

PROJETO DE MELHORAMENTO TECNOLÓGICO.

RELATÓRIO - 1ª ETAPA

PROJETO PLANTA MÓVEL

**DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS PARA A DESCONTAMINAÇÃO COM
DISPOSIÇÃO FINAL DE REJEITOS CONTAMINADOS.**

VOLUME DE ANEXOS :

PRODEAGRO – FEMA

**SUB COMPONENTE B2
REGULARIZAÇÃO E RACIONALIZAÇÃO DE ATIVIDADES MINERADORAS**

PROJETO DE MELHORAMENTO TECNOLÓGICO PLANTA MÓVEL

RELATÓRIO - 1ª ETAPA

ANEXO 1: TABELAS

- TABELA 1: ANÁLISES DAS AMOSTRAS DE REJEITO POR FRAÇÃO GRANULOMÉTRICA
- TABELA 2: SINTESE DAS ANÁLISES DAS AMOSTRAS DE REJEITO POR FRAÇÃO GRANULOMÉTRICA
- TABELA 3: TESTES DE SEPARAÇÃO GRAVIMÉTRICA DAS AMOSTRAS DE REJEITO SEM MOAGEM PRÉVIA
- TABELA 4: TESTES DE SEPARAÇÃO GRAVIMÉTRICA DAS AMOSTRAS DE REJEITO COM MOAGEM PRÉVIA
- TABELA 5: SINTESE DOS TESTES DE SEPARAÇÃO GRAVIMÉTRICA DAS AMOSTRAS DE REJEITO.
- TABELA 6: TESTES DE LIXIVIAÇÃO AGITADA COM CIANETO DAS AMOSTRAS DE REJEITO IN NATURA
- TABELA 7: TESTES DE LIXIVIAÇÃO AGITADA COM CIANETO DAS AMOSTRAS DE REJEITO COM MOAGEM PRÉVIA (69% < 150#)
- TABELA 8: TESTES DE LIXIVIAÇÃO AGITADA COM CIANETO DAS AMOSTRAS DO REJEITO DA SEPARAÇÃO GRAVIMÉTRICA
- TABELA 9: TESTES DE LIXIVIAÇÃO AGITADA COM CIANETO DAS AMOSTRAS DO REJEITO DA SEPARAÇÃO GRAVIMÉTRICA COM MOAGEM PRÉVIA (69 % < 150 #)
- TABELA 10: SÍNTESE DOS TESTES DE LIXIVIAÇÃO AGITADA COM CIANETO
- TABELA 11: TESTE DE LIXIVIAÇÃO AGITADA COM CIANETO DAS AMOSTRAS RESULTANTES DO PROCESSO DE RETORTAGEM
- TABELA 12: TESTE DE FLOTAÇÃO COM MOAGEM PRÉVIA (71 % < 150 #)
- TABELA 13: TESTES DE SOLUBILIZAÇÃO

TABELA 1: ANÁLISES DAS AMOSTRAS DE REJEITO POR FRAÇÃO GRANULOMÉTRICA

AMOSTRA		FRAÇÃO ANALISADA			
		>28#	>100#	>200#	<200#
Juracy (Tanque no Chão) (RC... No. 1)	Peso, g	104,6	128,3	131,9	135,2
	Teor, g/t Au	3,33	3,8	2,02	5,19
	mg, Au	0,35	0,49	0,27	0,70
	Teor de Au calculado	3,61			
	Teor de Au analisado	7,50/7,05			
	Teor, ppm Hg	234	245	300	551
	mg, Hg	24,48	31,43	39,57	74,50
	Teor de Hg calculado	339,95			
	Teor de Hg analisado	277			
Juracy (Concentrado) (RC... No. 2)	Peso, g	134,1	163	102,8	88,7
	Teor, g/t Au	3,17	3,8	3,23	12,28
	mg, Au	0,43	0,62	0,33	1,09
	Teor de Au calculado	5,05			
	Teor de Au analisado	5,41			
	Teor, ppm Hg	133	107	139	159
	mg, Hg	17,84	17,44	14,29	14,10
	Teor de Hg calculado	130,31			
	Teor de Hg analisado	123			
João Tora (RC... No. 3)	Peso, g	1,2	30,2	147,6	337,4
	Teor, g/t Au	22,92	1,31	0,62	1,47
	mg, Au	0,03	0,04	0,09	0,50
	Teor de Au calculado	1,27			
	Teor de Au analisado	1,08			
	Teor, ppm Hg	84	50	48	150
	mg, Hg	0,10	1,51	7,08	50,61
	Teor de Hg calculado	114,84			
	Teor de Hg analisado	103			
Gauchinho (RC No. 4)	Peso, g	13,1	257,2	149,2	79,2
	Teor, g/t Au	14,7	5,4	3,85	20,81
	mg, Au	0,19	1,39	0,57	1,65
	Teor de Au calculado	7,63			
	Teor de Au analisado	8,42			
	Teor, ppm Hg	61	59	120	288
	mg, Hg	0,80	15,17	17,9	22,81
	Teor de Hg calculado	113,67			
	Teor de Hg analisado	103			
Cidão Segunda Caixa (RC... No. 5)	Peso, g	10,5	64,7	258,5	214,2
	Teor, g/t Au	3,35	3,8	2,81	6,35
	mg, Au	0,04	0,25	0,73	1,36
	Teor de Au calculado	4,32			
	Teor de Au analisado	4,68			
	Teor, ppm Hg	12	15	16	15
	mg, Hg	0,13	0,97	4,14	3,21
	Teor de Hg calculado	15,41			
	Teor de Hg analisado	15			
Cidão Caixa Retangular (RC... No. 6)	Peso, g	2,9	103,9	216,6	174,8
	Teor, g/t Au	11,73	4,42	3,95	8,44
	mg, Au	0,03	0,46	0,86	1,48
	Teor de Au calculado	5,67			
	Teor de Au analisado	5,29			
	Teor, ppm Hg	15	15	22	44
	mg, Hg	0,04	1,56	4,77	7,69
	Teor de Hg calculado	28,22			
	Teor de Hg analisado	30			

TABELA 1: ANÁLISES DAS AMOSTRAS DE REJEITO POR FRAÇÃO GRANULOMÉTRICA

continuação

AMOSTRA

FRAÇÃO ANALISADA

>28#

>100#

>200#

<200#

Vicente Nunes Rondon

Caixa Circular

(RC..No.7)

Peso, g

Teor, g/t Au

mg, Au

Teor de Au calculado

Teor de Au analisado

Teor, ppm Hg

mg, Hg

Teor de Hg calculado

Teor de Hg analisado

48,23

51,46

71,97

74

95,7

31,2

2,99

63

6,03

187,8

11,65

2,19

72

13,52

67,9

7,17

0,49

74

5,02

59,4

238,23

14,15

84

4,99

Vicente Nunes Rondon

Caixa Retangular

(RC..No.8)

Peso, g

Teor, g/t Au

mg, Au

Teor de Au calculado

Teor de Au analisado

Teor, ppm Hg

mg, Hg

Teor de Hg calculado

Teor de Hg analisado

9,40

6,23

116,76

96

191,7

14,55

2,79

76

14,57

199,2

3,63

0,72

122

24,30

67,9

2,28

0,15

141

9,57

59,4

20,23

1,21

203

12,06

Jonas

Tanque # 6x4x2

(RC..No.9)

Peso, g

Teor, g/t Au

mg, Au

Teor de Au calculado

Teor de Au analisado

Teor, ppm Hg

mg, Hg

Teor de Hg calculado

Teor de Hg analisado

3,77

4,72

58,31

72

48,2

3,13

0,15

50

2,41

202,5

3,64

0,74

50

10,13

152,2

2,08

0,32

54

8,22

95,5

7,06

0,67

87

8,31

M. Gimenez

Tanque de resumo

(RC..No.10)

Peso, g

Teor, g/t Au

mg, Au

Teor de Au calculado

Teor de Au analisado

Teor, ppm Hg

mg, Hg

Teor de Hg calculado

Teor de Hg analisado

16,64

34,03

102,60

82

120,5

39,56

4,77

100

12,05

238,6

17,4

4,15

98

23,38

164,2

6,25

1,03

97

15,93

108,9

5,3

0,58

124

13,50

M. Gimenez

Tanque 7 x 7

(RC..No.11)

Peso, g

Teor, g/t Au

mg, Au

Teor de Au calculado

Teor de Au analisado

Teor, ppm Hg

mg, Hg

Teor de Hg calculado

Teor de Hg analisado

2,25

2,76

55,82

52

62,7

2,29

0,14

38

2,38

128,8

2,19

0,28

47

6,05

176,7

1,45

0,26

50

8,84

155

3,18

0,49

77

11,94

Jonas

Tanque 5 x 4 x 31

(RC..No.12)

Peso, g

Teor, g/t Au

mg, Au

Teor de Au calculado

Teor de Au analisado

Teor, ppm Hg

mg, Hg

Teor de Hg calculado

Teor de Hg analisado

4,79

11,02

149,76

217

76

6,23

0,47

162

12,31

199,7

3,41

0,68

111

22,17

138,4

3,64

0,50

155

21,45

97,8

8,1

0,79

212

20,73

TABELA 2: SÍNTESE DAS ANÁLISES DAS AMOSTRAS DE REJEITO POR FRAÇÃO GRANULOMÉTRICA

AMOSTRAS	TEOR CALCULADO		FRAÇÃO GRANULOMÉTRICA			
	AU (g/t)	Hg g/t	>28#	>100#	>200#	<200#
RC 01 - JURACI (Tanque no chão)	3,61	340	20,9	25,7	26,4	27
RC 02 - JURACI (Concentrado)	5,05	130	27,4	33,4	21	18,2
RC 03 - JOÃO TORA	1,27	115	0,2	5,8	28,6	65,3
RC 04 - GAUCHINHO	7,6	114	2,6	51,6	29,9	15,9
RC 05 - CIDADÃO (Segunda caixa)	4,32	15	1,9	11,8	47,2	39,1
RC 06 - CIDADÃO (Caixa retangular)	5,67	28	0,6	20,9	43,5	35,1
RC 07 - VICENTE RONDON (Caixa circular)	48,23	72	23,3	45,7	16,5	14,5
RC 08 - VICENTE RONDON (C. retangular)	9,4	117	37	38,4	13,1	11,5
RC 09 - JONAS (Tanque 6x4x2)	3,77	58	9,7	40,6	30,5	19,2
RC 10 - M. GIMENEZ (Tanque de resumo)	16,6	103	18,1	37,7	26	17,2
RC 11 - M. GIMENEZ (Tanque 7 x 7)	2,25	56	12	24,8	33,8	29,6
RC 12 - JONAS (Tanque 5 X 4 X 31)	4,79	150	14,8	39	27	19,1
MÉDIA SIMPLES	9,38	108	14,12	31,27	28,6	25,97

TABELA 3: TESTES DE SEPARAÇÃO GRAVIMÉTRICA DAS AMOSTRAS DE REJEITO SEM MOAGEM PRÉVIA

AMOSTRA: RC...2 JURACY (concentrado)						
	Ouro (Au)			Mercúrio (Hg)		
	Peso (g)	Teor (g/t)	Ouro (mg)	Peso (g)	Teor (g/t)	Hg (mg)
Alimentação	1000,00	5,05	5,05	1000,00	130,30	130,30
Concentrado	7,30	218,87	1,60	7,30	107,00	0,78
Resíduo	992,70	3,16	3,14	992,70	75,00	74,45
Alimentação Calculada	4,73			75,23		
Recuperação p/ concentrado	34%			1%		
AMOSTRA: RC...3 GARIMPO JOÃO TORA (14/04/98)						
	Ouro (Au)			Mercúrio (Hg)		
	Peso (g)	Teor (g/t)	Ouro (mg)	Peso (g)	Teor (g/t)	Hg (mg)
Alimentação	1000,00	1,27	1,27	1000,00	114,80	114,80
Concentrado	10,30	24,50	0,25	10,30	62,00	0,64
Resíduo	989,70	1,00	0,99	989,70	93,00	92,04
Alimentação Calculada	1,24			92,68		
Recuperação p/ concentrado	20%			1%		
AMOSTRA: RC...8 VICENTE NUNES RONDON (caixa retangular)						
	Ouro (Au)			Mercúrio (Hg)		
	Peso (g)	Teor (g/t)	Ouro (mg)	Peso (g)	Teor (g/t)	Hg (mg)
Alimentação	1000,00	9,40	9,40	1000,00	116,80	116,80
Concentrado	15,40	197,02	3,03	15,40	262,00	4,03
Resíduo	984,60	3,16	6,35	984,60	90,00	88,61
Alimentação Calculada	9,38			92,65		
Recuperação p/ concentrado	32%			4%		
AMOSTRA: RC...1 JURACY (tanque no chão)						
	Ouro (Au)			Mercúrio (Hg)		
	Peso (g)	Teor (g/t)	Ouro (mg)	Peso (g)	Teor (g/t)	Hg (mg)
Alimentação	1000,00	3,61	3,61	1000,00	130,30	130,30
Concentrado	5,40	202,62	1,09	5,40	227,00	1,23
Resíduo	994,60	2,70	2,69	994,60	34,00	33,82
Alimentação Calculada	3,78			35,04		
Recuperação p/ concentrado	29%			3%		

TABELA 4: TESTES DE SEPARAÇÃO GRAVIMÉTRICA DAS AMOSTRAS DE REJEITO COM MOAGEM PRÉVIA

AMOSTRA: RC...2 JURACY (concentrado) 69% < 150#						
	Ouro (Au)			Mercúrio (Hg)		
	Peso (g)	Teor (g/t)	Ouro (mg)	Peso (g)	Teor (g/t)	Hg (mg)
Alimentação	1000,00	5,05	5,05	1000,00	130,30	130,30
Concentrado	4,50	625,00	2,81	4,50	929,00	4,18
Resíduo	995,50	6,23	6,20	995,50	73,00	72,67
Alimentação Calculada	9,01			76,85		
Recuperação p/ concentrado	31%			5%		
AMOSTRA: RC...3 GARIMPO JOÃO TORA (14/04/98) 84% < 150#						
	Ouro (Au)			Mercúrio (Hg)		
	Peso (g)	Teor (g/t)	Ouro (mg)	Peso (g)	Teor (g/t)	Hg (mg)
Alimentação	1000,00	1,27	1,27	1000,00	114,80	114,80
Concentrado	7,20	41,28	0,30	7,20	157,00	1,15
Resíduo	992,80	0,83	0,82	992,70	63,00	62,54
Alimentação Calculada	1,12			63,69		
Recuperação p/ concentrado	27%			2%		
AMOSTRA: RC...8 VICENTE NUNES RONDON (caixa retangular) 68% < 150#						
	Ouro (Au)			Mercúrio (Hg)		
	Peso (g)	Teor (g/t)	Ouro (mg)	Peso (g)	Teor (g/t)	Hg (mg)
Alimentação	1000,00	9,40	9,40	1000,00	116,80	116,80
Concentrado	7,20	621,72	4,48	7,20	306,00	2,20
Resíduo	992,80	7,08	7,03	992,80	36,00	35,74
Alimentação Calculada	11,51			37,94		
Recuperação p/ concentrado	39%			6%		
AMOSTRA: RC...1 JURACY (tanque no chão) 71% < 150#						
	Ouro (Au)			Mercúrio (Hg)		
	Peso (g)	Teor (g/t)	Ouro (mg)	Peso (g)	Teor (g/t)	Hg (mg)
Alimentação	1000,00	3,61	3,61	1000,00	130,30	130,30
Concentrado	3,60	370,81	1,33	3,60	210,00	0,76
Resíduo	996,40	2,47	2,46	996,40	93,00	92,67
Alimentação Calculada	3,80			93,42		
Recuperação p/ concentrado	35%			1%		

TABELA 5: SÍNTESE DOS TESTES DE SEPARAÇÃO GRAVIMÉTRICA DAS AMOSTRAS DE REJEITO

AMOSTRA	OURO					
	ALIMENTAÇÃO		SEM MOAGEM	ALIMENTAÇÃO		COM MOAGEM
	Análise Au (g/t)	Calculada Au (g/t)	Recuperação Au (%)	Análise Au (g/t)	Calculada Au (g/t)	Recuperação Au (%)
Juracy (concentrado)	5,05	4,73	34	5,05	9,01	31
Guarimpo João Tora (14/04/98)	1,27	1,24	20	1,27	1,12	27
Vicente Nunes Rondon (caixa retangular)	9,40	9,38	32	9,40	11,51	39
Juracy (tanque no chão)	3,61	3,78	29	3,61	3,80	35
Amostra Preta (recebida inicialmente)	259,26	260,59	95			
Amostra Marrom (recebida inicialmente)	7,87	7,13	8			
AMOSTRA	MERCÚRIO					
	ALIMENTAÇÃO		SEM MOAGEM	ALIMENTAÇÃO		COM MOAGEM
	Análise Hg (g/t)	Calculada Hg (g/t)	Recuperação Hg (%)	Análise Hg (g/t)	Calculada Hg (g/t)	Recuperação Hg (%)
Juracy (concentrado)	130,30	75,23	1	130,30	76,85	5
Guarimpo João Tora (14/04/98)	114,80	92,00	1	114,80	63,00	2
Vicente Nunes Rondon (caixa retangular)	116,80	92,65	4	116,80	37,94	6
Juracy (tanque no chão)	334,00	35,00	3	334,00	93,00	1
Amostra Preta (recebida inicialmente)	745,00	968,00	68			
Amostra Marrom (recebida inicialmente)	213,00	143,00	0			

TABELA 6: TESTES DE LIXVIAÇÃO AGITADA COM CIANETO DAS AMOSTRAS DE REJEITO IN NATURA

TESTE 1: ALIMENTAÇÃO AMOSTRA DE REJEITO DE AMALGAMAÇÃO Nº 2 (JURACY, concentrado)

ITEM	OURO (Au)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Au (mg)
Alimentação	500	5,05	2,53
Resíduo	500	0,72	0,36
Solução	800	1,92	1,54
Alimentação calculada		3,79	

Recuperação de ouro p/ solução 81%
 Consumo de Cianeto de Sódio 1,9 Kg/t
 Concentração final de Cianeto de Sódio 1,185 g/l
 pH final 12

ITEM	MERCÚRIO (Hg)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Hg (mg)
Alimentação	500	130,3	65,16
Resíduo	500	33,0	16,50
Solução	800	35,7	28,53
Alimentação calculada		90,1	

Recuperação de Mercúrio p/ solução 63%

TESTE 2: ALIMENTAÇÃO AMOSTRA DE REJEITO DE AMALGAMAÇÃO GARIMPO JOÃO TORA (14/04/98)

ITEM	OURO (Au)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Au (mg)
Alimentação	500	1,270	0,64
Resíduo	500	0,065	0,03
Solução	800	0,787	0,63
Alimentação calculada		1,320	

Recuperação de ouro p/ solução 95%
 Consumo de Cianeto de Sódio 2,06 Kg/t
 Concentração final de Cianeto de Sódio 1,21 g/l
 pH final 12

ITEM	MERCÚRIO (Hg)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Hg (mg)
Alimentação	500	114,80	57,40
Resíduo	500	35,00	17,50
Solução	800	17,00	13,60
Alimentação calculada		62,20	

Recuperação de Mercúrio p/ solução 44%

TESTE 3: ALIMENTAÇÃO AMOSTRA DE REJEITO DE AMALGAMAÇÃO Nº 8 (Vicente Nunes Rondon, caixa retangular)

ITEM	OURO (Au)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Au (mg)
Alimentação	500	9,40	4,70
Resíduo	500	1,54	0,77
Solução	800	4,05	3,24
Alimentação calculada		8,02	

Recuperação de ouro p/ solução 81%
 Consumo de Cianeto de Sódio 2,38 Kg/t
 Concentração final de Cianeto de Sódio 1,01 g/l
 pH final 12

ITEM	MERCÚRIO (Hg)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Hg (mg)
Alimentação	500	116,80	58,40
Resíduo	500	24,00	12,00
Solução	800	34,20	27,36
Alimentação calculada		76,72	

Recuperação de Mercúrio p/ solução 70%

TABELA 7: TESTES DE LIXVIAÇÃO AGITADA COM CIANETO DAS AMOSTRA DE REJEITO COM MOAGEM PRÉVIA (69% < 150#)

TESTE 4: ALIMENTAÇÃO AMOSTRA DE REJEITO DE AMALGAMAÇÃO Nº 2 (JURACY, concentrado moído até 69% < 150#)

ITEM	OURO (Au)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Au (mg)
Alimentação	422	5,05	1,13
Resíduo	422	0,37	0,16
Solução	800	2,11	1,69
Alimentação calculada		4,37	

Recuperação de ouro p/ solução 92%
 Consumo de Cianeto de Sódio 2,82 Kg/t
 Concentração final de Cianeto de Sódio 1,02 g/l
 pH final 12

ITEM	MERCÚRIO (Hg)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Hg (mg)
Alimentação	422	130,3	54,99
Resíduo	422	50,0	21,10
Solução	800	43,5	34,80
Alimentação calculada		132,5	

Recuperação de Mercúrio p/ solução 62%

TESTE 5: ALIMENTAÇÃO AMOSTRA DE REJEITO DE AMALGAMAÇÃO GARIMPO JOÃO TORA (14/04/98 moído até 84% < 150#)

ITEM	OURO (Au)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Au (mg)
Alimentação	493	1,27	0,62
Resíduo	493	0,13	0,06
Solução	800	0,74	0,59
Alimentação calculada		1,33	

Recuperação de ouro p/ solução 90%
 Consumo de Cianeto de Sódio 1,98 Kg/t
 Concentração final de Cianeto de Sódio 1,28 g/l
 pH final 12

ITEM	MERCÚRIO (Hg)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Hg (mg)
Alimentação	493	114,80	56,60
Resíduo	493	25,00	12,33
Solução	800	17,80	14,24
Alimentação calculada		53,88	

Recuperação de Mercúrio p/ solução 54%

TESTE 6: ALIMENTAÇÃO AMOSTRA DE REJEITO DE AMALGAMAÇÃO Nº 8 (Vicente Nunes Rondon, caixa retangular moído até 68% < 150#)

ITEM	OURO (Au)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Au (mg)
Alimentação	414	9,40	3,89
Resíduo	414	0,25	0,10
Solução	800	6,37	5,10
Alimentação calculada		12,56	

Recuperação de ouro p/ solução 98%
 Consumo de Cianeto de Sódio 3,38 Kg/t
 Concentração final de Cianeto de Sódio 1,01 g/l
 pH final 12

ITEM	MERCÚRIO (Hg)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Hg (mg)
Alimentação	414	116,80	48,36
Resíduo	414	32,00	13,25
Solução	800	40,30	32,24
Alimentação calculada		109,87	

Recuperação de Mercúrio p/ solução 71%

TABELA 8: TESTES DE LIXIVIAÇÃO AGITADA COM CIANETO DAS AMOSTRA DO REJEITO DA SEPARAÇÃO GRAVIMÉTRICA

TESTE 7: ALIMENTAÇÃO AMOSTRA DE REJEITO DE AMALGAMAÇÃO Nº 2 (JURACY, concentrado)

ITEM	OURO (Au)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Au (mg)
Alimentação	500	3,16	1,58
Resíduo	500	1,28	0,64
Solução	800	1,25	1,00
Alimentação calculada		3,28	

Recuperação de ouro p/ solução 61%
 Consumo de Cianeto de Sódio 2,3 Kg/t
 Concentração final de Cianeto de Sódio 1,04 g/l
 pH final 12

ITEM	MERCÚRIO (Hg)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Hg (mg)
Alimentação	500	75,0	37,50
Resíduo	500	66,0	33,00
Solução	800	19,6	15,71
Alimentação calculada		97,4	

Recuperação de Mercúrio p/ solução 32%

TESTE 8: ALIMENTAÇÃO AMOSTRA DE REJEITO DE AMALGAMAÇÃO GARIMPO JOÃO TORA (14/04/98)

ITEM	OURO (Au)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Au (mg)
Alimentação	500	1,000	0,50
Resíduo	500	0,270	0,14
Solução	800	0,560	0,45
Alimentação calculada		1,170	

Recuperação de ouro p/ solução 77%
 Consumo de Cianeto de Sódio 1,86 Kg/t
 Concentração final de Cianeto de Sódio 1,34 g/l
 pH final 12

ITEM	MERCÚRIO (Hg)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Hg (mg)
Alimentação	500	93,00	46,50
Resíduo	500	38,00	19,00
Solução	800	10,90	8,72
Alimentação calculada		55,44	

Recuperação de Mercúrio p/ solução 31%

TESTE 9: ALIMENTAÇÃO AMOSTRA DE REJEITO DE AMALGAMAÇÃO Nº 8 (Vicente Nunes Rondon, caixa retangular)

ITEM	OURO (Au)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Au (mg)
Alimentação	500	3,16	1,58
Resíduo	500	0,92	0,46
Solução	800	1,41	1,13
Alimentação calculada		3,18	

Recuperação de ouro p/ solução 71%
 Consumo de Cianeto de Sódio 1,82 Kg/t
 Concentração final de Cianeto de Sódio 1,36g/l
 pH final 12

ITEM	MERCÚRIO (Hg)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Hg (mg)
Alimentação	500	90,00	45,00
Resíduo	500	41,00	20,50
Solução	800	25,60	20,48
Alimentação calculada		81,96	

Recuperação de Mercúrio p/ solução 50%

TABELA 9: TESTES DE LIXIVIAÇÃO AGITADA COM CIANETO DAS AMOSTRA DO REJEITO DA SEPARAÇÃO GRAVIMÉTRICA COM MOAGEM PRÉVIA (69% < 150#)

TESTE 10: ALIMENTAÇÃO REGEITO DE SEPARAÇÃO DE AMOSTRA PREVIAMENTE MOIDA PARA 69% < 150# AMOSTRA Nº 2 (JURACY, concentrado)

ITEM	OURO (Au)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Au (mg)
Alimentação	500	6,230	3,12
Resíduo	500	0,174	0,09
Solução	800	0,925	0,74
Alimentação calculada		1,650	

Recuperação de ouro p/ solução 89%
 Consumo de Cianeto de Sódio 1,9 Kg/t
 Concentração final de Cianeto de Sódio 1,185 g/l
 pH final 12

ITEM	MERCÚRIO (Hg)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Hg (mg)
Alimentação	500	73,0	36,50
Resíduo	500	43,0	21,50
Solução	800	15,7	12,56
Alimentação calculada		68,1	

Recuperação de Mercúrio p/ solução 37%

TESTE 11: ALIMENTAÇÃO REGEITO DE SEPARAÇÃO DE AMOSTRA PREVIAMENTE MOIDA PARA 84% < 150# AMOSTRA Nº 3 GARIMPO JOÃO TORA (14/04/98)

ITEM	OURO (Au)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Au (mg)
Alimentação	500	0,83	0,42
Resíduo	500	0,06	0,03
Solução	800	0,39	0,31
Alimentação calculada		0,68	

Recuperação de ouro p/ solução 91%
 Consumo de Cianeto de Sódio 2,06 Kg/t
 Concentração final de Cianeto de Sódio 1,21 g/l
 pH final 12

ITEM	MERCÚRIO (Hg)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Hg (mg)
Alimentação	500	63,00	31,50
Resíduo	500	26,00	13,00
Solução	800	34,80	27,84
Alimentação calculada		61,68	

Recuperação de Mercúrio p/ solução 68%

TESTE 12: ALIMENTAÇÃO REGEITO DE SEPARAÇÃO DE AMOSTRA PREVIAMENTE MOIDA PARA 68% < 150# AMOSTRA Nº 8 (Vicente Nunes Rondon, caixa retangular)

ITEM	OURO (Au)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Au (mg)
Alimentação	500	7,080	3,54
Resíduo	500	0,174	0,09
Solução	800	3,130	2,50
Alimentação calculada		5,180	

Recuperação de ouro p/ solução 97%
 Consumo de Cianeto de Sódio 2,38 Kg/t
 Concentração final de Cianeto de Sódio 1,01g/l
 pH final 12

ITEM	MERCÚRIO (Hg)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Hg (mg)
Alimentação	500	36,00	18,00
Resíduo	500	12,00	6,00
Solução	800	11,70	9,36
Alimentação calculada		30,72	

Recuperação de Mercúrio p/ solução 61%

TABELA 10: SÍNTESE DOS TESTES DE LIXIVIAÇÃO AGITADA COM CIANETO

AMOSTRA	Teste de lixiviação Amostra original				Teste de lixiviação Amostra pré moída				Separação gravimétrica Seguida de lixiviação (sem moagem)				Pré moagem seguida de separação gravimétrica e lixiviação			
	Au % Recup.	Au g/t Residu Final	Hg % Recup.	Hg g/t Residu Final	Au % Recup.	Au g/t Residu Final	Hg % Recup.	Hg g/t Residu Final	Au % Recup.	Au g/t Residu Final	Hg % Recup.	Hg g/t Residu Final	Au % Recup.	Au g/t Residu Final	Hg % Recup.	Hg g/t Residu Final
JURACY (concentrado)	81	0,72	63	33	92	0,37	62	50	75	1,28	51	66	97	0,17	67	43
JOÃO TORA	95	0,07	44	35	90	0,13	54	25	79	0,27	69	38	95	0,06	77	26
VICENTE RONDON (caixa retangular)	81	1,54	70	24	89	0,25	71	32	90	0,92	65	41	98	0,17	90	12

TABELA 11: TESTES DE LIXIVIAÇÃO AGITADA COM CIANETO DAS AMOSTRAS RESULTANTES DO PROCESSO DE RETORTAGEM

ALIMENTAÇÃO, AMOSTRA DE PRODUTO DE RETORTAGEM DE COMPOSTO DE AMOSTRAS Nº 2 (Juracy, concentrado), Nº 3 (Garimpo João Tora 14/04/98) e Nº 8 (Vicente Nunes Rondon, caixa retangular)

ITEM	OURO (Au)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Au (mg)
Alimentação	400	5,24	2,1
Resíduo	400	0,58	0,23
Solução	800	2,22	1,78
Alimentação calculada		5,02	

Recuperação de ouro p/ solução 88%
 Consumo de Cianeto de Sódio 1,25 Kg/t
 Concentração final de Cianeto de Sódio 1,5 g/l
 pH final 12

ITEM	MERCÚRIO (Hg)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Hg (mg)
Alimentação	400	9,0000	3,60
Resíduo	400	1,0000	0,40
Solução	800	0,0111	0,01
Alimentação calculada		1,0222	

Recuperação de Mercúrio p/ solução 2%

ALIMENTAÇÃO, AMOSTRA DE PRODUTO DE RETORTAGEM DE AMOSTRA Nº 7 (Vicente Nunes Rondon - caixa circular)

ITEM	OURO (Au)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Au (mg)
Alimentação	400	48,23	19,29
Resíduo	400	1,62	0,65
Solução	800	14,15	11,32
Alimentação calculada		29,92	

Recuperação de ouro p/ solução 95%
 Consumo de Cianeto de Sódio 0,25 Kg/t
 Concentração final de Cianeto de Sódio 1,9 g/l
 pH final 12

ITEM	MERCÚRIO (Hg)		
	Massa (g)	Teor (g/t)	Massa de Hg (mg)
Alimentação	400	1,0000	0,40
Resíduo	400	1,0000	0,40
Solução	800	0,0562	0,04
Alimentação calculada		1,1124	

Recuperação de Mercúrio p/ solução 10%

TABELA 12 TESTE DE FLOTAÇÃO COM MOAGEM PRÉVIA (71 % < 150 #)

AMOSTRA : RC 1/ JURACI (Tanque no chão)

	PESO gramas	TEOR Au g/t	TEOR Hg g/t
Alimentação	1000	3,61	340
Resíduo	954	3,00	187
Concentrado Flotação	46	43,71	602
Alimentação Calculada		4,87	206
Recuperação p/ Conc. %		41	13

TABELA 13: TESTES DE SOLUBILIZAÇÃO

AMOSTRA	MERCÚRIO mg/l	MÉTODO
RC 1	0,0034	250 g de sólidos agitado levemente por 5 m em 1 litro de água deionizada. Levar a descanso por 7 dias e finalmente filtrar e analisar para mercúrio o filtrado
RC 7	0,0041	
RC 7	0,0003	
Após sistema de retorta		
COMPOSTO	0,0021	
RC2+RC3=RC8		
Após sistema de retorta		

Obs.: Todas as soluções foram analisadas em duplicata, sendo o resultado apresentado uma média

TABELA 13: TESTES DE LIXIVIAÇÃO

AMOSTRA	MERCÚRIO mg/l	MÉTODO
RC 7	0,0102	100 g de sólidos agitadas por 28 h com 1600 ml de água deionizada com solução ajustada para um pH 5 , com ácido acético, em seguida o filtrado é analisado para Hg.
COMPOSTO	0,0097	
RC2+RC3=RC8		
Após sistema de retorta		

Obs.: Todas as soluções foram analisadas em duplicata, sendo o resultado apresentado uma média

PROJETO DE MELHORAMENTO TECNOLÓGICO.

RELATÓRIO - 1ª ETAPA

ANEXO 2

PARECER TÉCNICO N.º 006/DMIN/CMCA/TEC/98

PROJETO PLANTA MÓVEL

**DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS PARA A DESCONTAMINAÇÃO COM
DISPOSIÇÃO FINAL DE REJEITOS CONTAMINADOS.**

GOVERNO DO ESTADO DE GROSSO MATO
FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE
FEMA

PARECER TÉCNICO Nº 006 /DMIN/CMCA/TEC/98

REFERENTE: Relatório Técnico - Novembro/98

INTERESSADO: METAIS ESPECIAIS.

PROJETO: PLANTA DE DESCONTAMINAÇÃO

MUNICÍPIO: POCONÉ - MT.

PARCEIRO: COOPERAURUM

OBJETIVO: Análise do Relatório Técnico apresentado pela Metais Especiais relativo a pesquisa para desenvolvimento de processo para tratamento de rejeito de amalgamação.

TRABALHOS EXECUTADOS

Os trabalhos desenvolvidos pela empresa Metais Especiais, compreendem pesquisas, análises, ensaios e testes laboratoriais, pertinentes as possíveis rotas de tratamento. Os aspectos mais relevantes e de síntese serão inicialmente comentados neste parecer de forma sequenciada, conforme a itenização do relatório:

1. LEGISLAÇÃO.

A Análise da legislação brasileira pertinente a definição de limites para o descarte final de efluentes e resíduos sólidos portadores de mercúrio, tem como referencia as seguintes normas:

Resolução CONAMA 020 (1986). Estabelece o nível máximo aceitável de mercúrio para águas em 0,002 mg/l (Classe 3) e de 0,0002 mg/l (Classe 2).

A Norma NBR 10004/87 estabelece a concentração de sólidos poluentes máximas admitidas na massa bruta de resíduos. No caso do mercúrio o limite é de 100 mg Hg/Kg (100 ppm). Resíduos com teores acima deste valor só podem ser descartados após tratamento prévio.

A Norma NBR 10004/87 estabelece ainda os valores máximos admitidos para a solubilização e lixiviação de resíduos sólidos. A norma estabelece o limite de 0,001 mg/l em um teste padrão de solubilização com resíduo, enquanto para o teste de lixiviação estabelece um limite máximo admissível no extrato da solução de 0,1 mg/l de mercúrio.

2. ESTUDOS DE CASOS.

2.1 Remoção de mercúrio de sólidos

Os levantamentos efetuados demonstram a existência de inúmeros processos para a remoção de mercúrio de sólidos, principalmente para tratar materiais contaminados originados da indústria. Os autores citam exemplos de retortagem, eletro-lixiviação, flotação, etc.

Com relação ao sistema de Retorta, o relatório cita a existência de uma planta móvel, aprovada pelo U.S. Environmental Agency, já patentada e que foi construída a um preço de US\$ 1,8 milhão, com um custo operacional desconhecido.

O processo de eletro-lixiviação desenvolvido pelo CETEM que utiliza como meio líquido soluções de sódio/hipoclorito em células, reporta que foi possível reduzir o teor de mercúrio no sólido para níveis bastante baixos (0,1 ppm). Porém o valor de mercúrio contido na solução de eletrólito após a eletro-obtenção também tinha valores na faixa de 0,1 mg/l (0,1 ppm), acima portanto dos valores aceitos para o descarte.

2.2 Remoção de mercúrio de soluções.

O Relatório cita inúmeros sistemas utilizados, desde a precipitação de mercúrio com adição de sulfetos, thiosulfetos e sulfitos, sendo o caso da baía de Minamata (Japão) o mais conhecido. Uso de biomassa *Rhizopus Arrhizus*; Resinas sintéticas; complexos orgânicos com enxofre, caso do reagente TMT 15, fabricado pela Degussa e por último o uso de Carvão ativado, que tem como inconveniente, a necessidade de tratamento e para destinação final do carvão.

3. POSSÍVEIS ROTAS DE TRATAMENTO.

O relatório cita que no caso de resíduos sólidos não recicláveis o descarte do material em aterros sanitários é a rota mais comum, entretanto os teores devem ser compatíveis com as normas e padrões citados.

Como no caso Poconé, os teores médios dos rejeitos de amalgamação não permitem o descarte direto para aterros, a proposta contida no relatório contempla um processamento inicial, mais barato, que reduziria os teores médios até níveis aceitáveis para a futura disposição em aterros. Em síntese, o pré tratamento objetiva a redução de volume de material, minimizando custos de investimento em planta de maior volume e na operação da mesma.

4. RESULTADOS

4.1 Pré- Tratamento (Análises e Granulometria)

As doze amostras foram secadas, misturadas e separadas em quatro frações: >28#, > 100#, > 200# e < 200#.

As médias globais ponderadas das 12 amostras foram de 9,38 g/t de ouro e 108 ppm de mercúrio. cumpre destacar que os teores mais altos de ouro (48,23 g/t) não coincidiram com os teores mais altos de mercúrio (340 g/t), comportamento similar se verificou para os teores mais baixos.

Outro ponto destacado no relatório é de que o mercúrio está distribuído homogeneamente nas frações, não permitindo que o simples peneiramento reduza o volume do rejeito, com teores a níveis que possibilitem a remoção direta para aterro.

4.2 Testes de Separação Gravimétrica

A recuperação do mercúrio, com ou sem moagem do material, não foi significativo durante a separação gravimétrica, não reduzindo os teores de mercúrio a níveis adequados, tendo alcançado valores máximos da ordem de 6 %.

A recuperação do ouro foi da ordem de 20 a 30 % , sem moagem, gerando um concentrado com cerca de 1% da massa original.

Após a moagem (70% < 150#) a recuperação do ouro subiu para valores da ordem de 25 a 40 %.

A conclusão é de que a separação gravimétrica não pode ser considerada como um processo preliminar para reduzir a quantidade de material a ser tratado, e em princípio inadequada também para a redução dos teores de mercúrio.

4.3 Lixiviação Agitada com Cianeto.

As amostras submetidas a testes de lixiviação agitada com cianeto em três amostras apresentaram recuperações de mercúrio da ordem de 31% (sem moagem) e de 50 % (com moagem). Com relação a recuperação do ouro, obtida com moagem, separação gravimétrica e posterior lixiviação agitada com cianeto, os dados indicam recuperações superiores a 95 %, gerando um resíduo final com teores abaixo de 0,2 g/t.

O relatório conclui que os rejeitos assim tratados são todos adequados para descarte num aterro sanitário, sem demais tratamento.

4.4 Testes de Eletro-Obtenção e Remoção de Mercúrio por Carvão Ativado.

As soluções resultantes dos testes e lixiviação agitada, com concentrações médias de 3,07 mg/l de ouro e 33,8 mg/l de mercúrio, foram tratadas em células eletrolíticas e passadas em carvão ativado. Após duas horas de agitação o ouro permaneceu em níveis significativos, da ordem de 0,58 mg/l, já o mercúrio chegou a valores de 0,0028 e 0,0063, respectivamente para os dois tipos de carvão utilizados.

O relatório conclui que os dois valores obtidos estão dentro dos limites permitidos para o descarte de efluentes

4.5 Testes de Sistema de Retorta Seguido pela Lixiviação com Cianeto

A retortagem do material a uma temperatura de 800 graus celsius por 6 horas permite seguramente reduzir os teores de mercúrio do rejeito para valores menores que 10 g/t e mui possivelmente atingir valores de 1 ppm.

A lixiviação com cianeto do produto da retortagem resultou em concentrações de mercúrio na solução final menores que 0,1 mg/l. e facilmente reduzido a valores inferiores a 0,01 mg/l. com o uso de carvão ativado.

4.6 Flotação de Amostra Previamente Moída.

A rota não apresentou possibilidade de redução significativa de volume de geração de um concentrado para posterior tratamento intensivo.

4.7 Testes de Solubilização e Lixiviação.

Os testes de solubilização de algumas amostras mostraram valores acima de 0,001 mg/l. máximo admitido no teste padrão da ABNT (NBR 10004/87). Exceto uma amostra analisada de fração submetida a retortagem.

Os testes de lixiviação mostraram valores da ordem de 0,01 mg/l e portanto inferiores ao limite de 0,1 mg/l. estabelecido no teste padrão.

4.8 Conclusões do Relatório

A melhor alternativa do ponto de vista ambiental é a aplicação do sistema de retorta para a recuperação do mercúrio, entretanto tal processo demanda investimentos significativos e envolve um custo operacional que inviabiliza a auto sustentabilidade do projeto.

5. PROCESSO RECOMENDADO

O processo de lixiviação e solubilização do mercúrio com cianeto foi proposto na forma de uma planta fixa, desenhada como uma estrutura permanente, com um fluxograma e estimativas de custos de investimentos e operacionais/mês.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O RELATÓRIO

1) Os resultados das análises das amostras consolidado na Tabela 2, evidencia a existência de dois tipos principais de rejeitos, sem contar a amostra preta que se trata de um concentrado oriundo de rejeitos ricos em ferro, que se acumulam no pinhão da bateia. A análise simplista dos dados evidencia a presença de apenas duas amostras com teores acima de 10 g/t. Este fato verificado nos garimpos dos Senhores Vicente Rondon e Manoel Jimenez, permite inferir a possibilidade de que parte dos materiais armazenados já foram reprocessados, gerando na maioria dos garimpos um rejeito com teores inferiores a 10 g/t, estes frequentemente com teores proporcionalmente mais altos de mercúrio.

2) Os testes de separação gravimétrica se restringiram a mensagem, o que de certa forma, prejudica uma melhor avaliação do uso de métodos gravimétricos. Cumpre destacar a importância ao nosso ver da observância de tais métodos, uma vez que os teores médios de mercúrio encontrados no conjunto amostrado da ordem de 108 g/t, situam-se apenas um pouco acima do máximo admissível. A perspectiva de se utilizar um método gravimétrico para reduzir volume, gerando um rejeito com teores médios inferiores a 100 ppm, em princípio não deve ser descartado.

3) Não pudemos verificar no relatório a existência de dados analíticos referentes a teste padrão de solubilização e lixiviação, em amostras resultantes dos testes de cianetação (rejeito final), que em princípio serão transportadas e estocadas no aterro sanitário. As análises efetuadas em algumas amostras de materiais oriundos das centrais de amalgamação (Tabela 13), consideradas relativamente inertes, face a presença apenas de mercúrio metálico, já apresentam-se com valores acima de 0,001 mg/l, máximo admitido no teste padrão de solubilização da ABNT (NBR 10004/87).

4) No caso, de se realmente existir um consenso quanto a implementação da rota proposta pela Metais Especiais, alguns esclarecimentos se fazem necessários, a saber;

- a) O destino final do carvão ativado saturado gerado ao término de cada ciclo produtivo, quando se fizer necessário a reposição ou mesmo tratamento do carvão.
- b) Plano de gerenciamento da planta considerando-se as peculiaridades inerentes a operacionalização da mesma, em regime de parceria, inclusive com a previsão de capacitação de recursos humanos para a operação e manutenção da planta, após o período de gerenciamento direto pela Metais Especiais.
- c) Detalhamento da planilha de custos, com respectivo cronograma, considerando-se os custos levantados a partir da elaboração de projetos de engenharia mais detalhados. Na medida do possível adequando as eventuais disponibilidade de equipamentos e contrapartidas a serem viabilizadas pela COOPERAURUM
- d) Detalhamento do plano de monitoramento do efluente líquido gerado no corpo da barragem e entorno, com os procedimentos a serem implementados quando da desativação, inclusive com os custos pertinentes.
- e) O processo sugerido, rota da lixiviação, não considera eventuais problemas ambientais, decorrentes da lixiviação do rejeito, que pode favorecer a geração de complexos indesejáveis, cujas medidas de mitigação ou controle podem ser até mais problemáticas do que aquelas utilizadas para o mercúrio metálico.

RECOMENDAÇÕES

Considerando-se o exposto, recomendamos a título de sugestão alguns encaminhamentos:

- a) Antes de se aprovar o processo proposto seria pertinente esgotar todas as possibilidades de se efetuar a redução do volume de material, gerando um rejeito com teores médios inferiores a 100 ppm, que pode ser destinado a um aterro padrão. Este procedimento pode vir a tornar desnecessário o uso de processos químicos para extração do mercúrio.
- b) Caso não seja possível o pré tratamento via gravimetria, seria imprescindível a realização de testes de solubilização e lixiviação (Norma Técnica NBR 10004/98) para estabelecer os teores de Hg existentes nos resíduos sólidos finais gerados.

Cuiabá 12 de Janeiro de 1999

Assinam o Parecer:

Leila Marta de C. Singulane
Chefe da DMIN

.....

Antonio João Paes de Barros
Consultor PRODEAGRO / PNUD

.....

Lázaro José de Oliveira
Consultor PRODEAGRO / PNUD

.....

PROJETO DE MELHORAMENTO TECNOLÓGICO.

RELATÓRIO - 1ª ETAPA

ANEXO 3

RELATÓRIO TÉCNICO N.º 001/DMIN/CMCA/TEC/99

PROJETO PLANTA MÓVEL

**DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS PARA A DESCONTAMINAÇÃO COM
DISPOSIÇÃO FINAL DE REJEITOS CONTAMINADOS.**



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEMA
RUA D, S/Nº - Prédio do Antigo DOP - Palácio Paiaguás - Centro Político Administrativo
Fones:(065) 313-2704 - Telex: 654-2512 - Fax:(065)644-2566.
CEP 78050-970 - Cuiabá - MT.

RELATÓRIO TÉCNICO N.º 001/DMIN/CMCA/TEC/99.

REFERENTE: Avaliação do volume de rejeitos contaminados estocados nas centrais de amalgamação.

EMPREENDIMENTOS: Todos os que se adequaram ao processo de regularização e possuem Centrais de Amalgamação.

ATIVIDADE: Exploração de ouro.

MUNICÍPIOS: Poconé e Nossa Senhora do Livramento - MT.

OBJETIVO: Atender solicitação da empresa metais especiais (Contrato 002/97).

1. INTRODUÇÃO

Os trabalhos objeto deste relatório técnico foram desenvolvidos nos períodos entre 17 a 19 e 25 a 27 de março de 1999, em principio para levantar informações a respeito do volume de rejeitos de amalgamação, atualmente estocados nos garimpos. Durante o trabalho foi reavaliado o montante de rejeitos que foi objeto de amostragem para fins de análises e ensaios tecnológicos por parte da Empresa Metais especiais.

Empresa contratada pela FEMA / PRODEAGRO para conduzir os estudos referentes a concepção, montagem e operação de uma planta para descontaminar os rejeitos resultantes do processo de amalgamação. A definição do processo extrativo e conseqüente elaboração do Projeto Básico para viabilizar a contrapartida da COOPERAURUM e dar início a montagem da planta, dependem em parte do conhecimento da quantidade de rejeito estocado e da capacidade de geração atual deste tipo de rejeito, por parte dos empreendimentos ainda em operação.

Outro ponto que será objeto de análise e considerações neste relatório diz respeito a aqueles empreendedores que por motivos diversos não detém mais estoque deste tipo de rejeito, ou mesmo que guarda quantias insignificantes, considerando-se o tempo em que se encontra em operação e a sua capacidade instalada.

2. ANÁLISE

Considerando-se como premissa que a maioria dos circuitos instalados em Poconé operam com equipamentos similares constituídos basicamente de um moinho de bola

com capacidade de processar cerca de 10 m³/ hora, e que este alimenta uma bateria de centrifugas, que são limpas (despescadas), em média a cada oito horas, gerando por turno de trabalho diário um volume de concentrado mínimo da ordem de 150 litros/dia.

Podemos estimar com base nestes números referenciais que existe nos empreendimentos uma capacidade instalada (módulo mínimo) capaz de produzir o equivalente a 3.750 litros ou 3,75 m³ de concentrado por mês.

Nestes termos, considerando-se que a pelo menos dois anos foi dado como concluído o processo de regularização, marcando o início do processo de acumulo de materiais nas centrais de amalgamação e se estabelecendo um período médio de pelo menos 20 meses de operação, para os empreendimentos que se mantiveram em operação continua, conforme Planilha, **em anexo**, obtêm-se um montante estimado em torno de 75 m³ por empreendimento. Isto considerando-se apenas a existência de um único circuito de beneficiamento básico.

As freqüentes visitas e mesmo vistorias aos empreendimentos permitiram constatar a despreocupação por parte de determinados mineradores com a guarda deste tipo de material, apesar do constante apelo para com este tipo de conduta. A análise simplista dos volumes acumulados em cada empreendimento, considerando-se a respectiva situação atual, conforme sintetizado na Planilha, **em anexo**, permite constatar determinados tipos de comportamentos, que não condizem com o nível de cooperação e parceria afetos a FEMA. Dentre alguns problemas constatados, os mais evidentes são:

- a) Empreendimentos que possuem capacidade operacional muito maior que o circuito mínimo considerado, que mantiveram-se em operação continua e que detêm quantidades insignificantes de rejeito, caso dos Mineradores Roberto Nunes Rondon e Maximiliano Mendes do Nascimento
- b) Empreendimentos que possuem capacidade operacional maior que o circuito mínimo considerado, que tiveram sua operação paralisada em meados de 1998 e que detêm quantidades insignificantes de rejeito, caso dos Mineradores José Francisco de Campos, Darci Nascimento, João Ribeiro,
- c) Empreendimentos que encontram-se abandonados, sendo o rejeito contaminado objeto de furto e reprocessamento clandestino, caso dos mineradores Reginaldo Moraes Leite, Aristides P. de Arruda, Fernando Camargo Aranha Oliveira, Ângela Gomes de Campos, Floriano Oliva, Luis Arruda, e Dolores Gimenez
- d) Empreendimentos com rejeito de amalgamação estocados em condições inapropriadas no solo, caso dos mineradores Marcos Nascimento, Juraci Rodoi e Evaldino Rodoi
- e) Empreendimentos paralisados e/ou desativados que não forneceram informação sobre o destino dos rejeitos contaminados.

3. CONCLUSÃO

Desde que a FEMA começou a atuar de forma mais consistente e articulada em Poconé o número de empreendimentos em operação vinha decrescendo, chegando a existir apenas oito garimpos operando no final de 1998. Fato que de certa forma concorreu para que a FEMA gradativamente viesse a diminuir sua ação fiscalizadora e normatizadora sobre a atividade. Fato que levou de certa forma, a conduzir o processo de gerenciamento ambiental durante o ultimo ano, no sentido de ultimar procedimentos administrativos que resultassem no início da recuperação das áreas impactadas,

considerando-se a área de influência e a proposta contida no PRADE de cada empreendimento.

A partir de 1999, com a desvalorização do real (R\$), nota-se um novo ímpeto exploratório, com o reinício de operação de nove empreendimentos, totalizando no momento 17 (dezessete) empreendimentos em operação no Distrito Mineiro de Poconé.

Desta forma, tendo em vista as constatações e as análises efetuadas acreditamos ser pertinente a adoção de medidas punitivas para aqueles empreendedores que infringiram a regra, afetando o grau de confiança e respeito mútuo que deve primar um trabalho de cooperação e parceria.

Desta forma estamos recomendando a adoção das seguintes medidas, para conhecimento e anuência por parte da Diretoria desta Fundação:

1º - Empreendimentos enquadrados nos casos "a" e "b", Encaminhamento para a Promotoria Pública de Poconé com recomendação para a formalização de Termo de Ajustamento de Conduta.

2º - Empreendimentos enquadrados nos casos "c", "d", "e". Encaminhamento de notificação para prestar esclarecimentos num prazo de trinta dias, condicionando o não cumprimento, ao encaminhamento do processo a Promotoria Pública de Poconé

Cuiabá 29 de Março de 1999.

Assinam o Relatório:

Vanderlei Belato
Geólogo / DMIN

.....

Antonio João Paes de Barros
Consultor PRODEAGRO / PNUD.

.....

Visto:
Leila Marta de C. Singulane
Chefe da DMIN

.....

Planilha de Avaliação do Volume de Rejeito de Amalgamação em M³ – Estoque medido em março de 1999

nº	PROPRIETÁRIO ATUAL	PROPRIETÁRIO ANTERIOR	Localidade/ município	Tanque concreto	Tanque concreto	Tanque concreto	Tanque concreto	Pilha a seco	Pilha a seco	Tambor	Volume Total	Fontesgem
21-	Juraci Rodui	Catarino Pedroso de Barros	Coroado	43,32	1,2			50,0 (solo)		0,3	94,82	Operação contínua
22-	José Francisco de Campos	José Francisco de Campos	Faz. Chicão	3,12	9,99						13,11	Retorno/99
23-	Manoel Rodrigues Gimenes	Sidney Rafael de Souza / Terezinha S. Pinheiro	Faz Ourinhos Cangas	123,2	4,5	1,35	3,78			1,19	134,02	Operação contínua
24-	Dolores R. Gimenes (*3)	Dolores R. Gimenes	Faz Ourinhos	1,5							1,5	Desativado Agosto/97
25	Jonas Gimenes	Pedro Amâncio / Tadeu Amancio	Cangas	18,87	29,02	37,05	5,71				90,65	Operação contínua
26	Cristian Gimenes	Aulica M. Ferrer	Cangas	11,55	1,20					0,93	15,81	Desativado
27-	João Santana (*3)	Teodolindo Grassi	Faz. Brejal - Livramento									Desativado
28-	Marcos Nascimento	Marcos Nascimento	Faz Salinas - Poconé	16,8	10,0						26,8	Paralisado
29-	Mauro Nascimento	Mauro Nascimento	Faz Salinas -	115,5							115,5	Paralisado Novembro/97
30-	Darci Nascimento	Darci Nascimento	Faz Salinas -	11,76							11,76	Retorno/99
31-	Maximiliano Mendes Nascimento	Maximiliano Mendes Nascimento	Faz Salinas - Poconé	38,0							38,0	Operação contínua
32-	Reginaldo Moraes Leite (6*)	Francisco Formiga	Faz Chaves - Livramento									Desativado Março / 98
33-	Aristides P. Arruda/José V.A Lobo (*3)	Aristides P. Arruda/José V.A Lobo	Faz Chaves - Livramento									Desativado Novembro/96
34-	Sandro de França(*8)	José Francisco Tomazelli	Cór. Fundo									Desativado
35-	Sergio França (*5)	Luiz Alberto Avansos	Arrozal - Poconé									Retorno/ 99
36	Rubens	Cleusa de. Leite Carvalho	Distrito Industrial	5,0							5,0	Desativado Outubro/96
37	José Aldo Duarte Ferraz	José Aldo Duarte Ferraz	Lava Pés Tereza Bolas	5,35							5,35	Operação a partir de 98
Sub total											552,32	
TOTAL											1249,5	

Obs.:

*1 Tanque redondo	*2 Tanque quadrado / reprocessado	*3 Material com destino desconhecido
*4 Beneficiamento no garimpo n.º 14	*5. Beneficiamento no garimpo n.º 6	*6 Material adulterado
*7-Material removido para garimpo n.º 2	*8. Não chegaram a construir central	

ANEXO 4

RELATÓRIO TÉCNICO

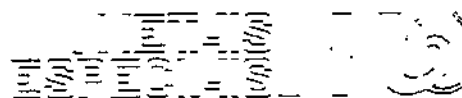
**CLIENTE: PRODEAGRO
FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE -
FEMA**

**PROJETO: MELHORAMENTO TECNOLÓGICO
REGIÃO BAIXADA CUIABANA**

**1 - PLANTA PILOTO MÓVEL
PROJETO CONCEITUAL PARA ATERRO DO REJEITO CONTAMINADO COM
MERCÚRIO.**

**2 - PROJETO PRELIMINAR DE CIANETAÇÃO INTENSIVA PARA TRATAMENTO
DO CONCENTRADO DE GARIMPO.**

CONTRATO 002/97



Conteúdo

1 - TRATAMENTO DE REJEITO DE GARIMPO CONTAMINADO COM MERCÚRIO.

- 1.1 - Caracterização Básica
- 1.2 - Norma Brasileira NBR 10004 - Resíduos Sólidos
- 1.3 - Desenvolvimento de Processos
- 1.4 - Projeto Conceitual para Aterro Industrial do Resíduo de Rejeito de Amalgamação.
- 1.5 - Parecer Final Sobre o Tratamento Metalúrgico dos Rejeitos de Amalgamação de Garimpo para a Recuperação de Ouro Residual, Abril 1999.

2 - PROJETO PRELIMINAR DE CIANETAÇÃO INTENSIVA PARA TRATAMENTO DO CONCENTRADO DE GARIMPO.

- 2.1 - Descrição do Processo (DP-099-001)
- 2.2 - Balanço de Massas (BL-099-001)
- 2.3 - Lista de Equipamentos (LE-099-001)
- 2.4 - Custo Mensal de Produção e Insumos Químicos (CP-099-001)
- 2.5 - Fluxograma do Processo (FP-099-001)

Obs.: Não inclui o custo total do investimento pois este sofrerá significativa variação a depender do acordo entre os cooperativados.

TRATAMENTO DE REJEITO DE GARIMPO CONTAMINADO COM MERCÚRIO

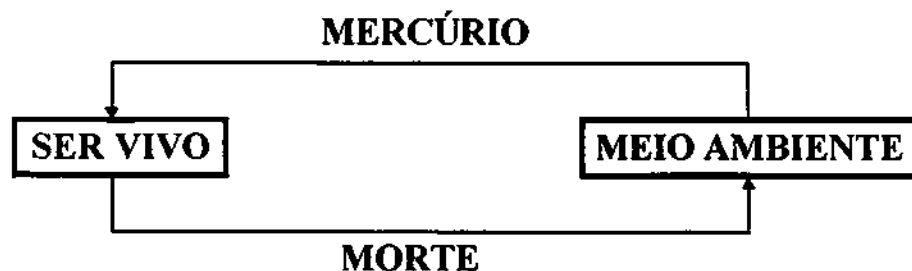
CARACTERIZAÇÃO BÁSICA

As atividades industriais repercutem intensamente sobre a base dos recursos naturais, ao longo do ciclo constituído pela extração de matérias primas, sua transformação em produtos, o consumo de energia, a geração de resíduos e a utilização e descarte dos produtos pelos consumidores.

Os impactos ambientais geram alterações significativas no meio ambiente, que podem levar ao comprometimento da utilização dos recursos naturais (ar, solo e água).

Mercúrio e compostos são materiais tóxicos que compõem produtos e resíduos industriais. Quando presentes acima de determinados níveis, podem causar danos aos seres que assimilam diretamente a água do corpo receptor ou, por efeito cumulativo, vir a potencializar sua toxidez nos seres que ocupam os últimos níveis tróficos da cadeia alimentar. A incorporação nos seres vivos ocorre por via respiratória, cutânea e por ingestão direta.

Pensou-se que o mercúrio carregado ao mar por despejos industriais afundasse, e que não poderia causar maiores danos. Certas bactérias metabolizam o mercúrio transformando-o em metil-mercúrio que é solúvel na água e incorpora-se a teia alimentar que se inicia no fitoplâncton e acaba na dieta humana através dos "frutos do mar". As doses ingeridas são pequeníssimas mas tem efeito cumulativo e os efeitos atingem o sistema nervoso, cegueira, surdez e morte.



A NORMA BRASILEIRA NBR 10004 – RESÍDUOS SÓLIDOS

A NBR 10004 classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que estes resíduos possam ter manuseio e destinação adequados.

Os resíduos sólidos são definidos e classificados segundo as norma da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas:

- ❑ NBR 10.004 – Resíduos Sólidos - Classificação
- ❑ NBR 10.005 – Lixiviação de Resíduos - Procedimento
- ❑ NBR 10.006 – Solubilização de Resíduos - Procedimento
- ❑ NBR 10.007 – Amostragem de Resíduos - Procedimento

São classificados nas seguintes classes:

- Resíduos Classe I – Perigosos
- Resíduos Classe II – Não-Inertes
- Resíduos Classe III- Inertes

Os testes de Lixiviação e Solubilização realizados para os rejeitos de garimpo indicaram resultados que os classificam como Resíduo Classe I – Perigoso, devendo tais materiais serem enviados para aterro industrial ou tratados por outros processos físico-químicos viáveis do ponto de vista técnico, econômico e ambiental. Do ponto de vista ambiental, toda uma gama de leis e normas existentes para Emissões Atmosféricas, Efluentes Líquidos, Resíduos Sólidos e Avaliação de Impactos Ambientais deverão ser seguidas.



DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS

Resíduos de processos químicos industriais, podem ser utilizados para a produção de produtos a custos suficientemente baixos. Dentre eles, para o caso deste resíduo, foram estudadas as seguintes rotas:

• Rotas desenvolvidas pela Metais Especiais

A Metais Especiais foi contratada para desenvolver um processo para o tratamento do rejeito de garimpo, visando inicialmente um processo físico preliminar e barato que conseguisse concentrar o mercúrio deixando um resíduo descartável com baixos teores de mercúrio e ouro.

De acordo com o Relatório Técnico preliminar encaminhado em Novembro de 1998 para o PRODEAGRO / FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEMA, objeto do Contrato 002/97, infelizmente um processo viável do ponto de vista técnico-econômico e ambiental não foi encontrado. (ANEXO I)

• Volatilização de mercúrio

A Metais Especiais identificou uma planta americana líder no tratamento de solos e resíduos industriais contaminados com mercúrio chamado Mercury Recovery Services, Inc (MRS).

Esta companhia está usando um processo patenteado que foi designado "Melhor Tecnologia Demonstrada e Disponível" pelo U. S. Environmental Agency. A companhia foi contactada e o processo utilizado é a vaporização de mercúrio por aquecimento elétrico.

Uma unidade Móvel com capacidade para processar duas bateladas de 6 toneladas por dia custa por volta de US \$ 1,8 milhões e os custos operacionais não são conhecidos.

Os gases e vapores que saem do processo são purificados com carvão ativado e enviados para a atmosfera. Este processo gera um resíduo sólido de carvão contaminado com mercúrio.

• Estabilização / Solidificação

A estabilização/solidificação é um processo de tratamento de resíduos em que os constituintes perigosos dos resíduos são transformados e mantidos em sua forma menos solúvel ou menos tóxica e as características físicas dos resíduos melhoradas.

METAIS ESPECIAIS

TELEFAX (071) 382 4791 E-mail casemiro@itp.com.br

A estabilização/solidificação pode ser realizada de duas formas:

- ✓ Fixação inorgânica → mistura do resíduo com materiais pozolânicos – cimento, cal, silicatos e argilas.
- ✓ Encapsulamento → utilização de polímeros orgânicos específicos, dependendo do resíduo a ser tratado.

A estabilização/solidificação é uma forma de pré-tratamento que gera uma massa sólida monolítica de resíduo tratado, melhorando a sua integridade estrutural, quanto as suas características físicas, tornando mais fácil o seu manuseio, reduzindo a área superficial através da qual possa ocorrer a transferência ou perda de poluentes e limitando a solubilidade ou destoxificando quaisquer constituintes perigosos contidos no resíduo. O resíduo tratado requer uma disposição final adequada.

• Aterros

A disposição de **Resíduos Perigosos no solo** segue a Norma ABNT NBR 10157 de Dezembro de 1987 – **Aterros de Resíduos Perigosos – Critérios para Projeto, Construção e Operação**. Esta norma fixa as condições mínimas para projeto e operação de aterros de resíduos perigosos, de forma a proteger adequadamente as coleções hídricas superficiais e subterrâneas próximas, bem como os operadores destas instalações e populações vizinhas.

Com base nos estudos realizados acima optou-se por aterro industrial como sendo a rota mais viável atualmente do ponto de vista técnico, econômico e ambiental.

PROJETO CONCEITUAL PARA ATERRO INDUSTRIAL DO RESÍDUO DE REJEITO DE AMALGAMAÇÃO

1. O Projeto seguirá a Norma ABNT NBR 10157 de Dezembro de 1987 – ~~Aterros de Resíduos Perigosos~~ – Critérios para ~~Projeto~~, Construção e Operação.
2. A Capacidade do Aterro deverá ser definida entre as partes interessadas, levando-se em conta o estoque atual de rejeito, geração futura e estratégias para utilização do aterro por terceiros.
3. A Localização do Aterro deverá ser definida entre as partes interessadas, levando-se em conta impactos ambientais e sociais, zoneamento da região, topografia, geologia, recursos hídricos, vegetação, acessos, tempo de utilização, níveis de investimento, etc.
4. O sistema de Impermeabilização do aterro será projetado com base na vida útil a ser definida entre as partes e ser construído com materiais de propriedades químicas compatíveis com o resíduo, com suficiente espessura e resistência de modo a evitar rupturas.
5. O sistema de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas será através de poços piezométricos, em número e condições que atendam a localização e capacidade do aterro, a topografia do terreno e o fluxo do lençol freático.
6. Não será projetado Sistema de Monitoramento de Gases, devido às pressões de vapor dos materiais envolvidos serem muito baixas.
7. Será definido um Plano de Emergência com base na localização e capacidade do aterro, a topografia do terreno e o fluxo do lençol freático.
8. Será definido um Plano de Fechamento com base na capacidade do aterro, estimativas da qualidade e da quantidade dos resíduos dispostos até a data do fechamento e uso do local após o término das operações.
9. Será definido Plano de Inspeção e Manutenção com descrição das atividades rotineiras necessárias a promover uma manutenção adequada da instalação.
10. Será projetado uma Rede de Drenagem subsuperficial, conforme topografia local, para captação e remoção do líquido que percola através do resíduo.

11. Será definido Sistema de Tratamento do líquido percolado do aterro conforme os padrões de emissão que garantam a qualidade do corpo receptor.
12. Será projetado uma Rede de Drenagem superficial, conforme topografia local, para captação e desvio das águas de escoamento superficial das áreas internas e externas do aterro.
13. Será definido um Plano de Registro das Operações, para as ocorrências verificadas na instalação, tais como: origem, qualidade, quantidade e localização no aterro dos resíduos recebidos; monitoramento ambiental; incidentes etc.
14. Será projetado e/ou definido Sistema de Isolamento, Sinalização, Segurança, Acessos, Iluminação e Força, Comunicação, Segregação e Análise de Resíduos, etc.
15. Será realizado treinamento de pessoal principalmente quanto a instruções operacionais, planos de inspeção e manutenção, registros das operações, relatórios anuais, segurança, planos de emergência, equipamentos de proteção, atividades após o encerramento do aterro.

ANEXO I

PARECER FINAL SOBRE O TRATAMENTO METALÚRGICO DOS REJEITOS DE GARIMPO PARA A RECUPERAÇÃO DE OURO RESIDUAL, ABRIL 1999.

1 O relatório preliminar emitido no final do dezembro 1998 pela Metais Especiais recomendou um processo de lixiviação dos rejeitos de garimpo usando cianeto para recuperar o ouro residual e para reduzir os teores de mercúrio até níveis que cumprissem as exigências das normas brasileiras para aterros. A partir desta data os dados sobre o teor ponderado de mercúrio e ouro no rejeito foram atualizados, baseado-se em quantidades individuais dos estoques de rejeito:

	Mercúrio, ppm	Ouro, ppm
Média aritmética	108,0	9,4
Média ponderada	78,9	5,32

2 Também foi constatado que a profundidade de amostragem dos rejeitos nos tanques de concreto de estocagem foi aproximadamente de 2,0 metros, para uma profundidade total de aproximadamente 5 metros

3 Uma mudança na filosofia sobre a necessidade de recuperar o ouro para tornar o projeto sustentável, teve como complicador o fato de que os processos considerados para recuperar simultaneamente ouro e mercúrio, possam contribuir para agravar o quadro atual, com os rejeito de amalgamação estocados. Face as limitações detectadas, desistiu-se da condição de que o projeto fosse auto-sustentável do ponto de vista econômico com a recuperação do ouro contido. Nestes termos, o objetivo principal do projeto é basicamente o de dar uma destinação final aos rejeitos contaminados, minimizando riscos ambientais.

4 Tratamento dos Rejeitos por Meios Hidrometalúrgicos.

O relatório da Metais Especiais considerou uma rota de tratamento dos rejeitos usando cianeto para lixiviar o ouro e o mercúrio contidos no rejeito. A recuperação de ouro usado para a avaliação financeira do projeto de 90%, é baseado nos ensaios executados em laboratório. Atualizando o cambio real/dólar e o teor ponderado de ouro, resulta em uma redução na rentabilidade do projeto de 55% para uma planta de 10 toneladas por dia, em 33 meses de operação e com uma recuperação de 90%, conforme tabela que segue.

	Relatório Metais Especiais	Dados Atualizados
Preço de Ouro R\$/g	10,00	15,00
Teor de Ouro g/t	9,40	5,32
Custo Capital R\$	141.100,00	141.100,00
Custo Operacional R\$	465.300,00	465.300,00
Receita Bruta R\$	837.540,00	711.018,00
Receita Líquida, sem impostos R\$	231.140,00	104.618,00

Os riscos de contaminar o meio ambiente são muito mais altos depois do processamento do rejeito usando cianeto devido a produção dos complexos de cianomercúrio, que são mais solúveis e entram no ecossistema com mais facilidade do que o mercúrio elementar na forma metálica.

Baseando-se nesses fatores a recomendação da Metais Especiais é de não usar cianeto para recuperar quimicamente o ouro.

5 Os dados disponíveis sobre o teor ponderado de mercúrio, conforme Tabela (ANEXO II) indicam que nos níveis mais superficiais dos tanques de estocagem dos rejeitos, até profundidades de cerca de 2,0 metros, o teor médio de mercúrio é de 78,9 ppm. Entretanto, faz necessário nova caracterização para fins de determinação de valores em testes padrão de solubilização e lixiviação do mercúrio no rejeito (ABNT 10004/87), uma vez que os resultados dos ensaios executados em 1998 indicam que os rejeitos não se adequam a essa norma.

6 O rejeito acumulado nos níveis mais profundos dos tanques, sem dúvida tem teores mais altos de mercúrio. Retortagem é a maneira reconhecida no mundo para tratar rejeitos contaminado com mercúrio para cumprir com as normas ambientais dos Estados Unidos etc. Entretanto uma unidade de retortagem custa mais de um milhão de dólares.

Mesmo assumindo que os teores de mercúrio no fundo das pilhas sejam mais altos é provável que os teores de ouro sejam, em tese, igual dos teores da superfície. Uma vez que os dados e ensaios efetuados em 1998, indicam que não existe uma correlação entre teor de mercúrio e teor de ouro; também as variações na recuperação de ouro por meios gravimétricos não mostraram correlação com a recuperação de mercúrio, o que justifica concluir que altos teores de mercúrio não correspondem necessariamente a altos teores de ouro.

7 Tratamento dos Rejeitos por Meios Gravimétricos

Baseando-se nos dados das análises do rejeito efetivamente amostrado e pesquisado, existe entre 5,4 e 6 kg de ouro total no rejeito examinado (equivalente a 550 m³) e aproximadamente 14 kg baseado no volume estimado pelos técnicos da FEMA, equivalente a 1.150 m³, usando-se o teor de ouro ponderado.

Com recuperação de 33% a receita bruta sem descontar custos operacionais será de cerca de R\$ 66.000,00, para um preço de ouro de R\$ 15,00 /g.

Uma estimativa do custo de operação da etapa de separação gravimétrica, envolvendo um supervisor, dois operadores e energia elétrica, para operar uma planta de capacidade para 10t/dia, com moagem, é de R\$2.500,00 / [300(t/m)x5(g/t)x0,33], o que equivale a R\$ 5,00 / grama de ouro recuperado, mais o custo de refinação e venda.

O ouro recuperado por um processo de separação gravimétrica continuará contaminado com mercúrio, sendo necessário recuperar todo esse mercúrio também. Não é possível fundir diretamente o concentrado de ouro, recuperando o vapor de mercúrio com carvão ativado, devido a problemas na separação e aglomeração das gotas de ouro líquido na escória líquida. Assim um processo de lixiviação com cianeto, já descartado, ou amalgamação seria necessário. Em princípio, essa segunda opção foi considerada inaceitável no contexto do projeto, porque implica em uso de mais mercúrio. Assim a recuperação de ouro é considerada um fator complicador com retorno financeiro pequeno, e portanto não se justifica no atual nível de desenvolvimento deste projeto.

ANEXO II

Prodeagro									
Número da Amostra como recebido	Volume Total m3	Mercurio Teor Calculado ppm	Mercurio Teor Analisado ppm	Ouro Teor Calculado ppm	Ouro Teor Analisado ppm	Quantidade Mercurio baseado Teor Calculado gm	Quantidade Mercurio baseado Teor Analisado gm	Quantidade Ouro baseado Teor Calculado gm	Quantidade Ouro baseado Teor Analisado gm
7 - Vicente Nunes Rondon	11,3	71,97	74	48,23	51,48	1626,52	1672,40	1090,00	1163,00
8 - Vicente Nunes Rondon	42	116,76	96	9,4	6,23	9807,84	8064,00	789,60	523,32
3 - Garimpo João Tora	76	114,84	103	1,27	1,08	17455,68	15656,00	193,04	164,16
4 - Bacia de Rejeito contaminado Gauchinho	40	113,67	103	7,63	8,42	9083,60	8240,00	610,40	673,60
5 - Cidão # Segunda Caixa	72	15,41	15	4,32	4,68	2219,04	2160,00	622,08	673,92
6 - Cidão 1 Caixa rectangular 1	50	28,22	30	5,67	5,29	2822,00	3000,00	567,00	529,00
1 - Juracy Tanque no chão	1,2	339,95	277	3,61	7,27	815,88	664,80	8,66	17,45
2 - Juracy Concentrado	43,32	130,31	123	5,05	5,41	11290,08	10656,72	437,53	468,72
9 - Jonas Tanque de Concreto 6x4x2	18,87	58,31	72	3,77	4,72	2200,62	2717,28	142,28	178,13
12 - Jonas Tanque de Concreto 5x4x3	29,02	149,76	217	4,79	11,02	8892,07	12594,68	278,01	639,60
10 - M Gimenez Lagoa de Resumo	4,5	102,6	82	16,64	34,03	923,40	738,00	149,76	306,27
11 - M Gimenez Rejeito da Amalgamadora Tanque 7x7	123,3	55,82	52	2,25	2,78	13765,21	12823,20	554,85	680,62
Quantidade Total	511,51 m3					80711,92	78987,08	5443,22	6017,79
Teor Médio ppm						78,90	77,21	6,32	6,88

CIANETAÇÃO INTENSIVA **DESCRIÇÃO DO PROCESSO**

RECUPERAÇÃO DE OURO DO CONCENTRADO GRAVIMÉTRICO PELO PROCESSO DE CIANETAÇÃO INTENSIVA.

1 Lixiviação

A meta principal do projeto de recuperação de ouro dos concentrados oriundo da região de Poconé, Mato Grosso, é a substituição do processo de amalgamação com utilização de mercúrio pelo processo de cianetação, que é atualmente a tecnologia consagrada por mineiros no mundo inteiro, excluindo a antiga USSR.

A filosofia do projeto da planta é de simplificar os circuitos e procedimentos de operação, sem prejudicar a eficiência da operação de recuperação de ouro e também de não prejudicar nenhum aspecto de segurança da operação da planta e de proteção ao meio ambiente.

O circuito está projetado para tratar 300 kg de concentrado provenientes dos circuitos de separação gravimétrica que incluem um moinho de bolas e um concentrador centrífugo, que gera um concentrado de granulometria 100% -10 malhas.

A lixiviação é executada em bateladas de 300 kg. O eletrólito gasto (ou a água do comissionamento da planta) é adicionada ao tanque de lixiviação, com o agitador e o compressor de ar ligados. O processo de lixiviação é oxidativo e o ar é necessário para manter o potencial de oxidação (Eh) na faixa positiva.

O concentrado, previamente estocado nos sacos de 25kg, é carregado no tanque com a utilização de uma talha. Os sacos serão abertos em cima da calha instalada no lado do tanque e o eletrólito gasto será adicionado em cima do concentrado, ajudando os sólidos a deslizar para dentro do tanque. A lixiviação é executada com uma densidade de polpa de 50% em peso. O cianeto de sódio e cal serão adicionados para alcançar uma concentração de cianeto e um pH de 12 g/l e 11,5 respectivamente e o concentrado será lixiviado por 20 horas. O ouro livre no concentrado é solubilizado (complexado) pelo cianeto e passa para a solução. Outras impurezas do concentrado, tais como zinco, cobre, prata etc, também serão lixiviados pelo cianeto.

METAIS ESPECIAIS

TELEFAX (071) 382 4791 E-mail casemiro@iep.com.br

A eficiência da lixiviação do ouro está na faixa de 98%, baseando-se nos ensaios de laboratório que deixou apenas uma parte refratária de ouro (encapsulado quimicamente) que somente um processo de oxidação da estrutura do encapsulamento poderia liberá-lo. Esse procedimento adicional não pode ser viabilizado para as pequenas quantidades de ouro envolvidas.

2 Filtração

O final da lixiviação é confirmada pelas análises de ouro em solução usando um método colorimétrico ("Purpura de Cásio"). A bomba de vácuo do filtro de bandeja é ligada, a válvula de drenagem do tanque de lixiviação aberta e a polpa será drenada em cima da lona do filtro. Quando o nível da polpa estiver perto do rotor do agitador este será desligado (para evitar danos, principalmente vibrações e desalinhamento do eixo do agitador) e o resto da polpa será drenada. O ar comprimido pode continuar ligado até o tanque ficar vazio, com vazão de ar mínima para evitar perdas da solução. Um volume pequeno de água pode ser usado com mangueira para efetuar uma limpeza final do tanque.

O vácuo succiona o resto da solução nos interstícios do rejeito da lixiviação para o tanque de filtrado. Esse filtrado é bombeado para o tanque de estocagem de solução rica. Esse tanque tem uma resistência elétrica para pré-aquecimento da solução, até 60°C. Ao atingir 60°C, a resistência desliga automaticamente.

Terminando a filtração dos sólidos o tanque de lixiviação fica disponível para a carga da próxima batelada de concentrado, após limpeza e fechamento da válvula de drenagem.

Os sólidos do filtro serão lavados com três volumes separados de água fresca ou da bacia de efluente líquido, dependendo da concentração de ouro nesta água, para retirar a solução rica nos interstícios do bolo, aumentando a recuperação do ouro solubilizado. Essa água de lavagem também será bombeada para o tanque de estocagem de solução rica, diminuindo parcialmente a concentração de ouro. Depois da terceira lavagem o filtro é basculado e o rejeito de lixiviação colocado em *containers* ou sacos para serem levados por carros de mão para a bacia de rejeito de sólidos.

A eficiência da lavagem está na faixa de 98%.

3 Eletrólise

A solução pré aquecida é bombeada para o tanque de recirculação de eletrólito onde a temperatura da solução é aumentada para 90°C, com uma resistência elétrica instalada no tanque. O tanque está em nível elevado para permitir a alimentação da célula por gravidade. A vazão é controlada por uma válvula na tubulação de saída do tanque. A célula eletrolítica, contendo dois cátodos de fibra de vidro carregados com lã de aço, é alimentada com a solução. A solução, depois de encher a célula, passa para o tanque de bombeamento de eletrólito de onde a solução é bombeada de volta para o tanque de recirculação de eletrólito. A temperatura da solução é mantida automaticamente por um termopar, ligado a um controlador de temperatura. O retificador, quando ligado, a corrente elétrica é controlada na faixa de 60 amps. É importante manter os contatos entre o barramento dos ânodos e cátodos e os contatos de alimentação de corrente bem limpos. Com uma temperatura de 90°C, a evaporação é inevitável e sais de sódio se formam nas áreas de contato, aumentando a resistência do sistema elétrico que pode resultar em uma soldagem dos barramentos e uma diminuição brusca na eficiência da célula-eletrólito.

A solução é recirculada por 12 h. , até reduzir a concentração de ouro no eletrólito a menos de 1 mg/l. A solução gasta é bombeada para o tanque de lixiviação durante o carregamento do concentrado para iniciar a próxima lixiviação.

A eficiência da eletrólise é aproximadamente de 99%

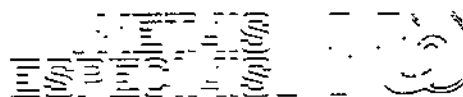
4 Fundição

Durante a eletrólise o ouro da solução rica deposita-se nos cátodos de lã de aço. Depois de esvaziar a célula de solução gasta os cátodos são removidos e as caixas de fibra de vidro abertas para a retirada da lã e colocadas numa bandeja. O aço é então dissolvido com ácido sulfúrico, deixando uma lama de ouro e alguns finos de lã de aço. A lama é filtrada com a utilização de um sistema de filtragem tipo Buchner. Depois a lama é lavada com água para minimizar a acidez do bolo de ouro. O filtrado, o excesso de ácido sulfúrico e água, são neutralizados com cal até pH 7 e adicionados a bacia de efluente líquido.

O bolo de ouro, com pouca umidade, se a filtragem for bem executada, é misturado com fundente e colocado num cadinho de carbonato de silício pré-aquecido, sendo previamente colocado no forno de fundição. O cadinho é colocado no forno de fundição, também preaquecido e a mistura é fundida. Depois de fundido, após 1 a 3 horas dependendo das quantidades, o cadinho à temperatura de ~1200°C, é retirado do forno usando uma tenaz e o líquido é despejado do

METAIS ESPECIAIS

TELEFAX (071) 382 4791 E-mail: casemiro@itp.com.br



cadinho para dentro de um molde. A escória líquida com a maioria das impurezas da lama de ouro separa do ouro líquido, ficando em cima da camada de ouro que tendo um peso específico 10 vezes mais que a escória fica no fundo do molde. Depois de esfriar e solidificar, a escória é separada do *bullion* de ouro com um martelo.

O lingote de *bullion* é lavado com ácido clorídrico para a retirada de manchas na superfície, lavado com água, amostrado com uma broca, pesado e preparado para comercializar.

Para recuperar alguns pequenas pepitas de ouro que não se separou da escória, essa é britada e a fração <10 malhas será processada no circuito de separação gravimétrica e a fração < 10 malhas será adicionada no circuito de lixiviação.

A eficiência da fundição esta na faixa de 99%.

A eficiência global da planta de recuperação de ouro está na faixa de 95%

Com base numa estimativa de um teor de ouro de 500 g/t de no concentrado a ser lixiviado e uma batelada de 300 kg; uma recuperação de ouro de 95% gera um lingote contendo 142,5 g de ouro.

5 Tratamento de Efluentes

O resíduo sólido do concentrado da lixiviação enviado para a bacia de efluentes sólidos é inerte conforme a norma da ABNT NBR 10004.

Com a lavagem do concentrado durante a etapa de filtragem um excesso de água é adicionado ao circuito. Para manter na planta um volume de água constante é necessário purgar uma quantidade de solução equivalente à água de lavagem. A purga está feita com a solução gasta do circuito de eletrólise onde a concentração de ouro é a mais baixa, menos de 1 mg/l. A solução tem uma concentração relativamente alta de cianeto de sódio e deve ser tratada para descarte. Neutraliza-se o cianeto com hipoclorito de sódio antes de estocar essa solução na bacia de efluente líquido. O tempo de contato mínimo para destruir o CN^- é 4 horas. Entretanto o volume da bacia de rejeito líquido é muito grande e o tempo de residência é muitas vezes maior que 4 horas. O destino de uma parte dessa água da bacia é a lavagem do bolo. A outra parte é descartada de maneira a cumprir com as normas brasileiras para essa operação (Normas do Conselho Nacional do Meio Ambiente).

Dependendo da concentração de ouro na purga e da filosofia da cooperativa é possível passar a purga de eletrólito gasto através de uma coluna de carvão ativado para reduzir mais a concentração de ouro na purga antes da neutralização e descarte. As quantidades de ouro a serem recuperadas são bem pequenas. Por exemplo para uma purga de 240 litros reduzindo a concentração de ouro de 1 mg/l até 0,2 mg/l o ouro adicional recuperado é 0,192 gramas. Para três meses de operação da planta o ouro recuperado total é 17,3 gramas. Entretanto o processo de recuperar o ouro numa forma de bullion inclui a queima do carvão (100 kg de carvão custa R\$500) e a fundição das cinzas que torna este processo economicamente inviável. Assim essa etapa não está contemplada neste projeto.

Junto com essa purga de eletrólito gasto está o ácido neutralizado da etapa de dissolução da lã de aço dos cátodos e será misturada na bacia.

6 Análises de Controle da Planta

A concentração de cianeto de sódio na solução de lixiviação e do eletrólito é medida por titulação usando nitrato de prata e o indicador rhodanina. As análises são feitas a cada 4 horas, durante a lixiviação, e a concentração ajustada se for necessário.

O pH das soluções é medido usando papéis que mudam de cor dependendo do pH da solução. Usando uma escala de cores é possível definir o valor do pH com precisão suficiente de $\pm 0,2$ unidades. As análises serão feitas a cada 4 horas durante a lixiviação e a concentração ajustada se for necessário.

A concentração de ouro na solução de lixiviação, eletrólito gasto e de águas proveniente das bacias de rejeito será medida usando o método 'Purpura de Cásio'. Normalmente este método permite um análise com precisão adequada para esse empreendimento e evita a compra de equipamentos sofisticados, caros e que necessitam de técnicos treinados para sua operação. As análises são realizadas a cada 5 horas durante a lixiviação.

Sabe-se que as análises de amostras para programas de fiscalização ambiental do projeto serão analisadas num laboratório credenciado pelas autoridades ambientais e assim fora do escopo do esquema de análises para essa planta.

7 Segurança

Cianeto de sódio é um veneno e equipamentos de segurança devem ser usados pelos operadores. Uma máscara, óculos de segurança, luvas, capacete, botas de borracha e uma macacão, preferencialmente impermeável e de papel para permitir a queima depois um certo período de uso. O operador não pode levar para a casa qualquer tipo deste equipamento para evitar a transferência de cianeto para fora da área de trabalho. Estas exigências são fundamentais. No mínimo uma ducha de emergência deve estar disponível na área de manuseio de cianeto de sódio em pó. Existe procedimentos e alguns medicamentos para administrar em caso de primeiros socorros para combater imediatamente os efeitos de um superdosagem de cianeto.

Também durante a fundição do ouro o operador deve vestir um avental de amianto sintético que cubra o corpo inteiro, luvas grossas do mesmo material, uma máscara tipo 'full face' com um visor de plástico (tipo soldador) à prova de altas temperaturas e pintado para diminuir a intensidade da radiação do refratário dentro do forno. O forno somente pode ser aberto com o queimador desligado e a válvula da tubulação de óleo diesel fechada. Um extintor de pó químico deve estar disponível entre o forno e a porta de saída da sala de segurança.

É necessário tomar todos os cuidados possíveis para evitar o roubo do ouro produzido na planta. O processo de lixiviação evita a produção de pepitas de ouro que possam ser visualizadas durante o processamento do concentrado. Entretanto o produto final, o lingote de ouro deve ser acompanhado diretamente por pessoas de confiança e responsabilidade comprovada. Os lingotes de ouro devem ser estocados num cofre numa área onde sempre tem um operador com responsabilidade sobre ações de segurança. A célula eletrolítica deve ser montada dentro de uma gaiola com cadeados, para permitir acesso aos cátodos apenas durante a abertura. O retificador fica fora desta área e permite qualquer controle operacional sem o operador acessar a célula. A célula e o forno de fundição devem ser instalados dentro de uma sala fortificada, acesso somente na presença dos gerentes do empreendimento.

A área total da planta, estimada em menos de 50 m², deve ter um piso impermeável (concreto) com contenção para permitir a recuperação de qualquer derrame de solução devido às concentrações de ouro. Para retornar qualquer derrame de solução para o tanque de lixiviação uma bomba de poço está incluída no projeto.

8 Mão de Obra

A operação da planta é simples e recomenda-se o seguinte organograma:

Supervisor do Dia

Jornada de trabalho 07:00 até 17:00h

Com responsabilidade durante 24 h por dia.

Quantidade 01

Operador de Turno

Jornada de trabalho 08:00 – 16:00 h

16:00 – 24:00 h

24:00 – 08:00 h

Com responsabilidade durante o próprio turno de operar qualquer item de equipamento na planta

Quantidade 04

Ajudante de Turno

Jornada de trabalho 08:00 – 16:00 h

16:00 – 24:00 h

24:00 – 08:00 h

Com responsabilidade durante o próprio turno de ajudar o operador em qualquer aspecto da operação da planta

Quantidade 04

Mecânicos, Eletricistas (com entendimento básico de instrumentação), Pedreiros, Carpinteiros etc, serão contratados quando surgir a necessidade de resolver um item específico de manutenção.

**CIANETAÇÃO INTENSIVA
CONCENTRADO DE GARIMPO
BALANÇO DE MASSAS**

BL-099-001
VER DESENHO FP-099-001

**CIANETAÇÃO INTENSIVA
CONCENTRADO DE GARIMPO
BALANÇO DE MASSAS**

[illegible]

**CIANETAÇÃO INTENSIVA
CONCENTRADO DE GARIMPO
BALANÇO DE MASSAS**

BL-099-001
VER DESENHO FP-099-001

CIANETAÇÃO INTENSIVA
LISTA DE EQUIPAMENTOS
TRATAMENTO DO CONCENTRADO DE GARIMPO

ITEM	QUANTIDADE	TAG	CAPACIDADE	MATERIAIS	POTÊNCIA INSTALADA	OBSERVAÇÕES
Tanque de Lixiviação	01	TL-099-001	Volume Cilíndrico: Diâmetro 900mm Altura 750mm Fundo cônico Com Plataforma de Operação	Aço Carbono		Com calha para receber o concentrado
Tanque de Filtrado	01	TQ-099-002	Cilíndrico Diâmetro 700mm Altura 1000mm	Aço Carbono		
Tanque de Estocagem de Solução Rica e Pré-aquecimento	01	TQ-099-003	Cilíndrico Diâmetro 1000mm Altura 1800mm	Aço Carbono		
Tanque de Recirculação de Eletrólito Aquecido	01	TQ-099-004	Cilíndrico Diâmetro 1000mm Altura 1800mm Com Estrutura de Elevação	Aço Carbono		
Tanque de Bombeamento de Eletrólito	01	TQ-099-005	Cilíndrico Diâmetro 600mm Altura 800mm	Aço Carbono		
Tanque Separador de Líquido	01	TQ-099-006	Cilíndrico Diâmetro 400mm Altura 500mm	Aço Carbono		
Tanque de Estocagem de Óleo Diesel	01	TQ-099-007	Capacidade 200 litros	Aço Carbono		
Tanque de Neutralização de Efuentes	01	TQ-099-008	Capacidade 1.000 litros	Aço Carbono		

METALIS ESPECIAIS
TELEFAX (071) 382 4791 E-mail: casemiro@ltp.com.br

LE-099-001 R-0



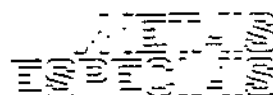
ITEM	QUANTIDADE	TAG	CAPACIDADE	MATERIAIS	POTÊNCIA INSTALADA	OBSERVAÇÕES
Tanque de Estocagem Intermediária de Eletrólito Gasto	01	TQ-099-009	Cilíndrico Diâmetro 1000mm Altura 1800mm	Aço Carbono		
Bomba de Filtrado	01	BC-099-001	2 m3/h		1 KW	Bomba Tipo Monobloco com acionador TFVE
Bomba de Solução Rica Pré-Aquecida	01	BC-099-002	2m3/h	Sem zinco, cobre, alumínio Com Sêlo Mecânico	1 KW	Bomba Tipo Monobloco com acionador TFVE
Bomba de Transferência de Eletrólito Gasto	01	BC-099-003	2m3/h	Sem zinco, cobre, alumínio Com Sêlo Mecânico	1 KW	Bomba Tipo Monobloco com acionador TFVE
Bomba de Recirculação Eletrólito	01	BC-099-004	1m3/h	Sem zinco, cobre, alumínio Com Sêlo Mecânico	1 KW	Bomba Tipo Monobloco com acionador TFVE
Bomba de Poço da Área de Processo	01	BC-099-005	1m3/h	Sem zinco, cobre, alumínio Com Sêlo Mecânico		Bomba Tipo Poço com acionador TFVE
Bomba de Poço da Bacia de Rejeito de lixiviação	01	BC-099-006	1m3/h	Sem zinco, cobre, alumínio Com Sêlo Mecânico		Bomba Tipo Poço com acionador TFVE
Controlador de Temperatura	01	TP-099-001	0-120 Graus Centígrados Com Escala de 1 Grau com Termopar	Aço Inox 304		
Queimador para FO-099-001	01	QM-099-001			0,5 kW	

METAIS ESPECIAIS
TELEFAX (071) 382 4791 E-mail: casemiro@itp.com.br

LE-099-001 R-0

ITEM	QUANTIDADE	TAG	CAPACIDADE	MATERIAIS	POTÊNCIA INSTALADA	OBSERVAÇÕES
Célula Eletrolítica	01	CE-099-001	Cuba com 1200mm de profundidade, 800mm de largura e 700 mm de comprimento. Temperatura de Operação 90 Graus Centígrados	Fibra de Vidro Ester Vinil Derakelne 411. Três anodos (800mm x 800mm) Dois catodos de 80mm x 800mm x 800mm com enchimento de lã de aço 'Bombril'.		Anodos de tela de malha 1/4" pol, com fio min 1/8" pol, aço carbono. Barramento e Ligações em aço Inox 316 L
Agitador completo com Redutor e Eixo Tipo Turbina com Quatro Pás a 45 Graus	01	AG-099-001		Abrasão: Aço carbono preferencialmente com revestimento em borracha	3 KW	
Filtro de Bandeja	01	FI-099-001	Área de 1 metro quadrado	Aço Carbono, Tecido de lona		Tipo Basculante
Monovia com Talha	01	MV-099-001		Aço Carbono	1 KW	
Compressor Alternativo com Reservatório	01	CP-099-001		Sem Restrições	2 KW	
Bomba de Vácuo	01	BV-099-001		Evitar componentes de zinco, cobre e alumínio	4 KW	
Resistência Elétrica para Aquecimento do TQ-099-003	02	RE-099-001		Revestimento em contato com a solução. Aço Inox. 304 L	12 KW (2 X 6 KW)	
Resistência Elétrica para Aquecimento do TQ-099-004	02	RE-099-002		Revestimento em contato com a solução. Aço Inox. 304 L	12 KW (2 X 6 KW)	
Retificador	01	RE-099-001	0 - 100 ampères 12 volts Regulável		2 KW	Carregador de bateria industrial pode ser usado
Tubulação				Poliétileno de Alta Densidade (PEAD), ou Polipropileno.		
Bandeja	02	BJ-099-001	100 litros	PVC		
Filtro	01	FI-099-002	25 litros de líquido e 5 litros de sólidos filtrados	Cerâmica, Vidro ou Plástico, prova de ácido sulfúrico		Funil tipo 'Buchner' é padrão, mas quebra com facilidade
ITEM	QUANTIDADE	TAG	CAPACIDADE	MATERIAIS	POTÊNCIA	OBSERVAÇÕES

					INSTALADA	
Vasilha	04	VA-099-001	2 litros de volume	Ferro Esmaltado		
Cadinho	02	CD-099-001	Padrão Metais Especiais	Carbonato de Silício		
Forno de Fundição	01	FF-099-001	Padrão Metais Especiais		0,5 KW	Consumo de óleo diesel aproximadamente 5 litros por hora
Molde	01	ML-099-001	200mm x 100mm x 100mm profundidade	Ferro Fundido		Preaquecer antes de lingotagem
Balde	04	BJ-099-001	15 litros	Plástico		
Bacia de Efluente Líquido	01	BE-099-001	A ser dimensionada	Revestido com lona de PEAD		Projeto Conforme Norma Brasileira
Bacia de Rejeito de Lixiviação	01	BE-099-001	A ser dimensionada	Revestido com lona de PEAD		Projeto Conforme Norma Brasileira



CIANETACÃO INTENSIVA
CUSTO DE PRODUÇÃO MENSAL
300 kg/dia, 30 dias por mês

1 Energia

Equipamentos	Tempo de Funcionamento Horas por Dia	Potência kW	Total Mensal kWh
Bomba de Filtrado	3	1	90
Bomba de Solução Rica	2	1	60
Bomba de Solução Gasta	2	1	60
Bomba de Eletrólito	12	1	360
Bomba de Poço	1	1	30
Agitador	20	3	1.800
Ponte Rolante	1	1	30
Compressor	20	2	1.200
Bomba de Vácuo	3	4	360
Resistência Elétrica para Aquecimento	9	12	3.240
Retificador	12	2	720
Forno de Fundição	4	0,5	8
Iluminação	12	2	720
Total			8.948

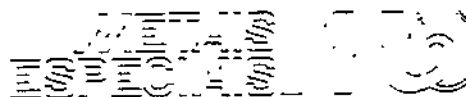
Custo de Energia Mensal = 8948 x 0,05 (R\$/kWh) =

RS447,40

2 Mão de Obra

Supervisor do Dia	R\$1.000,00
Operador (x4)	R\$2.400,00
Ajudante (x4)	R\$1.200,00
Total	RS4.600,00

METAIS ESPECIAIS
TELEFAX (071) 382 4791 E-mail casemiro@itp.com.br



3 Insumos Químicos

Insumos de Processo

Cianeto de Sódio (6 kg/t concentrado, R\$5/kg)	R\$270,00
Cal (20 kg/t concentrado, R\$0,10/kg)	R\$ 18,00
Total	R\$288,00

Insumos de Fundição

Ácido Sulfúrico	
Borax	
Carbonato de Sódio	
Sílica (Areia)	
Papel de Filtro	
Total	R\$50,00

Insumos de Controle de Processo

Ácido Nítrico	
Ácido Clorídrico (uso piscina)	
Cloreto de Estânio	
Zinco em Pó	
Papel de pH	
Nitrato de Prata	
Indicador para Cianeto	
Total	R\$50,00

Insumos de Neutralização do Efluente

Hipoclorito de Sódio (210 litros de solução de 10%)	
Cal	
Total	R\$200,00

Custo operacional mensal total	R\$5.653,40
---------------------------------------	--------------------

METAIS ESPECIAIS

TELEFAX (071) 382 4791 E-mail casemiro@itp.com.br

Página 2

CP-099-001 R-0

PROJETO DE MELHORAMENTO TECNOLÓGICO.

RELATÓRIO - 1ª ETAPA

PROJETO PLANTA MÓVEL

**DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS PARA A DESCONTAMINAÇÃO COM
DISPOSIÇÃO FINAL DE REJEITOS CONTAMINADOS.**

PRODEAGRO – FEMA

**SUB COMPONENTE B2
REGULARIZAÇÃO E RACIONALIZAÇÃO DE ATIVIDADES MINERADORAS**

PROJETO PLANTA PILOTO MÓVEL

RELATÓRIO - 1ª ETAPA

**DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS PARA A DESCONTAMINAÇÃO COM
DISPOSIÇÃO FINAL DE REJEITOS CONTAMINADOS.**

**PROJETO EXECUTADO ATRAVÉS DE CONTRATO ENTRE A
FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E A EMPRESA
METAIS ESPECIAIS LTDA.**

PRODEAGRO

FONTE DE RECURSOS

**BANCO MUNDIAL
MINISTERIO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO
GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO**



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEMA
Coordenadoria de Monitorização e Controle Ambiental
Divisão de Atividades de Mineração

PRODEAGRO

Sub - Componente B2 :
Regularização e Racionalização das Atividades Mineradoras
Órgão Executor – Fundação Estadual do Meio Ambiente

INSTITUIÇÕES PARTICIPANTES:

FEMA - Divisão de Mineração
PREFEITURA DE POCONÉ
COOPERAURUM
METAMAT
PNUD

RELATÓRIO - 1ª ETAPA

PROJETO PLANTA PILOTO MÓVEL

DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS PARA A DESCONTAMINAÇÃO COM
DISPOSIÇÃO FINAL DE REJEITOS CONTAMINADOS.

Cuiabá 1999

EQUIPE TÉCNICA

EMPRESA METAIS ESPECIAIS

Frank Baker
Casemiro Paradella
Frank Edward de Oliveira Rezende.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEMA

Leila Marta de Carvalho Singulane
Lourival Alves de Vasconcelos
Wanderlei Belato

COMPANHIA MATOGROSSENSE DE MINERAÇÃO - METAMAT

Gercino Domingos da Silva
Geraldo Majela de Paula Silveira

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS – PNUD

Antonio João Paes de Barros
Sergio Médice de Eston.

Coperativa dos Produtores de Ouro de Poconé -COOPERAURUM

Andre Molina
José Maria Gurjão da Luz
Urbano Malvezi

PREFEITURA MUNICIPAL DE POCONÉ

Angelo Ferreira Gomes Filho

APRESENTAÇÃO

Este texto trata dos procedimentos metodológicos e operacionais conduzidos durante os trabalhos de pesquisa e análise dos dados gerados pelo projeto de Melhoramento Tecnológico Planta Móvel.

Os Projetos de Melhoramento Tecnológico se inserem no sub-componente B2, do PRODEAGRO, no contexto de uma proposta de desenvolver e implementar modelos alternativos de exploração mineral, adequados à realidade do Estado, considerando-se sempre a perspectiva de promover a transformação do perfil da exploração mineral, historicamente associado a procedimentos de garimpagem.

O Projeto Planta Móvel foi concebido inicialmente considerando-se a perspectiva de se desenvolver uma rota tecnológica para o tratamento de rejeitos oriundos do processo de amalgamação final dos concentrados gravimétricos, gerados durante o beneficiamento de minérios auríferos. Significativos volumes deste rejeito por imposição da FEMA vêm sendo acondicionados em ambientes apropriados, confinados às Centrais de Amalgamação, existentes na maioria dos garimpos de Poconé.

A proposta de tratamento final deste tipo de rejeito tinha dois objetivos básicos, o primeiro de ordem econômica que buscava a recuperação do ouro ainda existente, como um valor de capital capaz de subsidiar a operação de uma possível planta de descontaminação, a ser montada considerando-se a sua viabilidade técnico econômica. O segundo de cunho ambiental, buscava a retirada do mercúrio destes rejeitos, gerando um rejeito final que seria destinado para aterros (Norma ABNT 10157 / 87). Com a conclusão da primeira etapa do projeto, os resultados e avaliações, demonstraram ser insustentável a montagem e operação da planta, considerando-se as limitações técnicas dos métodos de extração químicos, e a inviabilidade econômica de outros métodos testados.

Durante a implementação do projeto, outras hipóteses de trabalho foram agregadas ao escopo inicial, face sobretudo aos resultados gerados, e considerando-se principalmente a perspectiva, inicialmente não considerada, de interromper em definitivo, o atual ciclo de uso e geração de mercúrio no processo de extração final do ouro dos concentrados oriundos da gravimetria.

Estes novos elementos permitiram redirecionar o projeto para a consecução de duas alternativas básicas de melhoramento. A primeira voltada para por fim no contínuo processo de geração de rejeito contaminado com mercúrio, através da montagem de uma planta de cianetação intensiva para tratamento de concentrado oriundo do circuito gravimétrico, promovendo desta forma condições para cessação do ciclo de uso de mercúrio. A Segunda voltada para a disposição final dos rejeitos contaminados com mercúrio, através da implantação de um aterro para resíduos sólidos perigosos.

Desta forma, após quase um ano de paralisação face a inexistência de recursos para cumprir com o cronograma de desembolso do contrato firmado entre a FEMA e a empresa Metais Especiais, o projeto está sendo retomado em julho de 1999, com a perspectiva de finalmente se chegar a um ponto final no que se refere ao equacionamento da problemática inerente ao uso e dispersão do mercúrio no Distrito Mineiro de Poconé.

ÍNDICE

	Páginas
Resumo	01
1 INTRODUÇÃO.	02
2 AMOSTRAGEM.	03
3 COMENTÁRIOS SOBRE A LEGISLAÇÃO	04
4 ESTUDOS DE CASOS	05
4.1 Remoção de Mercúrio de Sólidos	05
4.2 remoção de Mercúrio de Soluções	06
5 METODOLOGIAS E ROTAS PESQUISADAS	06
5.1 Testes de Laboratório	07
6 RESULTADOS	08
6.1 Análises	08
6.2 Testes de Separação Gravimétrica	09
6.3 Lixiviação Agitada com Cianeto	10
6.4 Testes de Eletro-Obtenção e Remoção de Mercúrio com Carvão Ativado	11
6.5 Testes de Sistema de Retorta Seguido por Lixiviação Agitada com Cianeto	12
6.6 Flotação de Amostra Previamente Moída	12
6.7 Testes de Solubilização e Lixiviação	12
7 ANÁLISES E DISCUSSÕES	13
8 RECOMENDAÇÕES E CONCLUSÕES.	13
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

VOLUME DE ANEXOS :

ANEXO 1: TABELAS

- TABELA 1: ANÁLISES DAS AMOSTRAS DE REJEITO POR FRAÇÃO GRANULOMÉTRICA
- TABELA 2: SINTESE DAS ANÁLISES DAS AMOSTRAS DE REJEITO POR FRAÇÃO GRANULOMÉTRICA
- TABELA 3: TESTES DE SEPARAÇÃO GRAVIMÉTRICA DAS AMOSTRAS DE REJEITO SEM MOAGEM PRÉVIA
- TABELA 4: TESTES DE SEPARAÇÃO GRAVIMÉTRICA DAS AMOSTRAS DE REJEITO COM MOAGEM PRÉVIA
- TABELA 5: SINTESE DOS TESTES DE SEPARAÇÃO GRAVIMÉTRICA DAS AMOSTRAS DE REJEITO.
- TABELA 6: TESTES DE LIXIVIAÇÃO AGITADA COM CIANETO DAS AMOSTRAS DE REJEITO IN NATURA
- TABELA 7: TESTES DE LIXIVIAÇÃO AGITADA COM CIANETO DAS AMOSTRAS DE REJEITO COM MOAGEM PRÉVIA (69% < 150#)
- TABELA 8: TESTES DE LIXIVIAÇÃO AGITADA COM CIANETO DAS AMOSTRAS DO REJEITO DA SEPARAÇÃO GRAVIMÉTRICA
- TABELA 9: TESTES DE LIXIVIAÇÃO AGITADA COM CIANETO DAS AMOSTRAS DO REJEITO DA SEPARAÇÃO GRAVIMÉTRICA COM MOAGEM PRÉVIA (69 % < 150 #)
- TABELA 10: SÍNTESE DOS TESTES DE LIXIVIAÇÃO AGITADA COM CIANETO
- TABELA 11: TESTE DE LIXIVIAÇÃO AGITADA COM CIANETO DAS AMOSTRAS RESULTANTES DO PROCESSO DE RETORTAGEM
- TABELA 12: TESTE DE FLOTAÇÃO COM MOAGEM PRÉVIA (71 % < 150 #)
- TABELA 13: TESTES DE SOLUBILIZAÇÃO

ANEXO 2

PARECER TÉCNICO N.º 006/DMIN/CMCA/TEC/98

ANEXO 3

RELATÓRIO TÉCNICO N.º 001/DMIN/CMCA/TEC/99

ANEXO 4

RELATÓRIO TÉCNICO DA METAIS ESPECIAIS

RESUMO

Este projeto de Melhoramento Tecnológico, objeto de contrato entre a FEMA e a Empresa METAIS ESPECIAIS, começou a ser implementado em fevereiro de 1998.

A 1ª Etapa, de pesquisa, caracterização e avaliação dos rejeitos resultantes do processo de amalgamação, vulgo rejeito contaminado, para fins de definição do melhor método para extrair o mercúrio foi concluída com a apresentação no dia 27/11/98 do Relatório Técnico - Desenvolvimento do Processo de Tratamento de Rejeito de Amalgamação.

Este relatório foi submetido a apreciação dos técnicos da FEMA, cooperados da COOPERKAURUM e da Prefeitura de Poconé, em uma audiência pública ocorrida no dia 10/12/98.

Desta forma, a proposta de tratamento contemplada no relatório após devidamente analisada pelas partes interessadas, resultou na emissão do **Parecer Técnico N.º 006/DMIN/CMCA/TEC/99**, que foi encaminhado a METAIS ESPECIAIS, através do **OF. 025/GAB. PRES./99**, emitido em 12/01/99.

Em fevereiro de 1999, por solicitação da METAIS ESPECIAIS, a FEMA procedeu a reavaliação do montante de rejeitos contaminados estocados nas centrais de amalgamação, para fins de avaliação técnico econômica da alternativa de se montar a planta de descontaminação concebida. Esta avaliação resultou na emissão do **Relatório Técnico N.º 001/DMIN/CMCA/TEC/99**, com a respectiva planilha de quantificação de rejeitos.

Considerando-se os questionamentos e recomendações propostos no **Parecer Técnico 006/99/DMIN** e nos volumes de rejeito estimados, disponíveis nas centrais de amalgamação, a Metais Especiais reavaliou o caso e encaminhou em 15/05/99, um Relatório Técnico, propondo os seguintes encaminhamentos:

1º) Com relação aos rejeitos de amalgamação estocados, a conclusão foi de que a melhor alternativa no momento é a destinação deste material para um aterro para resíduos perigosos, a ser implantado de acordo com a Norma Técnica NBR 10157.

2º) Com relação a cessação do processo de geração de rejeitos contaminados, a alternativa que esta sendo colocada é de se montar uma planta para tratamento do concentrado de centrifuga, através de cianetação intensiva, em circuito fechado.

Finalmente, o prosseguimento da segunda etapa do projeto, envolvendo a montagem da planta e do aterro, dependia de um entendimento com os cooperados a cerca da concordância quanto ao encaminhamento dos rejeitos de amalgamação para o aterro, sem nenhum tipo de beneficiamento prévio, ou seja ainda com teores substanciais de ouro e da anuência quanto a concepção básica e a capacidade da Planta de cianetação intensiva.

Em assembléia geral da COOPERKAURUM realizada no dia 01 de julho de 1999, foi acordado por unanimidade, pelos presentes os encaminhamentos propostos, sendo dado ênfase no cumprimento de prazos e metas para se chegar ao término deste projeto

Nestes termos, após a decisão dos cooperados foi encaminhado a nível administrativo uma solicitação para que se efetivasse um adendo ao contrato entre a FEMA e a METAIS ESPECIAIS, definindo o novo plano de desembolso acordado entre as partes, assegurando a liberação da 2ª parcela, com a apresentação do projeto executivo da Planta de cianetação intensiva.

1. INTRODUÇÃO

A FEMA - Fundação Estadual do Meio Ambiente vem desenvolvendo com recursos do PRODEAGRO - Programa de Desenvolvimento Agroambiental, o sub-componente Regularização, Racionalização e Controle de Atividades Minerais (B2).

Este sub-componente incorporou alguns projetos que objetivam promover a transformação do cenário de exploração dos recursos minerais do Estado. O Projeto Piloto de Melhoramento Tecnológico Planta Móvel, se insere como um dos projetos, e tem como objeto a implementação de modelos alternativos de exploração mineral.

A problemática garimpeira está associada a um conjunto de variáveis de diversas naturezas, destacando-se as sociais, econômicas, culturais, conjunturais e inclusive, as de natureza tecnológica. O equacionamento de algumas destas variáveis, contribuirá em muito para a transformação da atividade garimpeira em pequena mineração, de caráter formal e portanto mais susceptível as ações normativas e fiscalizadoras do Estado. É neste contexto que se insere este projeto piloto, criando instrumentos que subsidiem o processo de gestão ambiental e análise de riscos.

A fase de articulação deste projeto ocorreu no período entre 18 a 30 de julho de 1995, quando uma equipe constituída por técnicos da FEMA e METAMAT, consultores do PNUD; procederam na região de Poconé, os primeiros debates e entendimentos envolvendo a comunidade garimpeira, representada na oportunidade pela Cooperativa dos Produtores de Ouro de Poconé - COOPERAURUM.

No decorrer do processo de regularização da atividade, que se deu entre meados de 1995 e fins de 1996, e sobretudo na fase de monitoramento mantida durante o ano de 1997, foi possível obter maiores dados sobre o potencial de geração dos rejeitos de amalgamação, ditos contaminados, e avaliar com maior segurança o grave problema de manuseio, guarda e dispersão deste tipo de material, principalmente quando o garimpo é desativado ou pior abandonado. Isto considerando-se o fato de que a FEMA ao exigir a disposição deste tipo de rejeito em um local impermeabilizado e confinado as centrais de amalgamação, também se comprometeu em buscar uma solução conjunta para a destinação final deste material.

Neste contexto, como o interesse de todos foi canalizado no sentido de viabilizar uma alternativa para dar destinação final aos rejeitos de amalgamação, a FEMA promoveu uma adequação no escopo do projeto planta fixa, objeto de contrato com a empresa METAIS ESPECIAIS, para atender esta questão emergencial.

Desta forma, em fevereiro de 1998 após a concepção das linha de pesquisas a serem desenvolvidas para se desenvolver um processo extrativo que permita a descontaminação dos rejeitos contaminados com mercúrio e a definição de um cronograma de trabalho, o projeto então intitulado Planta Móvel, começou a ser implementado a partir de fevereiro de 1998.

As amostragens efetuadas resultaram em doze amostras. Os ensaios das amostras demonstraram uma concentração de ouro média de 9,38 g/t de ouro, com os teores variando de 1,27 g/t até 48,23 g/t, enquanto para o mercúrio se chegou a um teor médio de 108 g/t, com a concentração variando de 15 g/t até 340 g/t.

Os ensaios tecnológicos executados para se testar as eventuais rotas extrativas, se basearam em processos físico químicos. Dentre os métodos testados o sistema de retortagem foi o que se comprovou ser mais eficaz, porém sem sustentabilidade econômica, considerando-se os investimentos necessários para se montar uma planta e o alto custo com energia para chegar o rejeito à temperaturas de 800° graus Celcius.

O processo de lixiviação com cianeto, resultou em recuperações excelentes para ouro, da ordem de 95 %, e boas para o mercúrio, da ordem de 50 %, entretanto tem

restrições face a formação de complexos cianetados mercuriais nos resíduos sólidos finais gerados.

Com base nos resultados dos ensaios, e tendo como referencia que o objetivo maior do projeto é de dar uma destinação final aos rejeitos de amalgamação, ou seja equacionar o problema do mercúrio, sendo o ouro residual ainda existente um mero fator de economicidade a ser eventualmente agregado ao projeto. As partes entenderam que, face a inviabilidade e mesmo insustentabilidade de se tratar os rejeitos para deixa-los em condições de rejeito final, sem riscos de contaminação para o ambiente, a melhor opção e dar uma destinação ao mesmo em um aterro industrial, a ser construído segundo um projeto de engenharia, conforme as normas técnicas brasileiras. Quanto a cessação do processo de geração de rejeitos contaminados por mercúrio, os estudos evoluíram para a proposição de uma planta para o tratamento de concentrados gravimétricos através de cianetação intensiva, em circuito fechado, cessando assim um ciclo de uso do mercúrio.

2. AMOSTRAGEM

Os trabalhos de amostragem foram conduzidos por uma equipe com a participação de técnicos da FEMA, COOPERAURUM, PNUD e METAIS ESPECIAIS.

A coleta de amostras em campo nos garimpos da região de Poconé se deu nos seguintes períodos 14 a 16 /04/98, 22 a 24 /04 /98 e 15 a 28 /05 /98. Na oportunidade, foram visitados e amostrados 12 locais de estocagem de rejeitos, em oito garimpos que detinham na época os maiores volumes de rejeitos armazenados.

A amostragem propriamente dita foi conduzida após o reconhecimento dos locais de estocagem, utilizando-se dois procedimentos distintos.

No primeiro caso, para os rejeitos estocados a seco, envasados em sacos, foi selecionado alguns sacos representativos do intervalo de tempo de operação e guarda, de forma a obter uma amostra representativa do volume total armazenado. De cada saco aberto, foi recolhido uma alíquota, que foi disposta sobre uma manta de polietileno. Após a retirada de todos os sacos, o montante de material recolhido foi homogeneizado e quarteado para compor uma amostra única com peso variando entre 20 a 25 Kg.

No segundo caso, envolvendo os rejeitos estocados em tanques de concreto, com o material apresentando diferentes graus de umidade, a amostragem foi feita com o uso de cavadeira tipo boca de lobo e/ou com tubos de polietileno de 32 mm de diâmetro, até profundidades da ordem de 2 metros. O número de furos feitos em cada tanque foi variado, sendo utilizado para cada furo uma área de influência de cerca de 2 m². Da mesma forma, após a retirada do material, o mesmo foi disposto sobre mantas de polietileno, homogeneizado, quarteado e embalado, de forma similar ao material seco.

Durante a amostragem os técnicos procuraram descrever de forma sucinta a natureza predominante do material estocado, considerando-se o fato da existência de pelo menos dois tipos básicos de materiais, visualmente identificáveis a partir de parâmetros como granulometria, concentração de pesados, textura e cor.

Desta forma, ao final da campanha de amostragem foram geradas doze amostras, uma para cada local selecionado, que foram enviadas via correio para as instalações da METAIS ESPECIAIS, em Lauro de Freitas - BA, a fim de que a mesma desse continuidade aos ensaios e pesquisas tecnológicas para desenvolver o processo de descontaminação destes materiais.

3. COMENTÁRIOS SOBRE A LEGISLAÇÃO

A legislação brasileira referente ao mercúrio se baseia principalmente na CONAMA N.º 20, de 18 de junho de 1986, que foi elaborada para fins de enquadramento e classificação de corpos d'água, subdividindo-os em 9 classes, com base nos usos preponderantes.

No caso, o nível máximo de mercúrio considerado aceitável para águas destinadas a abastecimento doméstico e à proteção de comunidades aquáticas, classes 1 e 2, o teor máximo permitido é 0,0002 mg/l Hg. Para corpos líquidos enquadrados como de Classe 3., o teor limite é de 0,002 mg/l Hg.

O Artigo 21º desta Resolução estabelece um valor máximo de 0,01 mg/l Hg, para o lançamento direto ou indireto em corpos de água, para qualquer tipo de empreendimento ou indústria. Este valor de 0,01 mg/l refere-se a produtos líquidos a serem lançados sem qualquer tipo de diluição. Entretanto, O Artigo 20º, determina que enquanto não for feito o enquadramento dos corpos d'água pelos órgãos competentes, todas as águas doces serão consideradas como de classe 2, restringindo neste caso o limite para recepção a um teor máximo de 0,0002 mg/l Hg.

Nos Estados Unidos, o EPA (*Environmental Protection Agency*) especifica um limite de 0,002mg/l em água potável, equivalente a Classe 3, da Resolução CONAMA 20. Com relação a sólidos, a legislação brasileira exige o cumprimento da norma NBR 10004/1987, que segue as recomendações utilizadas pelo Ministério do Meio Ambiente da França. Esta norma inclui uma lista de concentrações máximas de poluentes considerados perigosos, onde o mercúrio é classificado como Classe 1. A Norma estabelece uma concentração máxima de poluente na massa bruta de resíduo (sem diluição) de 100 mg Hg/Kg. (equivalente de 100 ppm), no caso do mercúrio. Isso implica que sólidos de qualquer empreendimento não pode ser lançado no ambiente se o teor de mercúrio exceder 100 mg de Hg por cada Kg. Se o valor de mercúrio excede este valor, o lançamento só pode ser feito após tratamento para reduzir a concentração de mercúrio.

Atualmente nos Estados Unidos a legislação conforme o EPA (*Environmental Protection Agency*) não permite o descarte de sólidos com teores superiores a 260 ppm de mercúrio, sem tratamento prévio. O EPA atualmente está especificando que a única rota adequada para tratamento de materiais com mercúrio a mais de 260 ppm é tratamento térmico (sistema de retorta).

A mesma norma brasileira NBR 10004/87 também cota valores para solubilização e lixiviação de sólidos. Uma vez que não faz sentido o descarte de sólidos com baixo teor de mercúrio, porém com o mercúrio contido em um estado que pode ser facilmente lixiviado pela água da chuva, etc. Desta forma, no Anexo H, Listagem N.º 8, desta norma, o limite máximo admitido para um teste padrão de solubilização é 0,001 mg/l para o mercúrio. Este teste consiste de uma adição de 1 litro de água deionizada em 250 gramas de sólidos. Depois de 5 minutos de agitação leve e um período de descanso de 7 dias, depois da filtragem, a solução é analisada para mercúrio.

A mesma norma NBR 10004/87, Código D 011, Anexo G, Listagem n.º 07, estabelece limites para lixiviação, onde 100 gramas de sólidos são agitados para 28 horas com água deionizada na proporção de 1:16, com um pH ajustado e mantido em 5,0 usando ácido acético. A solução resultante é analisada e o limite máximo aceito no extrato obtido é 0,1 mg/l de mercúrio.

4. ESTUDOS DE CASOS

Os trabalhos conhecidos na literatura especializada a respeito de métodos e processos para remoção de mercúrio de sólidos e líquidos, são extensos uma vez que a contaminação por metais pesados e especialmente por mercúrio, em formas de compostos mais agressivos, constitui um problema real em muitos países industrializados.

4.1. Remoção de Mercúrio de Sólidos

A maneira tradicional para reduzir teores de mercúrio em sólidos é a volatilização de mercúrio pelo aquecimento (sistema de retorta). A *Environmental Protection Agency* (EPA), divulgou em 1974, uma série de trabalhos relativos a lodos contaminados de fábricas de soda cáustica, onde se demonstrou ser possível, com temperaturas de 650 graus celsius, chegar a um resíduo com teores de Hg da ordem de 4ppm, chegando a valores abaixo de 1ppm com temperaturas de 800 graus celsius. A agência destaca que não conseguiu atingir valores similares com eletro-obtenção ou lixiviação usando vários reagentes.

Em um sistema alternativo, a remoção de mercúrio por aquecimento utiliza-se de pressões bastantes baixas, da ordem de 0,06 bar, sendo o mercúrio volatilizado numa temperatura muito reduzida, da ordem de 250 graus celsius, conforme Generini (1978) e Loo (1979).

Existem vários materiais contaminados com mercúrio que se originam de processos industriais. Desta forma, processos específicos baseados no princípio da volatilização por aquecimento, foram desenvolvidos para tratar catalisadores saturados com carvão impregnado com cloreto de mercúrio, atingindo teores de até 6%, usados na produção de cloretos de vinila, conforme Jacobowsky (1970), Maiwald et. al. (1976) e Müller (1977).

De forma usual, em escala industrial, todos os processos incluem o uso de altas temperaturas, ou temperaturas mais baixas mas com pressões reduzidas, para volatilizar o mercúrio que é posteriormente recuperado por condensação.

Uma empresa denominada Mercury Recovery Services, Inc. (MRS), com sede em Pennsylvania – EUA, desenvolveu uma planta e se tornou líder no tratamento de solos e resíduos industriais contaminados com mercúrio chamado. Esta companhia está usando um processo patenteado que foi designado “Melhor Tecnologia Demonstrada e Disponível” pelo *U.S. Environmental Agency*. A companhia foi contactada, através dos endereços <http://www.mrs-inc.com> e info@mrs-inc.com.

O processo se baseia na volatilização de mercúrio por aquecimento elétrico em uma unidade móvel com capacidade de processar duas bateladas de 6 toneladas por dia, que custa em torno de US \$ 1,8 million. Os custos operacionais não foram fornecidos, entretanto devem ser elevados, considerando-se os custos de energia e que todos os vapores/gases (umidade, etc.) liberados passam por um sistema de purificação por carvão ativado antes da liberação para a atmosfera.

Na literatura existe ainda trabalhos de desenvolvimento de métodos alternativos para remoção de mercúrio de sólidos contaminados através de eletro-lixiviação, usando como meio líquido soluções de cloreto de sódio/hipoclorito ou soluções de cloratos, conforme Sobral e Santos (1996). Este processo se baseia no uso de células eletrolíticas, onde os pesquisadores afirmam ser possível reduzir o valor de mercúrio no sólido para níveis bastantes baixos, da ordem de 0,1 ppm.

Segundo Vilas Boas (1997) um teste numa planta piloto baseada neste método, reduziu o teor de mercúrio em rejeito de garimpo de 6,8 ppm para 0,5 ppm com um

consumo de energia de 177 Kwh/ton. , o que equivale a um custo de R\$ 9,00 por tonelada tratada, considerando-se a energia num preço de R\$ 0,05/Kwh. Entretanto, o valor do mercúrio na solução eletrolítica, gerada após a eletro-obtenção, tinha valores também na faixa de 0,1 ppm (0,1 mg/l), fato que evidenciava a necessidade de se incrementar mais uma etapa de tratamento para atingir valores na solução adequados para o descarte.

Métodos para a flotação de mercúrio já foram testados com resultados interessantes. Lins et. al. (1994) reporta um teste com rejeito de garimpo proveniente da região de Poconé - MT , onde se obteve recuperação de 68 % de mercúrio, num concentrado de flotação de 7,6% de massa original. Porém, se constatou que os resultados foram variados; com a flotação funcionando de forma eficiente apenas com partículas pequenas (<48 μ), notando-se ainda que o resultado também varia em função da forma como o mercúrio se encontra. A conclusão é de que em alguns casos, a flotação pode ser usada para concentrar uma parte razoável de mercúrio, que naturalmente deverá ser tratado por outro processo para a sua remoção final.

4.2 Remoção de Mercúrio de Soluções

O caso mais comentado na literatura internacional refere-se ao caso Minamata, acidente provocado pela contaminação de mar com efluentes líquidos liberados por uma planta de produção de soda cáustica, sem tratamento algum, onde o mercúrio foi usado como cátodos nas células, na proporção de 14 a 50 g Hg / t cloro.

Os problemas de Minamata no Japão onde foi constatado a contaminação de pessoas, concorreu para a busca de inúmeras alternativas, em princípio, baseadas em métodos para a precipitação de mercúrio com adições de sulfetos, thiosulfetos, hidrosulfetos ou sulfeto de sódio. Esse tipo de sistema se tornou o mais comum e posteriormente foi largamente implantado nas plantas mais tradicionais de produção de soda cáustica, que ainda usavam cátodos de mercúrio, gerando efluentes líquidos contendo menos de 0,05 ppm de Hg, conforme Entwistle e Griffiths (1973) e Balko, Schmitt e Argade (1977).

A DEGUSSA desenvolveu patenteou e fabrica um reagente denominado TMT 15 para a remoção de mercúrio de soluções alcalinas, baseado em um complexo orgânico contendo enxofre. A empresa destaca em um folder divulgado que valores abaixo de 0,02 ppm Hg (0,020 mg/l) são conseguidos. Este reagente é freqüentemente usado nas plantas de ácido sulfúrico.

Neste mesmo contexto, o uso de carvão ativado é uma outra opção. Sendo um método mais conveniente em comparação com outras alternativas, se comparado com o caso da precipitação na forma de sulfeto de mercúrio, uma vez que a etapa de filtração não é necessária, sendo alcançado valores de 0,01 até 0,005 mg/l nos efluentes. A desvantagem é que o carvão tem que ser tratado posteriormente.

5. METODOLOGIAS E ROTAS PESQUISADAS

Em geral no caso de resíduos sólidos não recicláveis, a opção para o descarte via aterro é a rota mais comum. Porém, neste caso, os conteúdos dos sólidos tem que estar de acordo com os padrões das normas brasileiras, no caso da NBR 10004/1987, que estabelece o teor máximo de 100 mg. Hg/ Kg (100 ppm). Estabelecendo ainda, valores limites nos testes de padrão para solubilização e lixiviação, sendo os valores máximos permitidos de 0,001 mg/l e 0,1 mg/l de mercúrio, respectivamente.

Cumpra-se, entretanto, realçar, que esta norma estabelece limites para resíduos industriais, sendo anterior a problemática da contaminação por mercúrio em regiões garimpeiras, não contemplando a disseminação do metal em ambientes frágeis.

A pesquisa levou em consideração várias hipóteses de trabalho. Desde a concepção e teste de uma rota que pudesse tratar todo o material para remover mercúrio e produzir ouro metálico, deixando um resíduo com conteúdos de mercúrio e ouro num nível baixo, aceitável para descarte em ambiente natural; até sistemas mais simples, onde após um pré-tratamento inicial mais barato, se produziria um material com um teor mais baixo de mercúrio e ouro, que poderia ser descartado para aterros controlados, nos termos da legislação brasileira.

Em termos gerais, estes possíveis sistemas visam uma redução de volume de material a ser tratado definitivamente, considerando-se que qualquer redução do tamanho da planta para extrair o mercúrio dos sólidos irá resultar numa economia de investimento e custos operacionais.

Métodos considerados como de pré - tratamento foram testados considerando-se que o uso de processos baseados em parâmetros físicos, tem como vantagem a não geração de um efluente líquido.

Os possíveis meios de concentração física se limitam a simples peneiramento, flotação e separação gravimétrica. Claramente qualquer tratamento deste tipo tem que produzir além de um rejeito, que seja compatível com as normas para fins de destinação para aterro, um concentrado com teores mais altos de mercúrio que deverá ser oportunamente tratado por outro processo.

Outra rota física capaz de reduzir sensivelmente os níveis de mercúrio é o aquecimento (sistema de retorta). Num sistema de aquecimento, os sólidos contaminados são aquecidos entre 600 - 800 graus celsius, quando o mercúrio se volatiliza para produzir um rejeito sólido com teor adequado de mercúrio. O vapor de mercúrio é condensado e recuperado por resfriamento em trocadores de calor e finalmente a exaustão final é enviada para colunas de carvão ativado para atingir valores de mercúrio abaixo do TLV (valor limite de tolerabilidade).

Os métodos químicos pesquisados se basearam principalmente no tratamento dos sólidos por lixiviação. Este tipo de sistema pode ser usado no tratamento de todo material ou de um concentrado previamente produzido num processo físico inicial. O resíduo final terá também de obedecer às normas para aterro. Também o mercúrio na solução produzida pelos possíveis processos de lixiviação tem que ser removido até níveis compatíveis com o referendado na legislação para líquidos, que exige um processo bastante eficiente de remoção de mercúrio da solução.

5.1. Testes de Laboratório

Um programa de testes foi realizado visando a possibilidade de recuperação de ouro bem como de mercúrio. Em princípio, as amostras foram homogeneizadas, quarteadas e peneiradas para fins de serem analisadas por fração, para mercúrio e ouro.

Em um segundo momento, quatro amostras mais representativas do todo, foram escolhidas para se fazer uma investigação mais detalhada, compreendendo testes de separação gravimétrica, lixiviação em cianeto, flotação e aquecimento (sistema de retorta).

O objetivo inicial foi introduzir um etapa de pré contratação, com a perspectiva de se gerar um rejeito relativamente inócuo, que eventualmente pudesse ser descartado com pouco custo e de um concentrado, que conteria a maior parte do ouro e do contaminante mercúrio.

Nestes termos, os seguintes testes de laboratório foram realizados, na seguinte ordem:

- Análise de todas amostras para mercúrio e ouro em frações.
- Testes de separação gravimétrica nas amostras como recebidas e posteriormente com moagem das amostras.
- Testes de lixiviação com cianeto de três amostras como recebidas e moídas e também testes de lixiviação dos rejeitos de separação gravimétrica (com e sem moagem).
- Testes de eléto-obtenção e remoção de mercúrio com carvão ativado.
- Testes de Retorta, seguida por lixiviação em cianeto de resíduos.
- Flotação de uma amostra de sólidos previamente moída.
- Testes de solubilização ou lixiviação de acordo com os padrões conforme Norma 10004/87 para verificação como os vários tipos de amostras de rejeito de amalgamação podem reagir com relação a possíveis tendências de poluir o ambiente.

6 RESULTADOS

6.1. Análises

As dozes amostras originais foram secadas, misturadas e aliquotas enviadas para análise de ouro pelo método de *fire assay* e para mercúrio por digestão com ácido sulfúrico, permanganato e persulfato de potássio, seguido pela determinação de mercúrio em espectrofotômetro de absorção atômica, por geração de vapor frio. Neste equipamento é possível se trabalhar com um nível de detecção de 0,0002 mg/l (0,2 ppb).

Uma alíquota de cada amostra foi separada em quatro frações granulométricas; > 28 #, > 100 #, > 200 # e < 200 #, sendo então analisadas por fração. Os resultados estão dispostos na Tabela 1, do Anexo 1.

A Tabela 2, do Anexo 1, apresenta uma consolidação das análises efetuadas. Os teores médios de 9,38 g/t Au e 108 ppm Hg das doze amostras foram calculados a partir dos teores obtidos nas várias frações ponderadas, conforme os respectivos pesos. O teor mais baixo de ouro encontrado foi 1,27 g/t e o mais alto foi 48,23 g/t. O teor mais baixo de mercúrio encontrado foi 15 g/t e o mais alto foi 340 g/t. Os teores mais baixos (ou altos) de ouro não coincidiram com os teores mais baixos ou altos de mercúrio.

Pode ser observado que granulometria varia bastante entre uma amostra e outra, tendo algumas amostras significativo percentual de material grosseiro (> 28 #) e outras com quantidades insignificantes nesta fração. Também pode ser notado que existe uma tendência das amostras mais grosseiras apresentarem quantidades maiores de ouro, porém são as frações mais finas destas amostras que tem os teores mais altos de ouro.

A partir dos resultados obtidos pode-se extrair as seguintes conclusões:

O conteúdo de ouro não é muito alto com um teor médio nas doze amostras de 9,4 g/t. O teor de mercúrio na maior parte das amostras encontra-se acima do nível que permite descarte destes sólidos sem tratamento e

O mercúrio está distribuído de forma homogênea entre as frações, não existindo portanto a possibilidade de através de um sistema de peneiramento inicial, promover a redução substancial do mercúrio, de forma a gerar um significativo volume de material que possa ser descartado diretamente para o meio ambiente.

6.2. Testes de Separação Gravimétrica

Teste de separação gravimétrica foram feitos em quatro das amostras, a partir de alíquotas retiradas na condição original de recebimento. As amostras escolhidas, identificadas com os números 1, 2, 3 e 8, pertencem aos garimpos de Juracy (tanque no chão), Juracy (concentrado), João Tora e Vicente Nunes Rondon (caixa retangular), respectivamente.

O método de separação gravimétrica foi feito usando uma mesa de *Mozley*. Este equipamento é similar a um "super-panner" (concentrador) e consiste em uma pequena mesa que é movida de maneira excêntrica, descartando sempre as partículas mais leves. Tem um alto nível de eficiência e é capaz de produzir resultados quase idênticos para uma mesma amostra. O acionamento é similar a ação de uma bateia mas de maneira mais consistente e lento, sendo que uma amostra de 1 Kg. necessita de 30 minutos para ser processada.

A amostra é adicionada gradativamente como uma polpa grossa sobre a mesa que tem um suprimento de água em três lados. Uma pequena declividade para o lado contrário ao fluxo, faz com que a fração de minerais mais leves sejam gradualmente rejeitados para fora do circuito. Gerando ao final do processo um concentrado de areia pretas (magnetita, ilmenita, etc.) que são armazenadas no fim do teste para análise.

Estes testes foram repetidos com as mesmas amostras previamente moídas, com o material apresentando-se com aproximadamente 70% na fração menor que 150 #. As Tabelas 3 e 4, no Anexo 1, mostram todos os resultados, enquanto Tabela 5, Anexo 1, apresenta um sumário.

A simples comparação entre os teores de ouro da alíquota usada na alimentação, obtido usando os teores das frações ponderadas; e os teores calculados, usando os teores de concentrado e rejeito, mostram boa concordância. Entretanto, no caso do mercúrio nota-se uma sensível diferença; sendo o teor calculado dos produtos dos testes de separação gravimétrica sempre mais baixos. É possível que o mercúrio no concentrado seja bastante heterogêneo, provavelmente em função da alta concentração de mercúrio causando aglomeração das partículas de mercúrio, como efeito da tensão de superfície, sendo desta forma o teor do concentrado subestimado.

Desta forma, pode ser obtido as seguintes conclusões:

- a) A separação gravimétrica recuperou de 20 a 35% do ouro num concentrado representando cerca de 1 % de massa.
- b) Depois da moagem para cerca de 70 % <150 #, a recuperação de ouro durante a separação gravimétrica aumentou para 25 a 40%.
- c) A recuperação de mercúrio (com ou sem moagem) não foi significativo durante a separação gravimétrica. Porém a falta de um bom balanço de massa pode indicar que houve uma recuperação pequena. No caso das amostras foi comprovado que a separação gravimétrica não reduziu os teores de mercúrio a níveis adequados.
- d) O teor de mercúrio das amostras é considerado altamente heterogêneo. A grande maioria do mercúrio nas amostras deve esta na forma micro particulada, o que não favorece a concentração e
- e) A separação gravimétrica não pode ser considerada como um processo preliminar viável para reduzir a quantidade de material a ser tratado.

6.3. Lixiviação Agitada com Cianeto

Esta rota de processo foi pesquisada porque o cianeto é um dos poucos lixiviantes para ouro e o único usado em larga escala para materiais com teores na faixa encontrada. Assim, esta rota representa o melhor caminho para um possível sistema de lixiviação de ouro e mercúrio. Experiências anteriores indicam que o cianeto também reage e forma compostos de mercúrio; porém a eficiência dessa experiência não conhecida.

Alíquotas de 500 gramas de cada amostra (após secagem) foram submetidas a um teste de lixiviação agitada com cianeto e cal. Os testes de lixiviação foram conduzidos misturando-se inicialmente 500 gramas de amostra seca, com 10 gramas de cal hidratada, 2 gramas de cianeto de sódio e 800 ml. de água. A polpa foi colocada numa garrafa com pescoço e boca aberta e disposta sobre um par de rolos, que a faz girar a 26 rotações por minuto. Os testes tiveram uma duração de 24 horas. A constante interação dos lados de garrafa com a polpa é suficiente para assegurar a oxigenação da solução.

No fim do teste a pesagem da garrafa com o conteúdo foi feita para verificar a possibilidade de perda da solução por evaporação. A polpa foi filtrada e ambos, o sólido, depois de lavagem e secagem, e a solução foram analisadas para ouro e cianeto de sódio. O pH de solução também foi verificado. Um pH de 11 ou mais, mostra que um ambiente alcalino foi mantido assim protegendo o cianeto que se decompõem em meio neutro ou ácido.

Os sólidos foram analisados usando o método de *fire assay* para ouro enquanto o ouro e o mercúrio nas soluções foram medidos direito por Absorção Atômica. Análises de mercúrio nos sólidos foram realizadas por uma abertura ácida de um grama da amostra, seguida pela análise da solução por Absorção Atômica (AA).

Três amostras foram submetidas ao testes padrão de lixiviação agitada com cianeto para 24 horas. Os resultados são apresentados na Tabela 6. (Anexo 1). Recuperações de ouro de 80 a 95% para ouro foram atingidas, enquanto as recuperações de mercúrio variaram entre 40 e 70 %. A Tabela 7, Anexo 1, mostra as recuperações quando as amostras foram inicialmente moídas para aproximadamente 70 % < 150 #. Pode ser observado que as recuperações de ouro aumentaram para acima de 90%; porém as recuperações de mercúrio mostraram um aumento modesto.

Testes de lixiviação agitada com cianeto foram realizadas também nos rejeitos dos testes de separação gravimétrica para as três amostras, como recebidas e posteriormente moídas. Estes resultados são apresentados nas Tabelas 8 e 9 (Anexo 1).

Em suma, pode-se concluir que:

- a) A lixiviação do rejeito oriundo da separação gravimétrica recuperou ouro com alta eficiência especialmente depois da moagem prévia. Um sumário dos resultados da lixiviação de amostras como foram recebidas, moídas e com prévia separação gravimétrica é apresentado na Tabela 10 (Anexo 1).
- b) A melhor recuperação global de ouro foi obtida com moagem seguida pela separação gravimétrica e lixiviação agitada, com recuperações acima de 95% , deixando resíduos finais com teores abaixo de 0,2 g/t. Recuperações de mercúrio usando lixiviação e após separação gravimétrica atingiram níveis razoáveis.
- c) O melhor resultado para a eliminação de mercúrio foi a combinação de moagem, separação gravimétrica e lixiviação agitada com cianeto que deixou resíduos abaixo de 50 g/t , Tabelas 9 e 10 (Anexo 1). A comparação dos dados das Tabela 8 e 9 (Anexo 1) evidencia que com o incremento da moagem as recuperações de mercúrio aumentaram de 31% - 50% para 37% - 68%. Porém, com risco de gerar um resíduo com teores de

solubilização e lixiviação de Hg em sólidos, acima do limite estabelecido na norma brasileira NBR 10004/1987.

6.4. Testes de Eletro-Obtenção e Remoção de Mercúrio com Carvão Ativado

Para este teste utilizou-se um composto constituído de partes iguais das três soluções que resultaram dos três testes de lixiviação agitada, obtidas do ensaio sem separação gravimétrica, com amostras previamente moídas.

A concentração de ouro na solução foi 3,08 mg/l e de mercúrio 35,8mg/l, (análises do composto). Estas análises se aproximam dos resultados individuais dos testes das três amostras isoladamente, que na média forneceriam teores de ouro de 3,07 mg/l e de mercúrio de 33,8mg/l, conforme Tabela 7 (Anexo 1). A condutividade da solução foi aumentada com a adição de equivalente de 0,5% de soda cáustica.

Uma célula eletrolítica foi montada, sendo o anodo uma chapa de aço inox e o cátodo de lã de aço. Nenhuma forma de aquecimento foi aplicada durante o teste, porém durante a eletro-obtenção a solução esquentou naturalmente. A célula operou num sistema batelada mas a recirculação foi deficiente, um tempo prolongado de 6 horas foi aplicado com uma densidade de corrente equivalente de 400 ampères por metro quadrado.

O objetivo destes testes foi basicamente investigar o comportamento do mercúrio nesta situação. A solução depois do primeiro teste continha 0,73 mg/l para ouro e 0,056mg/l para mercúrio, com eficiência de remoção da ordem de 76% e 90,8% respectivamente)

A eficiência de recuperação de ouro para o cátodo foi baixa em comparação aos testes previamente feitos. Porém o teor final da solução é similar. Experiência e literatura especializada demonstram que a eficiência na recuperação de ouro de soluções por eletro-obtenção diminui com soluções mais fracas. Em aplicações industriais a solução gasta em instalações similares dificilmente chegam a valores abaixo de 1mg/l. Porém o processo pode ser desenhado para uma parte desta solução recircular para a lixiviação, reduzindo perdas de ouro.

No caso de mercúrio foi obtido um teor relativamente baixo de 0,056 mg/l, considerando-se que nos testes anteriores valores mais altos, de 0,50 - 0,60 mg/l, haviam sido obtidos. Entretanto, estes valores ainda são muito elevados, se comparados aos limites estabelecidos na legislação.

As soluções após a eletro-obtenção foram passadas em carvão ativado. Depois de duas horas de contato agitado com carvão ativado de marca Calgon (importado) o ouro permaneceu a níveis significativos de 0,58 mg/l, porém o mercúrio já chegou a 0,0028mg/l. Um outro teste usando carvão ativado nacional (Norcarbono NCD-2) nas mesmas condições chegou até valores para ouro de 0,71 mg/l e 0,0063 mg/l de mercúrio. Estes dois valores estão dentro dos teores admitidos como limites para o descarte de efluentes portadores de Hg, ou seja de 0,01 mg/l.

Assim, é possível a nível de projeto propor um sistema de eletro-obtenção de ouro e mercúrio de soluções, desde que a parte que não é recirculada para lixiviação passe por um sistema de contato com carvão ativado antes do descarte final.

O cátodo contém ambos ouro e mercúrio. Assim deve ser retornado para recuperar o mercúrio pela volatilização seguida pela condensação. O resíduo de retorta pode ser fundido direto para a produção de *bullion* que pode ser comercializado diretamente.

6.5. Testes de Sistema de Retorta Seguido por Lixiviação Agitada com Cianeto

Estes testes foram feitos com duas amostras. A primeira do garimpo do Sr. Vicente Nunes Rondon - RC 7 (tanque circular) que contém o teor mais alto de mercúrio e a segunda um composto das três amostras usadas nos outros testes de lixiviação (Juracy / concentrado, João Tora e Vicente Nunes Rondon / tanque retangular).

As amostras foram aquecidas a uma temperatura de 800 graus celsius por 6 horas, sendo os produtos analisados para mercúrio. No caso do composto o teor de mercúrio baixou de 121 g/t para 9 g/t. e a Amostra RC7 baixou de 72 g/t para 1g/t.

Testes padrões de lixiviação agitada com cianeto foram realizados e os resultados estão apresentados na Tabela 11 (Anexo 1). As recuperações para ouro são razoáveis e nota-se que o teor de mercúrio nas soluções finais são baixos, menores que 0,1 mg/l.

As seguintes conclusões podem ser obtidas:

- a) A aplicação de sistema de retorta reduz os teores de mercúrio para níveis baixos, certamente < 10g/t (10 ppm) e chegando possivelmente a faixa de 1ppm.
- b) Lixiviação com cianeto do produto de retortagem conseguiu boas recuperações de ouro, obtendo uma a concentração de mercúrio na solução final i abaixo de 0,1 mg/l, facilmente reduzido até valores inferiores que 0,01 mg/l, com o uso de carvão ativado.

6.6. Flotação de Amostra Previamente Moída

A amostra R.C. 1, do garimpo da Juracy (tanque no chão) foi escolhida devido a alta concentração de mercúrio. Um quilograma de material foi moído até 71 % < 150 # e submetido a um teste de flotação em batelada com a densidade de polpa de 30%. O equivalente de 40 g/t de amil xantato de potássio, 30 g/t de nitrato de chumbo, 200 g/t de sulfeto de cobre e 30 g/t de coletor para ouro A208 foi adicionado a polpa e condicionado por três minutos. Em seguida fez-se uma adição de 40 g/t de flotanol e um concentrado *Rougher*, coletado para 3 minutos.

Os resultados estão apresentados na Tabela 12 (Anexo 1), com uma recuperação de Hg da ordem de 45 %. O que evidencia ser inadequado este método para se obter um concentrado mais rico em mercúrio, para posterior tratamento intensivo. Apesar de trabalhos anteriores, caso de Lins et. al. (1994), reportarem recuperação de 68 % de mercúrio, num concentrado de flotação de 7,6%, em um rejeito de garimpo proveniente da região de Poconé - MT.

6.7. Testes de Solubilização e Lixiviação

Testes padrões de solubilização e lixiviação conforme as normas NBR 10004/87 foram feitos em várias amostras. Os resultados estão apresentados na Tabela 13 (Anexo 1). Deve ser notado que alguns testes foram feitos com amostras como recebidas e assim representando a situação atual nos depósitos de rejeitos descobertos.

Os resultados mostram valores considerados altos. No caso do teste de solubilização, o valor abaixo de 0,001 mg/l de mercúrio, limite máximo permitido no extrato de teste de solubilização, só foi obtido com uma amostra oriunda de retorta. É Possível que alguma contaminação com sólidos possa ter ocorrido devido a ineficiência na filtragem.

Os testes de lixiviação mostraram valores em torno de 0,01mg/l. abaixo do limite máximo de mercúrio permitido no extrato obtido no teste de lixiviação, que é de 0,1 mg/l.

7. ANÁLISES E DISCUSSÕES

Após os técnicos da FEMA, PNUD e COOPERAURUM terem conhecimento em outubro de 1998 do conteúdo do relatório preliminar, que foi apresentado formalmente pela METAIS ESPECIAIS à FEMA em novembro de 1998, foi feita uma avaliação crítica, com emissão do Parecer Técnico N.º 006/DMIN/CMCA/TEC/98 (Anexo 2).

Neste parecer, encaminhado a METAIS ESPECIAIS, fica patente a preocupação dos técnicos com relação a eventual melhor opção considerada, qual seja a de remoção do mercúrio através de lixiviação agitada com cianeto. Em Assembléia Geral, realizada no dia 10/12/98, na sede da COOPERAURUM, em Poconé, foi tratado os pontos críticos abordados no Relatório e no Parecer, sendo reiterado pela diretoria da cooperativa apoio irrestrito ao projeto e concordância com as opções propostas para se equacionar a questão.

Em fevereiro de 1999, por solicitação da METAIS ESPECIAIS, a FEMA procedeu a reavaliação do montante de rejeitos contaminados estocados nas centrais de amalgamação, para fins de avaliação técnico econômica da alternativa de se montar a planta de descontaminação, conforme concepção inicial do projeto. Esta avaliação resultou na emissão do Relatório Técnico N.º 001/DMIN/CMCA/TEC/99, com a respectiva planilha de quantificação de rejeitos, apresentado no Anexo 3.

Considerando-se os questionamentos e recomendações propostos no Parecer Técnico 006/99/DMIN e nos volumes de rejeito estimados, disponíveis nas centrais de amalgamação, a Metais Especiais reavaliou o caso e encaminhou em 15/05/99, um Relatório Técnico (Anexo 4), propondo os seguintes encaminhamentos:

1º) Com relação aos rejeitos de amalgamação estocados, a conclusão foi de que a melhor alternativa no momento é a destinação deste material para um aterro para resíduos perigosos, a ser implantado de acordo com a Norma Técnica NBR 10157.

2º) Com relação a cessação do processo de geração de rejeitos contaminados, a alternativa que esta sendo colocada é de se montar uma planta para tratamento do concentrado de centrifuga, através de cianetação intensiva, em circuito fechado.

8. RECOMENDAÇÕES E CONCLUSÕES

Sem dúvida a melhor solução para tratar estes rejeitos contendo mercúrio, do ponto de vista de máxima remoção de mercúrio, é o sistema de retorta de todo material. Neste caso o custo de aquisição de uma unidade já desenvolvida se mostrou incompatível com o volume dos rejeitos e mesmo com a dimensão do problema. O desenvolvimento de um sistema de retortagem mais adequado a nossa realidade, implica além nos custos e riscos, em construir uma retorta convencional com capacidade de varias toneladas de material, necessariamente com aquecimento interno, para minimizar perdas e aumentar a eficiência, o que obriga o uso de energia elétrica.

Conforme demonstrado, após a retortagem o ouro pode ser posteriormente recuperado eficientemente. Porém o custo da energia para o sistema de retorta foi calculado num mínimo de 2 Kwh/Kg., para um material com unidade de 10 % e estimando-se uma eficiência de aquecimento de 50%. Isso custaria mais do que o equivalente de ouro contido nesses rejeitos disponíveis, sem considerar outras despesas operacionais. Assim pode ser concluído que esta solução, apesar de ser a melhor opção, não é possível de ser implantada devido aos elevados custos envolvidos.

O melhor resultado para a remoção de mercúrio sem o uso de retorta foi uma combinação de moagem de amostra, separação gravimétrica e finalmente lixiviação agitada com cianeto. Nas amostras testadas foi possível remover de 50 a 60 % do

mercúrio do rejeito para uma solução. Este processo tem como maior restrição a formação de resíduos sólidos com teores de solubilização superiores aos limites admitidos no teste padrão (NBR 10004/87), certamente em função da geração de complexos com cianeto, que deixam o mercúrio em uma forma muito mais solúvel.

Outra alternativa que se apresenta é dispor todo o material contaminado com mercúrio num único aterro, construído de acordo com as normas técnicas e conforme as necessidades da FEMA, facilitando o monitoramento.

Após as análises e discussões, finalmente se chegou a um entendimento entre as partes de dar prosseguimento a segunda etapa do projeto, envolvendo a montagem da planta de cianetação intensiva para processar concentrados gravimétricos de centrifugas, como alternativa para cessar o ciclo de uso de mercúrio na fase final de captura do ouro e implantação do aterro para resíduos perigosos, conforme proposição encaminhada no Relatório Técnico (Anexo 4).

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

EPA. 660/2 - 74-086 Dec. 1974.

Generini G.; U.S. Patent 4,087,276; May 1978; assigned to ANIC SpA, Italy

Loo W.M.; U.S. Patent 4.149.879; April 17 1979; assigned to Olin Corporation.

Jacobowsky, A.; U.S. Patent 3,537,843; Nov. 3, 1970; assigned to Knapsack.

Maiwald, H., Hockele G., and Sauer H.; U.S. Patent 3,981,967; Sept. 21 1976; assigned to Chemische Werke Huls AG, Germany.

Muller, H.; U.S. Patent 4,059,438; Nov. 22 1977; assigned to Hoechst AG, Germany.

Sobral, L.G.S. e Santos R.L.C. dos, Cetem / CNPq, Hempel, M. and Thoning, W.J.; Clean Technology for the Mining Industry, Concepción-Chile 1996.

Villas Boas, R.C.; Cetem / CNPq, Journal of Geochemical Exploration 58 (1997) 217-222.

Lins, F.F., Monto, M.M., Hamelmann, C.R. e Middea, A.; Cetem / CNPq, EPD Congress 1994. The Minerals, Metals and Materials Society, 1993.

Entwistle, J.H. and Griffiths.; R.W.; US Patent 3,718,457 Feb. 27 1973; assigned to ICI Ltd., England.

Balko, E.N., Schmitt, W.F. and Dargade, S.; US Patent 4.012,297; March 15 1977; assigned to BASF Wyandotte Corporation.

PRODEAGRO

Sub - Componente B2 : Regularização e Racionalização das Atividades Mineradoras

Projetos em Desenvolvimento pela Divisão de Mineração /FEMA

PROJETO NORMAS TÉCNICAS E MANUAL DE CONTROLE AMBIENTAL.

Objetivos:

Aperfeiçoar e elaborar normas técnicas e procedimentos operacionais a serem consolidados na forma de Manuais, direcionados principalmente para apoiar as ações de licenciamento conduzidas pela DMIN;

Promover ajustes nos roteiros e na legislação pertinente , adequando os pareceres e a tramitação dos processos ao SLAP;

Desenvolver métodos de avaliação e mensuração de impactos ambientais;

Pesquisar e definir padrões de referência físico-químicos e de distribuição de metais, que serão utilizados pela FEMA, para caracterização do que será considerado *back ground* e do que efetivamente será contaminação, considerando-se os diversos contaminantes naturais (sulfetos, arsenietos, etc.) ou introduzidos nos processos (mercúrio, cianeto, tioúreia, etc).

Normatizar e licenciar as capelas instaladas nas casas compradoras de ouro e nas centrais de amalgamação dos garimpos.

Metas Alcançadas:

- Publicação do Manual de Procedimentos, com 13 roteiros para elaboração de projetos e instruções para orientar a tramitação de processos para fins de licenciamento.
- Conclusão do processo de regularização das atividades mineradoras na região da Baixada Cuiabana. Durante estes trabalhos, no período entre junho/95 a dezembro/96 foram levantados e avaliados nos municípios de Poconé e Nossa Senhora do Livramento um total de 192 garimpos, com emissão de mais de 45 licenças de operação e formalizados 16 (dezesseis) Termos de Compromisso, entre a FEMA e Proprietários de áreas degradadas por garimpo, objetivando promover a recuperação destas áreas.
- Implantação do Plano de Monitoramento da bacia do rio Bento Gomes, inicialmente através da definição de uma rede de monitoramento, em princípio com 40 pontos de coleta de amostras, compreendendo: água, sedimento de fundo e material particulado em suspensão. As amostras coletadas foram analisadas para metais (As, Hg, Cr, Co, Cd, Mn, Pb, Cu, Zn e Fe) e matéria orgânica, com exceção de Hg nas amostras de água, devido a deficiência instrumental. Em outubro de 1997 foi concluído o relatório compreendendo os procedimentos de amostragem, análises e interpretação pertinente as campanhas efetuadas durante a estação seca do ano. A partir de janeiro de 1998 teve início os trabalhos para a efetivação dos trabalhos de coleta, análise e interpretação de resultados, pertinente a estação chuvosa do ano. Este trabalho vêm sendo elaborado em parceria entre a FEMA e a METAMAT , com apoio do PNU, e deverá estar concluído em agosto/98 , quando então se pretende estabelecer para os diversos materiais amostrados, em princípio a nível qualitativo, os padrões de emissão de metais pesados a serem aceitos pela FEMA, consolidando assim os primeiros padrões referendados pelo Plano de Monitoramento.

- Implantação de um banco de dados georeferenciado consolidando toda a informação disponível sobre os garimpos existentes na região da Baixada Cuiabana, com elaboração de mapas de atividades mineradoras na escala 1: 50.000. A partir destes mapas foi possível avaliar a existência de um montante de 9.625 há de áreas degradadas, abrangendo os municípios de Nossa Senhora do Livramento, Várzea Grande e Poconé.
- Implantação de uma capela piloto, em parceria com o DNPM e o CETEM/CNPq, com a finalidade de controlar a emissão de mercúrio para a atmosfera, fato que ocorre frequentemente durante os procedimentos de queima de amalgama nas casas compradoras de ouro. A capela está em funcionamento desde outubro de 1997, na compra de ouro GALLO, na cidade de Peixoto de Azevedo e atualmente encontra-se em fase de monitoramento. Após aprovada, a FEMA promoverá a difusão do equipamento e dará início ao processo de regularização, via licenciamento, das casas compradoras que operam no Estado.

Situação Atual:

Com a conclusão do processo de regularização dos garimpos da região da Baixada Cuiabana, a FEMA vêm mantendo ações rotineiras de fiscalização e monitoramento dos empreendimentos. As campanhas previstas no âmbito do Plano de Monitoramento da Bacia do rio Bento Gomes, continuaram a serem executadas, uma vez que a consolidação deste Plano virá a se constituir em um importante instrumento de vigilância ambiental, a partir do conhecimento de como se processa o transporte e a dispersão de metais nesta bacia.

PROJETO PLANO DIRETOR DE MINERAÇÃO

Objetivos:

Elaborar em parceria com a Prefeitura de Poconé um instrumento de planejamento com diretrizes e normas, para disciplinar o desenvolvimento da atividade mineradora.

Estabelecer parâmetros técnicos, econômicos e ambientais para o gerenciamento ambiental da mineração, definindo os espaços e o tipo de ocupação, em harmonia com as outras atividades e usos do solo.

Metas Previstas:

- Elaborar e implantar o Plano em parceria com a Prefeitura Municipal de Poconé.
- Promover a capacitação dos técnicos da Prefeitura em gerenciamento ambiental.
- Prover os órgãos competentes de instrumentos para gestão e monitoramento da atividade.
- Promover o planejamento mineiro.
- Incrementar o processo de recuperação de áreas degradadas, através da apresentação de recomendações técnicas para o manejo destas áreas.

Situação Atual:

O Projeto já foi aprovado a nível de Gerência do PRODEAGRO e Banco Mundial, aguardando assinatura de convênio entre a FEMA e a Prefeitura de Poconé. Os trabalhos estão previstos para terem início em março de 1998.

PROJETO MELHORAMENTO TECNOLÓGICO / PLANTA MÓVEL

Objetivos:

Pesquisa, dimensionamento de um projeto básico, montagem e operação de uma planta para tratamento de **rejeitos contaminados com mercúrio**, provenientes de processos de amalgamação, que se encontram armazenados em locais denominados Centrais de Amalgamação, existentes na quase totalidade dos garimpos que operam regularmente na região de Poconé.

Metas Previstas:

- Implantar em parceria com a COPERAURUM, uma usina piloto móvel com porte para processar de 10 toneladas/mês. Os rejeitos finais deverão apresentar teores de ouro na faixa de 0,1 a 0,2 g / ton. e de mercúrio inferior a 1000 ppb, gerando desta forma um rejeito final que possa ser enquadrado como um resíduo de baixo potencial de degradação e que poderá ser remanejado para estocagem no terreno.

Situação Atual:

Devido a inexistência de tecnologias comprovadamente eficientes para se promover a descontaminação destes rejeitos, a FEMA vêm buscando parceiros junto as instituições de pesquisa para encontrar a melhor alternativa para o equacionamento deste problema. A FEMA esta promovendo e elaboração de testes a nível laboratorial, em princípio, com a participação do CETEM/CNPq e Metais Especiais Ltda., buscando ajustar a melhor rota tecnológica a ser desenvolvida e oportunamente viabilizada com recursos do PRODEAGRO.

PROJETO MELHORAMENTO TECNOLÓGICO PLANTA FIXA.

Objetivos:

Pesquisa, dimensionamento de um projeto básico, montagem e operação de uma planta para o beneficiamento de grandes quantidades de **rejeitos não contaminados por mercúrio**, com teores econômicos de ouro, que vêm sendo reprocessados inúmeras vezes ao longo do tempo e constituem verdadeiras montanhas acumuladas nos garimpos no entorno da cidade de Poconé.

Metas Previstas:

Implantar em parceria com a COPERAURUM - Cooperativa dos Produtores de ouro de Poconé, uma planta piloto com capacidade de produção da ordem de 5.500m³/mês, caso os estudos de viabilidade econômica se mostrarem favoráveis. Esta planta deverá desenvolver e incorporar processos extrativos compatíveis com os padrões de controle ambiental e servirá de modelo para outros garimpeiros interessados em ter acesso a uma tecnologia eficiente do ponto de vista da engenharia de minas e de controle ambiental.

Situação Atual:

Este projeto foi licitado tendo sido contratada a empresa Metais Especiais Ltda. para desenvolver os trabalhos. A primeira etapa dos trabalhos teve início em outubro de 1997, compreendendo a pesquisa para amostragem de um banco de material tido como rejeito, selecionado em comum acordo com a COOPERAURUM com posterior caracterização do eventual minério em laboratório. Esta etapa será concluída em março de 1998, quando da

apresentação de relatório consubstanciado dos trabalhos e resultados obtidos, contemplando ainda um estudo de pré viabilidade econômica, que levará em consideração principalmente os teores médios de ouro existentes no banco de rejeito pesquisado. A partir destes elementos será possível decidir sobre a continuidade do projeto, compreendendo de forma genérica o dimensionamento, montagem e operação da planta.

PROJETO DEMONSTRATIVO DE PESQUISA E AVALIAÇÃO DE DEPÓSITOS AURÍFEROS PARA A REGIÃO DA BAIXADA CUIABANA.

Objetivos:

Desenvolver métodos de pesquisa e avaliação econômica para depósitos auríferos de pequeno porte, contemplando uma alternativa de melhoramento tecnológico de baixo custo, para apoiar a nível Piloto a atividade exploratória conduzida por garimpeiros manuais (filãozeiros).

Metas:

- Racionalizar os procedimentos exploratórios através da prospecção geofísica, para detectar corpos mineralizados em profundidade (filões de quartzo auríferos), como alternativa para viabilizar oportunidades de trabalho para os garimpeiros manuais.
- Desenvolvimento de métodos exploratórios, para detectar corpos mineralizados em profundidade;

Situação Atual:

Este projeto encontra-se em fase de formalização de convênio entre a FEMA e a UFMT, envolvendo pesquisadores do núcleo de geofísica do Departamento de Geologia.

XXXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA Salvador BA 1996

ESTÁGIO ATUAL DA EXPLORAÇÃO MINERAL E DAS PRÁTICAS DE CONTROLE AMBIENTAL NOS GARIMPOS DE OURO DA REGIÃO DE POCONÉ.

Antônio João Paes de Barros
 Gercino Domingos da Silva
 Lázaro José de Oliveira
 Luiz Benedito Barreto
 Marcelle D. Rodrigues

Geólogo-PRODEAGRO/MT
 Geólogo-METAMAT/MT
 Químico-METAMAT/MT
 Eng. Civil-FEMA/MT
 Eng. Florestal-FEMA/MT

HISTÓRICO

A descoberta de ouro no atual município de Poconé ocorreu em 1777, tendo este ciclo durado cerca de 80 anos. O recém ciclo de garimpagem, teve início em 1982 e perdura até os dias de hoje. Até começo de 1987, a atividade garimpeira funcionou sem nenhum tipo de controle por parte dos órgãos competentes (DNPM e IBAMA). De 1987 até 1993 a atividade foi objeto de várias intervenções governamentais, de natureza cerceativa, entre os quais destacam-se:

- Resolução N° 003 do CONDEMA de 03/04/87, determinou o fechamento dos garimpos de Poconé e Nossa Senhora do Livramento;
- Em 1988, foi criado um grupo de trabalho pelo Governo Estadual. Na época foi cadastrado 75 garimpos;
- De 1988 a 1990 foi desenvolvido o Projeto Poconé de Tecnologia Ambiental, em parceria CETEM-CNPq/RJ (Centro de Tecnologia Mineral) e METAMAT/MT (Companhia Matogrossense de Mineração);
- Em 1993, o IBAMA/Cuiabá, determinou o fechamento dos garimpos, desconsiderando as licenças expedidas pela FEMA-Fundação Estadual do Meio Ambiente e
- Em 1995, foi criado um novo grupo de trabalho multissetorial.

A atividade de garimpagem teve início em 1982 com a exploração das coberturas elúvio/coluvionares, em lavadeiras e o uso de pequenos moinhos de martelos (H2) para beneficiamento dos rejeitos pré existentes, localmente denominados quirelas dos antigos.

As pequenas unidades de beneficiamento, foram sendo substituídas por empreendimentos de maior porte, mecanizados, com moinhos de martelos com capacidade de 12.000 t/mês e centrífugas, dimensionados para o processamento dos veios de quartzo auríferos.

No começo da década de 90, com o aprofundamento das frentes de lavra, foram instalados moinhos de galgas para reprocessar os rejeitos depositados nas bacias de contenção. Devido ao baixo rendimento destes, que beneficiavam em torno de 25 t/dia, os mesmos foram substituídos por moinhos de bolas, com capacidade de moer em torno de 5000 t/mês. Atualmente 90 % dos empreendimentos instalados reprocessam rejeitos, o restante persiste na exploração de minério primário.

Atualmente existem 52 garimpos em funcionamento no município de Poconé, com aproximadamente 3000 pessoas trabalhando diretamente na produção de ouro. Sendo estimado uma produção da ordem de 2,0 t/ano, a partir do início da década de 90.

GEOLOGIA

A região geográfica e o respectivo domínio geomorfológico onde afloram as rochas do Grupo Cuiabá denomina-se Baixada Cuiabana. Esta depressão em formação, a partir do rebaixamento do nível de base regional, com a instalação da Bacia do Pantanal, propiciou condições ideais para a formação de depósitos secundários do tipo elúvio e colúvio.

O Grupo Cuiabá, portador das mineralizações auríferas, constitui a sequência basal da Faixa de Dobramentos Paraguaí, de idade Proterozóico Superior, abrangendo as Brasilídes Metamórficas, de Almeida (1984). O Grupo Cuiabá apresenta-se dobrado e metamorfoisado no fácies xisto verde, com marcante estruturação regional segundo a direção NE-SW, evidenciada por estruturas como traços de foliações e de contatos litológicos, eixos de dobras e lineamentos.

Na região de Poconé o Grupo Cuiabá está representado por filitos sericíticos, localmente grafitosos e hematíticos, metargilitos, metaparaconglomerados, metasiltitos e metacherts.

O hidrotermalismo nestas rochas é evidenciado pela intensa sericitização e potassificação, pervasivas, e pela presença de halos restritos aos veios de quartzo, denotados pela presença de pirita, carbonatos e magnetita.

A nível de controle macro estrutural, nota-se que os principais garimpos da região estão dispostos segundo dois importantes trends mineralizados, um denominado alinhamento Cangas-Poconé e o outro, contido no alinhamento Praia Grande-Salinas. Estes trends estão orientados segundo a direção N35-40E e portanto concordantes com a macro estruturação do Grupo Cuiabá.

As principais mineralizações primárias são dos tipos:

- Veios de quartzo concordantes; também denominados de travessão, de direção geral N-NE, sub-verticais, frequentemente com extensão superior a 100 m e com espessuras da ordem de 1 a 2 m. Os teores são normalmente menores que 1.0 g/t.
- Veios de quartzo discordantes; são os mais explorados atualmente, com direção geral N55-80W, sub-verticais, e frequentemente posicionados transversalmente aos eixos das dobras. Estes veios apresentam-se na maioria das vezes com extensão inferior a 100 m. e com espessuras médias inferiores a 30 cm. Os teores de ouro são bastante variáveis, oscilando na média entre 1,0 a 5,0 g/t. , pontualmente verifica-se teores superiores a 20 g/t. Na região garimpeira de Salinas foi possível verificar, que os veios discordantes estão estruturados a partir de possantes veios concordantes, mostrando um padrão definido de fraturamento e preenchimento por veios, similar a um sistema conjugado. Em princípio, gerado a partir de esforços compressivos com σ_1 disposto segundo a direção NW-SE.
- Mineralizações do tipo *stratbound*; associadas às regiões de charneiras de dobras recumbentes, principalmente quando afetadas por zonas de empurrão de baixo ângulo, configurando discretas *shear zones*, sub-paralelas aos eixos das dobras. Neste contexto observa-se na zona tectonizada enxames de venulações, localmente com contornos sigmoidais, vindo a constituir um tipo de mineralização disseminada, uma vez que os garimpeiros lavram grandes painéis a céu aberto, com teores médios de corte da ordem de 1 ppm.

CONTROLE AMBIENTAL

Os trabalhos conduzidos pelos técnicos da FEMA, DNPM E METAMAT permitiram constatar os principais impactos e alterações ambientais provocados pela atividade, a saber:

- inversão topográfica, em função da abertura de cavas com profundidades variando de 20 a 50 m, com remanejamento de estêreis formando relevos com até 20 metros de altura ;
- Assoreamento dos cursos d'água, várzeas e vegetação ciliar devido a disposição e construção de forma inadequada das bacias de contenção de rejeitos.
- Remoção da cobertura vegetal, quando da abertura das frentes de lavra, sem a devida preocupação com a disposição e guarda do solo;
- Represamento de cabeceiras e várzeas para captação de água, para o circuito de beneficiamento sem o devido planejamento;
- Abertura das frentes de lavra sem obedecer os procedimentos técnicos para a devida estabilização dos taludes
- Inexistência de um plano de lavra, que permita um adequado planejamento da exploração e recuperação de áreas degradadas.
- Condições insatisfatórias de segurança e higiene no trabalho.

A atividade garimpeira, como foi desenvolvida vêm provocando danos nos diversos compartimentos ambientais, sendo um dos mais preocupantes o que se refere a dispersão e contaminação mercurial.

PEREIRA FILHO(1995) assinala teores anômalos de mercúrio em água, sedimentos de corrente e solo, nas sub-bacias hidrográficas mais importantes da região de Poconé, indicando uma contaminação moderada (Igeo 3), verificada geralmente próximo aos focos de emissão e nos pontos de deposição natural de sedimentos.

O teor de mercúrio nos rejeitos, dependendo do tipo, pode variar dos níveis de *background* (0,05 ppm), até dezenas de ppm, nos chamados *hot point*.

Com relação ao compartimento ar, a dispersão maior ocorre quando da queima do amálgama sem o uso de retortas. Estudo, em fase de publicação, financiado pela OPAS-Organização Pan Americana de Saúde, mostram dados preocupantes de contaminação por mercúrio nas proximidades das casas compradoras de ouro, onde foi detectado teores de até 0,57 µg/m³.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F. F. M. de (1984) Província Tocantins - Setor Sudoeste. In: ALMEIDA, F. F. M. de, and HASUI, Y. eds. O Pré-Cambriano do Brasil. São Paulo, Ed. Edgard Blucher. 265-281p.
- CNPq/CETEM. Programa de Desenvolvimento de Tecnologia Ambiental. Relatório Projeto Poconé-MT. Rio de Janeiro, 1989.
- PEREIRA FILHO, S. R. Metais Pesados na sub-bacias hidrográficas de Poconé e Alta Floresta. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1995. 90p. - (Série Tecnologia Ambiental, 10).
- VEIGA, M. M. & FERNANDES, F. R. C. (Coordenadores) Poconé: um campo de estudos do impacto ambiental do garimpo (sed. ed. rev.). Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1991. 113p. - (Série Tecnologia Ambiental, 1).

**PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA
POR ATIVIDADE MINERADORA
ESTUDO DE CASO DE UMA CAVA ABERTA EM POCONÉ - MT**

DOCUMENTÁRIO

PRODEAGRO

**SUB COMPONENTE B2 - REGULARIZAÇÃO E
RACIONALIZAÇÃO DE ATIVIDADES MINERADORAS**

FEMA

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE

Cuiabá Novembro de 1999



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEM
COORDENADORIA DE MONITORIZAÇÃO E CONTROLE AMBIENTAL
DIVISÃO DE ATIVIDADES DE MINERAÇÃO

PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA
POR ATIVIDADE MINERADORA
ESTUDO DE CASO DE UMA CAVA ABERTA EM POCONÉ - MT

CONVÊNIO

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE
PREFEITURA MUNICIPAL DE POCONÉ

PRODEAGRO

FONTE DE RECURSOS

BANCO MUNDIAL
MINISTERIO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO
GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO

1. INTRODUÇÃO

No contexto de um amplo processo de regularização da atividade mineradora na região da Baixada Cuiabana, a FEMA em convênio com a Prefeitura de Poconé e com recursos do PRODEAGRO, vem implementando ações no sentido de promover a recuperação de áreas degradadas.

O processo de seleção da área se deu com participação de segmentos representativos da sociedade organizada, vereadores e comunidade, que elegeram a área conhecida como cascalheira, como a mais representativa da degradação em um contexto urbano.

O local selecionado conhecido como "Cascalheira" constitui uma área com cerca de 60 ha, que foi objeto de loteamento para fins residenciais, denominado jardim Guaicurus, isto antes do início do garimpo. Desde a descoberta de ouro, no início do ano de 1982, esta área vêm sendo intensamente explorada, com significativa alteração da paisagem, resultando em cavas gigantescas, algumas abandonadas e outras ainda em atividade.

O módulo inicial recuperado com recursos deste projeto compreende uma área de cerca de 7 ha, porção integrante de uma área de 13,25 ha. A proposta paisagística implementada além de buscar a melhoria da paisagem urbana, procurou incorporar elementos que pudessem constituir, oportunamente, uma opção a mais de lazer à população local, possibilitando desta forma que a área venha a ser gradativamente incorporada a cidade, a partir da instalação e funcionamento do viveiro e outras benfeitorias a serem consolidadas dentro de um amplo processo de participação e integração com a comunidade. Inclui-se que permitam consolidar a área como um ponto de atração turística, propiciando um atrativo a mais aqueles que visitam o pantanal.

O objetivo específico deste projeto foi de desenvolver um modelo de recuperação que possa ser reproduzido em outras áreas com feições de degradação similares. O projeto nos termos propostos, além de se constituir em um projeto piloto de manejo de áreas degradadas, tem como perspectiva de meta, a de transformar a área total da Cascalheira São Francisco, de 60 ha, em um Parque Temático municipal.

O projeto foi implementado em termos gerais, compreendendo três etapas básicas de implementação, as duas primeiras; Levantamentos Básicos/Projetos e Recomposição Topográfica, absorveram recursos do PRODEAGRO, da ordem de R\$ 150.000,00 (cento e cinquenta mil reais); e a última etapa, de Revegetação e Implantação de Equipamentos Públicos, recursos do PRODEAGRO da ordem de R\$ 60.000,00 (sessenta mil reais).

2. ESTRATÉGIA OPERACIONAL

A recuperação da área foi promovida dentro de uma proposta metodológica de se estabilizar uma gigantesca cava abandonada, mantendo-se uma lamina d'água para ser utilizada na irrigação do viveiro, nos experimentos de revegetação e em hortas comunitárias. Isto dentro da premissa que a região da Baixada Cuiabana, como um todo, possui um regime climático com duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca, existindo pelo menos seis meses por ano com acentuado déficit hídrico.

Desta forma a existência de um manancial de água de boa qualidade e no limite urbano da cidade não podia ser desprezado, portanto este projeto busca sobretudo valorizar os corpos d'água gerados a partir da exploração dos corpos filoneanos, concebendo um modelo de recuperação que permita sua reprodução, para viabilizar iniciativas de

recuperação que utilizem o potencial hídrico de mais de uma centena de cavas abandonadas, existentes nesta Província Aurífera.

A cava maior, pré existente na área tinha formato irregular, com o maior comprimento segundo o sentido N-S, com cerca de 250 metros, e maior largura no sentido E-W, com aproximadamente de 200 metros. Este tipo de configuração de cava é muito usual na região, uma vez que a maioria das cavas abertas são para a exploração de corpos filoneanos de direção geral E-W, com atitude subvertical.

A profundidade da cava principal, do fundo até o nível d'água superficial, situava-se em torno de 30 metros. As estimativas indiretas e informações levantadas junto a garimpeiros que trabalharam na área, indicaram a existência de pelo menos 15 metros de material sedimentar carregado para o fundo da cava, abaixo da lâmina d'água, o que perfaz uma profundidade total em torno 45 metros. Esta profundidade e a própria dimensão da cava, permite inferir um razoável fornecimento de água subterrânea para o interior da cava, devido a intersecação de aquíferos e ao gradiente de pressão criado.

Desta cava principal ramificam-se outras quatro cavas menores, que foram recobertas ou incorporadas como elementos do projeto paisagístico.

A execução de serviços técnicos especializados foi viabilizada através da contratação de técnicos, a partir de Termos de Referencias específicos, as obras de terraplanagem foram terceirizadas e os serviços gerais e obras para equipagem foram executados pela Prefeitura de Poconé.

O projeto compreendeu em princípio três etapas básicas de implantação, com as respectivas atividades. A primeira etapa, de Levantamentos Básicos e Projetos, foi conduzida por técnicos especializados e pesquisadores, para detalhamento metodológico e elaboração de projetos executivos. A segunda etapa, de Recomposição Topográfica, foi executada para o reafeiçoamento do terreno, segundo as diretrizes e recomendações contidas nos projetos de engenharia e paisagístico e a terceira etapa, de Revegetação e Implantação de Equipamentos Comunitários, compreendeu sobretudo a implementação da proposta de revegetação da área e implantação de equipamentos e instalações previstas para este primeiro módulo de recuperação.

3. RESULTADOS

Considerando-se as três etapas básicas de implementação supra citadas, os seguintes resultados foram obtidos, para cada atividade programada.

1º) Levantamentos Básicos e Projetos

a) Levantamento das áreas e mapeamento dos proprietários dos lotes (solo)

Inicialmente através do levantamento da situação de legalidade dos lotes junto à prefeitura de Poconé e ao cartório de imóveis, sendo separado na planta do loteamento, os seguintes tipos de lotes: escriturados; pagos, porém sem proprietário definido e vazios. Após a plotagem deste levantamento, apenas na área proposta inicialmente de 13,25 hectares, a equipe do projeto constatou que a maior parte da área de interesse estava sob domínio de dois garimpeiros. Desta forma a equipe procedeu gestão no sentido de que os mesmos fizessem doação à Prefeitura, atitude obtida após uma razoável argumentação. Para incorporar os lotes remanescentes a área do projeto, compreendendo os sem proprietário definido e mesmo proprietários não mais residentes na cidade, a prefeitura editou um decreto expropriatório, que esta sendo executado.

b) Levantamento planialtimétrico

O levantamento foi feito compreendendo o perímetro total da cava, em uma área de 13,25 ha, sendo gerado um mapa na escala 1:1.000, com curvas de nível de 1m, tendo o estaqueamento no terreno obedecido uma malha mínima de 25x25m. Este serviu de base para os trabalhos de terraplanagem e composição do projeto paisagístico.

c) Levantamentos e mapeamento das feições de alteração e das coberturas

As feições de alteração foram descritas considerando-se principalmente suas formas e natureza dos materiais, compreendendo: zonas de taludes sustentadas por rochas do tipo filitos, metasiltitos e metarenitos foliados, taludes sustentados por coberturas do tipo estéreis e/ ou rejeitos, bancos de rejeitos, bancos de estéreis, rocha alterada (saprolito) e horizontes sub superficiais de solos.

A identificação das coberturas foi executado com vistas a condução de experimentos de revegetação, tanto direcionados para regenerar o solo, como para minimizar os processos de erosão e assoreamento instalados nos bancos de rejeitos e taludes das cavas. Os materiais foram amostrados e encaminhados a laboratórios especializados para procedimentos analíticos, com objetivo de se analisar o solo/rejeitos e avaliar a qualidade da água nas cavas remanescentes, verificando os teores de metais pesados e a qualidade biológica da água que compõe o lago.

Ainda com os trabalhos de recomposição topográfica em curso, foram coletadas 06 amostras de solo e alteritos, dos diferentes materiais expostos, que foram analisados para matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, alumínio, enxofre, zinco, ferro, manganês, cobre e boro.

Os dados obtidos permitiram constatar o seguinte:

- pH situa-se entre 6,1 e 7,1, não carecendo portanto do uso de corretivos para as cultivares a serem plantadas;
- Os níveis de fósforo encontrados estão em dois patamares; entre 1,4 e 1,7 mg/dm³, para os horizontes mais profundos de solos residuais e alteritos, e entre 133,00 e 180,00 mg/dm³ (ppm), para as rochas alteradas. Evidenciando a disponibilidade de fósforo no substrato, que entretanto deve ser bastante solúvel e facilmente lixiviado.
- O potássio apresentou comportamento similar ao fósforo, com um patamar entre 0,14 e 0,18 cmolc/dm³ (meq/100ml), para os horizontes mais profundos de solos residuais e alteritos, e entre 0,40 e ,44 cmolc /dm³, para as rochas alteradas.
- Os níveis de cálcio e magnésio, são bons e também se apresentam em dois patamares, com a somatória entre 4,4 e 4,6 cmolc/dm³, para os horizontes mais profundos de solos residuais e alteritos, e entre 40,9 e 41,1 cmolc /dm³, para as rochas alteradas.
- alumínio não foi detectado, refletindo os bons teores de bases trocáveis.
- A matéria orgânica verificada em todas as amostras com valor de 1 g/dm³, reflete na prática a sua inexistência, sendo assim o fator determinante na condução da adubação ou mesmo para manejos alternativos, antes de se processar a revegetação da área.
- Com relação aos micro nutrientes, eles são satisfatórios para a maioria das gramíneas propostas no recobrimento dos taludes, com exceção do cobre, verificando-se os seguintes valores: Zn = 0,7 a 3,8 mg/dm³ (ppm), Cu=0,1 a 0,6 mg/dm³, Fe= 45 a 69 mg/dm³, Mn= 26,0 a 34,9 mg/dm³, B= 0,13 a 0,32 mg/dm³, e S= 14,4 a 17,0 mg/dm³.

Para avaliar a qualidade da água presente na cava foram realizadas três coletas para análises, antes do período chuvoso, durante o segundo semestre de 1998, sendo obtido os seguintes valores médios.

os seguintes valores médios.

	P _{Total}	N _{Kjeldahl}	N _{NO2}	N _{NO3}	Alcalinidade	Resíduos (mg/l)		
Teores	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	(CaCO ₃)	Totais	Sedimentáveis	
médios	< 0.005	0.361	0.001	0.078	0.2	36	< 0.1	
Bacteriológica								
Coliformes Totais				2 NMP / 100ml				
Coliformes Fecais				ausente				
PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA								
	eH	pH	Cond	Turbid	O . D.	Temp.(°C)		Cor
Amostra	mV		µS/cm	NTU	mg/l	Ar	Água	mg Pt/ l
Lago Maior	179	7.06	12	16	6.26	35	26.8	0.0
Lago Menor	135	7.10	16	18	7.01	35	28.2	0.0
Rio Bento Gomes	280	6.68	103	7	4.58	36	30.1	---

Metais em água									
Amostra	Hg	Cu	Mn	Co	Pb	Cd	Zn	Cr	Fe
	µg/ml	mg/ml	mg/ml	mg/ml	mg/ml	mg/ml	mg/ml	mg/ml	mg/ml
Lago Maior	--	n.d	0.023	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	0.07
Lago Menor	--	n.d	0.029	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	0.09
Rio Bento Gomes	--	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	0.02

Como se tratava de uma área remanescente da atividade garimpeira, foi coletado amostras de material particulado em suspensão na água, para verificação dos teores de metais, cujos resultados foram os seguintes:

Material Particulado									
Código da	Hg	Cu	Mn	Co	Pb	Cd	Zn	Cr	Fe
Amostra	µg/ml	mg/ml	mg/ml	mg/ml	mg/ml	mg/ml	mg/ml	mg/ml	%
Lago Maior	86	5	168	< 5	< 5	< 0,2	61	< 5	1.02
Lago Menor	98	2	260	< 5	16	< 0,2	76	< 5	1.95
Bento Gomes	49	3	42	< 5	< 5	< 0,2	29	< 5	0.85

Os teores de mercúrio em sedimento em suspensão estão dentro dos padrões médios já conhecidos para sedimentos superficiais nas baías situadas na área de influência do rio Cuiabá e Paraguai, onde os teores de mercúrio situam-se na faixa entre 10 e 92 ppb (média de 29 ppb). Nos quarenta pontos monitorados pela FEMA, na bacia do rio Bento Gomes, em Poconé, o valor médio encontra-se na faixa de 75 - 86 ppb. Cumpre destacar que a legislação brasileira não estabelece teores limites para este tipo de material, apenas referendando teores limites para materiais como resíduos sólidos e águas. Os trabalhos conduzidos até o momento pela FEMA e parceiros na região de Poconé permite propor um teor limite para mercúrio, em sedimento em suspensão, da ordem de 100 ppb.

Os resultados deste primeiro monitoramento indicaram a presença na cava de uma água de boa qualidade, possibilitando seu uso para diversos fins, uma vez que os valores são compatíveis com os estabelecidos para águas enquadradas como de Classe 2, pela resolução CONAMA 20/86.

d) Projeto Paisagístico

O projeto paisagístico foi elaborado contemplando mais uma perspectiva urbanística, do que uma recuperação do solo, com a eleição dos espaços mais adequados a localização dos equipamentos públicos e da infra-estrutura básica, tais como: centro comunitário, oficinas para artesões, hortas, bosques, trilhas, viveiros, posteamentos, quiosques, etc. Outro enfoque dado foi para a execução das atividades pertinentes à implantação dos experimentos de recuperação, tais como: disposição das bermas, localização de estradas e trilhas de acesso a área, a disposição dos módulos experimentais para revegetação e locais para a implantação de obras de drenagem superficial.

A proposta paisagística foi sintetizada em uma carta do tipo Planta Baixa, na escala 1: 1000, apresentado como Anexo.01.

e) Projeto de Engenharia

O levantamento da estrutura do maciço foi realizado com o objetivo de mapear as anisotropias e definir os ângulos de estabilização dos taludes, mais adequados à própria estabilização das cavas. O projeto contém instruções para efetuar os trabalhos de retaludamento e controle do fluxo de água superficial e freático; dimensionando a altura dos taludes e largura das bermas e demais obras necessárias à circulação da área, considerando-se a proposta final de reabilitação da área degradada.

O projeto ainda apresenta o dimensionamento do volume de material a ser remobilizado nos cortes e preenchimentos, necessários para adequar o terreno.

O Projeto de Engenharia foi elaborado na forma de uma proposta intitulada Alternativa de Adequação Topográfica e de Estabilização de Taludes, que trata dos procedimentos metodológicos para se estabilizar as encostas da cava, sendo as recomendações mais importantes destacados a seguir:

- A terraplenagem deve ser conduzida no sentido de obter a maior porção de área contígua possível, mantendo-a acima do nível máximo do arruamento, com as bordas da cava em nível mais elevado para que as águas das chuvas não escoem para o interior, erodindo seus taludes;
- Priorizar o aterramento das cavas secundárias 3 e 4, buscando-se ângulos de repouso dos taludes inferiores a 30°.
- Adequar as cavas secundárias 1 e 2, de maneira a transformá-las em acesso ao lago do fundo da cava principal.
- Os cortes devem ser projetados respeitando-se as anisotropias presentes nos taludes desenvolvidos sobre rochas foliadas, considerando-se que a principal estrutura geológica existente nos maciços e condicionante da estabilidade dos taludes, é uma foliação com atitudes de N20-35E / 15°-56° SE.
- A remoção da camada mais alterada das bordas das cavas, até como forma de alívio de carga, deve ser procedida considerando-se a implantação de uma berma com 3 metros de largura e 6 metros de profundidade. O talude formado com a construção desta 1ª berma deverá ser recoberto com gramineas.
- As bordas da cava deverão permanecer num nível topográfico superior, de forma que as águas da chuva adentrem à cava, somente através das obras de drenagem.
- Na porção noroeste das cavas, onde a foliação da rocha é desfavorável ao corte, deverá ser feito um trabalho preventivo de deslocamento de placas que possam vir a escorregar ou romper. Neste caso os taludes deverão ser quebrados, favorecendo a formação de ângulo de estabilidade mais favorável, com o imediato recobrimento por gramineas.

2º) Recomposição Topográfica

Esta atividade foi desenvolvida em sintonia com as propostas de recomposição topográfica e estabilização do terreno, consolidadas nos projetos paisagístico e de engenharia.

Em um primeiro momento foram utilizados os seguintes equipamentos, com as respectivas horas máquinas disponibilizados para o projeto: 648 horas de Pá Carregadeira do tipo CASE 721; 667 horas de Pá Carregadeira do tipo WA 180; 175 horas de escavadeira hidráulica tipo PC e 20.724 cargas de caminhão (10 m³).

Após o reafeiçoamento geral da área, seguiu-se uma fase de uso menos intenso de equipamentos, para os serviços de modelagem final, como preparação de áreas para plantio e preparação da base para o campo de futebol (45x90 m.). Neste trabalho de arte final foi utilizado cerca de 600 horas de Pá Carregadeira do tipo WA 180 e 450 cargas de caminhão (10 m³), incluindo aí 200 cargas de terra preta, o equivalente a 2.000 m³.

3º) Revegetação e Implantação de Equipamentos Comunitários

a) Implantação do Viveiro

Na área do projeto foi construído um 1º módulo de viveiro, ocupando uma área útil de 300 m², com capacidade de produzir 10.000 mudas de diferentes espécies, que servirão para a futura revegetação da área do projeto e para incentivar a recuperação das áreas degradadas, sobretudo nos garimpos ainda em atividade.

No viveiro estão sendo produzidas mudas de espécimes vegetais oriundas de sementes coletadas durante a 1ª Gincana Ecológica, compreendendo as seguintes espécies: Cumbaru (Dipterix alata), Barbatimão (Sthriplinadendron adstringens), Angico (Anadenanthera sp), Vinhático (Platimenia reticulata), Jatobá do campo (Himenae Stignocarpa), Capitão do campo (Terminalia argentea), Açoita cavalo (Luhea paniculata), Cambara (Vochysia sp), Gonçalves (Astronium fraxinifolium), Pau bosta (Schysolobium aureum), Ipê (Tabebuia sp), Sucupira (Bowdichea sp) e Pequi (Caryocar brasiliensis).

b) Seleção de Espécimes para fins de Revegetação

As espécies arbóreas foram selecionadas dentro da proposta paisagística de se gerar bosques. Outras espécies foram selecionadas para o desenvolvimento de experimentos, que visam a revegetação dos taludes e bermas, considerando-se os diversos materiais encontrados.

O solo pretérito foi em sua totalidade removido da área, uma vez que constituía-se a zona mineralizada mais rica, que recobria o terreno da cascalheira e correspondia principalmente aos Latossolos Vermelho Amarelos e/ou Plintossolos Concrecionários.

Na superfície do terreno predominam exposições de saprolitos e rochas em variados estágios de intemperismo, provenientes de litologias do tipo filito sericítico, filitos carbonosos, metasiltitos e metarenitos finos (Grupo Cuiabá).

As análises químicas efetuadas, obtidas a partir de amostras coletadas durante a recomposição topográfica, expressam principalmente parâmetros químicos referentes ao substrato rochoso alterado. Os dados evidenciam a necessidade de uma adubação no plantio, com uma formulação mais rica em nitrogênio e fósforo.

A análise do quadro permitiu eleger as seguintes espécies de gramíneas e leguminosas para serem introduzidas nos experimentos: Paspalum notatum (grama pensacola), Brachiaria humidicola, Andropogon gayanus, Melinis minutiflora (capim

gordura), *Stilozobium atterrimum* (mucuna preta), *Calopogonio mucunoides*, *Cajanus cajan* (guandu), *Leucaena leucocephala* (leucena) e *Dolichos lab-lab*.

Considerando-se que as sementes de gramíneas foram plantadas principalmente nas áreas já retalhadas, foi necessário o plantio com plantadeiras adequadas à situação, buscando minimizar os efeitos de arraste pelo vento e pelas primeiras chuvas, freqüentemente de maior intensidade.

Nos taludes foi executado plantio consorciado de gramíneas com leguminosas em linhas, acompanhando aproximadamente as curvas topográficas do terreno, utilizando-se o seguinte espaçamento: Leguminosas em faixas de 1 a 2 metros e gramíneas em faixas de 3 a 6 metros, alternadamente.

Para este plantio utilizou-se da seguinte tabela de referência:

TIPO DE SEMENTE	QUANTIDADE Kg/ha	PROFUNDIDADE DE PLANTIO (cm)	TOLERÂNCIA A SECA	TOLERÂNCIA AO ENCHARCAMENTO
Andropogon	15	1 a 2	ALTA	BAIXA
Humidicola	25	1 a 2	ALTA	BOA
Pensacola	25	1 a 2	MÉDIA	BAIXA
Gordura	25	1 a 2	MÉDIA	BAIXA
Calopogonio	10	1 a 2	ALTA	MÉDIA
Lab-Lab	40	2 a 4	ALTA	MÉDIA
Guandu	15	3 a 4	ALTA	MÉDIA
Mucuna Preta	30	3 a 4	ALTA	MÉDIA

c) Revegetação da Área

Os experimentos de revegetação foram conduzidos em conformidade com a proposta de modelagem da paisagem. Em princípio, foi introduzida uma camada de terra preta, com cerca de 2 cm de espessura, nos taludes que margeiam a 1ª rampa da cava, bem como na que contorna os locais projetados para futura implantação do campo de futebol. Após este procedimento foi realizado o plantio de sementes de grama (humidicola e pensacola), de forma consorciada, buscando-se atender as características agrônômicas de cada espécie. Nos taludes mais próximos à cava e nas encostas externas das rampas, que margeiam a área do projeto, estão sendo conduzidos experimentos através do plantio consorciado (coquetel) de gramíneas (humidicola, pensacola, gordura e andropogon) e leguminosas (calopogonio, guandu, lab-lab e mucuna preta), considerando-se sobretudo, as peculiaridades agrônômicas de cada espécie, como: porte, natureza, entouceiramento, agressividade, etc..

Os experimentos com leguminosas de rápido crescimento tiveram como objetivo a melhoria das condições edáficas dos solos. Essas espécies além de comprovadamente favorecerem a fixação do nitrogênio, contribuem com a formação do horizonte superficial do solo, aumentando seu teor de matéria orgânica e seu grau de umidade, face a incorporação da cobertura seca, barateando o custo da recuperação dos solos.

A revegetação dos taludes, até por questões orçamentárias, vem sendo realizada de forma gradual, e iniciou-se nas áreas de maior susceptibilidade ao desenvolvimento de processos erosivos, através de plantio direto, utilizando-se espécies de gramíneas e leguminosas. Estima-se que cerca de 3 hectares foram objeto deste primeiro modelo, de plantio direto, onde foram consumidos cerca de 150 m³ de terra preta, depositadas nos locais definitivos do plantio.

Quanto a revegetação com espécies arbóreas florestais, a seleção de variedades foi precedida por uma caracterização expedita de fitofisionomia e florística de ambientes mais preservados da área, ou mesmo em suas adjacências, notadamente em fragmentos de

vegetação natural representativos para as formações florestais da região. Assim, a seleção de espécimes utilizadas nos experimentos de recuperação, contemplou tanto aquelas características de comunidades de espécies arbóreas regionais, como outras selecionadas por apresentarem comportamento agressivo e por serem menos exigentes às características edáfo climáticas, ou ainda para obter uma diversidade, que agregue representantes da flora brasileira aos bosques, para futuro uso em eventos de educação ambiental.

O favorecimento a formação de talhões com espécies pioneiras, caracterizadas pelo rápido crescimento, com baixa exigência nutricional e significativo aporte de biomassa ao solo, que foram consorciadas com outras de natureza secundária ou mesmo clímax, se justifica dentro da proposta paisagística de compor alguns bosques na área.

As mudas foram plantadas no espaço delimitado para o bosque e ao longo de faixas que separam os diversos compartimentos delimitados no projeto paisagístico. As covas foram abertas com 60 centímetros de profundidade, por 40 x 40 cm de largura, preenchida com terra preta e adubadas com cerca de 200 gramas de adubo NPK, com formulação 10-10-10. As mudas tinham altura média de 1,50 metro, com boas condições fitossanitárias e constatou-se um índice de pegamento de 85%. As mudas perdidas foram repostas gradativamente, e novas mudas foram plantadas durante as dois eventos de educação ambiental já realizados na área.

As tabelas I, II e III, apresentam as espécies utilizadas na revegetação do Parque Municipal de Poconé e a quantidade utilizada, em número de indivíduos plantados.

Tabela I - Espécies pioneiras utilizadas na revegetação da área e nº de indivíduos plantados

ESPÉCIES (nome vulgar)	ESPÉCIES (nome científico)	QUANTIDADE (nº de plantas)
Periquiteira	<i>Trema micrantha</i>	62
Paineira	<i>Chorisia speciosa</i>	32
Calabura	<i>Muntigia calabura</i>	30
Amendoimzeiro	<i>Pterogine nitens</i>	21
Sombreiro	<i>Sloanea</i> sp	30
Espeteiro	<i>Casearia gossipiosperma</i>	30
Embaúba	<i>Cecropia</i> sp	20
Sangra d'água	<i>Croton floribundus</i>	30
Canafistula	<i>Peltophorium dubium</i>	15
Tamboril	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	25

Tabela II - Espécies secundárias (iniciais e tardias) e clímax utilizadas na revegetação da área e a quantidade plantada (em nº de indivíduos)

ESPÉCIE (nome vulgar)	ESPÉCIE (nome científico)	QUANTIDADE (nº de plantas)
Ipê roxo	<i>Tabebuia heptaphylla</i>	21
Ipê rosa	<i>Tabebuia impetigiosa</i>	33
Pata de vaca	<i>Bauhinia variegata</i>	25
Cássia	<i>Cassia</i> sp	32
Louro	<i>Cordia cuiabensis</i>	12
Angico	<i>Piptadenia paniculata</i>	16
Sete casca	<i>Pteroclobium saman</i>	24
Ipê branco	<i>Tabebuia alba</i>	12
Jequitibá	<i>Cariniana estrellensis</i>	30

Tabela III – Espécies de gramíneas e leguminosas plantadas na área do projeto

Espécies	Tipo	Quantidade por ha	Quantidade plantada
Calopogônio	<i>Leguminosa</i>	25kg	20Kg
Mucuna preta	<i>Leguminosa</i>	40 kg	40Kg
Lab-lab	<i>Leguminosa</i>	25 kg	25Kg
Feijão guandu	<i>Leguminosa</i>	25 kg	20Kg
Andropogon	<i>Gramínea</i>	10 kg	10Kg
Gordura	<i>Gramínea</i>	20 kg	20Kg
Pensacola	<i>Gramínea</i>	25 kg	60kg
Humidicola	<i>Gramínea</i>	15 kg	40kg

d) Equipamentos Comunitários

Na área do projeto foi adquirido e instalado os seguintes equipamentos:

Um conjunto para bombeamento e irrigação, com uma caixa d'água de 10.000 litros, encanamentos e aspersores, para atender o viveiro e os plantios experimentais.

Uma estação de rebaixamento trifásico.

Uma linha de eletrificação com cerca de 150 metros de extensão, quatro postes com luminárias.

Casa de 30 m² para atender o viveirista e a guarda de materiais e insumos.

e) Educação Ambiental

A proposta de educação ambiental para este projeto teve envolvimento direto de professores e alunos da rede pública do município e foi coordenado pela Secretária Municipal de Educação, com apoio dos técnicos da FEMA, que acompanharam a execução das atividades propostas.

As atividades consistiram na realização de duas gincanas. A 1ª gincana foi realizada no ano de 1997, antes do início da implementação do projeto, quando se promoveu uma competição entre as escolas da rede municipal para promover a coleta de sementes da vegetação nativa do cerrado, para ser utilizada na produção de mudas do viveiro a ser construído quando da liberação dos recursos do PRODEAGRO.

A 1ª campanha de educação ambiental, já realizada no contexto deste projeto, ocorreu durante os dias 24 e 25 de setembro de 1998, na semana da árvore. Neste período foi viabilizado com recursos do Projeto a 2ª Gincana Ecológica, com apresentação de oficinas e trabalhos de educação ambiental desenvolvidos pelas escolas municipais. Na área do projeto foi realizado o plantio de 200 árvores florestais pelos estudantes, para compor o bosque da rotatória principal de acesso à área em estudo.

A 2ª campanha de educação ambiental foi realizada na semana da árvore do ano de 1999, com a realização da 3ª gincana de educação ambiental, que premiou os melhores trabalhos produzidos pelas escolas, dentro do tema reciclagem de materiais.

4. PLANILHA DE CUSTOS RESUMIDA - Recursos FEMA / PRODEAGRO

1ª Etapa

1 – Levantamento Planialtimétrico	R\$ 3.000,00
2 – Projeto de Engenharia	R\$ 4.000,00
3 – Recomposição Topográfica.....	R\$ 68.000,00
Horas de máquinas Pá carregadeira 1915 horas	
Horas de máquinas de escavadeira hidráulica 175 horas	
Caminhões 20.974 cargas de 10 m³ cada	
4 – Levantamento de coberturas e análises (solo, água e sedimento)	R\$ 4.000,00
5 – Projeto Paisagístico.....	R\$ 5.000,00
6 – Educação Ambiental Informal.....	R\$ 6.000,00
SUB TOTAL	R\$ 90.000,00

2ª Etapa

1 – Infra-estrutura Básica	
- Equipamento públicos (iluminação, calçamentos, etc.)	R\$ 8.000,00
- Casa do viverista	R\$ 1.500,00
- Cerca	R\$ 1.500,00
- Proteção ao entorno da cava	R\$ 1.500,00
- Campo de futebol	R\$ 10.000,00
2 – Implantação de viveiro e produção de mudas	
- Construção do viveiro	R\$ 20.000,00
3 – Módulo de irrigação	
Conjunto de irrigação	R\$ 2.000,00
4- Revegetação da área	
- Abertura de covas, adubação e plantio	R\$ 2.000,00
- Aquisição de sementes e mudas.....	R\$ 1.500,00
- Incorporação de matéria orgânica (2.000 m³ de terra preta)	R\$ 5.000,00
-Tratos culturais	R\$ 3.000,00
5 – Educação Ambiental Informal	
- Campanhas de divulgação e seminários	R\$ 4.000,00
SUB TOTAL	R\$ 60.000,00

TOTAL (1ª + 2ª etapas) R\$ 150.000,00

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barros, Luis Carlos de; Matos, Marcilio da Cruz; Singulane, Leila M. de C.; Paes de Barros, Antonio João - 1996 - Recuperação de uma área degradada por garimpo de ouro às margens do córrego do Padre, no município de Matupá - MT. In: Anais do Congresso Brasileiro de Geologia: XXXIX, Bahia. Anais. Salvador SBG, V.4, P. 340-343.
- Carvalho, Neide Leite de Barros - Projeto Paisagístico. Programa de Recuperação de Áreas Degradadas por garimpo em Poconé - MT. Prefeitura de Poconé, 1.998.
- Magalhães, Sergio Luiz Moraes e Madruga, Elder de Lucena - Alternativa de Adequação Topográfica e de Estabilização de Taludes. Programa de Recuperação de Áreas Degradadas por garimpo em Poconé - MT. Prefeitura de Poconé, 1.998.
- Oliveira, Lazaro José de - Resultados Preliminares das Análises Químicas de Solo e Água na Área da Cascalheira em Poconé- MT. Prefeitura de Poconé, 1.998.
- Paes de Barros, A.J., Silva, G.D.da, Oliveira, L.J.de, Barreto, L.B. e Rodrigues M.D.-1996 - Estágio Atual da Exploração Mineral e das Práticas de Controle Ambiental nos Garimpos de Ouro da Região de Poconé/MT. In: Anais do XXXIX Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador/BA.
- Singulane, Leila M. de C.; Barros, Luis Carlos de; Paes de Barros, Antonio João; Borges Monteiro, José Roberto e Vasconcelos, Teresa Neide Nunes - 1996 - Projeto de recuperação de áreas degradadas por mineração em Mato Grosso. In: Anais do Congresso Brasileiro de Geologia: XXXIX, Bahia. Anais. Salvador SBG, V.4, P. 339-340.
- Singulane, Leila Marta de C.- 1999 - Concepção paisagística para a recuperação de uma área degradadas por exploração mineral no município de Poconé. Trabalho de conclusão do curso de especialização Meio Físico em Estudo de Impacto . PRODEAGRO Convênio FEMA - UFMT.

ANEXO 01
PROJETO PAISAGÍSTICO
PLANTA BAIXA

Relationship of mercury with aluminum, iron and manganese oxy-hydroxides in sediments from the Alto Pantanal, Brazil

Lars D. Hylander^{a,*}, Markus Meili^{1b}, Lázaro J. Oliveira^c, Edinaldo de Castro e Silva^d, Jean R.D. Guimarães^e, Danielle M. Araujo^d, Raquel P. Neves^d, Rosalvo Stachiw^d, Antonio J.P. Barros^f, Gercino D. Silva^f

^aDepartment of Limnology, Evolutionary Biology Centre, Uppsala University, Norbyvägen 20, S-75236, Uppsala, Sweden

^bDepartment of Earth Sciences, Sedimentology / Geoecology, Uppsala University, Villavägen 16, S-75236, Uppsala, Sweden

^cDepartamento de Ciencias Biológicas, UNEMAT — Universidade do Estado de Mato Grosso, Av. São João s/n Campus Universitário — Bairro Cavalhada, 78 200-000 Cáceres, MT, Brazil

^dDepartamento de Química, Universidade Federal do Mato Grosso, 78 090-900, Cuiabá, MT, Brazil

^eLab. de Radioisótopos, Inst. de Biofísica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Bloco G, CCS, Ilha do Fundão, 21949-900 Rio de Janeiro, RJ, Brazil

^fMETAMAT — Cia Matogrossense de Mineração — Av. Jurumirim 2970, Bairro Planalto, 78 065-000, Cuiabá, MT, Brazil

Received 27 September 1999; accepted 30 April 2000

Abstract

Sediments from nine floodplain lakes in Pantanal were analyzed for a large-scale (300 km) survey of mercury (Hg) load in sediments and soils of the Alto Pantanal and to study the relationship between Hg and reactive aluminum, iron, and manganese oxy-hydroxides. The results were compared with the Hg content in river and stream sediments from the Poconé gold mining area, where Hg has been extensively used and still is in use. The results indicate that the Hg concentrations were elevated in river sediment close to the mining area in Bento Gomes river basin (average in the < 74- μ m fraction 88.9 ng Hg g⁻¹ dry wt.; interquartile range 50.3–119.5), but there was no clear indication that the local Hg emissions have contaminated the remote floodplain lakes, where concentrations were surprisingly low (average in the < 74- μ m fraction 33.2 ng Hg g⁻¹ dry wt. sediment; interquartile range 18.4–46.8), in particular

*Corresponding author. Tel.: +46-18-4712710; fax: +46-18-531134.

E-mail address: lars.hylander@ebc.uu.se (L.D. Hylander).

¹Present address. Institute of Applied Environmental Research (ITM), Stockholm University, S-106 91 Stockholm, Sweden.

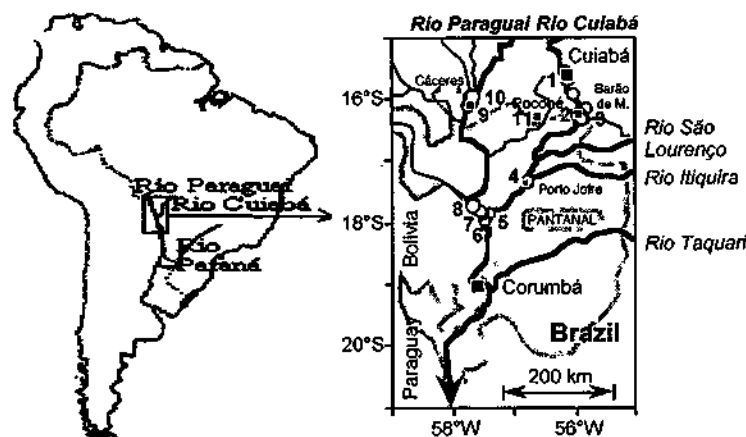


Fig. 1. Location of sampling sites in the Alto Pantanal (Brazil). (1) Rio Cuiabá at Cuiabá; (2) Volta Grande; (3) Bog stream at Mimoso, Rio Mutum, Baía Siá Mariana, Baía Chacororé, north and south; (4) Rio Cuiabá at Porto Jofre, Baía Jofre; (5) Rio Cuiabá at Baía do Burro, Baía do Burro; (6) Rio Paraguai at Baía Amolar, Baía Amolar; (7) Rio Paraguai at Baía Paraíso and Acurizal, Baía Paraíso; (8) Rio Paraguai at Baía Cachorá, Baía Cachorá; (9) Rio Paraguai south and west of Cáceres, Baía da Cidade Cáceres; (10) Rio Paraguai at Baía Ximbuva, Baía Ximbuva; (11) Bento Gornes river basin (< 30 km from Poconé).

large alluvial plain in central-western Brazil facing the border of Bolivia and Paraguay, receiving water from a surrounding upland drainage basin that occupies 359 000 km² (Hamilton et al., 1996). The area is hydrologically divided into the Alto (high), Médio and Baixo (low) Pantanal. Floodplains make up approximately 20% of the upstream watershed (Alto Pantanal) and most of the area in the Baixo Pantanal (Alho et al., 1988). The rain falling from October to March results in an annual flooding of usually more than half and often more than 90% of the alluvial plain, while on the other hand permanent open-water areas are minimal (Hamilton et al., 1996). The annual fluctuation of the inundation area is most extreme in the Alto Pantanal, where the inundation is maximal in March–April and minimal in October–November (Hamilton et al., 1996). The Alto Pantanal (Fig. 1) is the northernmost part of the Paraguay River basin, including the tributary Rio Cuiabá (approx. 15.5–17.5°S and 55–59°W). The rivers run southwards, and are to the north separated from the Amazon basin by the Serra dos Parecis and Serra Azul mountain chains (Estudos hidrológicos da bacia do Alto Paraguai, 1974). Rio Paraguai has within the studied area a slope of 0.03–0.15 m km⁻¹, while the east–west slope for the plain is 0.3–0.5 m km⁻¹ (Zeilhofer, 1996),

causing Rio Cuiabá to flow faster than Rio Paraguai through the plain, before they join in the southern part of the study area. Rio Cuiabá originates in the Chapada dos Guimarães highlands of crystalline bedrock (mainly sandstone and magmatite) with an altitude of 600–700 m above sea level (Godoi Filho, 1986), and when entering the Pantanal at an altitude of 100 m above sea level, this river does not transport sand but clay from the surrounding plain (Zeilhofer, 1996). The Pantanal basin was created more than 100 million years ago and has subsequently been filled up by deposits of quartz sand and aluminum silicate clay sediments, with a depth of 100 m or more over large areas (Godoi Filho, 1986).

Alto Pantanal houses gold miners, since veins of gold-containing coarser material are found in the clay layers at some places on the margin of the plain (Rodrigues Filho, 1995). This material is excavated in huge open cast mines as well as small pits and processed for gold extraction. During this process mercury (Hg) is used as an amalgamating agent, which results in Hg losses to the air and the water of the wetland (Lacerda et al., 1991; Veiga et al., 1991; Hylander et al., 1994; Rodrigues Filho, 1995; von Tümpling et al., 1995; Alho and Vieira, 1997). One of the oldest (> 100 years) and largest gold mines in the area is

Table 1

Suspended matter (0.45 μm filter), turbidity, pH, conductivity, dissolved oxygen, and dissolved organic carbon in the water of floodplain lakes (Baía) and rivers (Rio) of the Alto Pantanal (Brazil) in August 1998^a

Sampling site	Co-ordinates		Susp. (mg l ⁻¹)	Turb. (NTU)	pH	Cond. ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	DO (mg l ⁻¹)	DOC (mg l ⁻¹)
	South	West						
Rio Cuiabá, Cuiabá	15°37'	56°06'	34	8	6.9	77	7.4	3.9
Bog stream, Mimoso	16°10'	55°48'	1	< 1	5.1	14	3.9	4.4
Rio Mutum	16°20'	55°50'	9	27	4.5	3	5.6	3.7
Baía Siá Mariana	16°20'	55°53'	34	23	5.3	4	6.5	5.1
Baía Chacororé, N.	16°14'	55°55'	120	105	6.7	44	6.0	n.a.
Baía Chacororé, S.	16°19'	55°55'	340	203	7.1	41	5.6	5.2
Rio Cuiabá, Jofre	17°22'	56°46'	50 ^b	35	6.1	27	6.3	3.1
Baía Jofre	17°20'	56°46'	87	77	6.3	37	5.6	8.9
Baía do Burro	17°50'	57°24'	50	38	6.4	31	7.1	5.6
Rio Cuiabá, Burro	17°51'	57°24'	55 ^b	47	6.5	27	7.0	3.3
Baía do Amolar	17°57'	57°28'	37	26	6.4	47	6.5	6.7
Rio Paraguai, Amolar	17°57'	57°28'	48	32	6.4	45	6.5	6.5
Baía Paraíso	17°52'	57°30'	13	3	6.6	59	2.7	7.7
Rio Paraguai, Paraíso	17°52'	57°31'	28	19	6.3	58	6.8	8.1
Rio Paraguai, Acurizal	17°47'	57°37'	n.a.	22	6.9	58	6.7	7.3
Baía Cachorrada	17°44'	57°40'	n.a.	25	6.3	53	6.2	5.6
Rio Paraguai, Cachor.	17°44'	57°39'	n.a.	22	6.7	59	6.9	6.4
Baía da Cidade Cáce.	16°04'	57°42'	25	20	5.8	35	7.6	3.6
Rio Paraguai, S Cáce.	16°08'	57°44'	24	28	6.1	34	7.7	3.3
Rio Paraguai, W Cáce.	16°04'	57°42'	45	24	6.1	35	7.7	3.4
Baía Ximbuva	15°59'	57°41'	18	20	7.9	460	8.9	19.1
Rio Paraguai, Ximbuva	15°58'	57°41'	5	24	6.1	22	7.3	3.9

^a n.a., not analyzed.

^b Estimated from the amount of material precipitated with $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, corrected for added chemicals.

the Alto Pantanal. Rio Cuiabá is a white water river with a high load of suspended material, which increases downstream from the city of Cuiabá (Table 1). The tributary Rio Mutum has dark water with signs of oxygen depletion, and with an insignificant load of suspended material so the dissolved organic matter will dominate its characteristics (Table 1). This type of water is known to increase the mobility and probably also the bioavailability of Hg (Meili, 1991, 1997). The gently flowing Rio Paraguai has a lower load of particulate matter in suspension than Rio Cuiabá (Table 1). The brooks, ponds and rivers in the Bento Gomes river basin have quite varying loads of suspended matter, largely influenced by adjacent mining activity (Table 2).

The average Hg-tot concentration in the fine sediments (< 74 μm) from the studied lakes was 33.2 ng Hg g⁻¹ dry wt., the median 26.9, the first

quartile 18.4 and the third quartile 46.8 ng Hg g⁻¹ dry wt. sediment (Fig. 2). The average Hg-tot concentration in surface sediment sampled in the Bento Gomes river basin was 88.9 ng Hg g⁻¹ dry wt., the median 69.7, the first quartile 50.3 and the third quartile 119.5 ng Hg g⁻¹ dry wt. sediment (< 74 μm ; Table 2), indicating clearly elevated Hg-tot concentrations in the gold mining area.

The concentration of oxalate extractable Al (Al-oxa) in fine sediment (< 74 μm) was on average 620 $\mu\text{g Al g}^{-1}$ dry wt. It was highest in sediment from the lake Baía da Ximbuva, which had highly alkaline water and water apparently rich in clay (Fig. 3, Table 1). The amount of oxalate extractable Fe was approximately 10 times higher, that is on average 8760 $\mu\text{g Fe g}^{-1}$ dry wt. Generally the surface horizons contained most Fe-oxa, which was reduced to approximately half

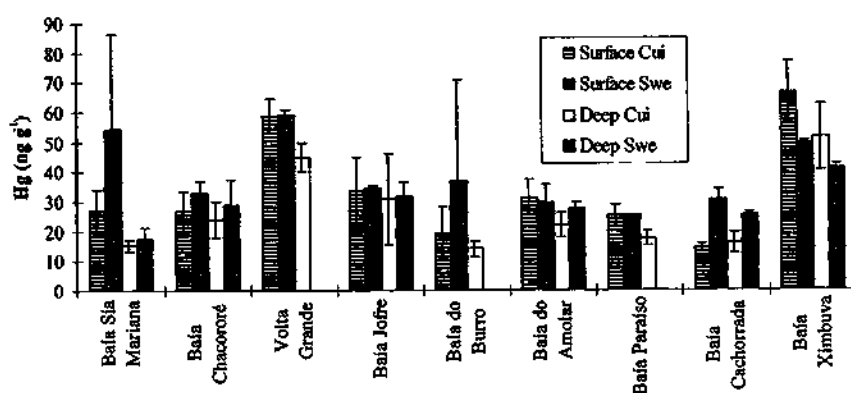


Fig. 2. Total Hg concentration in the surface horizons (0–6 cm) and in deep horizons (≈ 0.5 m) of sediment profiles from floodplain lakes in the Alto Pantanal, Brazil. Averages of three strata from each of two profiles sampled in March and August 1998, analyzed at a laboratory in Cuiabá (Cui) and averages of one stratum from each of two profiles sampled in August 1998, analyzed at a laboratory in Sweden (Swe). Vertical bars indicate ± 1 S.D.

5. Discussion

Low Hg-tot concentrations were found in sediments of the Alto Pantanal, except in the immediate vicinity of a major gold-mining site. Also relative to the abundance of sesquioxide forming metals, Hg-tot concentrations were lower than in other tropical floodplain areas. The Hg-tot concentration in the lake sediments ranged from below 10 ng Hg g^{-1} dry wt. in some deep sandy horizons to above 50 ng Hg g^{-1} dry wt. (Fig. 2). River bottom sediments sampled in 1992 from the same area as the present lake sediments contained between 10.6 and $39.4 \text{ ng Hg-tot g}^{-1}$ dry wt., with an average of $24.7 \text{ ng Hg g}^{-1}$ dry wt. (Hylander et al., 1994). The somewhat lower Hg-tot content than in the present samples might be explained by the fact that bulk samples were analyzed, and not only the fine fraction, and by different sediment types (river vs. lake sediment). Lacerda et al. (1991) found higher Hg-tot content in the surface horizons than in deeper horizons in two studied lakes of the same area, which they ascribed to atmospheric deposition of Hg originating from the gold mining activities in Poconé. They encountered 62 – 80 ng Hg g^{-1} dry wt. in the upper 2 cm, but only 12 – 30 ng Hg g^{-1} dry wt. below 3-cm depth. However, since the organic matter content showed a similar pattern, that also may apply to other constituents of fine sediments

as was often the case in our profiles, it is difficult to interpret an increasing Hg-tot level as an increasing Hg-tot deposition without a careful study of sediment properties and turnover.

In the present study the surface sediments were generally enriched in amorphous Al, Fe, and Mn oxy-hydroxides. This was most pronounced for Mn, which is known to be greatly influenced by the redox potential and easily mobilized at anoxic conditions (Bartlett, 1988). The reduced Mn ions can be leached or washed out from the deep sediment, which may result in a lower future capacity to sorb Hg-tot in case the subsurface horizons would get oxygenated again.

Iron is in the same way affected by redox reactions, which may cause leakage of Fe and formation of laterite rock or soils with clay texture. In the Poconé area the gold miners are digging in huge laterite layers to the depth of more than 50 m in the search for gold-containing quartz veins embedded in laterite. The total Fe content in the sediments in Alto Pantanal is approximately 25 mg g^{-1} dry wt. and on average one-third of Fe-tot was available as reactive oxides or hydroxides determined by oxalate extraction (Fig. 3). The acid oxalate solution extracted about half of Mn-tot and less than 5% of Al-tot (Fig. 3). Reactive oxy-hydroxides have by some authors been shown to sorb Hg (Forbes et al., 1974; Roulet et al., 1998a) while others (Semu et

1997; Ministério do Meio Ambiente, 1997) and a suspended matter content of around 50 mg l^{-1} (Table 1), at least 500 tons of eroded material is daily transported by the river past Porto Jofre. During the rainy season the daily load is much larger. Part of the load settles in lakes and marshlands, especially during the rainy season when large water quantities are not conducted in the river channel but inundate surrounding areas, which results in a reduced water velocity. Presently, the main area of sedimentation is to the south of Rio Cuiabá before the confluence with Rio Paraguai (Godoi Filho, 1986). The total burden of particulate matter in suspension, and probably also of Hg-tot transported by Rio Paraguai is larger than those in Rio Cuiabá due to the nearly three times larger water flow ($374 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ measured downstream Ilha de Taiaimã in October 1997; Ministério do Meio Ambiente, 1997).

The mobility and transport of dissolved and particulate Hg is largely dependent upon binding forms of accumulated Hg. Mercury can be relocated by leaching of dissolved Hg. Elemental Hg forms an alloy with most other metals, iron being a notable exception, and oxidized Hg binds strongly to the oxy-hydroxides of other metals, which reduces its mobility. The mechanical relocation of particle-bound Hg depends among others on the vulnerability to erosion of formed sediments. Assuming that the Hg-tot concentration in suspended matter is the same as in the sediment (Fig. 2), a mean concentration of approximately $1\text{--}10 \text{ ng l}^{-1}$ particulate Hg can be estimated from the suspended load. An estimated typical dissolved Hg concentration of approximately 1 ng l^{-1} (cf. Meili, 1997) suggests that the transport of particulate Hg may dominate the total Hg transport in the Rio Cuiabá. Estimating the river transport of total Hg yields values in the order of $1\text{--}100 \text{ kg year}^{-1}$ in Rio Cuiabá at Porto Jofre, of which an unknown fraction is anthropogenic.

The higher Hg-tot content in the surface horizons than in deeper horizons may indicate an anthropogenic enrichment, but may on the other hand also be related to the higher content of

reactive Mn and Fe encountered in surficial horizons.

6. Conclusions

The Hg-tot content in fine sediments ($< 74 \mu\text{m}$) of the Alto Pantanal, apart from the immediate vicinity of present or former gold mining activities, is generally below 50 ng Hg g^{-1} dry wt., which is lower than in the Amazon region as well as in many temperate areas. Hg-tot/Al and Hg-tot/Fe ratios were lower than those presented by Roulet et al. (1998a) for soils and sediments in the Tapajós basin and other tropical areas of South America, even though only amorphous metal oxy-hydroxides were considered in our study. This suggests that the Hg cycle in the Pantanal may be governed by other parameters than in the Amazon basin, where the soils are younger and of different origin.

Acknowledgements

Work supported by Sida/SAREC (Swedish International Development Co-operation Agency/Department for Research Co-operation), PRODEAGRO (the program for agro-environmental development in Mato Grosso state, Brazil), and the Federal University of Mato Grosso, Brazil. We thank Leila M.C. Singulane, Sandra M. Laet, Luis B. Barreto, and Salatiel A. Araujo at the mining division of FEMA (the governmental, environmental foundation of Mato Grosso state) for technical support. A special thanks to Ecotropica for logistical support, Marco Maia for boat and lodging, Angelika Jünker, Paulo Alvarez, and Projeto Gran Pantanal at UFMT for boat, Domingos Godoi Filho for explaining the geology of Pantanal and IBAMA for permits.

References

- Alho CJR, Vieira LM. Fish and wildlife resources in the Pantanal wetlands of Brazil and potential disturbances from the release of environmental contaminants. *Environ Toxicol Chem* 1997;16:71–74.
- Alho CJR, Lacher TE, Goncalves HC. Environmental degra-

von Tümpling Jr. W, Wilken R-D, Einax J. Mercury contamination in northern Pantanal region Mato Grosso, Brazil. *J Geochem Explor* 1995;52:127–134.

Zeilhofer P. Geoökologische Charakterisierung des nördlichen

Pantanal von Mato Grosso, Brasilien, anhand multitemporaler Landsat Thematic Mapper-Daten [In German]. Herbert Utz Verlag Wissenschaft, München, 1996:225 + app.

BEHAVIOR OF THE MERCURY IN THE PHYSICAL ENVIRONMENT IN BAIXADA CUIABANA

Lázaro José de OLIVEIRA, Edinaldo CASTRO E SILVA, Antônio João PAES DE BARROS. (Pós Graduação em Saúde e Ambiente, ISC/UFMT, Ferp, Ferreira, Correa da Costa s/n, 78.900-090- Cuiabá, Mato Grosso, Brasil; E-mail: [redacted]@cpa.br)

Summary

In the present study, the level of mercury and other metals was determined in several matrices (water, suspended material, bottom sediment and soil), from all the drainages in Bento Gomes river basin, High Pantanal, municipal district of Poconé, Mato Grosso, Brazil, that suffered impacts from the mining activity. The mercury levels detected in different periods (dry and rainy) show that the metal is undergoing dilution in the environment in time. The possible correlations of the mercury levels with other metals/substances and other physico-chemical parameters that can, potentially, interfere in the dispersion dynamics and in the kinetics of the chemical transformations of the element in the environment, were studied.

Introduction

Since the beginning of the 80's, with the restart of the gold mining activity in the Baixada Cuiabana, especially in the municipal district of Poconé-MT, tons of mercury, in the metallic form, were disseminated in the environment, as a consequence of the indiscriminate and inadequate use of this metal and also due to the unawareness about the risks of environmental contamination.

Despite the reduction in the mining activity in this area, the concern with the deleterious effects of mercury contamination has not decreased, since the chemical transformations and biomagnifications require time to occur and depend on the physico-chemical conditions of the ambient.

The present study aimed to make the characterization of the level of mercury and other heavy metals, in several matrices (water, suspended material, bottom sediment and soil), in all the drainages that suffered impacts from the mining activity, in Bento Gomes river basin, municipal district of Poconé-MT, with the objective of comparing the current data with previous studies, looking for a pattern of dispersion of the metal in the physical environment, in particular in the half aquatic.

Materials and Methods

The sampling points were defined in field, comprising the main drainages that were impacted by the mining activity. From the 40 points that form the network of heavy metal monitoring which the State Foundation of Environment of Mato Grosso - FEMA, is establishing, 25 points were chosen for the present study. To define sampling stations, it was chosen one point upstream the mining area and the other points, downstream, in sites where the topography favored deposition of the transported material. It was also sought for points that coincided with those sampled in previous studies, for comparison.

The collected matrices were soil, current sediment, suspended material and water.

The samples were collected during three campaigns: July 1997 in the dry period, when the water level is low and there is not discharge of mining effluents into the rivers;

September 1998 in the beginning of the rainy season, including some samplings during the occurrence of rains; and in May 1999, period of receding waters.

For the determination of the physico-chemical parameters of water, a multiple probe HORIBA, model U 10 was used.

The suspended material in water was precipitated by addition of aluminum sulfate $[Al_2(SO_4)_3]$ (SILVA et al, 1993). The dry solid material was digested with HNO_3 at $120^\circ C$, for 2 hours, in glass tubes with 'cold finger', to avoid evaporation. (GONÇALVES & PAIVA, 1995). The Hg content was determined by CVAAS (Hydride Generator Varian VGA 77 coupled to AAS Varian 200), using stannous chloride as reducing agent. The concentrations of the other metals were determined in the same solution by AAS (AAS Varian 200), flame air/acetylene.

Soil and current sediment were dried in stoves, below $50^\circ C$ and sieved (0,074mm). For Hg determination aliquots of 2,0 grams of this sample were digested with HNO_3 , as described for suspended material. For the other elements the extraction was carried out with a mixture of strong acids at high temperature and the determination was done by AAS, flame air/acetylene, (CPRM, 1987).

In the laboratory, the water samples were filtered (Millipore filter $45\mu m$), and concentrated after acidification to pH 2 (CPRM, 1987). The levels of metals (except mercury) were determined in the concentrated solution.

The control of the Hg analyses was done by comparison with certified reference materials (GBW 07309 flow sediment with $83 ng Hg g^{-1}$, NIST 2704 with $1470 ng Hg g^{-1}$). The precision of all analyses was verified using internal standards and duplicate analyses.

Results and discussion

The metals Cu, Mn, Co, Pb, Cd, Zn, Cr and Fe, besides the mercury, were analyzed in the matrices collected (water, suspended material, soil and current sediment). No anomaly or apparent indication of contamination was detected.

Among the measured physico-chemical parameters, pH and dissolved oxygen presented small characteristic variations in the periods, probably as a function of the amount of organic matter in the water bodies.

In current sediment, matrix which best shows the dimension of pollutants propagation, the maximum and minimum level of mercury detected in the area they were:

Year	97	98	99
Level (ppb)	27 – 348 average 89	18 – 270 average 86	12 – 672 average 83

Despite the temporal lag, the comparison of the obtained results of mercury level with previous works carried out in the area, (table 01), showed no significant alterations in the level of the metal in current sediment.

Table 01 - Comparison among Hg contents (ppb) in sediments in the main drainage of Bento Gomes river basin					
Authors		Drainage			
		Piranema	Piraputanga	Bento Gomes	Tanque dos Padres
This study	July/97	48 – 97	27 – 348	25 – 198	58 – 167
	September/98	26 – 270	26 – 131	14 – 133*	18 – 193*

	May/99	20 - 672	18 - 66	9 - 70	18 - 313
Vieira(1990)		nd to 117,1	nd to 254,5	nd to 170,6	nd to 241,5
Lacerda (1990)					< 20 a 180
Veiga (1991)					20 a 220
Hylander(1994)				10 a 40 ¹	
Rodrigues Filho(1995)		< 40 a 600	< 40 a 60	100 a 1850	
Nogueira (1995)				35,7 a 197,6	
Tüpling (1995)					
Silva(2000)					9,0 a 201,7 ²

1 = soil 2 = sediment profiles nd = not detected

At the rainy season, the values detected in MPS are quite anomalous, following the same tendency of the levels detected by SILVA (1996), (table 02);

Table 02 - Comparison among Hg levels (ppb) in suspended material						
		Drainage				
Authors	Período	Piranema	Córrego Fundo	Piraputanga	Bento Gomes	Tanque dos Padres
Silva (1996)	Dry	143 - 191	55	567 - 870	98 - 151	178 - 234
	Rain	789 - 993	78	1312 - 1425	125 - 140	430 - 712
Este estudo	Dry	21 - 44	18	11 - 132	13 - 286	20 - 176
	Rain	n.d - 3869	n.d - 2653 *	123 - 2993*	n.d - 492	817 - 9353*

*collected during rain

Those data show that the mercury emitted by the minings is disperse in every area and reaches the drainages when submitted to strong remobilizing agents as is the case of run-offs.

The mercury focuses, of the order of tens of ppm detected previously along the Tanque dos Padres (CETEM/CNPq 1989, SILVA, 1996), residue of the beginning of the mining activity in the area in the present cycle, besides being exposed to weathering (evaporation, leaching, percolation etc), many of them may have probably been removed for the recovery of the remaining gold. This justifies the low concentrations found in this study and in sediment profiles along that drainage found in recent research carried out by SILVA (2000).

In the drainages of Tanque dos Padres, Piranema, and Piraputanga, tributaries of Bento Gomes river, the data obtained in this study indicate a tendency of decrease in the Hg level along the drainages.

In Bento Gomes river, an increasing tendency in the Hg level as it enters the Pantanal has been observed, which is a coherent behavior for the main collector of waters of the region. That fact indicates that potential deleterious effects of the mercury to the fauna and flora may occur spatially moved in relation to the emission source.

Consulted Bibliography

Gonçalves, G.O and Paiva, E. C. 1995. Otimização da Metodologia para Determinação de Mercúrio Total em Rochas, Solos e Sedimentos. Depto de Química. CETEM/CNPq. Riode Janeiro, Brazil. (In Portuguese)

Hylander, L. D. Silva, E. C., Oliveira, L. J., Silva, S. A., Kuntze, E. K. and Silva, D. X. 1994. Mercury levels in Alto Pantanal - a screening study. *Ambio* XXIII, Nr 8:478-484.

Pereira Filho, S.R. 1995-Metais pesados nas sub-bacias hidrográficas de Poconé e AltaFloresta - Série Tecnologia Ambiental 10 CETEM/CNPq, CETEM/CNPq, Rio de Janeiro, Brasil. *(In Portuguese)*

Silva, A. P.; 1996 - Mercúrio em ambientes aquáticos de Poconé - MT - Tese de Doutorado - Programa de Pós Graduação em Mineralogia e Petrologia Universidade de São Paulo - Instituto de Geociências - São Paulo *(In Portuguese)*

Silva, G.D.; 2000 A atividade mineradora e os impactos ambientais na alta bacia do córrego Tanque dos Padres - trecho Bugrinho Roque - Capão do Angico. Poconé-MT.UFMT *(In Portuguese)*

Tümping, Jr., W. von, Wilken, R.-D. and Einax, J. 1995. Mercury contamination in northern Pantanal region Mato Grosso, Brazil. *Journal of Geochemical Exploration* 52:127-134.

Veiga, M. M., Fernandes, F. R. C., Farid, L. H., Machado, J. E.B., Silva, A. O., Lacerda, L. D., Silva, A. P., Silva, E. C., Marins, R. V., Imbassahy, J. A., Pfeiffer, W. C., Bastos, W. R. and Souza, V. P. 1991. Poconé: Um campo de estudos do impacto ambiental do garimpo. *Tecnologia Ambiental*, 1 (113 p.) CETEM/CNPq, Rio de Janeiro, Brazil. *(In Portuguese)*

Vieira, L. M. - 1991 - Avaliação dos níveis de mercúrio na cadeia trófica como indicador de sua biomagnificação em ambientes aquáticos da região do Pantanal. Tese de Doutorado - Universidade Federal de São Carlos-SP *(In Portuguese)*

Silva, A. P., Ramos, A. J. L. A. and Bastos, W. R. 1993. Mercury in particulate suspended sediments: a new sampling methodology. Congress: Perspectives for environmental geochemistry in tropical countries. Univ. Fed. Fluminense, Dept. of Geochemistry, Niteroi, Brazil.

Companhia de Pesquisa Recursos Minerais. Manual Técnico do LAMIN. LAMIN, Rio de Janeiro, Brazil, 1987 *(In Portuguese)*

Para citação bibliografica

OLIVEIRA, L.O .; CASTRO E SILVA, E; PAES DE BARROS A. J (2000)- Behavior

PROJETO DE MELHORAMENTO TECNOLÓGICO.

PROJETO PLANTA FIXA

**DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS PARA O REPROCESSAMENTO DE
REJEITOS NÃO CONTAMINADOS**

PRODEAGRO – FEMA

**SUB COMPONENTE B2
REGULARIZAÇÃO E RACIONALIZAÇÃO DE ATIVIDADES MINERADORAS**

PROJETO PLANTA PILOTO FIXA
DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS PARA O REPROCESSAMENTO DE
REJEITOS NÃO CONTAMINADOS

PROJETO EXECUTADO ATRAVÉS DE CONTRATO ENTRE A FUNDAÇÃO
ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E A EMPRESA METAIS ESPECIAIS LTDA.

PRODEAGRO

FONTE DE RECURSOS

BANCO MUNDIAL
MINISTERIO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO
GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEMA
Coordenadoria de Monitorização e Controle Ambiental - CMCA
Divisão de Atividades de Mineração - DMIN

PRODEAGRO

Sub - Componente B2 :
Regularização e Racionalização das Atividades Mineradoras
Órgão Executor – Fundação Estadual do Meio Ambiente

INSTITUIÇÕES PARTICIPANTES:

FEMA - Divisão de Mineração
PREFEITURA DE POCONÉ
COOPERAURUM
METAMAT
PNUD

PROJETO PLANTA PILOTO FIXA
DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS PARA O REPROCESSAMENTO DE
REJEITOS NÃO CONTAMINADOS

Cuiabá 1999

EQUIPE TÉCNICA

EMPRESA METAIS ESPECIAIS

Frank Baker

Casemiro Paradella

Frank Edward de Oliveira Rezende.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEMA

Leila Marta de Carvalho Singulane

Lourival Alves de Vasconcelos

Vanderlei Belato

COMPANHIA MATOGROSSENSE DE MINERAÇÃO - METAMAT

Gercino Domingos da Silva

Geraldo Majela de Paula Silveira

Antonio da Silva Lisboa

José Roque Soares

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS - PNUD

Antonio João Paes de Barros

Sergio Médice de Eston.

Coperativa dos Produtores de Ouro de Poconé -COOPERAURUM

Andre Molina

José Maria Gurjão da Luz

Urbano Aquiles Malvezi

PREFEITURA MUNICIPAL DE POCONÉ

Angelo Ferreira Gomes Filho

APRESENTAÇÃO

Este texto trata dos procedimentos metodológicos e operacionais conduzidos durante os trabalhos de pesquisa e análise dos dados gerados pelo projeto de Melhoramento Tecnológico Planta Fixa.

Os Projetos de Melhoramento Tecnológico se inserem no sub-componente B2, do PRODEAGRO, no contexto de uma proposta de desenvolver e implementar modelos alternativos de exploração mineral, adequados à realidade do Estado, considerando-se sempre a perspectiva de promover a transformação do perfil da exploração mineral, historicamente associado a procedimentos de garimpagem.

O Projeto Planta Fixa almejava o desenvolvimento de processo tecnológico na área de tratamento de minério, para o beneficiamento de rejeitos não contaminados, estocados em grandes quantidades no entorno da cidade de Poconé, com teores variáveis de ouro, que vêm sendo reprocessados inúmeras vezes ao longo do tempo e constituem verdadeiras montanhas acumuladas nos garimpos.

A proposta de beneficiamento final deste tipo de rejeito tinha dois objetivos básicos, o primeiro de ordem econômica que buscava a recuperação do ouro ainda existente, minimizando os efeitos de uma exploração predatória de um recurso não renovável, contribuindo ainda para a maximização da taxa de recuperação dos circuitos em operação. O Segundo de cunho ambiental, que buscava a utilização do ouro remanescente para alavancar a recuperação de áreas degradadas, através do reafeiçoamento da superfície do terreno, eliminando bancos de rejeitos e nivelando as cavas existentes na área urbana; contribuindo ainda para o saneamento e urbanização.

Os trabalhos tiveram início a partir de agosto de 1995, quando um grupo de técnicos se deslocou até a cidade de Poconé com o intuito de avaliar os circuitos de beneficiamento e ajustar com a comunidade mineradora, as possíveis alternativas tecnológicas mais apropriadas para serem implementadas, na forma de um pelo Projeto de Melhoramento tecnológico.

Após a análise do caso, o entendimento com as partes resultou na priorização do problema da interminável geração de rejeitos intermediários como um dos pontos críticos da atividade e que de certa forma, contribuía sobremaneira para o agravamento do quadro de degradação ambiental.

Assim, após um demorado estágio de tramitação, compreendendo desde o ajuste formal da parceria e fluxos processuais institucionais, ocorreu a contratação dos serviços em junho de 1997. Em outubro de 1997, tiveram início os trabalhos de amostragem do banco de rejeito selecionado, que após os ensaios laboratoriais e testes de bancada, resultaram na apresentação de um relatório técnico, cujos resultados e avaliações estão consolidadas neste texto.

ÍNDICE

	Paginas
Resumo	01
1 INTRODUÇÃO.	02
2 AMOSTRAGEM.	03
2.1 Método.	03
3 CARACTERIZAÇÃO.	05
3.1 Preparação de Amostras.	05
3.2 Testes de Caracterização	05
3.3 Distribuição de Ouro nos Compostos de Areia e Argila	06
3.4 Testes de Separação Gravimétrica.	08
3.5 Testes de Lixiviação Agitada.	11
3.6 Testes de Flotação.	13
3.7 Testes de Lixiviação em Coluna.	15
4. CONCLUSÕES.	17

ANEXOS

- Planta do banco de rejeito com a plotagem dos furos.
- Perfil A - A e B - B do banco de rejeito.
- Perfil C - C e D - D do banco de rejeito.
- Perfil E - E do banco de rejeito.

TABELAS

	Paginas
TABELA 1: DESCRIÇÃO DOS FUROS	04
TABELA 2: ANÁLISES DOS COMPOSTOS NOS LABORATÓRIOS.	06
TABELA 3: DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA AMOSTRA DO COMPOSTO DE AREIA	07
TABELA 4: DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA AMOSTRA DO COMPOSTO DE ARGILA	07
TABELA 5: DISTRIBUIÇÃO DE MERCÚRIO NAS FRAÇÕES DOS COMPOSTOS	08
TABELA 6: TESTES DE SEPARAÇÃO GRAVIMÉTRICA AMOSTRA DO COMPOSTO AREIA	09
TABELA 7: TESTES DE SEPARAÇÃO GRAVIMÉTRICA AMOSTRA DO COMPOSTO ARGILA	10
TABELA 8: DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA DO REJEITO DA MENSAGEM AMOSTRA DO COMPOSTO AREIA	10
TABELA 9: DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA DO REJEITO DA MENSAGEM AMOSTRA DO COMPOSTO ARGILA	11
TABELA 10: TESTES DE LIXIVIAÇÃO AGITADA COM CIANETO	12
TABELA 11: ENSAIO DE FLOTAÇÃO AMOSTRA COMPOSTO DE ARGILA.	14
TABELA 12: ENSAIO DE FLOTAÇÃO AMOSTRA DE COMPOSTO DE AREIA MOIDO ATÉ 67% MENOR QUE 150 #	14
TABELA 13: ENSAIO DE LIXIVIAÇÃO EM COLUNA COMPOSTO AREIA	16.

RESUMO

O projeto de melhoramento tecnológico intitulado Planta Fixa, compreendia basicamente duas etapas de implementação. A primeira, de pesquisa, caracterização e avaliação de um banco de rejeito padrão, para fins de seleção da melhor rota de beneficiamento, que fosse economicamente viável. A segunda, consistia no dimensionamento do projeto de engenharia para uma planta piloto, seguida de montagem, posta em marcha e operação, até remoção do banco de rejeito, com a recuperação da área.

A primeira etapa implementada pela Metais Especiais foi realizada no garimpo do Sr. Marcos Nascimento, no local denominado Vagaga, sendo selecionado um banco de rejeito localizado a nível referencial na seguinte coordenada: 16° 17' 51,9" de Latitude sul e 56° 36' 59,1" de Longitude oeste.

O rejeito disposto na forma de um banco, sobre a antiga superfície do terreno, apresentou-se com níveis estratificados, diferenciados em função da predominância de sedimentos com frações areia ou argila, de tal forma que puderam ser amostrados de maneira distinta, para serem tratados separadamente durante os ensaios laboratoriais.

Os teores médios encontrados no banco de rejeito pesquisado, foram da ordem de 0,32 g/t na fração areia e de 0,11 g/t na argila.

A separação gravimétrica efetuada a nível de laboratório e portanto considerada mais eficaz que os sistemas utilizados nos garimpos, recuperou somente 8% e 15% , do ouro contido nas frações areia e argila, respectivamente. Quando a fração areia foi moída, com redução das partículas a um nível de 67% menor que 150 malhas, a recuperação aumentou somente marginalmente.

Os testes de flotação indicaram recuperações da ordem de 22% para a fração areia, previamente submetida a moagem, e de 24% para a fração argila, sem moagem prévia.

Os testes com lixiviação agitada foram os que apresentaram melhores recuperações, variando de 65% e 72% para a fração areia, sem e com moagem, respectivamente, e de 76% para a fração argila, sem moagem.

Os ensaios evidenciaram que o processo mais viável economicamente foi a lixiviação em coluna, que simula bem a lixiviação em cuba. Neste caso, este processo é somente aplicável para o composto arenoso. Uma vez que este processo não é recomendado para materiais com muitos finos, porque a leito deste tipo de material não permite boa percolação da solução lixiviante de cianeto, não favorecendo assim o contato entre a solução e o sólido, impossibilitando desta forma uma melhor recuperação.

A recuperação global do ouro da solução já lixiviada, retido em carvão ativado, foi da ordem de 62%. Dado que indica ser esta a opção mais interessante economicamente, porém se mostrando viável, dentro dos parâmetros considerados, só para rejeitos com teores de alimentação acima de 0,5 g/t.

Desta forma, considerando-se que uma das premissas para a implementação da segunda etapa do projeto era de que a rota de beneficiamento tivesse viabilidade econômica e ambiental, a mesma foi suspensa, sendo os recursos redirecionados à pesquisa para o equacionamento da problemática dos rejeitos contaminados, conforme recomendações do Parecer Técnico N° 23/DMIN/CMCA/TEC/98.

Cumprir realçar que os dados e resultados, a cerca da distribuição, padrão de dispersão e teores de ouro e mercúrio neste tipo de rejeito, bem como o sucesso dos ensaios de caracterização, certamente serviram de referencial para outras pesquisas. Em última análise contribuíram para o convencimento dos garimpeiros de que a repassagem, ou melhor, o reprocessamento destes tipos de rejeitos, considerando-se os atuais parâmetros de análise, constitui uma atividade totalmente inviável e injustificada.

1. INTRODUÇÃO

A FEMA - Fundação Estadual do Meio Ambiente vem desenvolvendo com recursos do PRODEAGRO - Programa de Desenvolvimento Agroambiental, o sub-componente Regularização, Racionalização e Controle de Atividades Mineraias (B2).

Este sub-componente incorporou alguns projetos e ações articuladas que objetivam promover a transformação do cenário de exploração dos recursos mineraias do Estado. O Projeto Piloto de Melhoramento Tecnológico Planta Fixa, se insere como um dos projetos, e tem como objeto a implementação de modelos alternativos de exploração mineral.

A problemática garimpeira está associada a um conjunto de variáveis de diversas naturezas, destacando-se as sociais, econômicas, culturais, conjunturais e inclusive, as de natureza tecnológica. O equacionamento de algumas destas variáveis, contribuirá em muito para a transformação da atividade garimpeira em pequena mineração, de caráter formal e portanto mais susceptível as ações normativas e fiscalizadoras do Estado. É neste contexto que se insere este projeto piloto de melhoramento.

A fase de concepção deste projeto ocorreu no período entre 18 a 30 de julho de 1995, quando uma equipe constituída por técnicos da FEMA e METAMAT, consultores do PNUD; procederam na região de Poconé, os primeiros debates e entendimentos envolvendo a comunidade garimpeira, representada na oportunidade pela Cooperativa dos Produtores de Ouro de Poconé - COOPERAURUM.

Em setembro de 1995, foi concluído o termo de referência e apresentado o relatório técnico, relativo aos estudos de caso, que resultou na concepção do projeto de melhoramento tecnológico, para o Distrito Mineiro de Poconé.

Com base no Termo de Referência do Projeto Planta Fixa, foi conduzido o procedimento licitatório, que resultou na assinatura do contrato em 25 de junho de 1997, entre a FEMA e a Empresa METAIS ESPECIAIS, criando condições para iniciar o projeto, a partir da liberação da primeira parcela de recursos.

No dia 20 de outubro de 1997 foi realizada uma reunião na sede da COOPERAURUM, em Poconé, com a finalidade de definir junto com os cooperados presentes, um Parceiro que assegurasse as condições e contrapartidas necessárias para a montagem e operação da Planta Piloto. Isto, caso as pesquisas mostrassem a viabilidade econômica e ambiental de se reprocessar os rejeitos.

Nesta assembléia, os presentes acordaram em referendar o Sr. Marcos Nascimento na qualidade de Cooperado/Parceiro, indicado pela COOPERAURUM, formalizando através de registro em ata, um termo de Compromisso entre as partes interessadas, objetivando assegurar a contrapartida no tempo hábil, para a montagem de uma planta piloto de porte médio, com capacidade de beneficiar cerca de 5.500m³ de rejeitos por mês.

Os trabalhos de amostragem do banco de rejeitos ocorreram entre os meses de outubro e novembro de 1997. Em Março de 1998, foi apresentado pela Metais Especiais o Relatório referente aos trabalhos e resultados obtidos na primeira etapa, compreendendo as seguintes atividades:

- Seleção e plotagem do banco de rejeito;
- Implantação e abertura de uma malha planialtimétrica (25x25 metros), com posterior execução de 24 furos de sondagens;
- Amostragem dos materiais provenientes dos furos e separação dos compostos.
- Análises químicas para ouro e mercúrio;
- Ensaio de caracterização e testes de recuperação por métodos gravimétricos, flotação e lixiviação ácida; e
- Estudo de viabilidade.

2. AMOSTRAGEM

Antes de efetivamente dar-se início aos trabalhos de amostragem, a equipe técnica procedeu uma avaliação das áreas disponibilizadas pela COOPERAURUM, para fins de seleção da área que melhor se ajustasse aos objetivos do trabalho e às condições e contrapartidas solicitadas. Desta forma, as sete áreas disponibilizadas pelos cooperados, foram avaliadas, considerando-se os seguintes critérios:

- 1° - Volume, localização e qualidade do rejeito disponível;
- 2° - Disponibilidade no local de uma planta com infra-estrutura apropriada, neste quesito foi considerado a título de classificação os conceitos de Regular, Bom e Ótimo;
- 3° - Existência de cavas abandonadas e já exauridas para dispor o rejeito final da planta;
- 4° - Presença de mineralizações primárias nas proximidades da área, representativa das mineralizações do Distrito Mineiro de Poconé, e em condições de serem amostradas;
- 5° - Disponibilidade de um local apropriado para a montagem de uma eventual planta nova, caso os estudos indiquem tal necessidade;
- 6° - Compatibilidade com os aspectos decorrentes da questão urbana e ambiental e
- 7° - Situação de regularidade junto a FEMSA.

Após a coleta das informações, e entendimentos com os cooperados, foi escolhida a área disponibilizada pelo Senhor Marcos Nascimento, na qualidade de cooperado parceiro. A escolha levou em conta que, apesar da área não ter atingido a melhor pontuação na avaliação, o Sr. Marcos foi o que demonstrou maior interesse, inclusive se prontificando em bancar a contrapartida, no caso de eventuais contratemplos, para que a cooperativa viabilizasse os recursos e equipamentos, a título de contrapartida.

2.1. Método

Inicialmente a equipe procedeu reconhecimento do banco de rejeito selecionado, partindo-se da premissa que o mesmo deveria dispor de um volume de rejeito superior a 100.000 m³.

Após a definição de uma área de cerca de 1 hectare (Anexo I), a mesma foi demarcada segundo uma malha regular, com a utilização de um teodolito, plotando os locais de abertura dos furos segundo uma malha de 25 x 25 metros, perfazendo um total de 24 furos, descritos conforme a Tabela 1, apresentada na página que se segue.

Os furos foram executados com um trado manual de 4" (quatro polegadas) de diâmetro, com um conjunto de hastes de ferro de ¾" (três quartos de polegadas), que permitem avançar até profundidades da ordem de 15 metros nas camadas de rejeito, dependendo sobretudo do estado físico do material e do nível freático.

O material resultante do avanço de cada metro de espessura da camada de rejeito foram separados e levados a secar ao sol sobre mantas de polietileno. Após seco, o material foi desfragmentado manualmente, homogeneizado e quarteado, sendo uma fração de cada metro juntada para formar uma amostra composta representativa de cada metro perfurado. Estas foram manuseadas de forma a gerar duas amostras de 7,0 kg (sete quilogramas) cada, que foram acondicionadas em sacos de polietileno, ficando um lote a título de contra prova, guardado sob a responsabilidade do "Parceiro Garimpeiro". A outra parte das amostras, acondicionadas em tambores plásticos, foram vistoriadas e lacradas pelo DNPM e em seguida despachadas via transportadora rodoviária para o laboratório de análises da Metais Especiais, situado na cidade de Lauro de Freitas, no Estado da Bahia.

Durante a perfuração e amostragem os técnicos procuraram identificar a fração predominante no testemunho sacado, para fins de descrição e quantificação das frações areia, silte ou argila.

TABELA 1: DESCRIÇÃO DOS FUROS					
NÚMERO DO FURO	PROFUNDIDADE TOTAL DO FURO (m)	ESPESSURA TOTAL DE SILTE AREIA (m)	ESPESSURA TOTAL DE SILTE ARGILA (m)	PESO DA AMOSTRA DE SILTE AREIA (kg)	PESO DA AMOSTRA DE SILTE ARGILA (kg)
O1	2,4	2,4	-	14	-
O2	7	7	-	14	-
O3	8	8	-	14	-
O4	6,7	6,7	-	14	-
O5	10,4	10,4	-	14	-
O6	8,2	8,2	-	42	-
O7	6,3	6,3	-	14	-
O8	4,7	3	1,7	14	14
O9	7,4	2,7	4,7	14	14
10	10	7,8	2,2	14	14
11	10,6	8,1	2,5	14	14
12	11,5	7,8	3,7	14	14
13	7,4	3,5	3,9	14	14
14	7,5	1,7	5,8	14	14
15	11,4	5,5	5,9	14	14
16	10,3	4,6	5,7	14	14
17	9,4	4	5,4	14	14
18	4	2,3	1,7	14	14
19	7,4	-	7,4	-	14
20	7,2	7,2	-	14	-
21	9	6,5	2,5	14	14
22	8,5	4	4,5	14	14
23	8,2	4,9	3,3	14	14
24	7,5	-	7,5	-	14

3. CARACTERIZAÇÃO

3.1 Preparação das Amostras

As amostras foram recebidas no laboratório da Metais Especiais em Lauro de Freitas, Estado da Bahia, sendo inicialmente separadas em dois grupos considerando-se a fração predominante em cada amostra, ou seja, Areia ou Argila.

O conteúdo de cada saco foi seco, homogeneizado e pesado. Para determinar a proporção de cada amostra do furo, utilizou-se os dados de espessura, que foram medidos no perfil descrito de cada poço, estabelecendo-se assim as diferentes proporções representativas de cada amostra para cada furo.

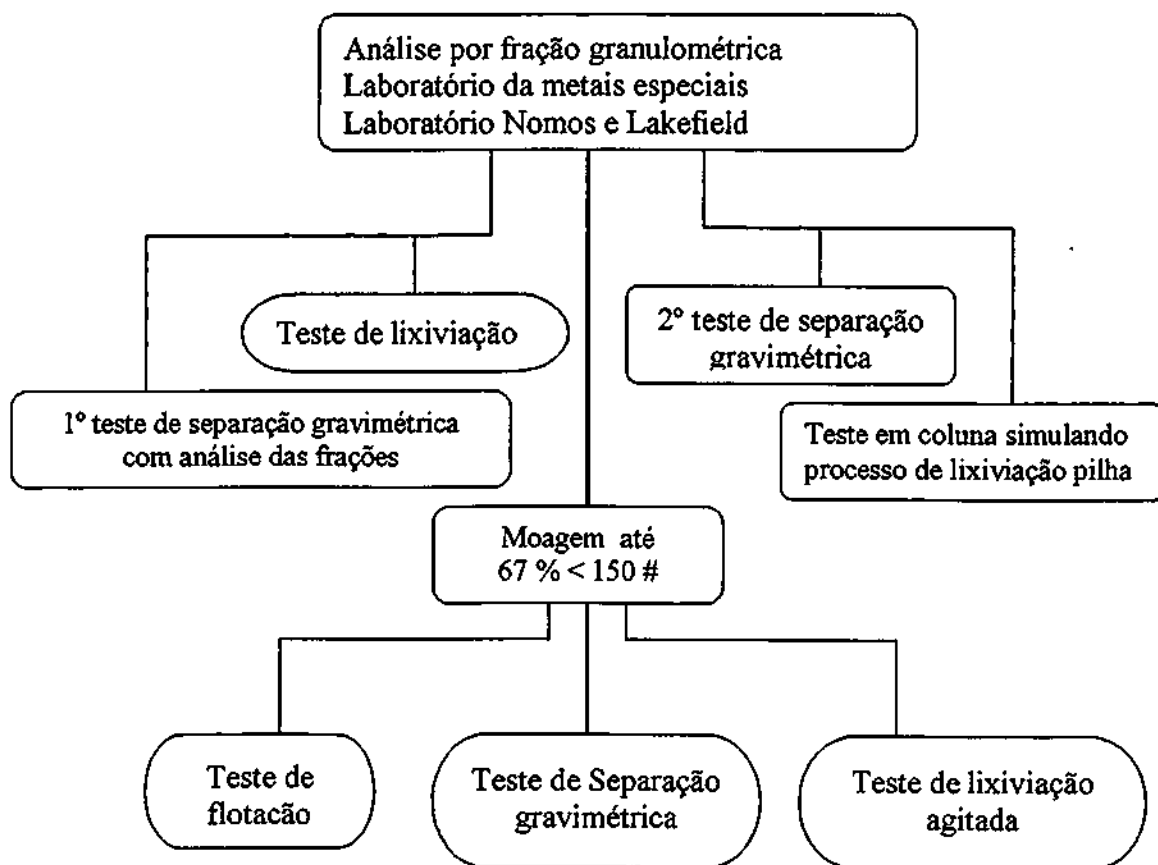
A seguir foi feito a pesagem de cada amostra composta obtida por furo, considerando-se a proporção da amostra (silte / areia ou silte / argila). O produto final deste processo resultou em dois compostos, um arenoso e outro argiloso. Destes compostos foram retiradas amostras para os vários testes, utilizando-se um quarteador tipo Jones.

3.2 Testes de Caracterização

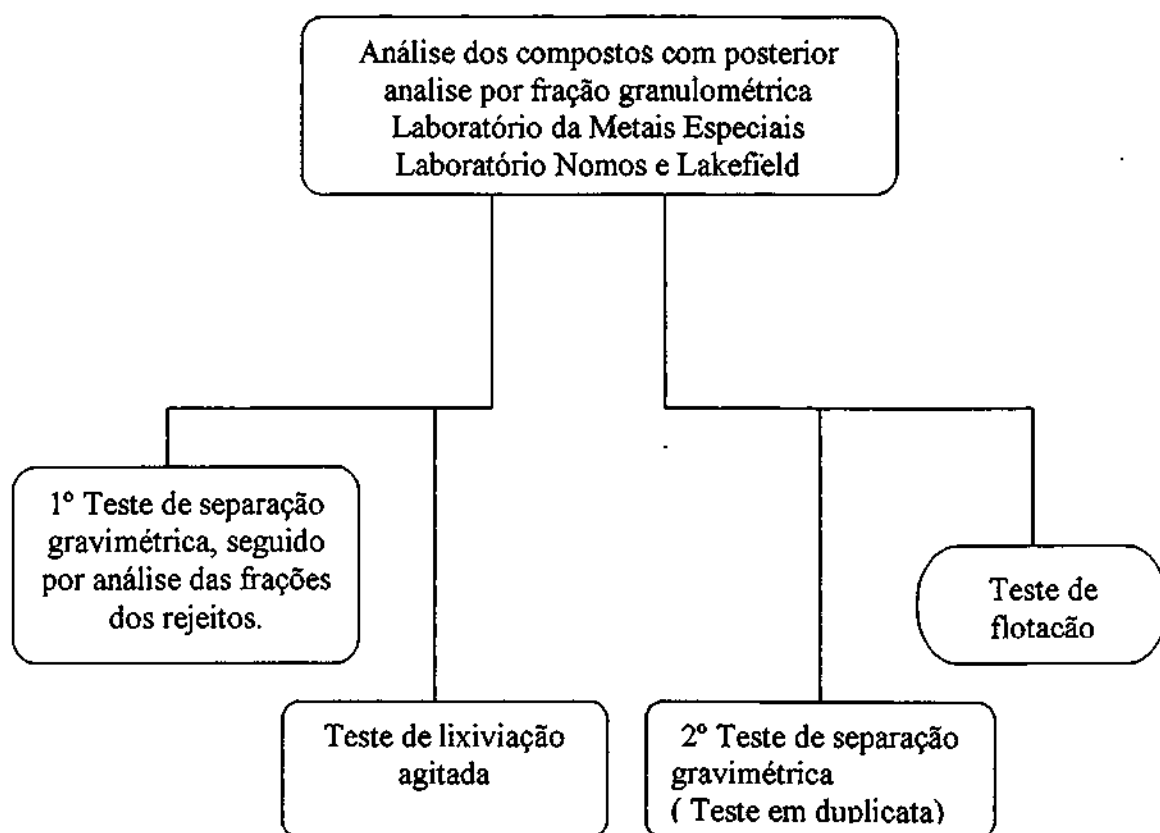
O estudo da mineralogia das frações foi desprezado face a informações já disponíveis que o rejeito é originário predominantemente de material do tipo veio de quartzo, encaixado em rochas do tipo filito sericítico e metasiltilitos, sendo irrelevante a presença de sulfetos ou outros minerais metálicos que possam interferir nesta pesquisa.

As análises dos compostos foram feitas em três laboratórios. As amostras foram encaminhadas para testes de separação gravimétrica, testes de lixiviação agitada, testes de coluna e testes de flotação, conforme os fluxogramas estabelecidos para o programa de análises e testes dos dois compostos (arenoso e argiloso), que se seguem.

FLUXOGRAMA DO COMPOSTO ARENOSO



FLUXOGRAMA DE ANÁLISES DAS AMOSTRAS DO COMPOSTO ARGILOSO



3.3 DISTRIBUIÇÃO DE OURO NOS COMPOSTOS DE AREIA E ARGILA.

Conforme indicado nos fluxogramas as amostras dos compostos arenoso e argiloso foram analisados em três laboratórios. A determinação foi feita por *Fire assay*, a partir de uma alíquota de 30 gramas, utilizando-se de procedimentos de abertura via fusão ou copelação da amostra, com dissolução em água régia e determinação por absorção atômica.

Os resultados dos compostos analisados permitiram estabelecer valores médios da ordem de 0,32 g/t no composto arenoso e de 0,11 g/t no composto argiloso, conforme análises reportadas na Tabela 2 , que segue abaixo.

TABELA 2: ANÁLISES DOS COMPOSTOS NOS LABORATÓRIOS

METAIS ESPECIAIS				NOMOS		LAKEFIELD	
Composto Areia							
Primeira amostra	0,33	g/t		0,35/0,37	g/t	0,10	g/t
Segunda amostra	0,30	g/t		0,36/0,33	g/t	0,56/0,50	g/t
Média =	0,32	g/t					
Composto Argila							
Primeira amostra	0,12	g/t		0,10	g/t	0,10/0,10	g/t
Segunda amostra	0,13	g/t		0,10	g/t	0,09	g/t
Média =	0,11	g/t					

As frações dos compostos arenoso e argiloso analisadas no laboratório de Metais Especiais, foram obtidas a partir de separação em meio úmido, usando peneiras tipo *Tyler*, com malha em mesh (#). Os resultados na amostra de areia estão representados a seguir na **Tabela 3**, onde mostra o ouro bem distribuído entre todas as frações. A **Tabela 4**, que segue abaixo, mostra na fração mais fina, valores mais baixos de ouro. Nota-se entretanto, que a quantidade acima de 100 # é menor que 10 % da massa, evidenciando assim uma quantidade de ouro inexpressiva, com 85% da massa de ouro na fração abaixo de 100 #.

**TABELA 3: DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA
AMOSTRA DO COMPOSTO DE AREIA**

Tela (mesh)	Massa Retida (g)	% Retida	Teor de Au na fração (g/t)	Massa de Au na fração (mg)	Distribuição de Ouro %
12#	231,9	11,0	0,20	0,046	8,31
28#	446,0	21,1	0,37	0,165	29,57
65#	424,0	20,0	0,23	0,098	17,48
100#	78,2	3,7	0,23	0,018	3,22
200#	158,1	7,5	0,23	0,036	6,52
400#	221,7	10,5	0,20	0,044	7,95
<400#	556,9	26,3	0,27	0,150	26,95
Total	2116,8	100		0,558	100,00

Teor analisado g/t _____ 0,32 (média)
Teor calculado p/fração g/t _____ 0,26

**TABELA 4: DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA
AMOSTRA DO COMPOSTO DE ARGILA**

Tela (mesh)	Massa Retida (g)	% Retida	Teor de Au fração (g/t)	Massa de Au fração (mg)	Distribuição de Ouro %
12#	15,5	1,3	0,50	0,008	5,52
28#	30,0	2,5	0,30	0,009	6,40
65#	42,6	3,5	0,10	0,004	3,03
100#	22,2	1,8	0,26	0,006	4,11
200#	34,9	2,9	0,20	0,007	4,97
400#	263,0	21,7	0,07	0,018	13,10
<400#	803,2	66,3	0,11	0,088	62,87
Total	1211,4	100		0,141	100,00

Teor analisado (g/t) _____ 0,11 (média)
Teor calculado por fração (g/t) _____ 0,12

Com a finalidade de se conhecer os teores e o padrão de distribuição de mercúrio nas frações dos compostos, procedeu-se análise no laboratório Geosol/Lakefield. Os resultados sintetizados na Tabela 5, apresentada a seguir, evidenciam que os teores de todas as frações situam-se abaixo do limite de detecção do laboratório, que é de 0,05 ppm (50 ppb), para a determinação de mercúrio por absorção atômica com geração de vapor frio.

Estes resultados evidenciam que realmente não existiu contato efetivo deste tipo de rejeito com o mercúrio durante o processo de beneficiamento, comprovando que o mercúrio vem sendo realmente adicionado na fase final, após a obtenção do concentrado oriundo dos processos gravimétricos, quando a fração final do bateamento é misturada ao mercúrio formando o amálgama, que após prensado gera o *bullion* de ouro (ouro esponja), sendo este finalmente queimado.

TABELA 5: DISTRIBUIÇÃO DE MERCÚRIO NAS FRAÇÕES DOS COMPOSTOS

Fração (mesh)	AREIA Teor Hg (ppb)	ARGILA Teor Hg (ppb)
<400#	< 50	< 50
<200#	< 50	< 50
<100#	< 50	< 50
<65#	< 50	< 50
<28#	< 50	< 50
<12#	< 50	< 50
>12#	< 50	< 50

3.4 Testes de Separação Gravimétrica

Os procedimentos laboratoriais iniciais para a separação gravimétrica das amostras consistiram na secagem das alíquotas. Uma das alíquotas, para teste, foi reduzida num moinho de barras até obter uma granulometria de material com até 67% < 150 #.

Amostras para análises de alimentação e granulometria foram separadas para os testes, normalmente em quantidade da ordem de 1,5 kg.

A separação gravimétrica foi feita em uma mesa *Mozley*. A mesa é similar a uma *super-panner*, esta consiste em uma pequena mesa que é movida de maneira excêntrica, de tal forma, que a cada giro as partículas mais leves são deslocadas para fora do circuito. Este tipo de equipamento tem um alto nível de eficiência, sendo capaz de produzir resultados idênticos para várias alíquotas provenientes de uma mesma amostra.

O funcionamento reproduz de forma similar o movimento de uma bateia, porém de maneira mais harmônica e lenta, de tal forma que uma amostra de 1,5 kg necessita de 45 minutos para ser processada. A amostra é adicionada gradativamente como uma polpa grossa sobre a mesa que tem um suprimento de água de três lados. Uma pequena declividade da mesa para o lado contrário ao fluxo d'água faz com que a fração mais leve seja gradualmente retirada do circuito, gerando um concentrado de areia pretas com magnetita, ilmenita, limonita, etc., que é retida para análises.

Este concentrado foi para copelação e análise por *fire assay*, gerando uma pérola de ouro, que é pesada. Quando o material tem quantidade significativa de prata, o que não é o caso, faz necessário uma nova copelação antes da *parting*, para remover a prata.

Os procedimentos compreenderam testes de separação gravimétrica na amostra do composto areia (Tabela 6); testes de separação gravimétrica na amostra do composto argila (Tabela 7); ensaios para conhecer a distribuição de ouro por fração granulométrica do rejeito da mesa resultante da amostra do composto areia (Tabela 8) e ensaios para conhecer a distribuição de ouro por fração granulométrica do rejeito da mesa resultante da amostra do composto argila (Tabela 9).

Os testes feitos com amostras de compostos de areia e argila sem nenhum tratamento, inclusive em duplicata (Tabelas 6 e 7), evidenciam que as recuperações foram todas relativamente baixas, da ordem de 7 a 9 % para o composto de areia e de 11 a 18 % para o composto de argila.

Nem mesmo com moagem da amostra do composto areia houve ganho significativo na recuperação, atingindo apenas 11%, conforme sintetiza as Tabelas 6 e 7 que se seguem.

**TABELA 6: TESTES DE SEPARAÇÃO GRAVIMÉTRICA
AMOSTRA DO COMPOSTO AREIA**

Teste1

Tipo do material	Peso (grama)	Teor (g/t)	Peso de Au (mg)
Alimentação	1.950,0	0,320	0,624
Concentrado	13,6	3,088	0,042
Residual	1.936,4	0,300	0,581
Teor de alimentação admitido = 0,32 g/t.			
Recuperação calculada = 7 %			

Teste2 (Duplicata)

Tipo do material	Peso (grama)	Teor (g/t)	Peso de Au (mg)
Alimentação	1.401,0	0,320	0,448
Concentrado	15,4	2,143	0,033
Residual	1.385,6	0,250	0,346
Teor de alimentação admitido = 0,27 g/t.			
Recuperação calculada = 9 %			

Teste3 (Material moído até 67% < 150 #

Tipo do material	Peso (grama)	Teor (g/t)	Peso de Au (mg)
Alimentação	1.490,0	0,320	0,447
Concentrado	3,5	16,000	0,056
Residual	1.486,5	0,300	0,446
Teor de alimentação admitido = 0,34 g/t.			
Recuperação calculada = 11 %			

**TABELA 7: TESTES DE SEPARAÇÃO GRAVIMÉTRICA
AMOSTRA DO COMPOSTO ARGILA**

Teste1

Tipo do material	Peso (grama)	Teor (g/t)	Peso de Au (mg)
Alimentação	1.194,0	0,110	0,131
Concentrado	4,7	2,979	0,014
Residual	1.189,3	0,100	0,119
Teor de alimentação admitido = 0,11 g/t.			
Recuperação calculada = 11 %			

Teste2 (Duplicata)

Tipo do material	Peso (grama)	Teor (g/t)	Peso de Au (mg)
Alimentação	1.261,0	0,110	0,139
Concentrado	7,2	4,306	0,031
Residual	1.235,8	0,110	0,138
Teor de alimentação admitido = 0,13 g/t.			
Recuperação calculada = 18 %			

A análise da distribuição de ouro na fração residual do composto de areia, conforme Tabela 8, não mostra uma grande diferença com relação a distribuição do ouro antes do teste de separação gravimétrica (Tabela 3). No caso da fração residual do composto de argila, foi notado que apesar dos maiores teores estarem nas frações mais grossas, a maior massa de ouro esta na fração fina (Tabela 9).

**TABELA 8: DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA DO REJEITO
DA MENSAGEM AMOSTRA DO COMPOSTO DE AREIA**

Tela (mesh)	Massa Retida(g)	% Retida	Teor de Au fração g/t	Massa de Au fração(mg)	Distribuição de Ouro %
12#	183,5	12,6	0,40	0,073	14,60
28#	313,0	21,5	0,20	0,063	12,45
65#	282,0	19,4	0,50	0,141	28,04
100#	71,3	4,9	0,13	0,009	1,84
200#	130,3	8,9	0,23	0,030	5,96
400#	140,0	9,6	0,30	0,042	8,35
<400#	336,4	23,1	0,43	0,145	28,76
Total	1456,5	100		0,503	100,00

Teor analisado g/t —————0,30

Teor calculado p/fração g ————0,35

TABELA 9: DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA DO REJEITO DA MENSAGEM AMOSTRA DO COMPOSTO ARGILA

Tela (mesh)	Massa Retida (g)	% Retida	Teor de Au fração g/t	Massa de Au fração (mg)	Distribuição de Ouro %
12#	13,8	1,9	0,30	0,004	4,44
28#	20,1	2,7	0,20	0,004	4,31
65#	28,3	3,8	0,05	0,001	1,52
100#	17,1	2,3	0,30	0,005	5,50
200#	17,8	2,4	0,25	0,004	4,77
400#	180,5	24,5	0,08	0,014	15,48
<400#	459,0	62,3	0,13	0,060	63,98
Total	736,6	100		0,093	100,00

Teor analisado g/t —————0,10

Teor calculado p/fração g ————0,13

3.5 Testes de Lixiviação Agitada

Os testes de lixiviação foram conduzidos a partir da mistura de 500 gramas de amostra seca padrão, com 5 gramas de cal hidratada, o que equivale a um consumo de 10 kg de cal hidratada por tonelada de rejeito. Em seguida, adicionou-se 800 ml de uma solução aquosa contendo 2 gramas de cianeto de sódio. A polpa foi acondicionada em uma garrafa apropriada com pescoço e boca aberta, disposta sobre um par de rolos que a faz girar a 26 revoluções por minuto.

O teste padrão teve uma duração de 24 horas. A constante movimentação da polpa com as laterais da garrafa é suficiente para assegurar a oxigenação da solução. Este teste é conhecido como *rolling bottle*, clássico para lixiviação com cianeto de minérios de ouro.

O peso de garrafa e seu conteúdo é registrado e comparado com o peso depois do teste, para compensar uma possível perda de solução por causa da evaporação. A solução final e os sólidos obtidos por filtração, após bem lavados e secos, foram analisados por *fire-assay*. O pH da solução final deve ser mantido maior que 11, em situações normais, como forma de preservar o cianeto que é rapidamente degradado, quando submetido a pH neutros. A solução também foi analisada para determinar o teor de cianeto, de modo a se calcular o consumo de cianeto de sódio durante a lixiviação.

A **Tabela 10**, mostra as análises dos testes de lixiviação agitada com amostras de compostos de areia. Os resultados do Teste 1 demonstram que a lixiviação com cianeto consegue extrair ouro, entretanto a eficiência melhora com a amostra moída, caso do Teste 2, também reportado na **Tabela 10**. No caso da amostra de composto argila, Teste 3, uma recuperação expressiva também foi obtida.

Em todos os testes o consumo de cianeto foi considerado baixo. O custo de cianeto no Brasil está na faixa de US\$ 2,50 (dois dólares e meio) por quilograma, variando em função do custo do transporte. Assim, um consumo de 0,2 kg/t., representa em torno de US\$ 0,50 (meio dólar) por tonelada tratada. O que, considerando-se o vultoso capital para montar uma planta, mais os custos operacionais, torna inviável esta rota.

Tabela 10: TESTES DE LIXIVIAÇÃO AGITADA COM CIANETO

Teste 1: Alimentação de amostra do composto de areia sem moagem

Tipo do material	Peso (grama)	Teor (g/t)	Peso de Au (mg)
Alimentação	500	0,32	0,16
Residual	500	0,13	0,07
Solução	800	0,15	0,12
Alimentação calculada = 0,37 g/t			
Recuperação de ouro na solução = 65 %			
Consumo de cianeto de sódio = 0,32 kg/t			
Concentração final de cianeto = 2,3 g/l.			
PH da solução final = 12			

Teste 2: Alimentação de amostra do composto de areia com moagem até 67% < 150

Tipo do material	Peso (grama)	Teor (g/t)	Peso de Au (mg)
Alimentação	500	0,32	0,16
Residual	500	0,1	0,05
Solução	800	0,16	0,13
Alimentação calculada = 0,36 g/t.			
Recuperação de ouro na solução = 72 %			
Consumo de cianeto de sódio = 0,17 kg/t			
Concentração final de cianeto = 2,4 g/l.			
PH da solução final = 12			

Teste 3: Alimentação de amostra do composto de argila sem moagem.

Tipo do material	Peso (grama)	Teor (g/t)	Peso de Au (mg)
Alimentação	500	0,12	0,06
Residual	500	0,05	0,03
Solução	800	0,1	0,08
Alimentação calculada = 0,21 g/t.			
Recuperação de ouro na solução = 76 %			
Consumo de cianeto de sódio = 0,53 kg/t			
Concentração final de cianeto = 2,2 g/l.			
PH da solução final = 12			

3.6 Teste de Flotação

Os testes de flotação foram do tipo *rougher*. Este processo aumenta o teor do concentrado e tem como desvantagem uma pequena perda de recuperação. Estes testes foram realizados em caráter exploratório.

A Flotação é uma técnica que se baseia na tensão superficial das partículas do minério de interesse, que é modificada pela adição de reagentes. A célula de flotação é um equipamento que produz bolhas de ar em regime de agitação extrema provocada por um impelidor de alta rotação. Por causa da indução na tensão superficial, as partículas de minério são agregadas às bolhas de ar e são levantadas para o topo da célula, de onde são removidas. É possível flotar ouro nativo, bem como ouro associado a sulfetos.

Os testes são realizados com polpas apresentando densidade de sólidos da ordem de 30 %.

Neste teste adicionou-se sulfato de cobre, com a finalidade de criar uma superfície de sulfetos, considerando-se que os sulfetos estão parcialmente oxidados.

O processo compreendeu também adição de um promotor para ouro (A208) e um coletor (Xantato), que foram misturados e agitados em meio anaeróbio, por três minutos, período chamado tempo de condicionamento. Este tempo é suficiente para os reagentes modificarem a condição da superfície das partículas.

Depois do condicionamento, foi adicionado um espumante introduzido abaixo do impelidor, de tal forma, que as bolhas de ar assim criadas ligam-se com as partículas de minério, fazendo-os flotar para a superfície, onde são removidos com uma espátula, no caso do equipamento, em escala de laboratório, ser a nível de bancada.

A Flotação somente é eficiente com partículas de granulometria abaixo de cerca de 48 #, assim sendo o composto argila pode seguir direto para a flotação, já a amostra de areia teve de ser previamente moída, até 67 % menor que 150 #.

O concentrado de flotação do teste utilizando o composto de argila obteve o equivalente a 24% do ouro, admitido como existente na alimentação, em 10% de massa, conforme os dados do teste disponibilizados na Tabela 11.

O composto de areia moída respondeu relativamente bem ao processo, gerando um concentrado de flotação pesando menos de 3 % da massa original e contendo 22% de ouro, presumível na alimentação, conforme representado na Tabela 12.

Cumprе entretanto realçar que os testes devem ser considerados meramente exploratórios, uma vez que a recuperação total é muita baixa, e certamente mesmo com mais testes, não se espera significativas melhoras da eficiência.

Para que uma operação de flotação seja atraente, o concentrado resultante da flotação deve ter menos de 10 % de massa original e é necessário que a recuperação esteja na faixa de 90 %.

É importante lembrar que a flotação é apenas uma etapa de um processo, pois o concentrado resultante deverá ser tratado posteriormente em uma outra etapa de beneficiamento, possivelmente através de lixiviação em cianeto.

TABELA 11: ENSAIO DE FLOTAÇÃO AMOSTRA COMPOSTO DE ARGILA

Condições e reagentes:

Peso de alimentação	1000 g
Densidade de polpa	30 %
Adição de sulfato de cobre	200 g/t
Adição de promotor A208	28 g/t
Adição de amil xantato de potássio Z11	20 g/t
Tempo de condicionamento	3 mins.
Adição de frother D14	22 g/t
Tempo de flotação	3 mins
Peso do concentrado tipo <i>rougher</i>	96,5 g

Balanço:		Peso (g)	Teor g/t	ouro (mg)
	Alimentação	1000	0,185	0,19
	Concentrado	96,5	0,3	0,03
	Rejeito	903,5	0,1	0,09

Alimentação calculada g/t	0,12
Recuperação para o concentrado %	24

TABELA 12: ENSAIO DE FLOTAÇÃO AMOSTRA DE COMPOSTO DE AREIA MOIDO ATÉ 67 % MENOR QUE 150 #.

Condições e reagentes:

Peso da alimentação	1000 g
Densidade da polpa	30 %
Adição de sulfato de cobre	200 g/t
Adição de promotor A208	28 g/t
Adição de amil xantato de potássio Z11	20 g/t
Tempo de condicionamento	3 mins.
Adição de frother D14	22 g/t
Tempo de flotação	3 mins
Peso de concentrado tipo <i>rougher</i>	27,1 g

Balanço:		Peso (g)	Teor g/t	ouro (mg)
	Alimentação	1000	0,315	0,32
	Concentrado	27,1	2,38	0,06
	Rejeito	972,9	0,23	0,22

Alimentação Calculada g/t	0,29
Recuperação p/ concentrado %	22

3.7 TESTES DE LIXIVIAÇÃO EM COLUNA

O teste de lixiviação em coluna, a nível laboratorial simula bem o processo de lixiviação em pilha, método muito usado no tratamento químico de minérios de ouro com baixo teor. Neste caso, a pilha de minério britado ou cominuído, normalmente misturado com cal, é assentado sobre lonas de material plástico e irrigado com uma solução de cianeto. A solução que percola através da pilha, passa ao final de um ciclo por colunas de carvão ativado, onde o ouro é absorvido, sendo a solução novamente recirculada para a pilha, com adição de mais reagentes, se necessário, mantendo um circuito fechado.

No caso específico, o teste foi efetuado apenas com amostra do composto de areia, uma vez que devido a problemas de permeabilidade, materiais argilosos não são adequados a percolação de soluções.

Uma amostra de composto pesando 26,5 kg foi misturada com o equivalente de 10 kg/tonelada de cal hidratada e acondicionado em uma coluna de PVC com diâmetro de 200 mm, aberta no topo e fechada no fundo, com uma única saída para a solução.

O material foi acondicionado na coluna da seguinte forma: primeiro colocou-se brita estéril no fundo da coluna formando um leito de aproximadamente 10 cm, em seguida a amostra do rejeito arenoso foi colocado, sendo em seguida medida a espessura de sua camada; posteriormente outra camada de brita igualmente estéril foi colocada para garantir melhor distribuição da solução lixiviante durante o teste.

A solução utilizada para percolar a coluna consistiu em 15 litros de água, com pH ajustado com soda cáustica para chegar a 11. Adicionou-se ainda 0,05 g/l de cianeto de sódio (50 ppm.). Esta solução foi colocada sobre a coluna em um recipiente com uma válvula controladora de vazão. A válvula foi regulada para deixar uma vazão equivalente a 12 litros por metro quadrado de superfície da coluna por hora, deixando percolar pela coluna durante um período de aproximadamente 24 horas.

A solução que percolou a amostra foi coletada em outro recipiente instalado sob a coluna. No controle diário da solução os seguintes itens foram observados:

1. Medida e ajuste do pH até 11, com soda cáustica.
2. Análise e ajuste da concentração da solução para 0,05 g/l de cianeto de sódio.
3. Balanço de água, compensando-se a evaporação.
4. Volume da solução percolada, medindo a vazão em fluxo por metro quadrado por hora.

Durante intervalos regulares de tempo foi medido a quantidade de ouro nas soluções de lixiviação. Após um período de 24 dias de lixiviação, o minério foi irrigado com água, para efetuar uma lavagem do material na coluna. A solução final, incluindo a de lavagem foi analisada. A espessura da amostra na coluna foi novamente medida para que fosse determinado o grau de compactação do minério durante o teste. Após o teste de coluna, também analisou-se, em duplicata, amostra do resíduo de lixiviação.

Depois do teste de lixiviação concluído, a aferição da altura do leito de areia na coluna mostrou não haver compactação, indicando que o material permaneceu estável durante o teste. Alguns materiais podem gerar finos durante a britagem ou manuseio, que migram durante a percolação da solução, concorrendo assim, para o fenômeno de compactação, que se acentuado, resulta em perda de porosidade diminuindo a eficiência da lixiviação.

Ao final do teste foi efetuado a simulação de uma forte chuva, com a finalidade de estimar a quantidade máxima de água de chuva que consegue permear pelo leito do material. O resultado indicou que um leito de somente 0,56 metros de altura tem capacidade de absorver uma chuva de 95 mm, com duração de uma hora.

O resultado do teste de lixiviação de coluna apresentou uma recuperação de 62% , com um consumo de cianeto de sódio de somente 0,04 kg/t , conforme Tabela 13.

TABELA 13: ENSAIO DE LIXIVIAÇÃO EM COLUNA COMPOSTO AREIA

Peso de Minério	26,5 kg.
Teor de Minério	0,32 g/t
Ouro na Alimentação	8,48 mg
Volume de Solução	15 l
Cal Hidratada adicionado	10 kg/t
Volume final com lavagem	24,8 l

DIA	PH	NaCN g/l	Adição NaOH (g	Adição NaCN (g)	Analise de Sol. mg/l	Ouro lixivado (g/t)	Extração Ouro %
1	12	0,0195	0	0,5	0,25	0,14	44
2	12	0,0355	0	0,5			
3	12	0,06	0	0			
4	12	0,06	0	0			
5	12	0,0575	0	0			
6	12	0,055	0	0			
7	12	0,055	0	0			
8	12	0,055	0	0	0,3	0,17	53
9	12	0,055	0	0			
10	12	0,055	0	0			
11	12	0,0525	0	0			
12	12	0,0525	0	0			
13	12	0,0525	0	0			
14	12	0,052	0	0			
15	12	0,052	0	0	0,34	0,19	60
16	12	0,051	0	0			
17	12	0,051	0	0			
18	12	0,051	0	0			
19	12	0,05	0	0			
20	12	0,05	0	0			
21	12	0,05	0	0			
22	12	0,05	0	0			
23	12	0,48	0	0			
24	12	0,048	0	0	0,36	0,20	64

Consumo de reagentes :

NaCN kg/t	0,04
NaOH kg/t	0
Cal kg/t	10

Alimentação Calculada	0,30 g/t
Recuperação Global	62%

BALANÇO :

Resíduo	
Ouro g/t	0,115
Ouro mg	3,05

Solução Final	
Ouro mg/l	0,2
Ouro mg	4,96

4 CONCLUSÕES

O intervalo de tempo, entre os meses de outubro a dezembro de 1997, em que se concretizou os trabalhos de pesquisa, caracterização e ensaios tecnológicos, até a entrega formal do relatório da 1ª etapa, em março de 1998, coincidiu em parte com um período de pronunciado declínio no preço do ouro a nível internacional.

A tendência de queda nos preços do ouro foi sendo motivada principalmente pela pretensa estabilidade política e econômica que se sucedeu após a queda do comunismo, concorrendo para o contínuo desentesouramento, principalmente através da venda de ouro por parte de bancos centrais de países produtores.

A revista *Minerios*, de agosto de 1997, reporta o fato de no mês de junho de 1997 ter ocorrido a menor cotação no preço do ouro dos últimos doze anos, quando o ouro recuou a patamares de US\$ 320,00 / onça. Fato este atribuído, em parte, a venda de cerca de 167 t. de ouro pelo Banco Central da Austrália, no decorrer do primeiro semestre de 1997.

O movimento de queda registrou o pico máximo em fins de 1997, quando o ouro chegou ao patamar de US\$ 280,00 / onça, fechando o ano de 1997 com um preço médio de US\$ 331,00 / onça.

A nível interno a política de manutenção do câmbio valorizado, como ancora do Real, concorreu para a contínua desvalorização do ouro, pois este como ativo financeiro tem seu preço cotado pela bolsa de Londres. A título de comparação no início de 1998, quando se fez a avaliação dos resultados desta pesquisa, o câmbio se situava em torno da equivalência de R\$ 1,00 (Um Real) correspondendo a cerca de US\$ 1,15 (Um dólar e quinze centavos).

Neste contexto, os resultados dos teores médios de ouro obtidos nos rejeitos analisados, da ordem de 0,32 g/t, no composto arenoso e de 0,11 g/t, no composto argiloso, já evidenciavam ser significativamente baixos, para qualquer processo tecnológico disponível, de uso tradicional no tratamento de minérios auríferos.

Entre as rotas alternativas pesquisadas, indubitavelmente a adaptação do método de lixiviação em pilha foi o que mostrou maior eficiência, atingindo patamares de recuperação da ordem de 62 %, com um consumo de cianeto extremamente baixo da ordem de 0,04 kg/t. Um dos inconvenientes deste método é que o mesmo só se aplica apenas a fração arenosa do banco de rejeito, que tem porosidade adequada para a percolação da solução.

A título de estabelecer paralelos, temos que os custos operacionais diretos relacionados à exploração das mineralizações auríferas primárias de ouro, nos moldes usuais pelas unidades que operam na região de Poconé, situam-se em torno de US\$ 7,00 / t. Na mesma época desta pesquisa, o *cut of* (teor de corte) limite era da ordem de 1 g/t, considerando-se o percentual de ouro recuperável nos circuitos gravimétricos tradicionais.

No caso dos rejeitos, os custos estimados para se implantar e operar a nível piloto um planta de lixiviação, com capacidade de processar cerca de 15.000 toneladas/mês são da seguinte ordem :

Custo do Capital:

Sistema de estocagem e adição de cianeto	US\$	6.000,00
Sistema de irrigação com bombas	US\$	30.000,00
Sistema de adsorção com bomba	US\$	18.000,00
Preparação de terreno para cuba e tanques	US\$	18.000,00
Lona plástica para Tanque de solução	US\$	9.000,00
Lona Plástica para 2 cubas de 15.000 t	US\$	48.000,00
Total	US\$	129.000,00

Custos operacionais diretos / mês:

Cianeto de Sódio	(600 kg a US\$ 6,00 / kg)	US\$	3.600,00
Cal hidratado	(150 t. a US\$ 35,00 / t.)	US\$	5.250,00
Transporte de material na cuba	(US\$ 0,4 / t.)	US\$	6.000,00
Remoção do material da pilha	(US\$ 0,5 / t.)	US\$	7.500,00
Mão de obra especializada		US\$	2.500,00
Mão de obra nível médio / braçais		US\$	2.400,00
Energia elétrica		US\$	2.250,00
Total		US\$	29.500,00

A análise simplista dos custos operacionais diretos envolvidos, estimados em torno de US\$ 7,00/t. para a exploração de minério primário e de US\$ 1,96/t. , para o reprocessamento de rejeitos, equivalem a um valor proporcional em ouro da ordem de 0,65g e 0,19g , respectivamente, considerando-se o preço do ouro no patamar de US\$ 300,00/oz. Estes números demonstram o quanto pode ser viável a retirada do ouro residual destes rejeitos, considerando-se uma operação em escala mais ampla e dentro de um cenário macro econômico com preço de ouro mais atrativo. Acrescenta-se ainda a possibilidade de existirem bancos de rejeitos com teores médios mais altos, da ordem de 0,4 a 0,5 g/t. , conforme reportado pelos geólogos da COOPERAURM, que acompanharam pesquisas conduzidas por empresas de mineração em outros bancos de rejeitos da região

Os resultados permitiram concluir com base no banco de rejeito pesquisado alguns parâmetros que serviram de referencial para a continuidade deste tipo de proposição no futuro, considerando-se os seguintes elementos de análise:

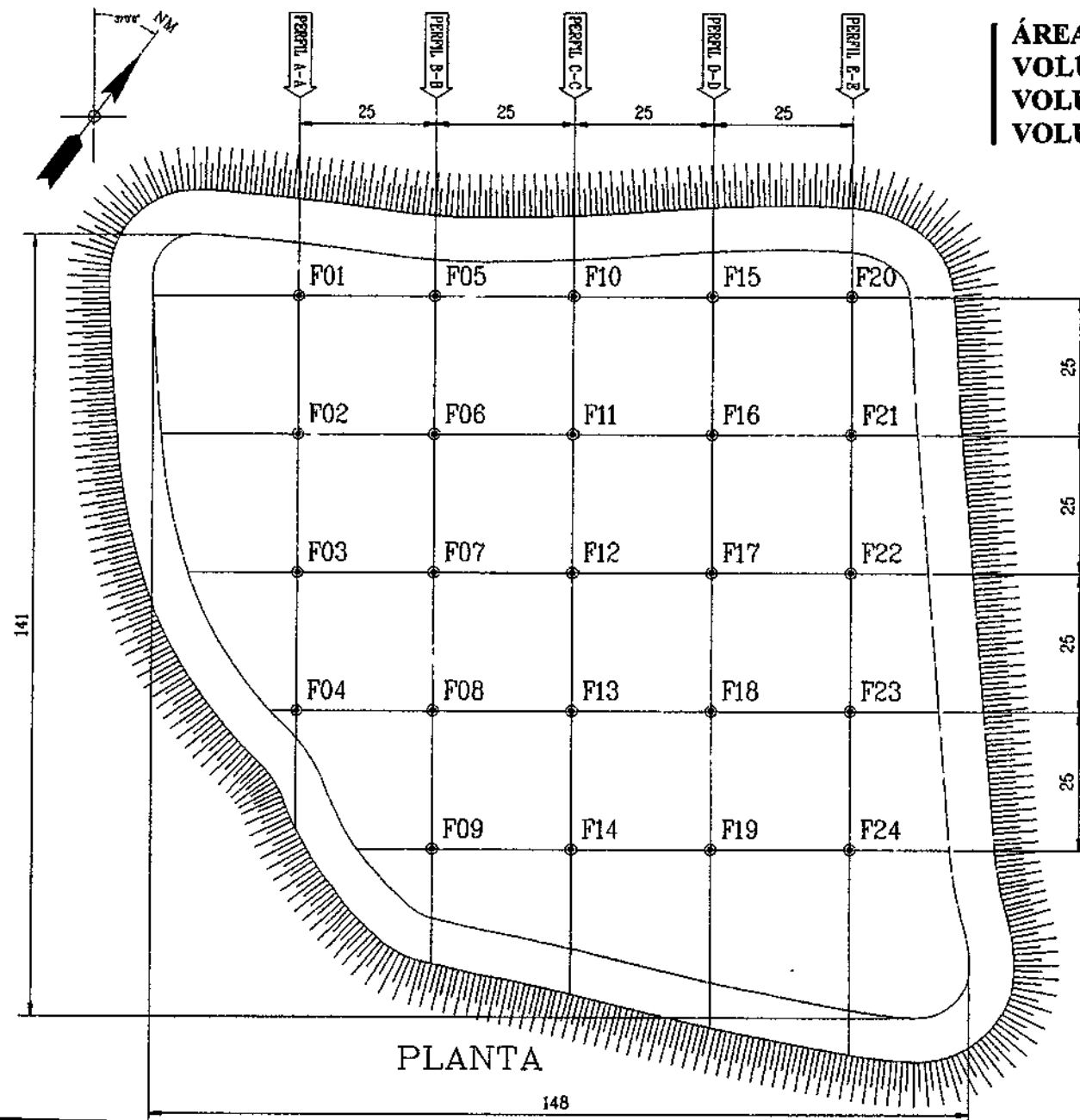
Área ocupada pelo banco de rejeito	16.206 m ²
Espessura média do banco de rejeito	7,45 m
Densidade média do composto areia	1,49
Densidade média do composto argila	1,19
Volume do composto silte / areia	66.900 m ³
Tonelagem do composto silte / areia	99.900 t
Volume do composto silte / argila	53.925 m ³
Tonelagem do composto silte / argila	64.110 t
Teor médio do rejeito do composto areia	0,32 g/t
Teor médio do rejeito do composto argila	0,11 g/t
Recuperação da lixiviação em pilha do composto areia	62 %
Produção de ouro recuperado	0,2 g/t.

Em ultima análise, dentro dos parâmetros considerados, o processamento e a remoção final dos rejeitos para locais definitivos, se mostrou inviável, uma vez que um eventual faturamento bruto gerado por uma produção hipotética, praticamente equivaleria ao valor estimado para os custos operacionais diretos. Desta forma, faz necessário almejar novos patamares de viabilidade, quer com o incremento da escala de produção, com redução dos custos operacionais, ou com a blendagem de materiais oriundos de bancos de rejeitos com teores mais elevados, chegando a teores da ordem de 0.5 g/t , que propiciariam em tese uma recuperação da ordem de 0,3 g/t. Inclusive, com possibilidade de ocorrer um aumento na taxa de recuperação, para o mesmo tipo de rejeito, quando se entra com teores maiores de alimentação.

PROJETO DE MELHORAMENTO TECNOLÓGICO.

PROJETO PLANTA FIXA

ANEXOS



ÁREA DA BACIA = 16.206m^2

VOLUME DE SILTE AREIA = 66.900m^3 (99,90 t)

VOLUME DE SILTE ARGILA = 53.925m^3 (64,11 t)

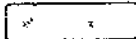
VOLUME TOTAL DA BACIA = 120.825m^3 (164,01 t)

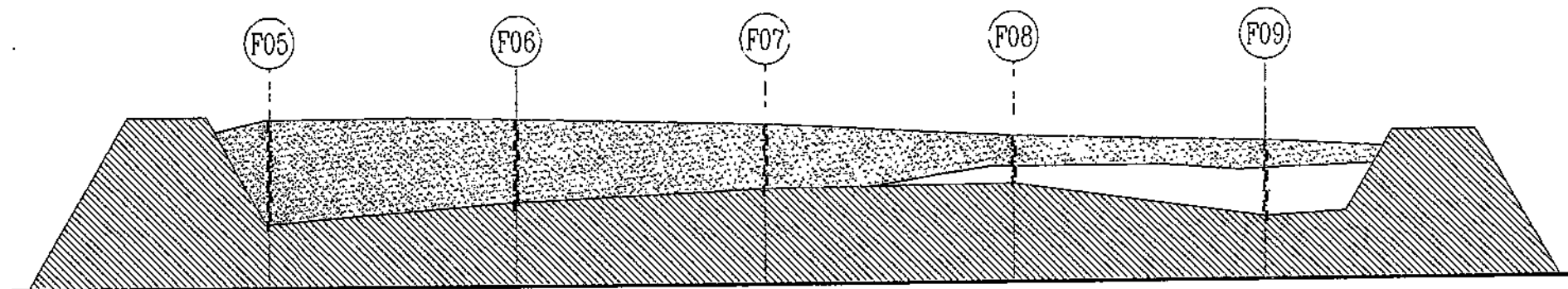
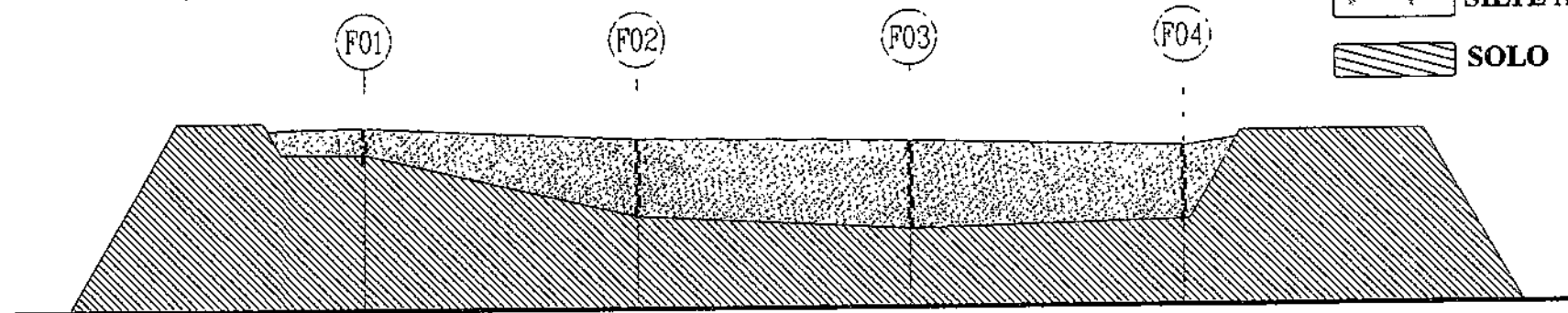
METALIS
ESPECIAIS

FEMA
PRODEAGRO

PROJETO MELHORAMENTO TECNOLÓGICO
PLANTA PILOTO FIXA
RELATÓRIO TÉCNICO - ANEXO I
ESCALA 1:1250

LEGENDA

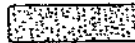
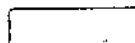
-  SILTE AREIA
-  SILTE ARGILA
-  SOLO

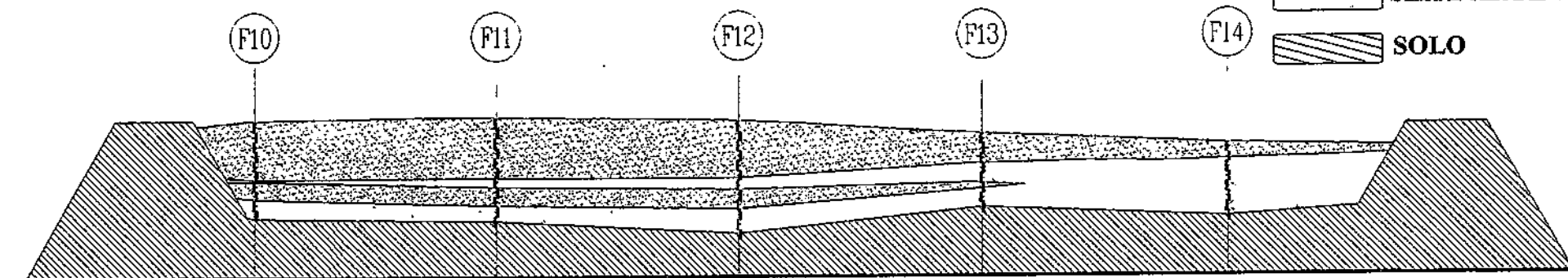


METAIS
ESPECIAIS 

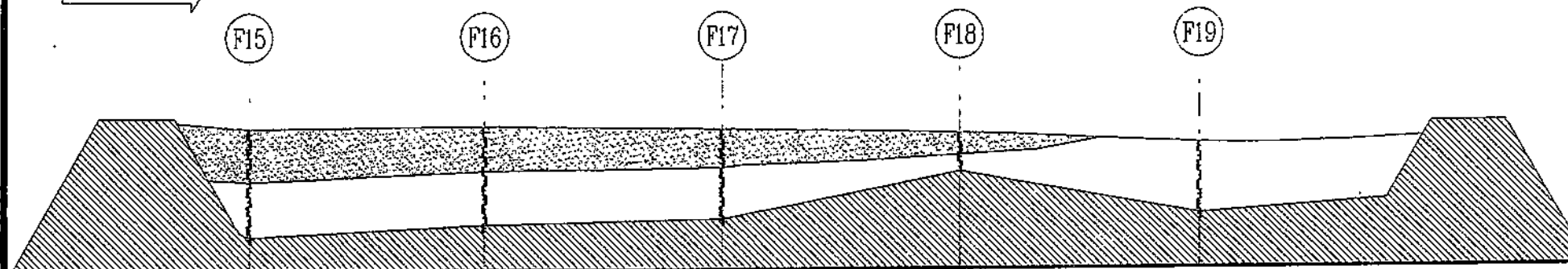
PROJETO MELHORAMENTO TECNOLÓGICO
PLANTA PILOTO FIXA
RELATÓRIO TÉCNICO - ANEXO I
ESCALA _____ 1:625

LEGENDA

-  SILTE AREIA
-  SILTE ARGILA
-  SOLO



PERFIL C-C →



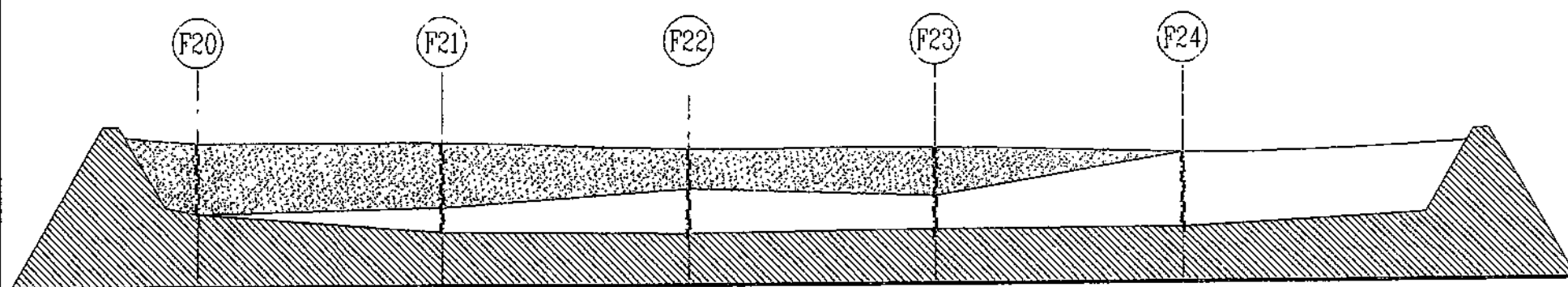
PERFIL D-D →

METALIS
ESPECIAIS 

PROJETO MELHORAMENTO TECNOLÓGICO
PLANTA PILOTO FIXA
RELATÓRIO TÉCNICO - ANEXO I
ESCALA _____ 1:625

LEGENDA

-  SILTE AREIA
-  SILTE ARGILA
-  SOLO



PERFIL E-E →

METALIS
ESPECIAIS 

PROJETO MELHORAMENTO TECNOLÓGICO
PLANTA PILOTO FIXA
RELATÓRIO TÉCNICO - ANEXO I
ESCALA _____ 1:625

PROJETO DE MELHORAMENTO TECNOLÓGICO.

RELATÓRIO FINAL

**ADAPTAÇÕES TÉCNICAS NO SISTEMA EXPERIMENTAL DE CAPTAÇÃO,
EXAUSTÃO E LAVAGEM DE GASES: CASA COMPRADORA OURO GALLO
PEIXOTO DE AZEVEDO – MT.**

INSTITUIÇÕES EXECUTORAS

**DNPM
CETEM
FEMA**

PRODEAGRO – FEMA

**SUB COMPONENTE B2
REGULARIZAÇÃO E RACIONALIZAÇÃO DE ATIVIDADES MINERADORAS**

Cuiabá Setembro de 2000



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEMA
Coordenadoria de Monitorização e Controle Ambiental
Divisão de Atividades de Mineração

PRODEAGRO

Sub - Componente B2 :
Regularização e Racionalização das Atividades Mineradoras
Órgão Executor – Fundação Estadual do Meio Ambiente

INSTITUIÇÕES PARTICIPANTES:

DNPM
CETEM
FEMA

RELATÓRIO FINAL

**ADAPTAÇÕES TÉCNICAS NO SISTEMA EXPERIMENTAL DE CAPTAÇÃO,
EXAUSTÃO E LAVAGEM DE GASES: CASA COMPRADORA OURO GALLO
PEIXOTO DE AZEVEDO – MT.**

EQUIPE TÉCNICA

CETEM / CNPq

Ramon Veras V. de Araújo
Roosevelt A. Ribeiro
Ronaldo Luiz C. dos Santos.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEMA / MT

Leila Marta de Carvalho Singulane
Luiz Benedito Barreto

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL – DNPM / MT

Nilson B. de Souza
Jair de Freitas

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS – PNUD

Antonio João Paes de Barros
Lazaro José de Oliveira.

APRESENTAÇÃO

Este texto trata dos procedimentos metodológicos e operacionais conduzidos durante os trabalhos de análise dos dados e avaliação de resultados gerados pelo projeto "Adaptações técnicas no sistema experimental de captação, exaustão e lavagem de gases: casa compradora ouro Gallo Peixoto de Azevedo - MT".

Os Projetos de Melhoramento Tecnológico inserem-se no sub-componente B2, do PRODEAGRO, no contexto de uma proposta maior, a de desenvolver e implementar modelos alternativos de exploração mineral, adequados à realidade do Estado, considerando-se sempre, a perspectiva de promover a transformação do perfil da exploração mineral, historicamente associado a procedimentos de garimpagem.

Durante os trabalhos de regularização e controle de garimpos, foi possível constatar que a problemática da contaminação mercurial não se restringia somente aos garimpeiros, mas também às pessoas que apesar de não terem envolvimento direto com a atividade, encontravam-se contaminadas pelo mercúrio, principalmente, aquelas residentes nas vizinhanças das casas compradoras de ouro situadas em centros urbanos.

Estudos realizados pelo CETEM/CNPq (1991) em Poconé, demonstraram que o ouro comercializado pelos garimpeiros, ainda continham de 3 a 5% de mercúrio, que eram lançados na atmosfera quando da queima/fusão do *bullion* nas casas compradoras de ouro. Estudos mais recentes efetuados pelo DNPM/CETEM (1997) obtiveram um percentual médio de quebra de 1,78%, valor considerado como proporcional a quantidade de mercúrio no *bullion*.

A constatação de que esses estabelecimentos, geralmente localizados nos bairros centrais das cidades, não dispõem de equipamentos adequados de proteção aos trabalhadores e ao meio ambiente, conduziu a realização deste projeto, com o objetivo de se chegar a um protótipo de capela eficiente na retenção de gases mercuriais e de baixo custo de aquisição, que pudesse ser referendada e posteriormente licenciada pelos órgãos competentes.

Neste contexto, este Projeto foi articulado para ser implementado através de uma parceria, envolvendo o DNPM, como agente financiador da capela; o CETEM/CNPq, como organização responsável pela montagem e operação da capela, inclusive do treinamento de pessoal da casa compradora, e a FEMA/MT, como órgão responsável pelo monitoramento e avaliação da capela.

O projeto começou a ser desenvolvido a partir de junho de 1997, compreendendo inicialmente a avaliação das casas compradoras instaladas na cidade de Peixoto de Azevedo, para fins de seleção da casa compradora parceira. Após a seleção foi ajustado entre as partes um Termo de Compromisso, formalizado entre as partes envolvidas, cujo extrato foi publicado no Diário Oficial da União, de 07/08/1997.

As etapas seguintes consistiram na elaboração do projeto de engenharia do sistema experimental piloto de captação, exaustão e lavagem de gases; montagem e operação piloto da capela; avaliação e monitoramento da capela na Casa de compra de ouro Gallo em Peixoto de Azevedo; adequação do sistema de retenção e decantação de mercúrio; avaliação final e finalmente, a emissão deste relatório na forma de um Parecer Técnico.

ÍNDICE

	Paginas
1	INTRODUÇÃO.
	05
2	OBJETIVOS.
	06
3	HISTÓRICO
	06
4	COMENTÁRIOS SOBRE A LEGISLAÇÃO
	07
5	METODOLOGIAS
	08
6	RESULTADOS E AVALIAÇÕES
	09
7.	CONCLUSÕES
	11
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS
	13

ANEXOS

ANEXO A
RELATÓRIO TÉCNICO 003
1ª AVALIAÇÃO – ABRIL 98

ANEXO B
Ofício N° 335/GAB PRES FEMA/98, de 03/04/98

1. INTRODUÇÃO

A Fundação Estadual do Meio Ambiente / FEMA - MT, vem desenvolvendo com recursos do PRODEAGRO - Programa de Desenvolvimento Agroambiental, o sub-componente Regularização, Racionalização e Controle de Atividades Minerais (B2).

Este sub-componente incorporou alguns projetos que objetivam promover a transformação do cenário de exploração dos recursos minerais do Estado. O Projeto "Adaptações técnicas no sistema experimental de captação, exaustão e lavagem de gases: casa compradora ouro gallo Peixoto de Azevedo - MT", se insere como um dos projetos, e tem como objeto o desenvolvimento de equipamentos para controle da emissão de poluentes.

A problemática garimpeira está associada a um conjunto de variáveis de diversas naturezas, destacando-se as sociais, econômicas, culturais, conjunturais e inclusive, as de natureza tecnológica. O equacionamento de algumas destas variáveis, contribuirá em muito para a transformação da atividade garimpeira em pequena mineração, de caráter formal e portanto mais susceptível às ações normativas e fiscalizadoras do Estado. É neste contexto que se insere este projeto piloto, criando instrumentos que subsidiem o processo de gestão ambiental e análise de riscos.

A emissão de mercúrio para o ambiente, pela atividade garimpeira ocorre em três momentos distintos nas casas compradoras de ouro: 1º- quando da amalgamação; 2º- quando da queima do amalgama e 3º- quando da requeima do *bullion*.

As maiores perdas para o ambiente ocorrem nas duas primeiras etapas, quase sempre devido à falta de cuidados, tanto na manipulação do metal para a amalgamação, como no momento da queima, feito na maioria das vezes sem a utilização de retorta. No entanto, é a requeima do *bullion*, que ainda contém de 2 a 7 % de mercúrio, que afeta um maior número de pessoas, pois em geral, as casas compradoras de ouro estão localizadas em centros urbanos, com exposição da comunidade circunscrita aos vapores mercuriais emanados durante as queimas, em maior ou menor intensidade, dependendo do movimento da loja.

Estudo realizado pela OPAS (Organização Pan-Americana de Saúde), no município de Poconé-MT (CETEM, 1996), comprovou que a população residente no entorno das casas compradoras de ouro, sobretudo no sentido da direção preferencial dos ventos, apresentavam teores de mercúrio no organismo, acima do permissível para uma população não exposta a vapores de mercúrio, o que poderá causar sérios agravos a saúde.

Outros estudos, como TAVARES (1997) também realizado em Poconé, evidenciou que trabalhadores ocupados nas casas compradoras, assim como as pessoas que as frequentam, estão expostas a teores de mercúrio acima do permissível pela legislação em vigor.

Cientes dos efeitos colaterais provocados pelo acúmulo do mercúrio sobre a saúde, muitos garimpeiros e donos de loja de compra de ouro na região de Poconé tentaram montar dispositivos na forma de capelas improvisadas, que pudessem minimizar a emissão de vapores mercuriais para o ambiente.

No estado de Mato Grosso, iniciativas da área governamental, no sentido de solucionar esse problema ocorreu quando do desenvolvimento do Projeto Poconé, desenvolvido pelo CETEM/CNPq no período de 1989 a 1991. Nesse período foi instalado uma capela com filtros de carvão ativado em uma das casas compradoras de ouro daquela cidade. Essa iniciativa, devido ao alto custo do equipamento e os problemas técnicos de manutenção, não surtiu o efeito desejado.

Outra iniciativa que está sendo levada a efeito, refere-se a parceria envolvendo o DNPM, CETEM / CNPq e a FEMA / MT, cujos dados estão sendo consolidados e seus resultados analisados no bojo deste relatório.

2. OBJETIVOS

Avaliar os padrões de emissão de vapores mercuriais, após as adaptações técnicas executadas no Sistema Experimental de Captura, Exaustão e Lavagem de Gases instalado na casa de compra ouro Gallo em Peixoto de Azevedo-MT, pelo CETEM/DNPM.

Monitorar os teores de mercúrio no ar atmosférico (ocupacional e ambiental) no interior da casa e nos pontos de emissão da capela.

3. HISTÓRICO

A fase de articulação de parcerias, montagem da capela e avaliação das casas compradoras em Peixoto de Azevedo ocorreu em um primeiro momento no período entre junho de 1997 a abril de 1998, quando uma equipe constituída por técnicos da FEMA/MT (consultores do PNUD), DNPM e CETEM; procederam os primeiros contatos e entendimentos envolvendo a comunidade garimpeira e a prefeitura de Peixoto de Azevedo, que resultaram na montagem da capela piloto na casa de ouro Gallo.

O CETEM concluiu os trabalhos de montagem e experimentação da capela em dezembro/97, quando o DNPM apresentou o Relatório Técnico Final (RT67/97) à FEMA/MT, solicitando que se procedesse a avaliação e monitoramento do equipamento.

Os trabalhos de monitoramento para fins de avaliação da capela piloto em condições normais de serviço, foram efetuados pela FEMA em dois períodos, entre 09 a 15/12/97 e 25 a 28/03/98, através do uso de um analisador de vapor de mercúrio, digital, da marca Jerome 431X. Este equipamento está calibrado para registrar emissões com valores máximos da ordem de $1,0 \text{ mg/m}^3$ e apresentou resultados de leitura compatíveis com os obtidos pelo CETEM, que fez uso de bombas de sucção e absorção dos vapores de mercúrio por solução ácida de permanganato de potássio, com posterior leitura em aparelho de AA.

Os resultados obtidos durante a primeira etapa de avaliação, consolidados no RELATÓRIO TÉCNICO 003, elaborado pelo Consultor Lázaro José Oliveira, Anexo A, evidenciou problemas pertinentes a eficiência da capela, em parte já constatados pelo CETEM, e inserido no conteúdo do Relatório Final, apresentado pelo DNPM.

Em princípio, tanto o Relatório Final, emitido pelo DNPM, como o Relatório Técnico (Anexo A), com as avaliações da FEMA, constataram que os valores relativos a concentração de mercúrio no interior da casa eram satisfatórios. Estes variaram, segundo as medições do CETEM entre $5,0$ e $40,0 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ e pela FEMA entre $9,0$ e $47,0 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Nota-se, portanto que a maioria dos valores situam-se abaixo dos limites de segurança ocupacional, tendo como referencia tanto os padrões determinados pela OMS, da ordem de $50 \text{ } \mu\text{g/m}^3$; como pela NR 15, do Ministério do Trabalho / Brasil, que estabelece um valor de $40 \text{ } \mu\text{g/m}^3$.

Na oportunidade, foi constatado que os valores de emissão de mercúrio observados na saída da chaminé, da ordem de $0,5$ a $1,0 \text{ mg/m}^3$ pelo CETEM e superiores a $1,0 \text{ mg/m}^3$, pelos dados da FEMA, eram notoriamente superiores aos níveis de exposição ambiental aceitos pela OMS, da ordem de $1,0 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ou $0,001 \text{ mg/m}^3$ (OMS 1976). Os resultados,

além de preocupantes, geraram a necessidade de se reavaliar o sistema de retenção de vapores concebido para a capela piloto, uma vez que tal sistema poderia estar contribuindo com o incremento da emissão. Isto provavelmente devido aos processos de micronização e arraste do mercúrio, como um efeito do turbilhonamento a que ficam expostas as partículas no processo de lavagem dos gases, conforme admitido pela equipe do CETEM, responsável pela instalação daquele sistema.

Diante da constatação, tanto por parte da FEMA, como pela equipe executora do projeto piloto, da necessidade de se buscar alternativas para melhorar a eficiência do dispositivo instalado, alguns ajustes no sistema foram projetados para minimizar o arraste do mercúrio.

O trabalho para readequação do equipamento culminou com a inserção no sistema de um tanque de decantação para a retenção do mercúrio circulante e redução para 1/3 da vazão do sistema e outras adaptações/modificações menores, conforme registra a Figura 01, que se segue.

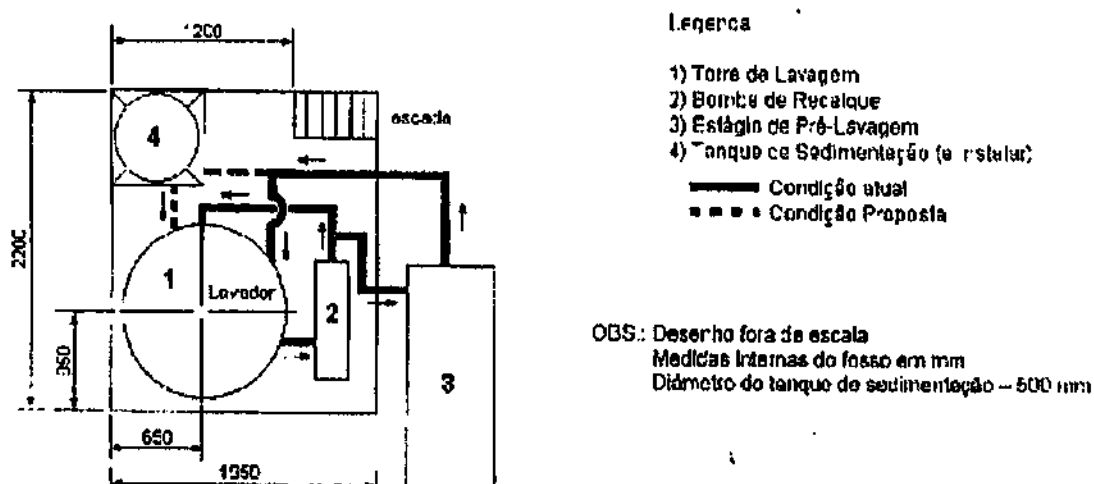


Figura 01 – Croqui ilustrativo do sistema experimental piloto de captação, exaustão e lavagem de gases
 (Fonte: Of. 024 DIDEM/DMCAM)

4. COMENTÁRIOS SOBRE A LEGISLAÇÃO

A legislação brasileira referente ao mercúrio se baseia principalmente naquela estabelecida pelo CONAMA N.º 20, de 18 de junho de 1986, que foi elaborada para fins de enquadramento e classificação de corpos d'água, subdividindo-os em 9 classes, com base nos usos preponderantes.

No caso, o nível máximo de mercúrio considerado aceitável para águas destinadas a abastecimento doméstico e à proteção de comunidades aquáticas, classes 1 e 2, o teor máximo permitido é 0,0002 mg/l Hg. Para corpos líquidos enquadrados como de Classe 3., o teor limite é de 0,002 mg/l Hg.

O Artigo 21ª dessa Resolução estabelece um valor máximo de 0,01 mg/l Hg, para o lançamento direto ou indireto em corpos de água, para qualquer tipo de empreendimento ou indústria. Este valor de 0,01 mg/l refere-se a produtos líquidos a serem lançados sem qualquer tipo de diluição. Entretanto, o Artigo 20º, determina que enquanto não for feito o enquadramento dos corpos d'água pelos órgãos competentes, todas as águas doces serão consideradas como de classe 2, restringindo neste caso o limite para recepção a um teor máximo de 0,0002 mg/l Hg.

Nos Estados Unidos, o EPA (*Environmental Protection Agency*) especifica um limite de 0,002mg/l em água potável, equivalente a Classe 3, da Resolução CONAMA 20. Com relação a sólidos, a legislação brasileira exige o cumprimento da norma NBR 10004/1987, que segue as recomendações utilizadas pelo Ministério do Meio Ambiente da França. Esta norma inclui uma lista de concentrações máximas de poluentes considerados perigosos, onde o mercúrio é classificado como Classe 1. A Norma estabelece uma concentração máxima de poluente na massa bruta de resíduo (sem diluição) de 100 mg Hg/Kg. (equivalente de 100 ppm), no caso do mercúrio. Isso implica que sólidos de qualquer empreendimento não podem ser lançados no ambiente se o teor de mercúrio exceder 100 mg de Hg por cada Kg. Se o valor de mercúrio excede este valor, o lançamento só pode ser feito após tratamento para reduzir a concentração de mercúrio.

Atualmente nos Estados Unidos a legislação conforme o EPA (*Environmental Protection Agency*) não permite o descarte de sólidos com teores superiores a 260 ppm de mercúrio, sem tratamento prévio. O EPA atualmente está especificando que a única rota adequada para tratamento de materiais com mercúrio a mais de 260 ppm é tratamento térmico (sistema de retorta).

A mesma norma brasileira NBR 10004/87 também estabelece valores para solubilização e lixiviação de sólidos. Uma vez que, não faz sentido o descarte de sólidos com baixo teor de mercúrio, porém com o mercúrio contido em um estado que pode ser facilmente lixiviado pela água da chuva, etc. Desta forma, no Anexo H, Listagem N.º 8, desta norma, o limite máximo admitido para um teste padrão de solubilização é 0,001 mg/l para o mercúrio. Este teste consiste de uma adição de 1 litro de água deionizada em 250 gramas de sólidos. Depois de 5 minutos de agitação leve e um período de descanso de 7 dias e após a filtragem, a solução é analisada para mercúrio.

A mesma norma NBR 10004/87, Código D 011, Anexo G, Listagem n.º 07, estabelece limites para lixiviação, onde 100 gramas de sólidos são agitados para 28 horas com água deionizada na proporção de 1:16, com um pH ajustado e mantido em 5,0 usando ácido acético. A solução resultante é analisada e o limite, máximo, aceito no extrato obtido é 0,1 mg/l de mercúrio.

Com relação aos padrões de concentração de mercúrio no ar, a norma técnica NR 15 - Saúde e Medicina do Trabalho, recomenda valores menores do que 40 $\mu\text{gHg}/\text{m}^3$ para exposição ocupacional, inclusive no interior de casas compradoras. A Organização Mundial de saúde recomenda o valor de 50 $\mu\text{gHg}/\text{m}^3$, como teor limite de concentração de mercúrio no ar para fins de segurança ocupacional.

Com relação aos padrões de emissão para a atmosfera a OMS, recomenda o valor limite de 1,0 $\mu\text{gHg}/\text{m}^3$ ou 0,001 mgHg/m³, para exposição humana em ambiente urbano, e admite valores de até 25 $\mu\text{gHg}/\text{m}^3$; para exposição industrial.

5. METODOLOGIAS

O ensaio para avaliação do sistema de retenção e dos pontos de emissão de efluentes de mercúrio partiu da coleta de amostras de ar e da água circulante no equipamento, para determinação do teor de mercúrio, utilizando-se dos mesmos pontos de amostragem e de técnicas de preparação de amostras, já anteriormente detalhados no Relatório Técnico 003 (Anexo A).

A determinação do teor de mercúrio foi feita por AASCV. O dispositivo para coleta de ar consistiu em uma bomba amostradora de gases/vapores e particulados, do tipo Universal Air Sampler, fabricada pela SKC, com vazão regulável de 5 a 5000 l/mim,

calibrada para 2000 ml/mim, acoplada a três lavadores de gases, com os dois primeiros contendo solução de permanganato de potássio em meio sulfúrico para fixação do mercúrio coletado, e o terceiro frasco, com substâncias secantes para impedir que vapores ácidos chegassem até a bomba (Figura 02).

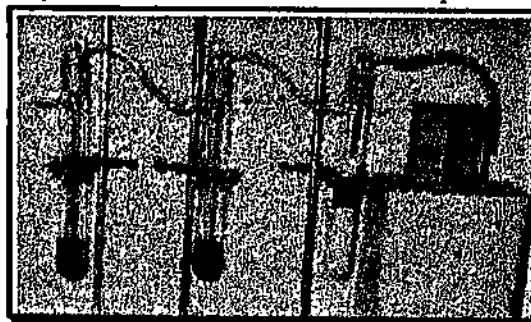
O tempo de captura de ar foi de 3,5 horas no interior da loja, a uma altura de aproximadamente 1,30 metros a cima do solo, entre as duas capelas, e de 6,5 horas na saída do exaustor, próximo ao telhado daquele estabelecimento.

As coletas foram realizadas em dias normais de compra de ouro, com o equipamento sendo ligado e desligado várias vezes, em condições normais de operação. Simultaneamente, foram realizadas leituras instantâneas do teor de mercúrio, em pontos pré determinados, utilizando-se do analisador de vapores de mercúrio JEROME 431X.

Durante a última avaliação, realizada no mês de maio/2000, também foi coletada uma amostra de água, admitida como efluente do tanque de sedimentação introduzido para melhorar a eficiência do sistema (Figura 01), durante procedimentos de manutenção para coleta do mercúrio retido (despesca).

As análises químicas foram realizadas nas dependências do Laboratório de monitoramento Ambiental da FEMA/MT, utilizando-se um gerador de hidretos VARIAN GH 77 acoplado a um EAAS marca VARIAN modelo 200, após a neutralização da solução obtida com cloridrato de hidroxilamina (12%).

Figura 02 –Aparato para a coleta de amostras de vapores mercuriais



6. RESULTADOS E AVALIAÇÃO

O projeto viabilizou a montagem e funcionamento de uma capela na casa de compra ouro Gallo, em Peixoto de Azevedo, contendo um sistema integrado com exaustão, lavagem e depuração de gases, registrado com a marca Venturi Belfano NR 01, produzido pela Firma Tecnoplástico Belfano Ltda. Esse equipamento foi instalado através de um convênio entre o CETEM/CNPq e o DIDEM/DNPM, no âmbito do Programa de Orientação Técnica ao Pequeno Minerador de Ouro – POT DNPM/CETEM.

A participação da FEMA, se deu inicialmente através do apoio estratégico a implementação do projeto, inclusive adquirindo um grupo gerador via PRODEAGRO, que foi acoplado ao sistema para viabilizar as condições operacionais de pleno funcionamento do equipamento. Como parte interveniente no convênio supra citado, coube a FEMA/MT avaliar a capela piloto, considerando-se a perspectiva de transformar este protótipo em um equipamento de referência que pudesse ser recomendado para outros estabelecimentos de compra de ouro que operam no Estado.

A primeira avaliação, reportada pela FEMA ao DNPM, através do Ofício Nº 335/GAB PRES FEMA/98, de 03/04/98, Anexo B, trata do monitoramento e avaliação da capela instalada na casa Ouro Gallo, nas condições presentes no final do ano de 1997.

Nesta primeira avaliação foram realizadas análises do teor de mercúrio no interior da casa compradora e na saída do exaustor, quando se concluiu que os valores de emissão de mercúrio observados na saída da chaminé, da ordem de 0,5 a 1,0 mg/m³ pelo CETEM e superiores a 1,0 mg/m³, pelos dados da FEMA, são notoriamente superiores aos níveis de exposição ambiental aceitos pela OMS, da ordem de 1,0 µg/m³ ou 0,001 mg/m³.

Na tentativa de melhorar o desempenho do equipamento, foram feitas alterações nos dutos que conduziam os vapores captados a partir do sistema de exaustão incorporado a capela, onde se realiza a queima e fundição do *bullion*. As modificações foram realizadas pelos técnicos do CETEM/CNPq/DNPM, no período de julho a agosto de 1999, e ato contínuo depois das alterações, realizado o monitoramento, cujos resultados foram detalhados no Relatório RT 43/99, datado de novembro/1999, e enviado à FEMA, em dezembro de 1999.

Por solicitação da diretoria da FEMA, os consultores Antônio João Paes de Barros e Lázaro de Oliveira, se deslocaram para Peixoto de Azevedo, procedendo nos dias 12 e 13 de maio de 2000, novos ensaios e amostragens para monitoramento e avaliação da capela, considerando-se as adequações introduzidas. Para tal, efetuou-se coleta de ar utilizando o dispositivo com a bomba amostradora (Figura 02) e de leituras sistemáticas instantâneas do teor de mercúrio no ar, utilizando-se o equipamento JEROME 431-X, cujos resultados estão sintetizados nas tabelas que se seguem.

Tabela 01 - Teor de mercúrio detectado na casa ouro Gallo - Maio 2000.

Amostra	Amostras coletadas (Bomba SKC)					JEROME 431-X
	Leitura (AAS)	Diluição	Tempo de coleta (h)	Volume de ar (L)	Teor de Hg µg/m ³	Teor de Hg µg/m ³ (mínimo - máximo)
Em frente à loja						Nd
Interior da Loja - P1	14,24	1	3,5	420	2,0	4 a 8
Interior da Loja - P2						2 a 12
Exterior 1*	13,43	200	6,5	780	110,4	25 a 32

Obs.:

*Saída do exaustor do lavador de gás
Volume aspirado = 2 l/min

Nd - não detectado

Volume da solução coletora = 40 ml

Tabela 2 - Teores médios de mercúrio no ar em µgHg/m³ (JEROME 431-X)

ANO ⇒		1997		2000	
Pontos de coleta		Capela desligada	Capela ligada	Capela ligada	Capela em uso rotina
Interior	1	9	15	7	2 *
	2	10	13	6	
	3	9	14	8	
exterior	4 ^b	nd	nd	Nd	
	5 ^c	>999	>999	32	93 *

Obs.: Pontos de coleta já identificados no relatório técnico 003 (Anexo A)

* - teores determinados com a bomba amostradora SKC

^b - na rua em frente à loja

^c - na saída da chaminé do exaustor (emissão ambiental).

Outro ponto avaliado durante a última campanha de monitoramento do equipamento, foi a água estocada no tanque de sedimentação (400 litros) que é descartada na forma de efluente para a rua, quando do procedimento de limpeza do respectivo tanque, para apuração do mercúrio retido, procedimento de manutenção do equipamento após um dado período, conforme tabela que se segue com as quantidades de mercúrio recuperadas, nos respectivos períodos.

PERÍODO	Hg RECUPERADO (g)	FONTE
12/09 a 16/10/97	345	Monitoramento CETEM
Outubro a Dezembro / 97	1.150	Operação Ouro Gallo
Janeiro a Março / 98	800	Operação Ouro Gallo
Julho / 98	331	Operação Ouro Gallo
26 / 07 a 17/08 / 99	59,4	Monitoramento CETEM
Agosto a Dezembro / 99	494	Operação Ouro Gallo
Janeiro a Maio / 2000	376	Avaliação FEMA
Total (33 meses)	3.555,4	

A água oriunda do tanque de sedimentação, foi amostrada para determinação de mercúrio, e apresentou os seguintes parâmetros físico-químicos medidos *in loco*, utilizando-se uma sonda multi parâmetros Horiba U 10:

Efluente líquido do tanque de sedimentação	pH	Condutividade	Turbidez	OD	Temperatura	Salinidade
		$\mu\text{S/cm}$	NTU	mg/L	$^{\circ}\text{C}$	%
	4,1	274	< 10	3,9	28,1	0,01

Essa amostra forneceu um teor de mercúrio detectado na água de 4,80 mg/l, valor muito alto, considerando-se que o teor limite para efluentes referendado pela resolução CONAMA 20/86 é de 0,002 mg/l. Aparentemente o uso de floculante (HTH-Maxfloc), utilizado para acelerar a decantação do material particulado em suspensão, conforme recomendação do CETEM, provoca acentuada queda no pH, tornando o meio oxidante, conseqüentemente incrementando a solubilização do mercúrio.

7. CONCLUSÕES

Com relação aos padrões de referência admitidos para exposição em ambiente de trabalho (saúde ocupacional), não se verificou nenhuma alteração significativa, comparando-se os dois períodos em que foram feitas as avaliações na casa de compra Ouro Gallo, antes e após as adaptações realizadas no sistema de captação, exaustão e lavagem de gases, ou seja, mantiveram-se as condições operacionais no interior da loja em patamares inferiores a $15 \mu\text{gHg/m}^3$, portanto abaixo dos limites admitidos pela legislação em vigor (40 a $50 \mu\text{gHg/m}^3$).

Quanto a emissão atmosférica, na saída da chaminé do exaustor (emissão ambiental), as alterações processadas no sistema, via introdução do tanque de sedimentação e a redução para 1/3 do volume de ar aspirado pelas capelas, resultou em uma significativa melhoria na eficiência do equipamento, no que diz respeito a retenção dos vapores mercuriais.

Os resultados dos monitoramentos realizados, na saída do exaustor, em agosto/99, pela equipe do CETEM, com valores entre 190 - 360 $\mu\text{gHg}/\text{m}^3$ e em maio/2000, pela FEMA, com obtenção de teor de 110,4 $\mu\text{gHg}/\text{m}^3$; evidenciam o decréscimo dos teores neste ponto de emissão, se comparados com aqueles obtidos em 1997, quando ambas as instituições constatarem teores superiores a 900 $\mu\text{gHg}/\text{m}^3$. Cumpre explicar que a diferença dos teores detectados, em agosto/99 e maio/2000, se deve provavelmente ao tempo de duração da amostragem, ou seja, um período de 2 horas pelo CETEM e de 6,5 horas, pela FEMA, nos respectivos períodos.

Os resultados obtidos, pelos menos nesse período em que foram feitas as coletas (maio /99), assinalam em comparação com a situação anterior (dezembro/97), uma redução superior a 70 % nos teores de mercúrio emitido para o meio ambiente. Entretanto, cabe ainda destacar que os valores encontrados situam-se ainda, pelo menos 100 vezes acima dos níveis de exposição ambiental aceitos pela OMS, da ordem de 1,0 $\mu\text{gHg}/\text{m}^3$ ou 0,001 mgHg/m^3 .

Outro ponto preocupante reside no fato de que o mercúrio retido no tanque de retenção está sendo solubilizado devido à acidez da água, provocada pela adição de floclantes. Essa água está sendo lançada diretamente na rua quando da limpeza do tanque, o que de certa forma contribui para gerar a contaminação de um outro meio, mesmo que em escala menor.

Apesar da significativa melhora na eficiência do equipamento, o mesmo ainda não atende plenamente as limitações quanto ao nível de emissão ambiental impostas pela legislação, tanto do ar na saída do chaminé do exaustor; como da água, descartada periodicamente do tanque de sedimentação. Fatos que dificultam a aprovação do sistema desenvolvido.

Entretanto, cumpre destacar que situações ideais para controle da emissão de poluentes, que efetivamente possam atender os padrões referendados pelo CONAMA e OMS, estão distantes da realidade em que se encontra a atividade extrativista mineral na região norte do Brasil e certamente, situações similares, ocorrem com relativa frequência em inúmeros outros estabelecimentos potencialmente poluidores, inclusive instalados em centros urbanos, de estados ditos mais desenvolvidos.

Um ponto positivo do sistema desenvolvido, pode ser constatado pela quantidade de mercúrio retido durante 33 meses de uso do equipamento, ou seja 3,5 Kg. Mercúrio este que certamente seria liberado na forma de gases para o meio ambiente

Assim sendo, considerando-se:

- alto custo unitário da capela desenvolvida, o que inviabiliza sua reprodução e difusão;
- significativa modificação no ambiente e nas condições físicas usuais dos local onde se processa a compra de ouro, onerando os custos de montagem;
- necessidade de manutenção periódica, eventualmente por técnicos especializados, quando da substituição de peças;
- conhecimento e experiência acumulado pelos técnicos que executaram o projeto de engenharia e
- a necessidade de se equacionar ou mesmo minimizar este grave problema.

Recomenda-se:

Com relação a capela instalada em Peixoto de Azevedo; manter os trabalhos de desenvolvimento e monitoramento do equipamento, buscando otimizar as condições operacionais, de formas a atender aos padrões de emissão referendado pela legislação pertinente.

Com relação ao modelo de capela ser referendado pelos órgãos competentes; mesmo considerando-se as limitações do sistema até então desenvolvido, os técnicos das organizações executoras (CETEM/DNPM) detêm todas as condições e elementos para propor e mesmo referendar um modelo alternativo, de custo acessível e de fácil montagem. Partindo-se de uma configuração de capela como um conjunto único, de arranjo compacto, ou mesmo, com os componentes básicos de um kit capela (exaustão, lavagem e retenção) individualizados de forma a permitir adequações, objetivando melhorar gradativamente os sistemas de capelas, que funcionam de forma improvisada na maioria das casas compradoras de ouro do Estado.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTRO E SILVA, E.; OLIVEIRA, L.J.; SILVA, S.A.; KUNTZE, E.K. 1992 - Mercury in the Baixada Cuiabana: Preliminary evaluation of the efficiency of a hood for gold buyer's houses, in *Second Rio Symposium on atomic absorption spectrometry* Rio de Janeiro, Brazil.
- CETEM/ CNPq. 1991 - Poconé: Um campo de estudos do impacto ambiental do garimpo. Org. por Veiga, M. M. e Fernandes, F.R.C. Série Tecnologia Ambiental 1 - 2ª edição, 113p.
- CETEM/ CNPq. 1996 - Emissões de mercúrio na queima de amálgama: Estudo da contaminação de ar, solos e poeiras em domicílios de Poconé- MT. Série Tecnologia Ambiental 13, 40 p. Rio de Janeiro, Brasil
- COLACIOPPO, S. 1979 - Revista Brasileira de Saúde Ocupacional - 28 (7), 46-61.
- DNPM / CETEM. 1997 - Projeto Orientação Técnica ao Pequeno Minerador de Ouro. Relatório Técnico Final. RT 67/97.
- FAGÁ, I & TRIVELATE, G.C. 1991 - Revista Brasileira de Saúde Ocupacional - 72 (19), 12-16.
- TAVARES, L.M.B. 1997 - Exposição ao vapor de mercúrio em casa de compra de ouro, Prevalência de Sintomas de Intoxicação crônica nos trabalhadores e Estudo do ambiente interno - Poconé -MT. 132 p. Dissertação de Pós Graduação em Saúde e Ambiente- ISC . UFMT, Cuiabá.

ANEXO A
RELATÓRIO TÉCNICO 003
1ª AVALIAÇÃO – ABRIL 98

RELATÓRIO DE ATIVIDADES

Relatório n.º 003	Relatório Final	Relatório de acompanhamento	
--------------------------	------------------------	------------------------------------	--

Data de Emissão 24/04/98	Consultor - Lázaro José de Oliveira
---------------------------------	--

Componente B	Projeto/Sub-Projeto
Gerenciamento, Proteção e Monitoramento de Recursos Naturais	Sistema de Licenciamento das Atividades Mineradoras

Data de Encerramento 28/02/98	Período abrangido por este relatório 01/12/97 a 28/02/98
--	---

1 - Contexto

A FEMA, dentro de sua proposta de regularização e normatização das atividades mineradoras, vem desde o ano de 1995 implementando, através da Divisão de Mineração - DMIM, medidas no sentido de tornar racional e menos impactante a atividade mineral no município de Poconé - MT. Com esse propósito, foi realizada, no período de vigência desta consultoria, uma avaliação das centrais de amalgamação e o manuseio do mercúrio, nos empreendimentos licenciados da região.

Também foi realizado, em dois períodos, o monitoramento da capela instalada na Casa de compra de ouro Gallo em Peixoto de Azevedo, pelo DNPM/CETEM e entregue a FEMA para avaliação e estudo de viabilidade de implantação de modelos similares em outras regiões do Estado.

Ainda, estão propostos neste relatório os critérios mínimos para o credenciamento de laboratórios, que terão seus laudos aceitos pela FEMA.

Desta forma o presente relatório, reporta as atividades desenvolvidas no período de vigência da consultoria, pelo consultor Lázaro José de Oliveira,

contratado pelo PNUD, para assessorar, orientar, treinar técnicos da FEMA e executar análises laboratoriais conforme objetivos abaixo propostos.

2 - Resumo das atividades no período de vigência da consultoria

Durante o período de vigência deste contrato de consultoria, desenvolvidas as seguintes atividades:

Reunião com os técnicos da DMIM e Secretário de Meio Ambiente de Poconé para conhecimento e discussão do Plano Diretor de Mineração e Plano de Monitoramento das Atividades.

Campo Peixoto de Azevedo (09 a 15/12/97) para monitoramento da capela instalada na casa de compra de ouro Gallo, pelo CETEM/DNPM, entregue a FEMA para acompanhamento e avaliação em condições normais de serviço. Nesse período foi realizada uma visita técnica na estação de captação e na de tratamento de água da cidade de Peixoto de Azevedo, atendendo a uma solicitação do Secretário municipal de Saúde do município em virtude da ação de garimpeiros a montante do ponto de captação. Também foi realizada uma visita técnica em uma planta de cianetação no município de Terra Nova, ainda em fase de construção.

Preparo de soluções para calibração e utilização em campo.

Campo em Poconé- MT de 12 a 15/01/98 e de 27 a 30/01/98, para avaliação das centrais de amalgamação nos empreendimentos mineiros licenciados pela FEMA, dentro do Projeto de Licenciamento Simplificado. Nesse campanha de campo, em função das férias dos técnicos e diárias de motoristas da FEMA, foi utilizado um veículo Toyota da METAMAT.

Análises das amostras coletadas, nos Laboratórios do Departamento de Química da UFMT .

Treinamento em serviço de técnicos para a coleta, conservação e transporte de amostras de solo, sedimento de corrente, material particulado, e operação do analisador de vapor de mercúrio marca Jerome 431-X.

#Treinamento em serviço, para a manutenção, calibração e utilização de equipamentos de campo, analisador de mercúrio marca Jerome 431-X e aparelho controlador da qualidade da água marca Horiba U-10.

Preparação e análises das amostras coletadas para análises químicas.

Campo em Peixoto de Azevedo (02 a 07/02/98) para monitoramento da capela na casa de compra de ouro Gallo

Campo em Poconé (16 a 20/02/98) - com técnicos da FEMA para continuar a coleta de amostras e vistorias nas centrais de amalgamação.

Campo em Poconé (18 a 20/04/98) para finalizar a coleta de amostras e vistorias nas centrais de amalgamação.

Preparação de soluções padrões para análises químicas do material amostrado.

Determinação de teores de mercúrio em amostras de sedimento de corrente, solo e material particulado, com o auxílio do estagiário do curso de Química Rosalvo Stachiw. Todas as análises foram realizadas no departamento de Química da UFMT utilizando os equipamentos e reagentes daquela Instituição.

3 - Objetivos Específicos

Acompanhar os trabalhos em campo e orientação dos técnicos responsáveis pela implementação do Sistema de Licenciamento para região Garimpeira da Baixada Cuiabana.

Fazer a coleta de amostras e metodologias analíticas, para a continuidade da implantação da rede de monitoramento e avaliação dos equipamentos instalados nos empreendimentos mineiros.

Executar os procedimentos laboratoriais relativos as análises proposta contida no plano de trabalho da DIMIN/FEMA, no laboratório de monitoramento ambiental da FEMA/UFMT.

Definir critérios para o credenciamento de laboratórios, que terão seus laudos validados pela FEMA, no caso do auto monitoramento dos empreendimentos, previsto na Lei Complementar n.º 38 de 21/11/95 , artigo 94, Seção IX

Fazer o monitoramento da Capela recém construída, instalada na Casa de Compra de Ouro Gallo, em Peixoto de Azevedo, entregue a FEMA pelo DNPM/CETEM.

Execução dos procedimentos laboratoriais relativos às análises propostas contidas no plano de trabalho.

4 - Equipe

Técnico da FEMA, **Luiz Benedito Barreto**, técnico da METAMAT, **Gercino Domingos da Silva** e o estagiário do curso de Química, **Rosalvo Stachiw** que auxiliou nos trabalhos de preparação e análises das amostras coletadas.

5 - Recursos

Em campo foram utilizados os seguintes equipamentos : aparelho controlador da qualidade da água marca Horiba U-10, pHmetro de campo com eletrodo de platina, analisador de vapor de mercúrio marca Jerome 431-X ; em laboratório os principais equipamentos foram: estufa de secagem e esterilização, bloco digestor, espectrofotometro de absorção atômica marca CG ABC 7000, gerador de hidretos marca GH 3000 e vidrarias.

6- Plano de Ação e Método de Trabalho

O plano de ação consistiu nas idas a campo com os técnicos envolvidos no trabalho para coleta de amostras e medição dos parâmetros físico químico de água.

Participação de reuniões para discussão de assuntos pertinentes a consultoria.

Visitas técnicas junto com o pessoal encarregado do licenciamentos das atividades mineradoras.

Para a fase de campo a metodologia de trabalho foi a de discussão da escolha de pontos, execução das etapas de amostragem e medição de parâmetros físico-químicos da água, teores de mercúrio no ar atmosférico e avaliação dos resultados obtidos, calibração de equipamentos de campo e acondicionamento das amostras.

7- Resultados alcançados

• Monitoramento da casa de compra de ouro Gallo em Peixoto de Azevedo

Através de um convênio entre o CETEM e o DIDEM/DNPM, no âmbito do Programa de Orientação Técnica ao Pequeno Minerador de Ouro – POT, foi instalada um lavador e depurador de gases de ar, marca Venturidro NR 01, da Firma Belfano Ltda, na casa de compra de ouro Gallo em Peixoto de Azevedo– MT, com objetivo de minimizar a emissão de vapores de mercúrio para o ambiente e adequar o ambiente interno da casa compradora de ouro aos padrões aceitos pela legislação para exposição ocupacional. Ficou a cargo da FEMA, fazer o monitoramento do referido equipamento em condições normais de trabalho. Com esse objetivo fez-se esse monitoramento em dois momentos, sendo um antes e outro depois da instalação de um grupo gerador na citada casa comercial. As determinações foram realizadas com um Analisador de Vapor de Mercúrio marca JEROME 431-X. Os resultados obtidos foram os seguintes:

Intervalos de leituras e média dos valores determinados mercúrio no ar ($\mu\text{gHg}/\text{m}^3$)

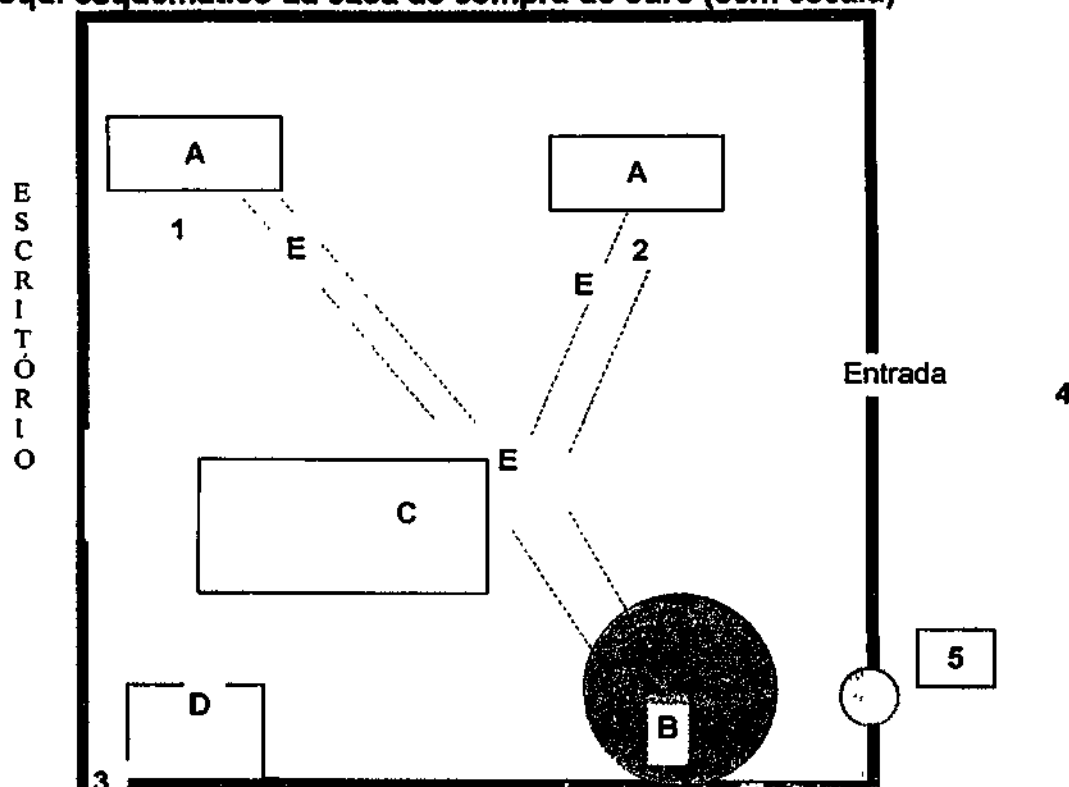
1º. período (sem o grupo gerador)					
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Capela desligada antes da queima do amalgama	6 – 10 (9)	9 - 13 (11)	11 - 17 (14)	n.d	
Capela ligada , fundindo amalgama	10 – 15 (12)	11 - 16 (14)	13 - 20 (17)	n.d	> 999
Capela desligada, após a queima de amalgama	7 – 13 (10)	8 - 14 (12)	16 - 27 (24)	n.d - 5 (3)	> 999

2o. período (com o grupo gerador)					
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Capela ligada sem queima de amalgama	9	10	9	n.d	> 999
Capela desligada antes da queima do amalgama	17	9	14	n.d	> 999
Capela ligada , fundindo amalgama	15	13	14	n.d	> 999
Capela desligada, após a queima de amalgama	24 –39 (30)	19 - 47 (33)	18 - 45 (30)	9 - 10 (9)	> 999

Obs.: n.d - não detectado

Os intervalos referem-se aos valores mínimo e máximo detectados. Nos pontos 1, 2 e 3, as leituras foram realizadas a aproximadamente 1,30 m do piso. Os valores médios são resultantes da média aritmética simples de aproximadamente 20 determinações seguidas.

Croqui esquemático da casa de compra de ouro (sem escala)



A - Capelas B - Torre do depurador C - Balanças D - Balança E - Dutos
 1,2,3 - Pontos de determinação de teor de Hg interno (ocupacional)
 4 - Pontos de determinação de teor de Hg externo ao nível do solo (ambiental)

Avaliação das centrais de amalgamação

Foram vistoriados os empreendimentos, em funcionamento, licenciados pela FEMA onde foram coletadas amostras de material particulado dos tanques utilizados para circular a água no processo de amalgamação e da água utilizada no beneficiamento do minério. Os equipamentos de queima do amalgama foram vistoriados e tomadas medidas do teor de mercúrio no ar, nas proximidades dos locais de queima e de armazenamento de material contaminado. Nos empreendimentos desativados ou temporariamente paralisados, não foram feitas coletas de amostras, principalmente devido estar esses locais visivelmente em situações piores que os empreendimentos em funcionamento, cabendo portanto

tomada de providências por parte da FEMA, independente do grau de contaminação.

Teor de mercúrio no ar em $\mu\text{gHg}/\text{m}^3$

Empreendimento	Teor de mercúrio no ar em $\mu\text{gHg}/\text{m}^3$		
	Ocupacional		Ambiental
	A	B	C
Sérgio França *	98	954	10
Roberto Nunes Rondon	23	196	5
José Vicente Rondon	29	15	< 1
João Felix da Silva	128	> 999	49
Jonas Gimenez	54	90	5
José Francisco Campos	6	147	78
Eva Juracy Rodui	18	74	< 1
João Ribeiro da Costa	9	65	< 1
Airton Luis Carus	132	985	7

* A central de amalgamação faz o resumo de dois outros empreendimentos.

A - próximo da pilha de rejeito contaminado (± 30 cm acima da pilha)

B - próximo da capela/retorta (desligada)

C - fora da central de amalgamação

Material Particulado em Suspensão

Empreendimento	Teor de Hg (ppb)	
	Água de abastecimento (planta)	Água da Amalgamação
Sérgio França *	0,3	6
Roberto Nunes Rondon	< 0,1	15
José Vicente Rondon	0,2	4
Jonas Gimenez	< 0,1	17
José Francisco de Campos	0,4	11
Eva Juracy Rodui	xxxx	13
João Felix da Silva	0,4	13
João Ribeiro da Costa	xxxx	9
Paulo Proença **	< 0,1	xxxx
Batista **	0,2	xxxx
Airton Luis Carus	0,4	19

* A central de amalgamação faz o resumo de dois outros empreendimentos.

** Empreendimento paralisado (água da represa para abastecimento da planta)

Parâmetros físico-químicos da água utilizada no empreendimento

Empreendimento			pH	eH	Condut	Turb	O.D	Salin
				mV	µS/cm	NTU	mg/l	%
Sérgio França *	96	AM	8.2	129	228	180	3.98	0.0
		AB	6.4	135	98	440	4.32	0.0
	98	AM	7.4	140	173	45	5.61	0.0
		AB	6.8	165	24	330	4.20	0.0
Roberto Nunes Rondon	96	AM	10.5	50	554	62	5.54	0.02
		AB	7.5	74	50	6	6.99	0.0
	98	AM	11.1	132	1250	130	3.83	0.05
		AB	6.6	130	60	3	5.76	0.0
José Vicente Rondon	96	AM	7.6	121	265	45	5.23	0.0
		AB	6.4	135	65	86	5.21	0.0
	98	AM	7.9	145	153	67	4.58	0.0
		AB	6.9	101	95	49	5.06	0.0
João Felix da Silva	96	AM	8.6	165	65	390	3.56	0.0
		AB	7.2	45	38	161	4.35	0.0
	98	AM	7.1	162	42	220	4.20	0.0
		AB	6.4	140	24	8	5.23	0.0
João Ribeiro da Costa	96	AM	10.2	231	97	167	4.56	0.0
		AB	7.0	156	58	79	5.19	0.0
	98	AM	9.1	92	62	527	3.71	0.0
		AB	6.9	123	107	25	4.84	0.0
Jonas Gimenez	96	AM	10.5	157	129	158	4.75	0.0
		AB	6.3	81	108	6	5.98	0.0
	98	AM	8.0	35	108	140	4.67	0.0
		AB	6.8	56	87	124	5.68	0.0

**Parâmetros físico-químicos da água utilizada no empreendimento
(continuação)**

Empreendimento			pH	eH	Conduct	Turb	O.D	Salin
				mV	µS/cm	NTU	mg/l	%
José Francisco de Campos	96	AM	8.1	47	83	39	5.12	0.0
		AB	6.1	91	78	5	3.58	0.0
	98	AM	7.2	13	83	22	4.85	0.0
		AB	5.8	26	46	3	1.72	0.0
Eva Juracy Rodui	96	AM	7.2	101	38	65	3.27	0.0
		AB	6.0	95	28	11	5.61	0.0
	98	AM	5.2	47	57	80	2.87	0.0
		AB	6.2	52	67	13	5.13	0.0
Ailton Luís Carus	96	AM	7.5	84	59	45	4.29	0.0
		AB	6.8	106	73	51	4.87	0.0
	98	AM	7.6	46	73	70	4.67	0.0
		AB	6.5	113	49	150	4.87	0.0
Batista **	96	AB	6.8	92	37	8	5.98	0.0
	98	AB	6.5	156	30	5	5.50	0.0
Paulo Proença **	96	AB	6.8	112	21	6	5.10	0.0
	98	AB	6.4	91	47	3	5.10	0.0
Alcides Caetano	96	AM	8.4	70	84	>800	4.61	0.0
		AB	6.1	73	48	9	5.18	0.0
	98	AM						
		AB	6.5	85	39	4	5.73	0.0
Evaldino Rodui	96	AM	7.7	20	95	>800	6.6	0.0
		AB	6.6	92	79	1	6.3	0.0
	98	AM						
		AB	6.2	73	83	2	5.46	0.0
Fernando Aranha	96	AM	8.7	30	167	19	5.07	0.0
		AB	7.7	74	164	34	5.72	0.0
	98	AM						
		AB	7.1	68	135	26	5.01	0.0

Obs :As medições referentes ao ano de 96 foram efetuadas no mês de julho.

* A central de amalgamação faz o resumo de dois outros empreendimentos.

** Empreendimento paralisado antes de 1995 (medidas da água da represa)

AM – água do circuito de amalgamação

AB – água de abastecimento da planta

Teor de mercúrio no ar em $\mu\text{gHg}/\text{m}^3$

Empreendimento	Teor de mercúrio no ar em $\mu\text{gHg}/\text{m}^3$		
	Ocupacional		Ambiental
	A	B	C
Sérgio França *	98	954	10
Roberto Nunes Rondon	23	196	5
José Vicente Rondon	29	15	< 1
João Felix da Silva	128	> 999	49
Jonas Gimenez	54	90	5
José Francisco Campos	6	147	78
Eva Juracy Rodul	18	74	< 1
João Ribeiro da Costa	9	65	< 1
Airton Luis Carus	132	985	7

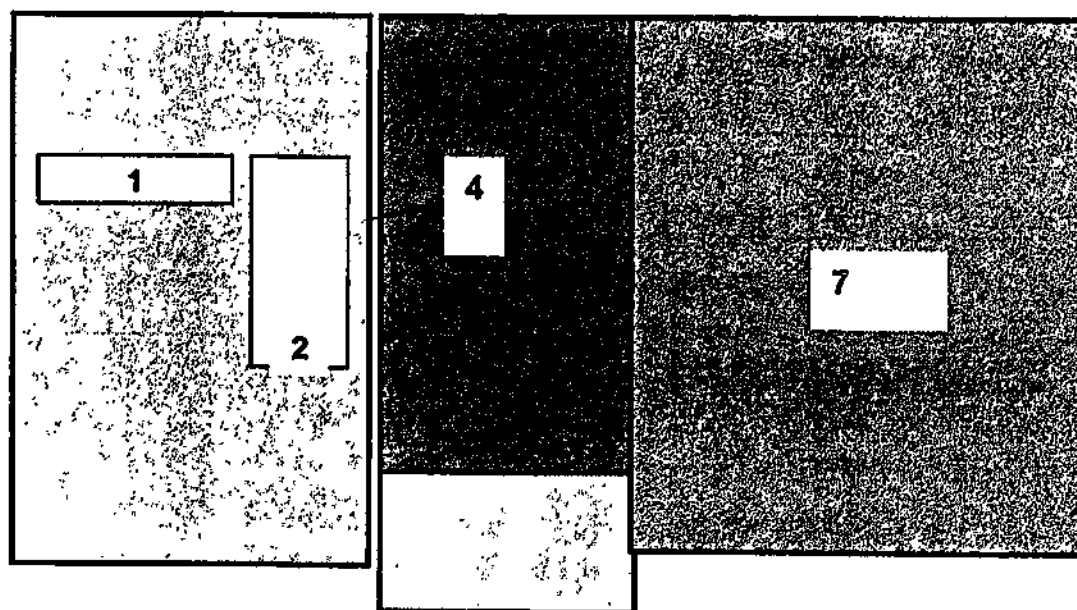
Obs.: * A central de amalgamação faz o resumo de dois outros empreendimentos.

A - próximo da pilha de rejeito contaminado (± 30 cm acima da pilha)

B - próximo da capela/retorta (desligada)

C - fora da central de amalgamação

Croqui esquemático das centrais de amalgamação (sem escala)



1 - retorta 2 - amalgamador 3 - tanque de bateamento

4 - tanque de efluentes e rejeito contaminado

5 - primeiro tanque de decantação

6 - segundo tanque de decantação (água clarificada para reutilização)

7 - tanque para deposição de rejeito contaminado (cap. 2 anos de trabalho)

• Outras atividades desenvolvidas

Em atendimento a solicitação da Secretaria de Saúde do município de Peixoto de Azevedo, junto a DMIM, que alegava suspeitas de contaminação da água do Rio Peixoto, em virtude das atividades de garimpagem na região, foi efetuada a coleta de amostra de água para análise e medição de parâmetros físico-químicos da água do rio Peixoto e na estação de tratamento foram observadas as dificuldades encontradas pelos técnicos responsáveis pela operação da estação, foi também feita a coleta de material decantado da unidade de tratamento, para análises de possíveis contaminantes. Os resultados foram os seguintes:

Parâmetros Físico-químicos- Rio Peixoto

	pH	eH mV	Condutivid μS/cm	Turbidez (NTU)	Ox. Dissolv. (mg/l)	Temp. °C
R. Peixoto	6,59	147	24	30	6,35	28,7

Metais em resíduo sedimentado da estação de tratamento

	Hg (ppb)	Pb (ppm)	Cu (ppm)	Mn(ppm)	Fe (%)	Cd (ppm)
Estação	171	12	18	278	4,72	< 0,2

Metais em água do rio Peixoto de Azevedo

	Hg(μg/l)	Pb(mg/l)	Cu(mg/l)	Mn(mg/l)	Fe(mg/l)	Cd(mg/l)
R. Peixoto	1,2*	n.d	n.d	0,178	0,245	n.d

Obs.: n.d - não detectado

* valor determinado a partir da análise de Hg no material particulado.

8 - Conclusões e Recomendações

• Monitoramento da Casa de compra de ouro Gallo

Com o sistema de retenção de vapores de mercúrio, instalado na Casa de compra de ouro Gallo, o teor de mercúrio nos vapores emitidos para o ambiente externo, ainda estão acima do limite permissível para exposição humana ($1,0 \mu\text{gHg}/\text{m}^3$) recomendados pela OMS, em ambiente urbano. Porém para exposição industrial, a mesma OMS admite valores de até $25 \mu\text{gHg}/\text{m}^3$, e a NR 15 - Saúde e Medicina do Trabalho/BR permite valores da ordem de $40 \mu\text{gHg}/\text{m}^3$, para uma jornada de trabalho normal (08 horas diária). Levando em conta os

parâmetros admitidos pela OMS/SMT, o sistema de retenção de vapores de mercúrio instalado, apenas resolve o problema da contaminação ocupacional, porém em outras casas de compra de ouro da cidade, que tem as capelas tradicionais, os teores de mercúrio no ar no interior da loja, não difere substancialmente dos valores encontrados na casa de compra de ouro Gallo.

Quanto à questão da emissão de vapores para o ambiente o equipamento ainda deve ser otimizado para reter com mais eficiência, os vapores mercuriais, conforme admite a equipe responsável pelo projeto. Como está funcionando, além de não resolver/minimizar o problema, emissão para o meio ambiente externo torna-se contínua em função do mercúrio que fica retido no tanque de água coletor.

•Avaliação das centrais de amalgamação

Todos os empreendimentos vistoriados, construíram /adaptaram centrais de amalgamação, que do ponto de vista da estrutura física, atende as exigências da FEMA quando do licenciamento dos empreendimentos. No entanto, a manipulação do metal nessas centrais, sem exceção, ainda é crítica, devido a falta de cuidados por parte dos amalgamadores/queimadores, que além de não usarem equipamentos de segurança pessoal, alegando desconforto e perda de sensibilidade ao manusear o amalgama, contaminam o ambiente quando deixam resíduos de mercúrio nas bancadas e pisos das centrais. Determinações de teores de Hg no ar, na ausência da queima de amalgama, com uma única exceção, registraram valores acima do recomendável para exposição ocupacional ($40 \mu\text{gHg}/\text{m}^3$ - NR 15 - Saúde e Medicina do Trabalho).

Outro fator que contribui para a contaminação ocupacional e ambiental é o uso de retortas que, na maioria, tem a vedação comprometida em função da dilatação do material quando submetido ao aquecimento. O problema poderia ser minimizado utilizando uma junta de amianto. Alguns empreendimentos utilizam capelas improvisadas, que na prática não tem nenhuma eficiência.

Os rejeitos contaminados, mesmo depositados em lugares apropriados, encontram-se em muitos casos sem a cobertura da lâmina de água como recomendado, sendo, portanto, um outro ponto de emissão do contaminante para o ambiente, foram determinados teores de até $198 \mu\text{gHg}/\text{m}^3$, nesses locais.

Também foi observado que a quantidade estocada de rejeito contaminado, não era condizente com o porte do empreendimento. Para justificar tal fato, foram dadas explicações como a de furto desse material ou paralisação ou diminuição das atividades em determinados períodos do ano. A hipótese de repasse desse rejeito, com teor significativo de ouro, não foi admitida por nenhum empresário. Providências imediatas devem ser tomadas pela FEMA no sentido de impedir o "sumiço" do rejeito contaminado, principalmente nos empreendimentos paralisados/desativados.

Os parâmetros físico-químicos da água de abastecimento e a utilizada no circuito de amalgamação não apresentam diferenças significativas, quando comparados as medidas efetuadas no mês de julho/96 e realizadas no ano de 98.

Com a implantação das centrais de amalgamação, na opinião dos empresários, houve a racionalização dos trabalhos do processo de amalgamação e os efluentes oriundos da operação deixou de ser disperso no ambiente, fato comprovado pelo teor de mercúrio retido no material particulado da água de amalgamação, porém com citado acima, somente as centrais (a estrutura física) não é suficiente para resolver a problemática da contaminação mercurial.

Fica evidente que a FEMA precisa estar mais presente na região, ministrando palestras de cunho educativo para o pessoal que manipulam o mercúrio e exigindo dos proprietários o uso correto dos equipamentos de segurança pessoal.

Quanto ao material contaminado, torna-se necessário a implementação da planta móvel para a descontaminação do material ou de alternativas que produzam efeitos semelhantes.

No que diz respeito aos empreendimentos desativados/paralisados temporariamente, a FEMA deve exigir dos proprietários, além da recuperação das áreas degradadas, a manutenção devida das centrais até que se defina o destino final do material contaminado. Também deve ser exigido que em cada empreendimento tenha um local apropriado, de preferência uma cava impermeabilizada, para destino final de resíduos contaminados que não seja minério.

- **Outras atividades desenvolvidas**

Com relação a água do Rio Peixoto, da qual suspeitava-se de contaminação segundo a denúncia da Secretaria de Saúde, nada de anormal foi detectado. Em conversa, "in loco", com os técnicos que operam a estação de tratamento, chegou-se a conclusão de que as causas que motivaram a suspeita, estavam na qualidade inferior do último lote de sulfato de alumínio adquirido, utilizado na decantação de material em suspensão. O teor de mercúrio determinado no resíduo sólido, de 171 ppb, não difere dos teores encontrados na região em 1994 quando do Diagnóstico das Atividades Mineradoras da Bacia da Rio Teles Pires, realizado pela METAMAT, que foram avaliados na época como teores que assinalavam o processo de contaminação. Os teores de metais em água, estão abaixo dos teores estabelecidos como máximo permissíveis estabelecidos pelo CONAMA/86.

Os resultados das análises já foram enviados a parte interessada.

Lázaro José de Oliveira
Consultor PNUD

9 - Cronograma físico das atividades

Atividades	1º. mês				2º. mês				3º. mês			
Fazer o monitoramento da Capela recém construída, instalada na Casa de Compra de Ouro Gallo, em Peixoto de Azevedo, entregue a FEMA pelo DNPM/CETEM.	■	■										
Acompanhamento dos trabalhos em campo e orientação dos técnicos responsáveis pela implementação dos trabalhos de Licenciamento na região Garimpeira da Baixada Cuiabana	■	■			■	■			■	■		
Executar os procedimentos laboratoriais relativos as análises proposta contida no plano de trabalho da DMIN/FEMA, no laboratório de monitoramento ambiental da FEMA/UFMT.			■	■		■	■			■	■	
Acompanhar a coleta de amostras e metodologias analíticas, para a continuidade da implantação da rede de monitoramento e avaliação dos equipamentos instalados nos empreendimentos mineiros.				■	■				■	■		
Definir critérios para o credenciamento de laboratórios, que terão seus laudos validados pela FEMA, no caso do auto monitoramento dos empreendimentos, previsto na Lei Complementar n.º 38 de 21/11/95 , artigo 94, Seção IX											■	■

■ Realizada ■ Programada

Anexo 1

Relação dos Empreendimentos

Relação dos empreendimentos

Empreendimento	Situação atual	
	Em atividade	Paralisado
José Vicente Nunes Rondon	X	
Darcy do Nascimento		X
Marco do Nascimento		X
Mauro do Nascimento		X
Reginaldo Moraes Leite		X
Eva Juracy Rodui	X	
José Francisco de Campos	X	
Jonas Gimenez (Dolores)	X	
Maximiliano do Nascimento		?
Airton Luis Carus	X	
Alcides Caetano Martins		X
Roberto Nunes Rondon	X	
Fernando Camargo Aranha		X
João Ribeiro da Costa	X	
José Felix da Silva	X	
Evaldino Rodui (Tereza Botas)		X
Evaldino Rodui (Vagagua)		X
Sérgio França (Arrozal) *	X	
Sérgio França (Ouro Fino) *	X	
Sérgio França (Casalheira) *	X	
Urbano Aquiles Malvezzi		X
Aristides P Arruda (Jucão)		X
Cristian Gimenez		X
José Aldo Duarte Ferraz		X
Armando Campos Bello Filho		X
Manoel Gimenez		X
Floriano Oliva		X
Sandro Sebastião		X
Angela Gomes de C Arruda		X
Benedito Valter da Silva		X
Luiz Arruda		X
José França de Matos		X

Anexo 2

Critérios para o credenciamento de Laboratórios junto a FEMA

CRITÉRIOS PARA CREDENCIAMENTO NA FEMA DE LABORATÓRIOS ANÁLISES/ENSAIOS

1 – Objetivos

Com o advento da vigência da **Lei Complementar n.º 38 de 21/11/95, artigo 94, Seção IX**, que estabelece o auto monitoramento dos empreendimentos que atuam nas atividades de extração de recursos minerais, a intensificação da fiscalização e conseqüente aumento da demanda de exigências para o auto controle, faz necessário o credenciamento dos laboratórios que realizam os análises/ensaios exigidos pela FEMA, para evitar possíveis distorções; ter maior controle dos laudos/relatórios visando as auditorias periódicas a serem realizadas conforme disposto na referida Lei.

2 - Critérios

2.1 - Organização

2.1.1 O laboratório deve ter estabelecido e implementado um conjunto de medidas sistemáticas e planejadas, **Controle de Garantia da Qualidade (CGQ)** que venha a assegurar a qualidade dos serviços prestados, bem como ter integridade técnica e comercial reconhecida.

2.1.2 O **Controle de Garantia da Qualidade** deve ser constituído de um **Programa de Garantia de Qualidade (PGQ)** e de um **Manual de Garantia de Qualidade (MGQ)**.

2.1.3 O **Programa de Garantia de Qualidade** deve definir toda a política e estratégia a ser seguida pelo laboratório incluindo entre outras, a estrutura organizacional com a descrição de cargos e respectivas atribuições e responsabilidades. Qualquer modificação no Programa deve ser comunicada imediatamente à FEMA.

2.1.4 O **Manual de Garantia de Qualidade** deve incluir procedimentos operacionais e as instruções necessárias para assegurar conformidade aos critérios estabelecidos. O Manual deve ser mantido atualizado e disponível para verificação

2.1.5 O laboratório deve designar um técnico, com registro no Conselho Regional de Química que terá a atribuição de coordenar as atividades relativas às análises/ensaios químicos e representar a entidade perante a **FEMA**.

2.1.6 O laboratório deve claramente definir os tipos de análises/ensaios que poderão ser realizados. Qualquer alteração deverá ser comunicada imediatamente à **FEMA**.

2.2 – Documentação e Registros

2.2.1 O laboratório deve manter controle de toda a documentação técnica, para demonstrar que o seu **Controle de Garantia de Qualidade** está de conformidade com os critérios estabelecidos quando do credenciamento junto a **FEMA**.

2.2.2 O laboratório deve manter um sistema de registro que atenda as suas circunstâncias particulares, devendo, no entanto, constar os seguintes princípios :

- a) utilizar um sistema uniforme em todas as seções do laboratório;
- b) arquivar os relatórios de análises/ensaios emitidos, (em arquivo ou disquete) por um período de 03 (três) anos;

2.3 Condições Ambientais

2.3.1 O laboratório deve estar instalado em local conveniente, de forma a ser atendidas as disposições legais sobre segurança, ~~higiênica~~ sanitárias e as disposições suplementares que forem necessárias, a critério da **FEMA**.

2.3.2 O laboratório deve dispor de espaço suficiente e adequado para:

- a) realização das análises/ensaios e posicionamento conveniente para os técnicos;
- b) estocagem de reagentes e de amostras.

2.4 Laudos/relatórios de análises/ensaios

2.4.1 O laboratório deve fornecer relatórios que contenham os resultados das análises/ensaios e todas as informações relevantes de forma clara, precisa e sem ambigüidades.

O laudo/relatório deve incluir as seguintes informações:

- a) nome e endereço do laboratório;
- b) número seriado de laudo/relatório;
- c) nome do cliente e referência ao número da ordem de serviço;
- d) identificação da natureza da amostra;
- e) identificação do responsável e a data da coleta da amostra;
- f) identificação do(s) método(s) utilizado(s) e o(s) limite(s) inferior de detecção;

f) cada página do laudo/relatório deve estar identificada com o número seriado, o número da página e o número total de páginas do laudo/relatório;

g) assinatura do responsável pelo laudo/relatório credenciado junto a FEMA, e data da realização da análise/ensaio.

2.4.2 Correções e acréscimos ao laudo/relatório devem ser feitos em separados, como um documento adicional, contendo a mesma identificação inicial.

2.5 Do credenciamento

2.5.1 Para o credenciamento junto a FEMA o laboratório deverá:

- a) Preencher a ficha de credenciamento fornecida pela FEMA;
- b) Apresentar o Controle de Garantia da Qualidade com o Programa de Garantia de Qualidade e o Manual de Garantia de Qualidade;
- c) Cópias da documentação do responsável pelo Laboratório e um termo de compromisso do mesmo assumindo as responsabilidades junto a FEMA;
- b) Lay out do laboratório em escala 1:100;
- c) Fornecer uma relação dos principais equipamentos;
- f) Fornecer uma relação dos tipos de análises/ensaios que o laboratório está capacitado a realizar.

2.5.2 Em caso de aquisição de novos equipamentos e/ou ampliação do rol de análises/ensaios deverá ser comunicado, através de ofício, a FEMA

2.5.3 A FEMA terá um prazo de até 45 dias para fazer a vistoria das instalações do laboratório e aprovar o credenciamento ou fazer as exigências que a seu critério forem necessárias.

2.5.4 Atendida todas as exigências a FEMA fornecerá ao laboratório um certificado de credenciamento valido por 02 (dois) anos.

2.5.5 A renovação do credenciamento será feita a partir da solicitação do laboratório junto a FEMA, que fará nova vistoria dentro do prazo de 30 dias a partir da solicitação.

2.5.6 O laboratório estará sujeito a vistorias periódicas, sem aviso prévio por parte dos técnicos da FEMA.

2.6 Das Penalidades

2.6.1 O credenciamento poderá ser suspenso nos seguintes casos:

- a) uso inadequado do credenciamento, para executar outras análises/ensaios que não aqueles constantes na relação fornecida pelo laboratório quando do credenciamento;
- b) uso indevido ou ilegal do credenciamento por terceiros;
- c) se as vistorias da FEMA, durante a vigência do credenciamento, constatar irregularidade referentes as condições pré determinadas quando do credenciamento;
- d) falência/insolvência;
- e) se o laboratório não quiser renovar;

2.6.2 A critério da FEMA o credenciamento poderá ser suspenso na sua totalidade ou em parcialmente.

2.6.3 O laboratório será notificado, pela FEMA, da suspensão do credenciamento, através de ofício, expedido pela Diretoria Técnica da FEMA, contendo informações quanto ao prazo e/ou condições em que cessará tal suspensão.

2.6 Dos custos de Credenciamento

2.6.1 Ficará a cargo da FEMA definir os valores referentes a taxa do credenciamento.

OBS – Os critérios sugeridos foram baseados nos critérios de Credenciamento elaborados pelo INMETRO, para o Credenciamento de laboratórios de ensaios e podem ser alterados de acordo com a política da FEMA.

ANEXO B**Oficio N° 335/GAB PRES FEMA/98, de 03/04/98**



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEMA

Of. n.º 335 / GAB. PRES. / 98

Cuiabá 03 de Abril de 1998.

Ref.: Relatório sobre a Capela Piloto instalada em Peixoto de Azevedo, enviado pelo DNPM à FEMA, através do **Ofício N° 03/97-DIDEM**.
Resultados sobre o monitoramento feito pela FEMA na Capela Piloto instalada na Casa de Ouro GALLO, em Peixoto de Azevedo.

Prezado Senhor,

Após o recebimento do Relatório Final de avaliação da Capela Piloto, elaborado pelo CETEM e encaminhado através do **Ofício N° 03/97-DIDEM/DNPM**, a FEMA emitiu um Fax, no dia 14/01/98, ao Dr. Frederico Lopes M. Barbosa, com algumas sugestões para o encaminhamento do problema, conforme cópia em anexo.

Os trabalhos de monitoramento para fins de avaliação da capela piloto em condições normais de serviço, foram efetuados pela FEMA em dois períodos, entre 09 a 15/12/97 e 25 a 28/03/98, através do uso de um dosador de vapor de mercúrio, digital, da marca Jerome 431X. Este equipamento está calibrado para registrar emissões com valores máximos da ordem de $1,0 \text{ mg/m}^3$ e apresentou resultados de leitura compatíveis com os obtidos pelo CETEM, que fez uso de bombas de sucção e absorção dos vapores de mercúrio por solução ácida de permanganato de potássio, com posterior leitura em aparelho de AA. Os resultados obtidos durante a primeira etapa de avaliação, consolidados no Relatório do Consultor Lázaro, em anexo, já evidenciaram os problemas pertinentes a eficiência da capela, relatados posteriormente pelo CETEM, quando da apresentação do Relatório Final.

Em princípio, tanto o Relatório Final como as avaliações da FEMA, constataram que os valores pertinentes a concentração de mercúrio no interior da casa são satisfatórios. Estes variaram, segundo o CETEM entre $5,0$ e $40,0 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ e pela FEMA entre $9,0$ e $47,0 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Nota-se portanto que a maioria dos valores situam-se abaixo dos limites de segurança ocupacional determinados pela OMS, da ordem de $50 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ou $40 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, pela NR 15, do Ministério do Trabalho / Brasil.

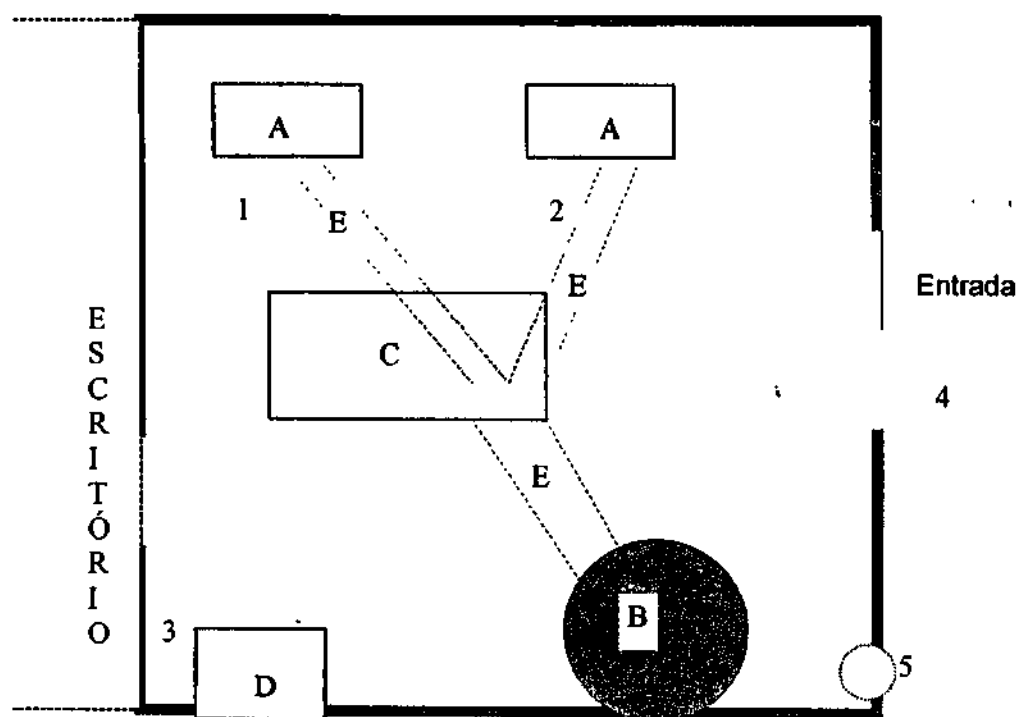
Quanto aos valores de emissão de mercúrio observados na saída da chaminé, da ordem de $0,5$ a $1,0 \text{ mg/m}^3$ pelo CETEM e superiores a $1,0 \text{ mg/m}^3$, pelos dados da FEMA, estes são notoriamente superiores aos níveis de exposição ambiental aceitos pela OMS, da ordem de $1,0 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ou $0,001 \text{ mg/m}^3$. Os resultados são preocupantes e tornam necessário reavaliar o sistema de retenção de vapores concebido para a capela piloto, uma vez que o mesmo pode estar contribuindo para o incremento da emissão, provavelmente devido aos processos de micronização e araste do mercúrio, conforme admitido pelo CETEM.



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEMA

Os trabalhos de monitoramento efetuados pela FEMA, foram direcionados para a determinação da concentração de mercúrio em cinco pontos pré determinados, sendo os pontos 1, 2 e 3, localizados no interior da casa compradora para avaliação de teor de Hg (exposição ocupacional); o ponto 4, para determinação de teor de Hg no meio externo na entrada da casa (exposição ambiental) e o ponto 5, na saída da chaminé do exaustor (emissão ambiental).

Uma melhor contextualização dos pontos de leitura, pode ser visualizada a partir de um croqui, elaborado pelo consultor Lázaro, que se segue, onde A - Capelas B - Torre C - Balanças D - Balança E - Dutos.



Para melhor esclarecimento do assunto, segue abaixo uma tabela com as leituras aferidas durante os dois períodos de monitoramento efetuado pela FEMA.



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEMA

Leituras e média dos valores determinados de mercúrio no ar em $\mu\text{gHg}/\text{m}^3$

1º PERÍODO	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Capela desligada antes da queima do amalgama	6 - 10 (9)	9 - 13 (11)	11 - 17 (14)	n.d	
Capela ligada , fundindo amalgama	10 - 15 (12)	11 - 16 (14)	13 - 20 (17)	n.d	> .999
Capela desligada, após a queima de amalgama	7 - 13 (10)	8 - 14 (12)	16 - 27 (24)	n.d - 5 (3)	> .999

2º PERÍODO	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Capela ligada sem queima da amalgama	9	10	9	n.d	>.999
Capela desligada antes da queima da amalgama	(17)	(9)	(14)	n.d	>.999
Capela ligada , fundindo amalgama	(15)	(13)	(14)	n.d	> .999
Capela desligada, 1 min após queima de amalgama	24 - 39 (30)	19 - 47 (33)	18 - 45 (30)	9 - 10 (9)	> .999

Obs.: n.d - não detectado ; (10) valor médio

Após a leitura desta exposição e de vossa reflexão, é pertinente lembrar que o objetivo principal deste projeto foi de desenvolver uma capela piloto que fosse eficiente no controle e recuperação do mercúrio volatilizado, e que após aprovada pudesse ser efetivamente difundida e reproduzida a custos acessíveis, proporcionado em última análise, que a FEMA licenciase as casas compradoras de ouro que operam no Estado. Como podemos constatar o objetivo não foi atingido, a capela não é eficiente e seu tamanho e custo são incompatíveis com os objetivos acordados.

Nossa sugestão é no sentido de realizar a reunião proposta pelo Dr. Sadeck , conforme reporta o ofício N° 03/97-DIDEM/DNPM, com a maior brevidade possível, porém já com uma proposta técnica elaborada pelo CETEM para se construir um modulo mínimo de capela que seja aceitável, considerando-se as pré condições já conhecidas e sabidas. Este posicionamento faz necessário, uma vez que o CETEM como instituição receptora dos recursos do DNPM para desenvolver a capela piloto, mesmo considerando-se as limitações do sistema, detém todas as condições e elementos técnicos para propor um modelo alternativo, sem custos adicionais e delongas. Isto considerando-se que já recebeu recursos para esta finalidade e até por se tratar de uma instituição de pesquisa do CNPq.



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEMA

Certos de contar com vosso apoio e presteza no encaminhamento para a conclusão deste projeto, a fim de que a FEMA possa agilizar o processo de licenciamento das casas compradoras de ouro.

Atenciosamente

DAILOR ROMIO
Diretor Técnico da FEMA

FREDERICO GUILHERME DE MOURA MULLER
Secretário Especial do Meio Ambiente e Presidente da FEMA

ILMO Sr.
Dr. JOSÉ DA SILVA LUZ
Diretor do XII Distrito DNPM.

Arq:cfDNPMCAPELA10