidos no banho do "bullion" fundido e fixados em posição vertical quando atingem o fundo do cadinho. Para promover uma melhor distribuição do gás no metal fundido, doze orifícios de 3 mm de diâmetro são perfurados dois a dois ao longo de cada tubo. Mangueiras de borracha são conectadas aos tubos de grafite e cloro proveniente da rede de distribuição principal é admitido nas tubulações.

O objetivo principal do refino é eliminar a prata e os vários metais de base presentes no "bullion", pela conversão destes em cloretos, através de injeção de gás cloro.

Na prática, habitualmente, o ferro é a primeira impureza a ser eliminada seguida de chumbo e zinco. Como viu-se, seus cloretos são todos gasosos à temperatura de refino, causando alta turbulência e borbulhamento; nesta fase, o fluxo de cloro deve ser necessariamente fraco.

A medida que se formam os cloretos de metais de base e de prata, causando um aumento no nível do líquido cadinho; vão sendo removidos para outro cadinho pré-aquecido, visando uma posterior recuperação da prata, cobre e traços de ouro. Após cada remoção - em geral três ou quatro, dependendo da qualidade do "bullion" - uma quantidade extra de fundente é adicionada e a cloretação prosseguida.

Próximo ao final do refino, a velocidade de absorção do cloro decai, originando uma considerável turbulência no banho fundido. Neste estágio, quando a pureza do "bullion" é de cerca de 99% e uma quantidade suficiente de vapores amarelados de cloreto de ouro é envolvida de modo a formar uma mancha amarela sobre a superfície de um tubo refratário, o fluxo de cloro é bastante reduzido. A cloretação continua por um período de 20 minutos e, neste intervalo de tempo, uma amostra é tomada. O teor de prata desta amostra é determinado em um aparelho de fluorescência de Raios X e, se for menor que 0,35%, o "bullion" é considerado suficientemente refinado. A injeção de cloro é interrompida, os tubos removidos e a camada residual de cloretos retirada.

Após aquecimento do "bullion" refinado a 1.100°, o forno de refino é inclinado e o "bullion" vazado para um cadinho pré-aquecido inserido em um recipiente de formato cúbico - este é conduzido por uma empilhadeira a um dos fornos de retenção, para onde o "bullion" fundido é transferido. Os fornos de retenção são similares em construção aos fornos de refino, porém estão equipados com um cadinho maior (capacidade de 1.000 kg de ouro) e sem revestimento. Estes fornos possuem um sistema hidráulico de inclinação com 3 posições para frente e para trás. Pode-se usar duas voltagens para as bobinas, 800 V para retenção e aumento da temperatura do metal fundido e 1.200 V para fundir lingotes. É usual encher o cadinho do forno de retenção com duas cargas de refino, antes de se iniciar a moldagem das barras de ouro refinado.

A maior parte da produção da refinaria é de barras para fins monetários, com massa nominal entre 12,5 e 12,7 kg e título mínimo de 995,0, com uma média de 996,5.

Os moldes pré-aquecidos e "defumados" com fumaça de "dieseline" são colocados sobre cinco balanças de plataformas, de 100 kg de capacidade, dispostas sobre mesas em frente ao forno de retenção. A seguir, cada balança é tarada e um peso equivalente a 12,6 kg é colocado no braço de cada uma

delas. Aproximadamente 14 kg de ouro fundido são vertidos do forno de retenção para um cadinho pré-aquecido.

O cadinho, preso à uma garra e contendo ouro proveniente do forno de retenção, é vertido manualmente para o molde. Antes de cada décima-segunda derramada, um par de amostras é retirado, por imersão, para análise do teor de ouro. Embora todas as barras provenientes de uma mesma carga do forno de retenção possuam um título igual, este método permite que até oito pares de amostras sejam retiradas de cada carga dando um valor médio bastante confiável do teor de ouro. Uma chama suave de gás é passada pela superfície do metal fundido em cada molde, para assegurar que a barra está resfriando de baixo para cima, evitando deste modo a formação de cavidades por retração. A chama também dá polimento à superfície e desloca pequenas partículas de poeira de refratário para as extremidades da barra. A solidificação leva cerca de 45 segundos, depois dos quais a barra é colocada sobre um aro de cobre e cada tempera em um tanque de água. As barras temperadas são retiradas do tanque e numeradas com um código de série, que consiste de duas letras seguidas por 4 dígitos. O código da série é modificado a cada 10.000 barras.

Após numeração, as barras são limpas e inspecionadas para detectar defeitos de moldagem. Cada barra tem então sua massa determinada em uma balança de dois braços com até 0,025 onças troy (0,78 g) de precisão. Cada barra é registrada de acordo com seu peso bruto e resultado analítico e estampada com a marca comercial da refinaria "Rand Refinery Limited" e o título. Tais lingotes são denominados "barras boas para entrega" e são aceitos para compra nos mercados mundiais de ouro.

a.4 - Seção de Recuperação do Ouro Residual

A recuperação do ouro contido na mistura de cloreto de prata e de metais de base, oriundos do proces

so de cloretação, é feita pela adição de carbonato de sódio.

A mistura de cloretos contaminados com o fundente provenientes da seção de refino, compondo uma carga de 120 kg, é despejada em um cadinho de argila/grafite de um forno basculante, alimentado à gás. Em seguida, aquece-se o forno à 1.100°C e adiciona-se 4,5 kg de Na_2CO_3 sobre a superfície da carga, 1,5 kg de cada vez. Deste modo; reduz-se a 20% do cloreto de prata presente em prata metálica e, assim, assegura-se uma "chuva" de gotículas de prata que percola a mistura de cloretos fundidos, formando liga com todo o ouro presente na carga. Após 20 minutos, remove-se a camada viscosa do fundente e a maior parte dos cloretos fundidos. A pequena parcela da mistura de cloretos restante e mais a liga de ouro-prata são vertidas para um outro cadinho que é resfriado a 800°C. Nesta temperatura a liga ouro-prata solidifica-se, e então, a mistura de cloretos residual, ainda fluída, é removida por decantação. O botão de ouro-prata contendo 25% de ouro, 72% de prata e 3% de metais de base é reciclado para a seção de refino.

Um cadinho contendo os cloretos fundidos, praticamente isento de ouro (abaixo de 100 ppm), são vertidos lentamente em um tanque de têmpera obtendo-se grânulos finamente divididos. Estes são levados à seção de refino da prata, onde são lixiviados, antes do refino eletrolítico da prata.

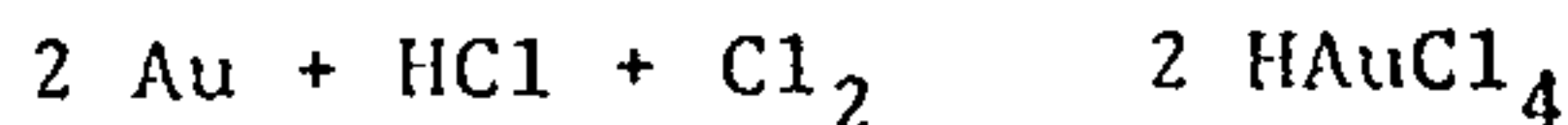
A granulação dos cloretos é preferível à moagem por proporcionar uma redução de tamanho rápido, livre de poeiras e, principalmente, por tornar possível a lixiviação imediata de até 40% dos cloretos de metais de base.

Cadinhos gastos, revestimentos de fornos, tubulações de cloro, escórias de bórax, etc. ... de todas as operações de forno na seção de refino de ouro são coletadas na "Sala de Varredura". Esse material é aqui britado, moído em moinho de barras com adição de pó de zinco para redução dos cloretos e peneirado. A parte metálica retorna para circuito de refino. Enquanto a fração fina menor que 28 mesh (tyler) é enviada para o departamento de recuperação de produtos sob a de

nominação de "varrido da refinaria".

a.5 - Seção de Refino Eletrolítico

A eletrólise do ouro é efetuada em uma solução de cloreto de ouro. O eletrólito é preparado dissolvendo-se ouro metálico com cloro gasoso na presença de ácido clorídrico:



Esta reação é realizada em um frasco de vidro de 100 litros. O depósito catódico e o ácido são colocados no frasco e borbulha-se cloro. A reação processa-se com agitação, a uma temperatura de 70°C.

Completada a dissolução, a solução é diluída e posteriormente acidificada para obter concentrações de 80g/l de ouro e 100g/l de ácido clorídrico. Adequadas para uso como eletrólito.

Na seção de refino da Rand Refinery, a eletrólise é efetuada em células de cerâmica esmaltada dispostas em três bancadas de 18 células cada, à temperatura de 60°C. Este aquecimento é efetuado por resistências de imersão, marca VITREOSIL de fabricação inglesa, em cada uma das células. Os barramentos são feitos de uma liga prata - cobre (71,5% Ag e 28,5% Cu).

Após a eletrólise, os catodos e fragmentos de anodos presos aos respectivos suportes são levados para os cinco tanques de lavagem, onde são sucessivamente lavados com ácido clorídrico diluído, água, mistura de tiosulfato de amônia e sulfito de sódio, seguida de mais duas lavagens acidificadas com água, para remover o cloreto de prata aderido. Os fragmentos de anodos são removidos para serem remoldados, enquanto os depósitos catódicos são fundidos e moldados em barras, das quais cerca de 10% são laminadas em tiras de 0,5 mm de espessura

ra e reciclada como catodos iniciadores. Os 90% restante constituem ouro refinado 999,9.

Quando da nossa visita, observamos que somente 6 células eletrolíticas estavam em operação, ou seja, cerca de 10% da capacidade nominal da seção de refino eletrolítico.

A lama anódica formada, é composta principalmente de ouro metálico que é regularmente coletado, refinado por cloretação a ouro 996 e remoldado em anodos. Quando a concentração dos metais do grupo da platina é apreciável, a lama é tratada com gás cloro e ácido clorídrico para dissolver o ouro, o qual é removido por filtração, enquanto o cloreto de prata é cuidadosamente decantado, deixando um concentrado contendo irídio, ósmio e retênio, em uma proporção de cerca de 5:5:1. Atualmente este concentrado é estocado para posterior venda à Johnson Matthey da Inglaterra.

À seguir são fornecidos os dados operacionais da refino eletrolítico do ouro:

Eletrólito

Au, g/l	70 - 90
HC, g/l	80 - 100
Temperatura, °C	55 - 65
Sistema de Circulação	Não há
Aquecimento	Resistência de imersão

Densidade de corrente

Corrente por célula, A	300
Voltagem por célula, V	0,5 - 0,7
Densidade de corrente anódica A/m ²	600

Anodos

Composição, % Au	99,6
Peso, kg	12
Comprimento x largura x espes- sura, mm	280 x 230 x 12
Número por célula	

Células

Material	Porcelana esmaltada
Comprimento x largura x altura mm	465 x 405 x 340

a.6 - Seção de ligas

A finalidade desta seção é compor a liga de ouro e, a partir desta, preparar os discos destinados a cunhagem dos Krugerrands.

Atualmente, produzem-se ligas de ou-
ro de 22 quilates a partir de ouro refinado e de cobre eletro-
lítico. O ouro de 22 quilates deve conter 91,67% de ouro (va-
lor nominal), com limites de especificação internacionalmente a
ceitos de 91,46 a 91,86%. A Rand Refinery estabelece limites
muito mais rigorosos: 91,63 a 91,67.

Duas fortes razões fazem com que a Rand
Refinery utilize o forno de indução para a obtenção deste tipo
de liga: a não produção de contaminantes e a geração de um cam
po induzido na massa fundida.

Para a obtenção da liga, funde-se ini-
cialmente o ouro, adicionando-se só depois do cobre; este proce-
dimento visa minimizar a oxidação. A liga assim obtida, é vaza-
da em moldes verticais fechados para produzir barras com 12 mm
de espessura. Estas barras são, a seguir, laminadas na espessu-
ra requerida. Ela é então perfurada para produzir os discos de
moeda que apresentam um pequeno excesso de peso. Estes são, a

seguir, mergulhados em uma solução de sabão e agitados para remover as extremidades agudas e limpar a superfície. Uma classificção por peso é feita: aqueles que ainda apresentam excesso de peso, são rolados diagonalmente sobre uma correia de papel de óxido de alumínio, que gira a alta velocidade até atingir o peso correto. Os discos acabados são pesados em lotes de quinhentos, cada um contendo exatamente uma onça troy (31,1 g) de ouro.

b) Departamento de Refino da Prata

Os cloretos, quando do refino do "bullion" pelo processo de cloretação Miller, após passarem pela seção de recuperação do ouro residual, são encaminhados a este departamento visando a obtenção de prata eletrolítica. A composição química destes cloretos, já em forma de grânulos, situa-se na seguinte faixa:

AgCl	60 - 70%
CuCl	10 - 14%
PbCl	1 - 3%
NaCl	10 - 20%

O processo utilizado para obtenção de prata eletrolítica, a partir deste cloreto de prata impuro, consiste em lixiviar suas impurezas - ou sejam, os outros cloretos - e, em seguida, reduzi-lo a prata metálica que, por sua vez, será moldada em forma de anodos e eletrolizada.

Um método aperfeiçoado, desenvolvido na Rand Refinery, possibilitou reduzir, a um quarto do tempo, o estágio de lixiviação e redução, que pelo método antigo consumia 8 dias.

No novo método, que dura dois dias, são usados cloretos de sódio e ácido clorídrico para lixiviação e pó de zinco para redução. Os cloretos, em forma de grânulos (-9 mesh Tyler), obtidos como descrito na seção de recuperação de ouro residual, são lixiviados e precipitados em um mesmo reator. A prata resultante (99,9% pura) é filtrada e centrifugada e, a seguir, moldada em forma de anodos para posterior refino eletrolítico.

Os reatores utilizados (em número de seis) são tanques cônicos de 550 litros, revestidos internamente com borracha, equipados com agitadores mecânicos que giram a 140 rpm. Água, ar e vapor podem ser admitidos por meio de tubos de 25 mm de diâmetro munidos de registros instalados no fundo

de cada tanque. O licor sobrenadante é descarregado diretamente em um filtro à vácuo, através de um tubo decantador fixado na parte lateral do tanque, deixando um volume de cerca de 180 litros no tanque. Uma válvula de 75 mm localizada no fundo do tanque serve para descarregar a prata. Cerca de 450 kg de cloretos de prata impuro, na forma de grânulos são carregados no tanque cheio pela metade com água. Após iniciada a agitação (pela introdução de ar e pelos agitadores mecânicos), são adicionados 6 kg de NaClO_3 e 25 litros de HCl a 30% para a lixiviação dos cloretos de base. Completa-se o volume do tanque com água e aquece-se a 60°C . A agitação é interrompida e deixa-se a massa em repouso por algum tempo, para depois decantar o licor. Seguem-se sete lavagens, cada uma com solução de ácido clorídrico 0,15 g/l, para produzir um efluente livre de cobre e chumbo, cuja presença é testada com NH_4OH e $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, respectivamente. A operação completa de lixiviação leva cerca de quatro horas.

Para o processo de redução, é adicionada ao reator uma quantidade estequiométrica de zinco na forma de uma suspensão por um período de trinta minutos. Deve-se tomar cuidado porque a reação é muito rápida e altamente exotérmica. Continua-se a agitação por cerca de uma hora, quando o final da reação é indicado pela ausência de cloretos de prata. Isto é verificado lixiviando-se uma amostra com NH_4OH , e, em seguida, acidificando a solução com HCl.

Após a agitação, deixa-se as partículas de prata sedimentar e decanta-se o licor sobrenadante. Um total de dez lavagens, a 40°C , são necessárias para produzir um licor livre de ZnCl_2 (testado com $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), finalmente, a prata em forma esponjosa é vazada do tanque, filtrada em filtros à vácuo e centrifugada. Um forno basculante à gás é utilizado para fundir a prata e moldá-la em anodos, para posterior refino eletrolítico.

Todos os filtrados provenientes dos filtros à vácuo, são bombeados para os tanques de cementação de cobre. O cobre, juntamente com os últimos traços de prata e ouro,

é precipitado (pela sucata de ferro) e o efluente, praticamente isento de cobre, decartado por meio de bombas. O cimento de cobre é, periodicamente, coletado e depachado para o Departamento de Recuperação de Subprodutos.

A matéria prima utilizada para a obtenção de prata eletrolítica (99,99%) são os anodos produzidos pela lixiviação e redução do cloreto de prata impuro descrito acima e, em menor proporção, anodos produzidos pela usina de tratamento de subprodutos.

O eletrorefino da prata se processa em uma solução levemente ácida de nitrato de prata, em presença de cobre e de nitrato de potássio. Os anodos relativamente puros, provenientes da lixiviação e redução, são refinados em células Moebius (verticais). Já os anodos oriundos da usina de recuperação de subprodutos possuem alto teor de ouro e, quando da eletrólise, produzem uma considerável quantidade de lama anódica; sendo, por esse motivo, refinadas em células Thum (horizontais).

As composições destes anodos variam entre os seguintes limites:

	Anodos da Lixiviação e Redução		Anodos da Usina de Tratamento de Subprodutos.	
Prata	99,8	- 99,9%	79	- 89%
Ouro	50	- 100 ppm	20	- 10%
Cobre	0,01	- 0,15%	0,3	- 0,6%
Chumbo	50	- 100 ppm	0,04	- 0,2%
Zinco	10	- 40 ppm	-	-

Os cristais refinados depositados nos catodos são lavados para eliminar o eletrólito, seco sob vácuo e fundidos em barras de 34 kg.

A eletroquímica básica é similar nos dois tipos de células. As composições dos eletrólitos são as

seguintes:

Composição do Eletrólito (g/l)	Célula Vertical		Célula Horizontal	
	Inicial	Gasto	Inicial	Gasto
Prata	30	30 - 40	30	100
Cobre	2 - 4	70	5 - 10	80
Chumbo	-	2	-	10
KNO ₃	15	15	-	-
KNO ₃	10	10	20	20

Existem 24 células verticais (Moebius) dispostas em duas bancadas de 12. As células são PVC, revestidas externamente com fibras de vidro, com uma capacidade de 300 litros cada e estão equipadas com raspadores mecânicos de depósitos catódicos. O espaçamento anodo/catodo é de 50 - 60 mm, com cinco catodos e quatro sacas de anodo por célula. Cada saca contém dois anodos, pesando cada um 10 kg. As sacas são feitas de Terylene, estando montadas em uma moldura de PVC. O catodo é de aço inoxidável 316. Os raspadores mecânicos evitam o crescimento de cristais - dendritas - através da célula, que causaria curtos circuitos e ao mesmo tempo agitam suavemente o eletrólito. A diferença de potencial de cada célula, operada em uma temperatura de 35°C, é de 1,5 - 2,0 V para uma corrente de 400 A, produzindo, diariamente por meio de raspagens dos cristais depositados no fundo da célula. A lama anódica contida nas sacas compostas principalmente de ouro, é recolhida mensalmente. Primeiro, remove-se a saca das células, a seguir, retira-se seu conteúdo por lavagem sob pressão com eletrólito gasto. A lama filtrada em funil de Buchner, seca, fundida e moldada em barras. Estas barras retornam à seção de refino para recuperação de ouro por cloretação.

Seis células horizontais (Thum), dispostas em série, refinam os anodos da usina de tratamento de sub-

produtos. As células são, também construídas em PVC, revestidas externamente com fibra de vidro, com uma capacidade de 150 litros. A temperatura do eletrólito é de 40°C e o espaçamento catodo/anodo é de 100 - 120 mm. Na base da célula existe uma chapa de aço inoxidável que age como catodo, acima deste são depositados, sobre um pano de terylene presos a um suporte de PVC, até 50 kg de anodos. A diferença de potencial de cada célula é de 3,5 a 5 V, em uma corrente de 300 A, produzindo diariamente 16 kg de prata por célula. Os anodos possuem vida útil de 24 a 36 horas. A quantidade relativamente grande de lama anódica produzida é removida a cada 3 a 5 dias e são tratadas do mesmo modo daquelas geradas nas células verticais.

Análises típicas das lamas produzidas são dadas abaixo:

	Células Verticais	Células Horizontais
Ouro	78,6	73,4
Prata	20,5	25,8

Os cristais de prata produzidos em ambos tipos de células, são levados em uma centrífuga (RAPIDY 85, fabricada na França), primeiramente com água acidificada com ácido nítrico a 1% e depois várias vezes com água pura. Um secador rotativo a vácuo remove os últimos traços de umidade, depois do que, os cristais são carregados em um forno de indução de 200Hz para fusão. A capacidade do cadinho é de 342 kg e, em 100 KW, são necessários 1,25 horas para fundir a carga. A prata é, a seguir, moldada em barras padrão de 34 kg, que apresentam a seguinte análise:

Prata	99,99%
Cobre	5 - 15 ppm
Ferro	10 - 15 ppm
Chumbo	1 - 2 ppm
Zinco	1 ppm

A prata contida no eletrolito gasto é recuperada através de um pequeno excesso de cloreto de sódio que a precipita. Esta reação é processada em um dos tanques cônicos da seção de lixiviação e redução. Já o cobre, após a decantação, é enviado para os tanques de cementação. A prata precipitada, é lavada, secada, fundida e moldada em anodos.

c) Coleta dos Gases das Refinarias de Ouro e de Prata:

Os gases poluentes, frequentemente ricos em ouro e prata, gerados pelas diversas operações empregadas - fusão, refino e moldagem - exigem que uma considerável ventilação seja aplicada nas áreas de trabalho, particularmente nas proximidades dos fornos.

A Rand Refinery utiliza um sistema de capelas e dutos para garantir a remoção completa dos gases e poeiras gerados. Estes, a seguir, são convenientemente tratados para recuperar os constituintes valiosos e evitar a poluição atmosférica.

Para uma ventilação adequada, são necessárias, para cada seção, as seguintes capacidades:

Seção de Fusão	170 m ³ /min.
Seção de Refino de Ouro	860 m ³ /min.
Seção de Recuperação de Ouro Residual	430 m ³ /min.
Área de Moldagem de Anodos de Prata	280 m ³ /min.
Área de Moldagem de Barras de Prata	140 m ³ /min.

Os gases oriundos das seções de refino de ouro e de recuperação de ouro residual passam através de um lavador de jatos d'água - "wet impingement scrubber" -, onde a maior parte dos cloretos de metais de base e parte do ouro e da prata são removidos; o "overflow" do licor formado é enviado para os tanques de cementação e a lama conduzida à seção de lixiviação e redução de prata para a recuperação do ouro e da prata, enquanto os gases lavados passam por precipitadores eletrostáticos para a recuperação das partículas residuais de ouro e de prata. Já os gases provenientes da seção de fusão e das áreas de moldagem de prata vão diretamente para os precipitadores eletrostáticos.

A eficiência de recuperação do sistema é estimada em mais de 99% para o ouro e 98% para a prata. Aproximadamente 300 kg de ouro e 2.000 kg de prata são recuperados anualmente a partir da poeira precipitada.

d) Usina de Tratamento de Subprodutos:

Subprodutos tais como: escórias das fundições - principal subproduto -, revestimentos de fornos, varredura das fundições, cadinhos gastos, poeira dos precipitadores eletrostáticos, revestimentos de tijolos e outras varreduras provenientes das fundições das minas de ouro e das refinarias de ouro e de prata, além de varreduras de joalherias, são mais eficientemente recuperados por processos pirometalúrgicos, fazendo uso de chumbo fundido como coletor de ouro e prata. Cerca de 180 toneladas mensais desse material são levados à Rand Refinery para tratamento, contendo 200 kg de ouro e 1.200 kg de prata.

Na Rand Refinery esses subprodutos são processados na "Usina de Tratamento de Subprodutos", que consiste de uma instalação de sinterização, um alto forno, um forno de revérbero e um forno de copelação.

Logo ao chegar, cada remessa de subproduto tem seu peso determinado. Em seguida é feita uma amostragem para a determinação dos teores de ouro e prata, bem como de constituintes que possam vir a influenciar o processo pirometalúrgico (sílica, ferro, chumbo, alumina, óxido de cálcio, cobre, zinco, enxôfre e arsênio).

Os materiais mais refratários são misturados com fundentes adequados e com produtos reciclados dos fornos, junto com uma quantidade suficiente de óxido de chumbo. A mistura é primeiramente sinterizada para formar "lumps" porosos e a seguir fundida em alto forno, onde os compostos de chumbo são reduzidos a chumbo metálico, o qual age como coletor do ouro e da prata, formando deste modo um "bullion" fundido no fundo do forno. Os subprodutos de menor ponto de fusão, geralmente mais ricos em metais preciosos, são também misturados com fundentes e produtos reciclados, e fundidos diretamente em forno de revérbero onde os compostos de chumbo são reduzidos pelo ferro metálico, e o ouro e a prata recolhidos da mesma maneira pe

lo chumbo fundido. O "bullion" proveniente da corrida de ambos os fornos é tratado em forno de copelação de onde o chumbo é removido como óxido de chumbo. A liga ouro-prata resultante é moldada em forma de anodos e entregue ao Departamento de Refino da Prata para eletrólise. O óxido de chumbo é recuperado para ser novamente usado em uma mistura subsequente.

A Figura 4 apresenta o fluxograma da usina de Tratamento de Subprodutos.

A mistura dos subprodutos com os fundentes e com os produtos reciclados, é feita em um misturador de duplo cone equipado com um sistema pneumático para operar m^3 . A capacidade deste misturador é de 12 toneladas de subprodutos e para efetuar a mistura gira por 15 minutos a 6 rpm. As vezes recorre-se à mistura manual.

A coleta dos gases provenientes da instalação da sinterização, do alto forno, do forno de revérbero e do forno de copelação ($800 m^3/min.$) é feita por intermédio de um sistema comum de dutos subterrâneos que leva a dois precipitadores eletrostáticos. A classificação da poeira coletada mostra que 50% é menor que 5 microns, e apresenta uma variação de composição nas seguintes faixas:

Ouro	40 - 100 g/t.	Cobre	1 - 3%
Prata	3 - 4 kg/t.	Arsênio	1 - 8%
Chumbo	40 - 50%	Enxôfre	3 - 10%
Ferro	5 - 10%	Cloretos	2 - 12%
Zinco	2 - 5%	Sílica	2 - 8%

Devido à natureza dos gases, a eficiência do precipitador eletrostático é baixa: 70 - 80%. Os 20 - 30% remanescentes são conduzidos a uma instalação de filtros tipo saco, que apresentam uma eficiência de 99,6 - 99,8%, com uma emissão de poeira de somente $0,4 - 2,0 mg/m^3$.

APÊNDICE B

RECUPERAÇÃO DOS METAIS DO GRUPO DA PLATINA (MGP)

APÊNDICE B

RECUPERAÇÃO DOS METAIS DO GRUPO DA PLATINA (MGP)

a)- Introdução

Os metais do grupo da platina consistem de seis elementos a saber: platina, ósmio, irídio, paládio, ródio e rutênio. Geralmente estes metais ocorrem juntos na natureza em formas de ligas metálicas ou de compostos minerais em depósitos aluvionares, algumas vezes associados ao ouro, e em depósitos filonares em rochas básicas e ultrabásicas, onde comumente encontram-se associados ao níquel e cobre. Dentre os MGP, a platina e o paládio são os mais abundantes, representando, juntos, cerca de 90% em peso, como pode ser visto na Tabela I.

Os maiores produtores de metais do grupo da platina são a África do Sul e a Rússia, seguidos pelo Canadá. Esses países são responsáveis por mais de 99% da produção mundial, estimada em cerca de 200 toneladas anuais.

Na África do Sul os MGP são extraídos como produto principal das minas; já na Rússia (97%) e no Canadá são extraídos como subprodutos dos minérios de cobre e níquel.

Os maiores consumidores dos metais do grupo da platina são: Estados Unidos (37%), Japão, Alemanha Ocidental e Rússia.

Comercialmente os MGP são disponíveis em teores que vão de 99,8% a 99,999% de pureza. As especificações adotadas nos Estados Unidos para venda de platina e paládio requerem, um mínimo de 99,5% de platina ou de paládio. A platina, de teores de pureza superiores a 99,9%, é utilizada em contatos elétricos e a platina de pureza 99,999%, considerada quimicamente pura, é aplicada em termômetros de resistências especiais e em pilhas de combustível. Um artigo é comercialmente considerado platina se contém 98,5% de metais do grupo da platina, com um mínimo de 93,5% de platina.

Tabela I - Composição dos Concentrados de MGP Provenientes dos Principais Produtores (% peso)

Metal \ País	África do Sul	URSS	Canadá	Colômbia
Platina	61	30	43	93
Paládio	26	60	42	1
Irídio	1	2	2	3
Ródio	3	2	3	2
Rutênio	8	6	9	traços
Ósmio	1	traços	traços	1

B.2

b) - Usos

Devido às suas notáveis propriedades - alta atividade catalítica, resistência a diversos reagentes corrosivos, boa condutividade elétrica e altos pontos de fusão - os MGP apresentam uma ampla variedade de aplicações na indústria moderna. São utilizados em catalizadores na indústria química, para obtenção de diversos produtos químicos e farmacêuticos, e no refinamento do petróleo. Na indústria elétrica-eletrônica, são usados em relés, reguladores de voltagem, termostatos, termopares, velas de ignição, válvulas eletrônicas, circuitos impressos, resistores e em vários outros instrumentos. Os MGP são também bastante utilizados em odontologia e em medicina (agulhas hipodérmicas, marcapassos e agentes quimioterápicos). A platina e o paládio vêm sendo utilizados por muito tempo em joalheria. Outros empregos dos MGP estão na fabricação de fibras de vidro, na proteção contra a corrosão de navios e dutos, e na fabricação de fibras sintéticas, como o raiom. A partir de 1974, os Estados Unidos começaram a fazer uso de uma liga de platina-paládio em catalizadores, para o controle da emissão de monóxido de carbono e hidrocarbonetos gerados pelos motores de combustão dos automóveis; desde então, este setor vem se constituindo no maior consumidor de MGP nos Estados Unidos. A Tabela II fornece o consumo percentual de MGP nos diversos setores de aplicação dos Estados Unidos, nos últimos anos.