

RELATÓRIO TÉCNICO

PROJETO MONITORAMENTO DE METAIS PESADOS NA SUB BACIA DO RIO BENTO GOMES - POCONÉ - MT.

PRODEAGRO – FEMA

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

Cuiabá – MT Abril de 2000

PROJETO
MONITORAMENTO DE METAIS PESADOS NA SUB BACIA DO RIO BENTO
GOMES POCONÉ - MT.

PROJETO EXECUTADO PELA FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO
AMBIENTE

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
Orgão Executor – Fundação Estadual do Meio Ambiente

INSTITUIÇÕES PARTICIPANTES:
FEMA - Divisão de Mineração
METAMAT
PNUD

RELATÓRIO

PROJETO
MONITORAMENTO DE METAIS PESADOS NA SUB BACIA DO RIO BENTO
GOMES POCONÉ - MT.

Cuiabá – MT, Abril de 2000

EQUIPE TÉCNICA

ELABORAÇÃO:

Lázaro José de Oliveira	-	PNUD
Antônio João Paes de Barros	-	PNUD

EXECUÇÃO:

Antônio João Paes de Barros	-	PNUD
Gercino Domingos da Silva	-	METAMAT
Lázaro José de Oliveira	-	PNUD
Leandro Maraschin	-	FEMA
Luiz Benedito Barreto		FEMA
Osmar da Cruz Nascimento	-	FEMA
Salatiel Alves de Araujo	-	PNUD

APOIO INSTITUCIONAL E OPERACIONAL

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEMA

Leila Marta de Carvalho Singulane – Chefe da DMIN

COMPANHIA MATOGROSSENSE DE MINERAÇÃO - METAMAT

Vanderlei Magalhães de Resende – Diretor Técnico

Apresentação

Este estudo trata dos procedimentos metodológicos e operacionais conduzidos durante os trabalhos de planejamento e início da implantação da rede de monitoramento de metais pesados na sub bacia do rio Bento Gomes, no município de Poconé - MT.

O projeto de monitoramento de metais pesados na sub bacia do rio Bento Gomes - Poconé - MT, se insere no âmbito do sub-componente B2, do PRODEAGRO, no contexto de uma proposta de prover a FEMA de indicadores e padrões de referência físico-químicos, referentes a teores e distribuição de metais, nos diversos compartimentos pesquisados. Estes dados serão utilizados pela FEMA, para caracterização do *background* regional e do que efetivamente será considerado contaminação, considerando-se os diversos contaminantes naturais (sulfetos, arsenietos, etc.) ou introduzidos nos processos (mercúrio, cianeto, tioureia, etc.), considerado-se as diversas matrizes passíveis de serem amostrados.

Em última instância o Plano de Monitoramento pretende ser a médio prazo, um instrumento de vigilância ambiental, na medida em que permitirá manter um registro sistemático de dados para aferir a eficácia de medidas de controle ambiental implantadas, bem como subsidiar tomadas de decisões a cerca do uso destes contaminantes, considerando-se o entendimento dos processos de dispersão e acumulação trófica destes metais.

Este projeto, apesar das dificuldades para se manter o cronograma de amostragens, vem sendo implementado desde o ano de 1997, o que permitiu gerar uma série de dados, possibilitando estabelecer alguns parâmetros básicos para fins de monitoramento de metais pesados, além de tecer considerações e recomendações, sobretudo relativo à problemas pertinentes ao entendimento do processo de mobilização, dispersão e absorção do mercúrio na sub bacia do rio Bento Gomes.

A análise dos dados disponíveis até o momento e a polemica, que freqüentemente se volta a mídia, no que tange a possíveis alterações e contaminação mercurial da fauna na bacia do Pantanal, consideramos estratégico e imprescindível à FEMA dar continuidade a este Plano de Monitoramento, viabilizando condições mínimas para execução das atividades programadas, uma vez que toda a rotina já esta estabelecida e consolidada neste documento.

ÍNDICE

		Pág
	Resumo	01
1	Introdução	02
2	Estudos Anteriores	03
3	Metodologia Analítica	04
4	Resultados	05
5	Conclusões e Recomendações	09
6	Bibliografia Consultada	10

ANEXO I - TABELAS

Tabela 01 – Coordenadas dos pontos amostrados na bacia do rio Bento Gomes

Tabela 02 - Teor de metais em solos amostrados na bacia do rio Bento Gomes

Tabela 03 – Parâmetros físico-químicos dos pontos amostrados na bacia do rio Bento Gomes - comparativos 97 e 98

Tabela 04 - Metais em Água nos pontos amostrados na bacia do rio Bento Gomes

Tabela 04A - Metais em Água nos pontos amostrados na bacia do rio Bento Gomes

Tabela 05 - Metais em material particulado em suspensão nos pontos amostrados na bacia do rio Bento Gomes

Tabela 05A - Metais em material particulado em suspensão nos pontos amostrados na bacia do rio Bento Gomes

Tabela 06 - Metais em Sedimento de Corrente nos pontos amostrados na bacia do rio Bento Gomes

Tabela 06A - Metais em Sedimento de Corrente nos pontos amostrados na bacia do rio Bento Gomes

Tabela 07 - Teor de mercúrio no ar em $\mu\text{gHg}/\text{m}^3$

Tabela 08 - Material Particulado em Suspensão

Tabela 09 - Parâmetros físico-químicos da água utilizada no empreendimento

ANEXO II - MAPAS Carta de Monitoramento

Resumo

A FEMA através do sub componente B2 do PRODEAGRO, desenvolveu no período entre junho/94 a março/99, um programa para ordenamento, regularização e normatização das atividades mineradoras município de Poconé - MT. A estratégia montada dentro dessa perspectiva, buscou o resgate desta atividade de uma situação de clandestinidade e marginalidade, inicialmente através do licenciamento e controle ambiental dos empreendimentos, para em seguida elaborar instrumentos de planejamento mineiro e monitoramento, que permitissem minimizar impactos e maximizar o aproveitamento dos recursos naturais, através da racionalização dos procedimentos exploratórios.

Neste contexto, a partir de agosto de 1997, foi implantando uma rede de monitoramento para metais pesados na bacia do Rio Bento Gomes, com 40 pontos de amostragem para água, material particulado em suspensão e solo, com o objetivos de manter um registro de dados e aferir a eficácia das medidas de controle implantadas. De forma complementar o plano de monitoramento permitirá o acompanhamento do processo de dispersão dos metais, em especial os focos de mercúrio, resultantes da atividade garimpeira, constituindo assim um instrumento de vigilância ambiental, tanto para subsidiar tomadas de decisões quanto ao licenciamento de novos empreendimentos, como para sinalizar possíveis situações de riscos.

Os resultados obtidos até o momento, objeto desta abordagem, consistem principalmente na apresentação e sistematização dos dados gerados durante as visitas técnicas e campanhas de amostragem, pertinentes a rede de monitoramento concebida.

1 – Introdução

A exploração de ouro no município de Poconé, semelhante a toda região amazônica, ocorreu de forma intensa e desordenada, gerando danos ambientais consideráveis, muitos deles de efeito retardado e imprevisível, como é o caso da contaminação mercurial.

Nos primeiros 5 anos, entre 1982 e 1985, a atividade garimpeira em Poconé funcionou sem qualquer tipo de controle ambiental, isto posto, que o início de um processo de fiscalização só teve início a partir do fechamento dos garimpos, fato ocorrido em 1987.

No período que antecedeu o fechamento dos garimpos, a operação conhecida como “resumo” do concentrado de minério, ou seja, a amalgamação, era feita de forma manual, com o uso de cuias e bateias, sendo a apuração final através de bateamento, efetivada em cavas abertas para esse fim, localizadas nas proximidades de cada unidade de beneficiamento ou mesmo na própria drenagem. Como o bateamento e posterior limpeza era feita em circuito aberto, verificava-se uma significativa perda de mercúrio metálico para o ambiente. As pesquisas comprovaram que esses locais vieram a se constituir em inúmeros focos de contaminação mercurial e portanto, uma fonte potencial de emissão/reemissão do metal para os diversos compartimentos ambientais.

Entre 1987 e 1995, inúmeras iniciativas de regularização foram frustradas, principalmente, devido as ações do movimento ambientalista, em sua maioria contrária à atividade mineradora em Poconé. Esta contenda resultou em medidas restritivas e limitadoras, impostas por parte do CONSEMA, IBAMA e Ministério Público Estadual; que só concorreram para aumentar a clandestinidade, continuando o uso de mercúrio na recuperação do ouro sendo feito de forma equivocada. Neste período pode-se destacar como fato positivo, o uso deste contaminante em menor intensidade e o distanciamento dos locais de bateamento dos cursos d’água.

Em 1995, uma das ações do PRODEAGRO, foi viabilizar o início de um trabalho para fins de regularização da atividade, sendo articulado parcerias, através de convênio de cooperação, envolvendo instituições como: FEMA, METAMAT, DNPM e Prefeitura de Poconé. A continuidade de ações, associado a edição de leis e regulamentos adequados, possibilitou avançar no processo de regularização da atividade, sendo esta etapa admitida como concluída em 1996, com o licenciamento de 23 garimpos.

Os garimpos que foram licenciados pela FEMA passaram a dispor de uma boa infra-estrutura operacional, com bacias de rejeitos permanentes e com todo o manuseio e uso de mercúrio sendo feito em um ambiente isolado e impermeabilizado, além de toda água do processo ser mantida em circuito fechado, em local denominado central de amalgamação.

Essas centrais foram construídas segundo padrões e orientações descritas no Manual de Procedimentos elaborado pela FEMA, e se tornaram imprescindíveis para a obtenção da Licença de Operação. Nessas centrais encontram-se instalados: tambores amalgamadores, capela para queima do amalgama, retortas, tanques de concreto ou mesmo locais adequados para acondicionamento de rejeitos contaminados.

Após a regularização, a etapa seguinte foi a de implantação do Plano de Monitoramento para metais pesados na sub bacia do Rio Bento Gomes, com o objetivo de se precaver de eventuais efeitos deletérios, que vierem a se manifestar, em consequências das transformações químicas do mercúrio no meio ambiente, bem como de se propor ações que contribuíssem para minimizar os impactos decorrentes da atividade mineral no município de Poconé.

Nestes termos, a Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEMA deu início a implantação de uma rede de monitoramento, compreendendo 40 pontos de amostragem

abrangendo as principais drenagens, que direta ou indiretamente foram atingidas pelos garimpos, dentro da sub bacia supra citada, com os seguintes objetivos:

- Determinar nas condições atuais, o nível de metais pesados no meio hídrico e na biota;
- Acompanhar a dinâmica de dispersão e biomagnificação desses metais;
- Entender os fenômenos de mobilização, transporte, dispersão e incorporação do mercúrio;
- Desenvolver modelos matemáticos, previsionais, de curto, médio e longo prazo e
- Dispor de um instrumento de vigilância ambiental.

Este monitoramento, restrito nesta primeira fase, ao meio físico, buscou em princípio inventariar o passivo ambiental gerado com relação ao uso de mercúrio, buscando caracterizar as fontes de emissão, existentes nos empreendimentos mineiros, ativos ou paralisados e mapear os pontos de acumulação/emissão de metais pesados, freqüentemente restritos a antigos poços de resumo, represas e zonas de deposição.

O monitoramento de parâmetros físico químicos e de outros metais/substâncias tem caráter investigatório, uma vez que em princípio, não foi detectada emissões antropogênicas, em quantidades significativas, de outros metais pesados, isto considerando-se tanto os processos de beneficiamento em uso, como a paragéne mineral dos minérios explorados.

2 - Estudos Anteriores

A polêmica envolvendo a contaminação mercurial relacionada a atividade garimpeira na Baixada Cuiabana vem desde o início dos anos 80, quando do início do presente ciclo exploratório.

Esta questão vem sendo estudada de forma descontínua e desarticulada desde 1989, quando o CETEM/CNPq em convênio com a METAMAT desenvolveu o Projeto Poconé.

Nos últimos dez anos pesquisadores de várias instituições desenvolveram inúmeros estudos na região abordando a problemática em seus vários aspectos: social, econômico, legal e principalmente, no âmbito ambiental e de saúde pública.

Especificamente com relação ao mercúrio no meio físico, na região de Poconé, na área de abrangência da sub Bacia do rio Bento Gomes, onde foi implantada a rede de monitoramento para metais pesados, os seguintes estudos são aceitos como referências:

- **VIEIRA (1990)** em estudo de avaliação dos níveis de mercúrio na cadeia trófica, detectou teores do metal, em sedimento de corrente, nas seguintes drenagens: Piranema - nd. a 117,1 ppb; Piraputanga - nd a 254,5 ppb; Bento Gomes - nd a 170,6 ppb e Tanque dos Padres - nd a 241,5 ppb.
- **LACERDA (1990)**, investigando sobre a mobilidade do mercúrio no córrego Tanque dos Padres durante uma forte chuva na região, encontrou em sedimento de corrente teores de Hg variando de < 20 a 180 ppb.
- **VEIGA E FERNANDES (1991)** reportam valores de 20 a 220 ppb de Hg em sedimentos ao longo da drenagem Tanque dos Padres até o rio Bento Gomes.
- **PEREIRA FILHO (1995)** registra valores de < 40 a 600 ppb, em sedimentos de corrente e de até 240 ppb em solo (saprolítico), na sub bacia do córrego Piranema. Na sub bacia do Piraputanga, o autor cita os seguintes valores: de 60 a 270 ppb, em solo, de < 40 a 60 ppb, em sedimento de corrente. Na sub bacia do

rio Bento Gomes os valores encontrados em sedimento de corrente variaram de 100 a 1850 ppb.

- **SILVA (1996)** analisando material particulado no período da estiagem e no período das chuvas, encontrou valores que variaram, respectivamente, de 98 a 151 e de 125 a 140 ppb no Rio Bento Gomes; de 143 a 798 e 191 a 993 ppb no Córrego Piranema; de 178 a 430 e 234 a 712 ppb, no córrego Tanque dos Padres e de 567 a 1312 e 870 a 1425 ppb no córrego Piraputanga. O autor cita ainda resultados de uma única amostragem no Córrego Fundo cujo resultado foi 55 ppb na estiagem e 78 ppb na época das chuvas.
- **SILVA (2000)** investigou no vale do córrego Tanque dos Padres, a montante da estrada Transpantaneira, os 11 focos de contaminação (teores de 1,5 a 5,0 ppm) detectados no início dos anos 90. Três dos principais focos estudados em detalhe, cobrem uma área de aproximadamente 1,7 ha, contendo um volume de material contaminado em torno de 20.800 m³. Os teores de mercúrio determinados nos três focos levantados variaram entre 9 a 206 ppb, em amostras obtidas em perfis de sedimento ao longo do banco de rejeitos.

3 - Metodologia Analítica

A rede de monitoramento na sub Bacia do rio Bento Gomes, foi proposta inicialmente para abranger todos os compartimentos ambientais, tendo como alvo principal entender o processo de transporte e dispersão de mercúrio, a partir das drenagens impactadas, porém em virtude de outros projetos em andamento, optou-se pela implantação do monitoramento inicialmente no meio físico, com maior ênfase para o compartimento hídrico.

Os pontos de amostragem foram definidos em campo, abrangendo todas as drenagens que foram atingidas pela atividade garimpeira. Ao todo foram selecionados, nessa primeira fase, 40 pontos de amostragem, conforme Carta de Monitoramento, em anexo. Para eleger esses pontos utilizou-se o seguinte critério: em cada drenagem, independente da vazão e da intensidade da atividade, buscou-se ter um ponto à montante da área garimpada, e os demais pontos, a jusante das áreas trabalhadas, ao longo das drenagens e em locais onde a topografia favorecia deposição do material transportado. Também procurou-se local pontos que coincidissem com aqueles já amostrados em estudos anteriores, realizado por outros pesquisadores, isto para efeito de comparação de resultados.

As matrizes amostradas foram: solo, sedimento de corrente, material particulado em suspensão e água.

As amostras foram coletadas durante três campanhas, uma no período de estiagem (julho de 1997), outra no período de início das chuvas (setembro de 1998) e a terceira campanha (janeiro de 1998). Esta última foi realizada nos pontos de uso e manuseio de mercúrio de cada empreendimento e nos pontos de lançamento de efluentes, próximo aos drenos extravasores das bacias de contenção de rejeitos.

Para a determinação dos parâmetros físico-químicos da água, foi utilizada uma sonda múltipla, marca HORIBA, modelo U 10.

O material particulado em suspensão na água foi precipitado por adição de sulfato de alumínio [Al₂(SO₄)₃] (SILVA *et al.*, 1993). Para 20 L de água foram adicionados 20 ml de Al₂(SO₄)₃ a 10% (p/v) e aproximadamente 20 ml de hidróxido de sódio (NaOH, 1 N). Ainda em campo, o sobrenadante era descartado, o decantado (aproximadamente 50 a

100 ml), era transportado para o laboratório e submetido evaporação, a uma temperatura de no máximo 50°C.

O precipitado seco foi digerido com HNO_3 à quente (120°C), por 2h, em tubos de vidro com 'dedo frio', para evitar evaporação (GONÇALVES E PAIVA, 1995). O teor de Hg foi determinado por CVAAS (Gerador de hidretos VGA 77 da Varian acoplado a um AAS Varian 200), utilizado como redutor cloreto estano. Os teores dos outros metais foram determinados na mesma solução por AAS (AAS Varian 200), chama ar/acetileno.

Solo e sedimento de corrente foram secos em estufas, com temperatura nunca superior 50°C. Após a secagem foram submetidos a peneiramento (200 mesh). Foram analisadas somente a fração passante (< 0,074mm). Para a determinação do Hg foram utilizados 2,0 gramas de amostra, digeridas com HNO_3 , conforme descrita para material particulado. Para os demais elementos a extração foi com água-régia à quente e a determinação por AAS, chama ar acetileno, (CPRM, 1987).

A determinação do teor de matéria orgânica, em solo e sedimento de corrente, foi pelo método de Walkley & Black (PAVAN *et al*, 1992).

As amostras de água, foram coletadas e mantidas resfriadas. Em laboratório foi realizada filtração, em filtro milipore 45µ, de exatamente 250 ml de amostra, que após acidificada com 2 ml de HNO_3 foi concentrada até o volume de 25 ml (CPRM, 1987). Na solução concentrada foram determinados os teores dos metais, exceto o mercúrio e matéria orgânica.

O controle das análises de Hg foi conferida através de comparação com materiais de referência certificados (GBW 07309 sedimento de corrente com 83 ng Hg g⁻¹ e NIST 2704 com 1470 ng Hg g⁻¹). A precisão de todas as análises foi verificada por padrões internos e análises em triplicatas.

As determinações do teor de mercúrio no ar foram realizadas através de um analisador de vapores de mercúrio marca JEROME 431-X.

4 - Resultados

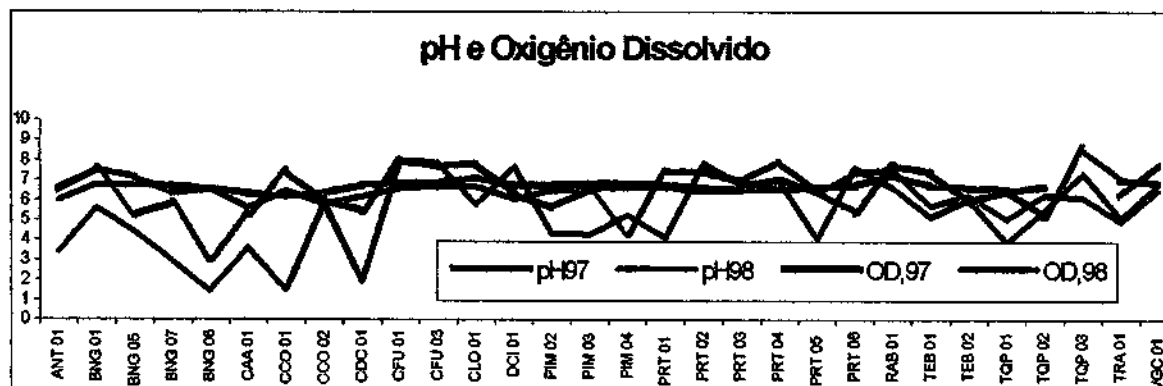
A implantação da Rede de monitoramento para metais pesados foi proposta inicialmente, ainda durante a fase compilatória, para ser executada durante o primeiro ano em campanhas quadrimestrais. Entretanto, devido a problemas de naturezas diversas, foram feitas apenas três campanhas sistemáticas de amostragem, cujo dados de análises encontram-se sintetizados nas tabelas, como anexos.

Foram coletadas amostras em 40 pontos (Tabela 01), dentro da abrangência da sub Bacia do rio Bento Gomes, onde se insere a cidade e o Distrito Mineiro de Poconé.

As análises foram realizadas no Laboratório de Monitoramento Ambiental da FEMA e no Laboratório de Análises de Metais do Departamento de Química da UFMT.

Nas medidas dos parâmetros físico-químicos da água, conforme Tabela 03, em anexo, observou-se em algumas drenagens, um ligeiro decréscimo do pH e do Oxigênio dissolvido na época das chuvas, registrado durante a campanha de 98, conforme evidencia a Figura 01, que se segue. Este incremento se deve provavelmente ao aumento da carga orgânica carregada pelas enxurradas. As variações da turbidez no período das chuvas, também está relacionada com as enxurradas e com a intensidade do nível de pisoteio por animais (bovinos), nas áreas de pastagens cortadas pelas drenagens amostradas.

Figura 01: Variação das leituras de pH e do Oxigênio dissolvido, nos pontos de amostragem



Nas duas campanhas realizadas para o monitoramento ambiental e prospectivo, com exceção do mercúrio, os teores dos outros metais analisados nos substratos amostrados (água, material particulado em suspensão, solo e sedimento de corrente), não apresentaram nenhuma anomalia ou indício aparente de contaminação do meio físico (Tabelas 5, 5A, 6 e 6A). Em água, os teores dos metais analisados (Cu, Mn, Co, Pb, Cd, Zn, Cr, Fe), estão abaixo dos valores máximos permissíveis (VMP), pelo CONAMA 20/86, para água da classe 2 (Tabelas 4 e 4A).

Os resultados obtidos nesta fase do monitoramento, quando comparados com trabalhos anteriores, conforme Quadro 01, que se segue, mostram que não há alteração significativa nos teores de Hg em sedimento de corrente, assinalando que está em curso, muito provavelmente, um processo natural de diluição do metal, a partir dos focos de contaminação, que ainda devem existir às margens das drenagens.

Quadro 01 - comparativo entre teores (em ppb) de Hg em sedimentos das drenagens de Poconé

Autores	Drenagem				
	Piranema	Córrego Fundo	Piraputanga	Bento Gomes	Tanque dos Padres
Este estudo (Seca/97)	48 – 97	18 – 169	27 – 348	25 – 198	58 – 167
Este estudo (Chuva/98)	26 – 270	26 – 66*	26 – 131	14 – 133*	18 – 193*
Vieira(1990)	nd a 117,1		nd a 254,5	nd a 170,6	nd a 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	
von Tüpling (1995)		até 150			
Silva (2000)					9,0 a 201,7 ²

¹ Solo² Perfil de Sedimento

* amostragem durante chuva

Na época das chuvas os valores detectados em MPS são bastante anômalos, seguindo a mesma tendência dos teores detectados por Silva (1996), (Quadro 02).

Quadro 02 - comparativo entre teores de Hg (ppb) em Material Particulado em Suspensão						
		Drenagem				
Autores	Período	Piranema	Córrego Fundo	Piraputanga	Bento Gomes	Tanque dos Padres
Silva (1996)	Estiagem	143 - 191	55	567- 870	98 - 151	178 - 234
	Chuva	789 - 993	78	1312 - 1425	125 - 140	430 - 712
Este estudo	Estiagem	21 - 44	18	11 - 132	13 - 286	20 - 176
	Chuva	n.d - 3869	n.d - 2653	123 -2993	n.d - 492	817 - 9353

A análise desses dados reforça a hipótese de que o mercúrio emitido para o meio ambiente pela atividade mineradora, que se encontra depositado na área de influência dos cursos d'água, certamente vem sendo disperso nesse meio, de forma mais lenta durante o período de estiagem e de forma mais intensa no período das chuvas, sendo os fenômenos erosivos associados as enxurradas, atuam favorecendo o processo, funcionando como agente remobilizador do contaminante.

Dos focos de mercúrio, detectados ao longo do córrego Tanque dos Padres (CETEM/CNPq -1989 e SILVA-1996), aceitos como registros remanescentes do início do presente ciclo de garimpagem na região, pode se afirmar, que provavelmente muitos deles, sobretudo os que não se encontravam sob o corpo d'água, foram removidos por requeiros (garimpeiros manuais), para o aproveitamento do ouro ainda contido. Entretanto não se pode descartar a remobilização do mercúrio desses focos por processos naturais (evaporação, lixiviação, percolação, etc).

Essas hipóteses justificam os baixos teores encontrados em perfis de sedimento ao longo dessa drenagem, em recente estudo realizado por SILVA (2000). Em quaisquer das hipóteses, para explicar a remobilização do mercúrio residual, tem-se a certeza de que vem ocorrendo a disseminação do metal para uma área maior, ampliando o halo de dispersão.

No córrego Tanque dos Padres, os dados obtidos nas campanhas dos anos de 97 e 98 indicam, tanto uma tendência de decréscimo do teor de Hg (ppb) e Fe (%), como uma tendência de aumento da matéria orgânica M.O. (%), ao longo da drenagem. Essas variações podem ser atribuídas ao efeito das enxurradas que carregam maior quantidade de material em suspensão diluindo os teores dos metais, como consequência do maior aporte de sedimentos e do aumento do teor de matéria orgânica,

Comportamento bastante semelhante ao córrego Tanque dos Padres, Figura 02, ocorre com o córrego Piranema, conforme Figura 03, que se seguem.

Figura 02: Curva de tendência de Hg, Fe e M.O. - Pontos ao longo do córrego.

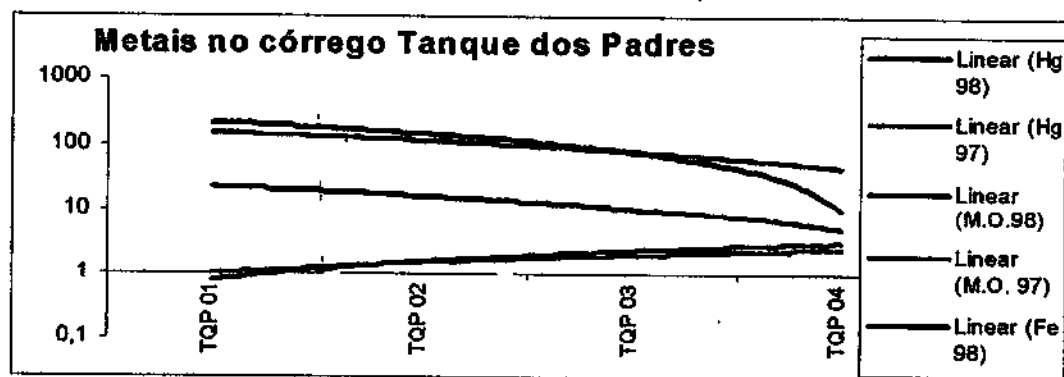
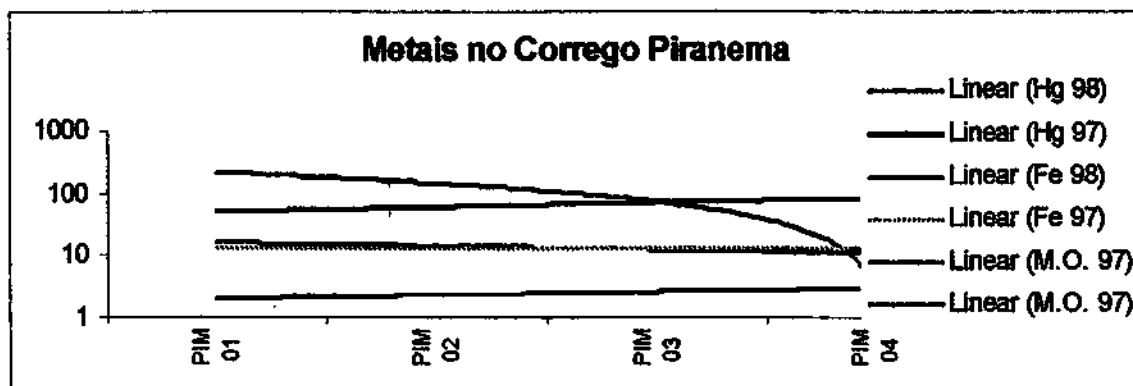


Figura 03: Curva de tendência de Hg, Fe e M.O. – Pontos ao longo do córrego



No rio Bento Gomes, nota-se uma tendência de incremento dos teores de Mn, Hg e matéria orgânica, à medida que o mesmo vai adentrando em terrenos alagados do Pantanal, conforme sintetiza a Figura 03, que se segue. Esta tendência pode ser entendida, considerando-se o fato do rio Bento Gomes ser o principal coletor de águas da região, e a progressiva queda de gradiente e portanto na velocidade das águas, a medida que o mesmo adentra na planície pantaneira, favorecendo o processo acumulativo.

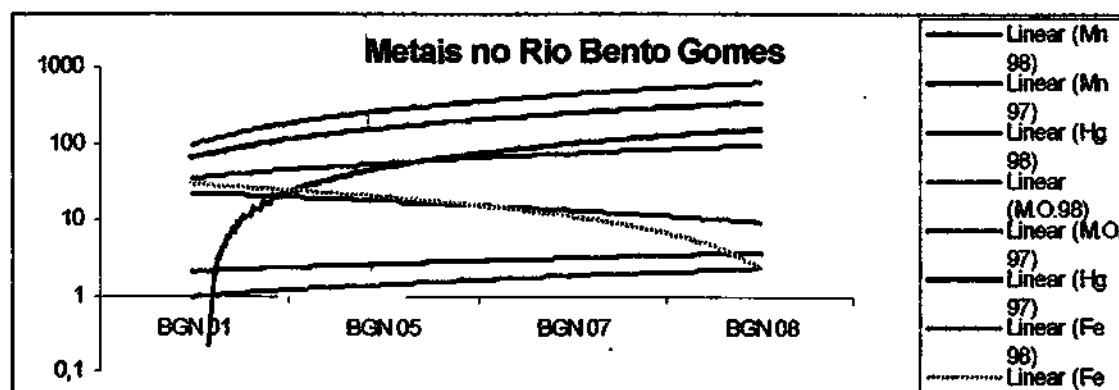


Figura 04: Curvas de Tendência de Hg, Fe e M.O. Pontos ao longo do rio Bento Gomes

Com relação a emissão de mercúrio nos empreendimentos, as exigências formuladas para fins de licenciamento, resultaram em uma situação onde todos os garimpos regularizados e em atividade, construíram ou adaptaram instalações denominadas centrais de amalgamação, que ao menos do ponto de vista da estrutura física, atenderam praticamente as exigências contidas no Manual de Procedimentos da FEMA.

No entanto, a manipulação do metal nessas centrais, sem exceção, ainda é crítica, devido a falta de maiores cuidados por parte dos amalgamadores/queimadores, que além de não usarem equipamentos de segurança pessoal (EPI), 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 (Tabela 07), mesmo durante a 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 velhas ou mesmo inadequadas, que na sua maioria, tem as juntas/vedação comprometidas em função da dilatação do material quando submetido a sucessivos aquecimentos.

Os rejeitos contaminados, mesmo depositados em lugares apropriados, encontram-se em muitos casos, sem a cobertura da lâmina de água como recomendado pela FEMA, e portanto, vindo a constituir um outro ponto de emissão do contaminante para o ambiente. Para se avaliar a gravidade do fato, realça-se que foram determinados teores de até $198 \mu\text{gHg}/\text{m}^3$, no ar que circunda estes corpos de rejeitos.

Os parâmetros físico-químicos da água de abastecimento das unidades de beneficiamento e da água utilizada no circuito de amalgamação não apresentam diferenças significativas, quando comparados às medidas efetuadas no mês de julho/96 e as realizadas no ano de 1998, conforme evidenciam as Tabelas 08 e 09, em anexo.

5 - Conclusões e recomendações

Os resultados obtidos nesta fase do monitoramento, inerente ao meio físico, assinalam estar havendo, com relação ao mercúrio, um incremento no nível basal, considerando-se as diversas pesquisas publicadas nos últimos 10 anos, realizadas na região de Poconé, o que certamente reflete o processo de dispersão do metal oriundo da atividade garimpeira.

Os dados obtidos permitiram obter um teor médio em amostras de sedimento de corrente, da ordem de 88 ppb, em 1997 e de 78 ppb, em 1998. Valores estes relativamente altos, se comparados com as médias obtidas em mesmo substrato, nos trabalhos anteriores, com teores variando na média entre 20 a 40 ppb.

O caráter mais ou menos homogêneo dos teores de Hg, em sedimentos de corrente da região, considerando-se o rol de trabalhos existentes, evidencia que o meio hídrico não deve ser o principal disseminador do metal na região.

A aparente tendência de diluição do Hg, de origem antropogênica, nos diversos compartimentos ambientais, não minimiza a preocupação e vigilância a ser mantida, com relação a eventuais danos aos ecossistemas do Pantanal de Poconé, em parte, devido ao pequeno conhecimento da dinâmica do metal em ambiente tropical, sujeito a processos de alagamento sazonais.

Em relação aos outros elementos determinados, em todos os substratos amostrados, não há indícios de anomalias, face à ação antrópica, que possa estar afetando os ecossistemas da região.

Somente a determinação de metais, em especial o mercúrio no meio físico não é suficiente para avaliar os riscos potenciais a que está exposto a fauna e a flora pantaneira. É imprescindível e urgente a implantação do biomonitoramento, para avaliar de que forma pode estar ocorrendo a biomagnificação do mercúrio.

Apesar de não eliminar a emissão de mercúrio para o meio ambiente, devido principalmente, às condições de operação e manuseio do mercúrio durante o processo de amalgamação, as centrais de amalgamação restringiram o espaço de contaminação e a quantidade de contaminante disperso para o meio ambiente. No entanto, ainda se faz necessário campanhas educativas direcionadas ao pessoal que manuseia o metal.

Independente do cenário e perspectiva futura da atividade mineradora em Poconé, é necessário consolidar e aprimorar esta rede de monitoramento, implementando-se o biomonitoramento, para a melhor compreensão dos fenômenos afetos a incorporação do mercúrio na cadeia trófica, principal preocupação e motivo de controvérsias e discussões, que frequentemente afloram na sociedade.

6 - Bibliografia Consultada

- 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.
- CETESB .**1994. Coleta e Preservação de Amostras de Água - Parâmetros físico-químicos. Série Didática Água, vol. 13. 148p.
- CPRM .** 1987. Manual Técnico do Laboratório de Análises Minerais (LAMIN). Rio de Janeiro, Brasil 47p.
- Gonçalves, G.O & Paiva, E. C.** 1995. Otimização da Metodologia para Determinação de Mercúrio Total em Rochas, Solos e Sedimentos. Depto de Química. CETEM/CNPq. Doc. Interno. Rio de Janeiro, Brasil, 8p.
- Hudson, R. J. M., Gherini, S. A., Fitzgerald, W. F. and Porcella, D. B.** 1995. Anthropogenic influences on the global mercury cycle: A model based analysis. Water, Air and Soil Pollution- 80: 265-272.
- 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- 8:478-484.
- Malm , O; Pfeiffer, W. C.; Bastos, W. R.; Souza, C. M. M.** 1989. Utilização do Acessório de Geração de Vapor Frio para Análise de Mercúrio em Investigações Ambientais por Espectrofotometria de Absorção Atômica. Ciência e Cultura - Revista da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência- 41: 88-92.
- Marins, R. V.** 1980. Determinação de Mercúrio por Espectrofotometria de Absorção Atômica com Geração de Vapor Frio em Amostras Ambientais. CETEM/ CNPq Rio de Janeiro, Brasil.
- Marins, R.V.** 1981. Estudos limnológicos no pantanal Mato-grossense. Secretaria da Agricultura do Estado de Mato Grosso Cuiabá/MT.
- Pavan, M.A.; Bloch, M.F.; Zempulski, H.C.; Miyazawa, M. & Zocoler, D.C.** 1992. Manual de análise química de solo e controle de qualidade. IAPAR, Londrina/PR. 40p.
- Pereira Filho, S.R.** 1995. Metais pesados nas sub-bacias hidrográficas de Poconé e Alta Floresta - Série Tecnologia Ambiental 10. CETEM/CNPq, Rio de Janeiro, Brasil 90p.

- Silva, A. P.** 1993. Coleta de Amostras em Solos, Sedimentos e Águas de Ambientes Impactados por Mercúrio para Monitoramento Ambiental. IN: Mercúrio em Áreas de Garimpos de Ouro. Câmara, Volney de M. (editor). Programa de Saúde Ambiental/OPAS/OMS. Série Vigilância, vol.12,. México. 167p.
- 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.
- 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, Depto. of Geochemistry, Niterói, Brazil. p.
- Silva, A. P.; Câmara, V.; Nascimento, O .C.; Oliveira, L.J.; Silva, E.C.; Piveta F.; Barrocas, P.R.G.** 1996. Emissões de Mercúrio na queima de amalgama: Estudo da contaminação de ar, solos e poeira em domicílios de Poconé, MT- Tecnologia Ambiental 13 CETEM/CNPq, Rio de Janeiro, Brazil. 40 p
- 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. Monografia DGG- UFMT. 63p.
- 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.
- 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.

ANEXOS - TABELAS

Tabela 01 – Coordenadas dos pontos amostrados na bacia do rio Bento Gomes

Ponto	Coordenadas (UTM)		Ponto	Coordenadas (UTM)	
	E	N		E	N
ANT 01	534.604	8.202.404	PIM 02	545.295	8.205.056
BGN 01	555.930	8.231.229	PIM 03	545.347	8.203.193
BGN 03	549.315	8.197.533	PIM 04	549.315	8.197.533
BGN 04	549.315	8.197.533	PRT 01	533.458	8.202.577
BGN 05	548.758	8.196.169	PRT 02	534.998	8.201.377
BGN 07	543.553	8.187.850	PRT 03	535.228	8.199.911
BGN 08	535.238	8.183.986	PRT 04	535.402	8.195.284
CAA 01	541.930	8.201.829	PRT 05	TRANS	PANTAN
CCO 01	537.790	8.203.367	PRT 06	541.260	8.188.897
CCO 02	538.920	8.205.217	RAB 01	528.130	8.193.790
CDC 01	533.354	8.199.493	TAL 01	534.998	8.201.377
CFU 01	536.452	8.206.407	TEB 01	S 16° 15.706'	W 56° 38.855'
CFU 03	539.963	8.206.341	TEB 02	16° 15.294'	56° 35.882'
CFU 04*	542.824	8.206.252	TQP 01	537.460	8.199.735
CFU 05*	Fazenda	Vila Nova	TQP 02	539.473	8.198.615
CLO 01	536.652	8.205.787	TQP 03	S 16° 20.435'	W 56° 36.419'
DCI 01	542.528	8.207.468	TQP 04	541.675	8.193.680
PIM 00*	Estrada p/ Usina de Alcool		TRA 01	MT 060	
PIM 01	542.165	8.217.678	VGC 01	535.228	8.199.911

Tabela 02 - Teor de metais em solos amostrados na bacia do rio Bento Gomes

AMOSTRA	Hg	Cu	Mn	Co	Pb	Cd	Zn	Cr	Fe	M.O
BNG 02 *	5,1	17	163	17	24	< 0.2	84	15	10.40	2.54
BNG 02 A *	17,5	15	287	13	12	< 0.2	97	21	8.12	1.98
CCA 01 *	11,7	14	223	8	12	< 0.2	64	16	8.35	2.10
CCO 01 *	85,5	21	340	27	20	0.6	71	14	21.80	1.63
CFU 01 *	12,6	18	790	19	29	< 0.2	50	20	9.96	1.10
PIM 01 *	38,8	30	184	57	22	< 0.2	92	16	5.87	4.74
PRT 01 A *	14,5	44	1409	37	30	0.9	134	22	34.23	0.51
PRT 01 B **	8,7	16	358	21	15	< 0.2	96	14	11.25	1.12
TEB 01 A *	35,0	9	217	12	6	< 0.2	35	12	16.73	1.29
TEB 01 B **	12,5	11	136	9	< 0.5	< 0.2	50	12	2.95	0.97

* solo antopizado

** solo não antropizado

**Tabela 03 – Parâmetros físico-químicos dos pontos amostrados na bacia do rio Bento
Gomes comparativos 97 e 98**

PONTO	pH		eH		TURB		COND.		O.D.		TEMP oC			
			mV		NTU		$\mu\text{S/cm}$		mg/l		ar		água	
	97	98	97	98	97	98	97	98	97	98	97	98	97	98
ANT 01	6,5	5.94	95	102	0	18	60	71	6,40	3.36	32	37	26	30.4
BNG 01	7,5	6.74	104	85	36	33	175	97	7,50	5.58	30	31	23,6	26.7
BNG 05	7,1	6.67	121	91	10	6	126	144	5,20	4.37	28	36	22,4	32
BNG 07	6,3	6.68	78	280	10	7	90	103	5,80	2.88	39		29	32.2
BNG 08	6,5	6.52	99	115	2	8	146	159	2,99	1.40	37		24,4	30.8
CAA 01	6,3	5.56	45	12	10	7	31	52	5,23	3.56	34	32	27	27.8
CCO 01	6,1	6.42	65	- 64	2	2	50	150	7,40	1.44	29	37	25	27.5
CCO 02	6,3	5.74	154	54	10	3	54	40	5,91	5.80	37	34	29,5	27.7
CDC 01	6,7	6.14	42	-6	8	4	83	142	5,41	1.88	38	38	27,3	28.8
CFU 01	6,8	6.55	225	73	13	6	60	97	7,90	7.92	39	36	24	25.7
CFU 03	6,8	6.63	215	167	10	10	56	88	7,60	7.80	38	35	25,7	29.3
CLO 01	7,1	6.64	98	103	0	2	30	48	7,80	5.72	32	36	26	29.5
DCI 01	6,7	6.02	118	260	10	6	73	56	6,30	7.65	38	35	28,8	30.8
PIM 02	6,7	6.45	147	122	3	6	65	93	5,58	4.30	37	31	22,7	29.7
PIM 03	6,8	6.54	141	111	4	29	60	86	6,50	4.19	32	35	24	29.0
PIM 04	6,8	6.58	107	154	3	25	80	95	4,30	5.22	30	28	22,2	34
PRT 01	6,7	6.60	112	142	2	6	70	110	7,40	4.09	33	34	22	24.7
PRT 02	6,6	6.40	123	131	2	2	70	103	7,40	7.82	32	36	26	28.7
PRT 03	6,5	6.44	130	87	2	2	70	86	6,90	6.75	36	38	27	29.0
PRT 04	6,5	7.03	145	225	10	28	70	74	7,90	6.98	31		23,8	26.7
PRT 05	6,6	6.38	87	79	10	5	67	76	6,40	4.02	38		26,6	26.2
PRT 06	6,7	7.30	97	182	4	3	71	70	5,37	7.56	39		30,1	35.8
RAB 01	7,2	7.51	119	207	0	4	101	148	7,70	6.58	31		22,2	27.5
TEB 01	6,7	5.70	30	67	18	16	111	62	7,39	5.10	39	35	25,5	32.2
TEB 02	6,6	6.18	150	351	2	6	37	171	5,90	5.98	31	36	27,2	31.2
TQP 01	6,5	5.04	107	97	2	4	47	11	6,41	3.85	30	31	21,8	28.0
TQP 02	5,2	6.23	179	151	0	1	9	53	6,68	5.47	31	38	24,6	33.2
TQP 03	8.6	6.09	74	115	6	1	50	51		7.30	37	37	33	33.0
TRA 01	7,0	4.87	176	257	4	27	71	50	6,20	5.06	31		25,9	29
VGC 01	6,8	6.44	90	87	10	2	51	86	7,80	6.75	33		23,6	29.0

Tabela 04 - Metais em água nos pontos amostrados na bacia do rio Bento Gomes

Pontos	Cu (mg/l)		Mn (mg/l)		Co (mg/l)		Pb (mg/l)	
	98	97	98	97	98	97	98	97
ANT 01	n.d.	/	0,61	/	n.d.	/	n.d.	/
BGN 01	n.d.	/	n.d.	/	n.d.	/	n.d.	/
BGN 02	n.a	n.d.	n.a	n.d.	n.a	n.d.	n.a	n.d.
BGN 03*	n.d.	n.a	n.d.	n.a	n.d.	n.a	n.d.	n.a
BGN 04*	n.d.	n.a	n.d.	n.a	n.d.	n.a	n.d.	n.a
BGN 05	n.d.	n.d.	0,03	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
BGN 07	n.d.	n.d.	0,03	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
BGN 08	n.d.	n.d.	0,84	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
CAA 01	n.d.	n.d.	0,14	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
CAN 01	n.a	n.d.	n.a	n.d.	n.a	n.d.	n.a	n.d.
CCO 01	n.d.	n.d.	1,45	0,07	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
CCO 02	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
CDC 01	n.d.	n.d.	0,45	0,06	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
CFU 01	n.d.	n.d.	0,02	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
CFU 03	n.d.	/	n.d.	/	n.d.	/	n.d.	/
CFU 04*	n.d.	n.a	0,09	n.a	n.d.	n.a	n.d.	n.a
CFU 05*	n.d.	n.a	0,05	n.a	n.d.	n.a	n.d.	n.a
CHI 01	n.a	/	n.a	n.d.	n.a	/	n.a	/
CHI 02	n.a	n.d.	n.a	n.d.	n.a	n.d.	n.a	n.d.
CLO 01	n.d.	n.d.	0,03	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
DCI 01	n.d.	n.d.	0,10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
FPO 01	n.a	n.d.	n.a	n.d.	n.a	n.d.	n.a	n.d.
PIM 00*	n.d.	n.a	0,07	n.a	n.d.	n.a	n.d.	n.a
PIM 01	n.d.	n.d.	n.d.	0,12	n.d.	n.d.	n.d.	/
PIM 02	n.d.	n.d.	0,08	0,74	n.d.	/	n.d.	n.d.
PIM 03	n.d.	/	0,06	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PIM 04	n.d.	n.d.	n.d.	/	/	n.d.	n.d.	n.d.
PRT 01	n.d.	n.d.	0,03	0,04	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PRT 02	n.d.	/	0,11	/	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PRT 03	n.d.	0,02	0,03	0,09	/	n.d.	n.d.	/
PRT 04	n.d.	/	0,12	0,03	n.d.	/	n.d.	n.d.
PRT 05	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PRT 06	n.d.	n.d.	n.d.	/	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
RAB 01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	/
TAL 01	/	/	/	0,09	/	/	/	n.d.
TEB 01	n.d.	n.d.	n.d.	0,84	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
TEB 02	n.d.	n.d.	0,03	0,03	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
TQP 01	n.d.	n.d.	n.d.	/	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
TQP 02	n.d.	n.d.	1,34	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
TQP 03	n.d.	/	0,03	/	n.d.	/	n.d.	/
TRA 01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
VGC 01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Limite de Deteccção	0.01		0.02		0.15		0.05	
VMP Conama 20/86	0.50		0.50		0.20		0.05	

n. a – não amostrado

n.d.- não detectado

Tabela 04 A - Metais em água nos pontos amostrados na bacia do rio Bento Gomes

Pontos	Cd (mg/l)		Zn (mg/l)		Cr (mg/l)		Fe (mg/l)	
	98	97	98	97	98	97	98	97
ANT 01	n.d.	n.d.	n.d.	/	n.d.	/	0,824	/
BGN 01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,442	0,04
BGN 02	n.a	n.d.	n.a	n.d.	n.a		n.a	n.d.
BGN 03*	n.d.	n.a	0,149	n.a	n.d.	n.a	0,035	n.a
BGN 04*	n.d.	n.a	0,192	n.a	n.d.	n.a	0,036	n.a
BGN 05	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,210	n.d.
BGN 07	n.d.	n.d.	n.d.	/	n.d.	n.d.	0,417	/
BGN 08	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	/	1,099	n.d.
CAA 01	n.d.	n.d.	0,122	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
CAN 01	n.a	n.d.	n.a	n.d.	n.a	n.d.	n.a	0,08
CCO 01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,012	/
CCO 02	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,247	0,03
CDC 01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,393	0,02
CFU 01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
CFU 03	n.d.	/	0,161	/	n.d.	n.d.	0,724	/
CFU 04*	n.d.	n.a	n.d.	n.a	n.d.	n.a	0,83	n.a
CFU 05*	n.d.	n.a	n.d.	n.a	n.d.	n.a	0,837	
CHI 01	n.a	/	n.a	/	n.a	/	n.a	n.d.
CHI 02	n.a	n.d.		n.d.		n.d.		0,120
CLO 01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,832	0,108
DCI 01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,864	n.d.
FPO 01	n.a	n.d.	n.a	n.d.	n.a	n.d.	n.a	/
PIM 00*	n.d.	n.a	n.d.	n.a	n.d.	n.a	0,202	n.a
PIM 01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,09
PIM 02	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,446	n.d.
PIM 03	n.d.	n.d.	0,133	n.d.	n.d.	n.d.	0,678	0,025
PIM 04	n.d.	n.d.	0,114	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	/
PRT 01	n.d.	n.d.	0,152	n.d.	n.d.	n.d.	0,307	0,332
PRT 02	n.d.	n.d.	0,241	n.d.	n.d.	n.d.	0,885	/
PRT 03	n.d.	n.d.	0,233	n.d.	n.d.	n.d.	0,264	0,038
PRT 04	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,200	/
PRT 05	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,918	n.d.
PRT 06	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,065	0,067
RAB 01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,137	n.d.
TAL 01	/	n.d.	/	n.d.	/	n.d.	/	n.d.
TEB 01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	/	n.d.	n.d.
TEB 02	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
TQP 01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
TQP 02	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,525	n.d.
TQP 03	n.d.	n.d.	0,180	n.d.	n.d.	n.d.	0,490	n.d.
TRA 01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,123
VGC 01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,408	/
Limite de Detecção	0,008		0,05		0,01		0,02	
Conama 20/86 VMP	0,01		5,0		0,05		5,0	

Tabela 05 - Metais em material particulado em suspensão, nos pontos amostrados na bacia do rio Bento Gomes

Pontos	Hg (µg/Kg)		Cu (mg/Kg)		Mn (mg/Kg)		Co (mg/Kg)		Pb (mg/Kg)	
	98	97	98	97	98	97	98	97	98	97
ANT 01	nd	19	10	3	129	621	< 5	10	< 5	< 5
BGN 01	135	34	2	5	368	130	< 5	< 5	< 5	< 5
BGN 02		110		< 1		160		14		16
BGN 03*	41		2		156		< 5		< 5	
BGN 04*	8		3		187		< 5		< 5	
BGN 05	nd	13	8	7	98	42	7	13	8	< 5
BGN 07	492	15	12	12	71	93	5	< 5	< 5	13
BGN 08	412	286	1	3	164	311	9	< 5	< 5	19
CAA 01	nd	22	14	4	97	211	6	< 5	13	< 5
CAN 01		45		11		240		7		< 5
CCO 01	1945	253	16	19	358	124	< 5	12	< 5	< 5
CCO 02	nd	99	1	3	83	153	10	27	7	15
CDC 01	464	33	1	9	241	90	< 5	10	9	33
CFU 01	2653	18	19	12	157	151	21	13	< 5	16
CFU 02		/		/		/		/		/
CFU 03	nd		21		93		7		16	
CFU 04*	1016		15		82		21		< 5	
CFU 05*	55		2		16		13		12	
CHI 01		70		7		49		< 5		7
CHI 02		19		7		87		< 5		12
CLO 01	nd	14	9	9	18	54	< 5	< 5	21	5
DCI 01	nd	121	13	5	41	121	< 5	8	< 5	< 5
FPO 01		13		9		241		< 5		12
PIM 00*	nd		11		174		< 5		< 5	
PIM 01	115	21	2	10	241	114	6	11	5	7
PIM 02	4435	20	1	7	158	422	14	25	< 5	11
PIM 03	273	36	5	8	93	75	8	19	9	18
PIM 04	3869	44	18	7	73	266	18	6	< 5	8
PRT 01	428	132	12	< 1	289	386	< 5	5	28	11
PRT 02	123	18	7	14	51	206	< 5	18	< 5	< 5
PRT 03	521	11	2	7	96	26	10	13	15	< 5
PRT 04	2993	20	3	< 1	97	67	< 5	17	< 5	12
PRT 05	304	56	2	< 1	54	92	5	< 5	7	< 5
PRT 06	2058	19	5	7	39	18	7	12	< 5	19
RAB 01	158	23	7	8	79	391	5	< 5	8	10
TAL 01		18		6		128		9		< 5
TEB 01	nd	19	16	5	13	63	13	5	5	< 5
TEB 02	238	34	3	3	49	162	28	6	14	< 5
TQP 01	817	20	16	7	39	300	< 5	23	9	6
TQP 02	9353	176	1	6	124	45	6	< 5	11	5
TQP 03	2112		8	/	13	/	13	5	9	7
TRA 01	315	54	2	9	100	217	7	9	< 5	10
VGC 01	177	22	3	8	58	207	9	6	< 5	9
Limite de Detecção	5		1		2		5		5	

Tabela 05A - Metais em material particulado em suspensão, nos pontos amostrados na bacia do rio Bento Gomes

Pontos	Cd (mg/Kg)		Zn (mg/Kg)		Cr (mg/Kg)		Fe (%)	
	98	97	98	97	98	97	98	97
ANT 01	nd	0,2	18	33	< 5	< 5	0,91	1,00
BGN 01	nd	0,2	43	89	< 5	< 5	1,02	0,69
BGN 02		0,3		67		< 5		0,95
BGN 03*	0,2		14		< 5		0,35	
BGN 04*	0,2		29		< 5		0,58	
BGN 05	nd	0,4	37	45	< 5	< 5	0,36	0,81
BGN 07	nd	0,2	12	28	< 5	< 5	0,56	1,02
BGN 08	0,3	nd	7	28	< 5	< 5	0,91	0,50
CAA 01	nd	0,4	19	26	< 5	< 5	0,87	1,93
CAN 01		nd		55		< 5		0,59
CCO 01	1,0	0,4	180	< 2	< 5	< 5	0,97	0,56
CCO 02	nd	0,4	36	39	< 5	< 5	0,13	0,82
CDC 01	0,9	nd	78	26	< 5	/	0,57	1,35
CFU 01	nd	nd	52	13	< 5	< 5	0,67	0,98
CFU 02		/		/		< 5		/
CFU 03	nd		31		< 5		0,81	
CFU 04*	nd		19		< 5		0,85	
CFU 05*	nd		27		< 5		0,21	
CHI 01		nd		13		< 5		1,83
CHI 02		nd		12		< 5		1,40
CLO 01	0,3	nd	43	35	< 5	< 5	0,33	0,86
DCI 01	nd	1,0	19	< 2	< 5	< 5	0,15	1,07
FPO 01		0,6		48		< 5		0,80
PIM 00*	0,3		58		< 5		1,06	
PIM 01	nd	0,4	96	68	< 5	< 5	1,09	1,70
PIM 02	nd	0,4	11	36	< 5	< 5	0,38	0,73
PIM 03	nd	nd	9	41	< 5	< 5	0,94	1,04
PIM 04	0,3	0,2	15	3	< 5	< 5	0,65	0,34
PRT 01	nd	0,2	17	45	< 5	< 5	0,98	0,82
PRT 02	nd	0,3	53	28	< 5	< 5	0,58	1,03
PRT 03	nd	0,9	34	118	< 5	< 5	0,73	1,06
PRT 04	nd	0,3	31	26	< 5	< 5	0,97	1,04
PRT 05	nd	nd	21	15	< 5	< 5	0,24	0,63
PRT 06	nd	0,3	16	15	< 5	< 5	0,13	0,49
RAB 01	nd	nd	12	35	< 5	< 5	0,12	2,30
TAL 01	/	nd	/	13	/	< 5	/	1,11
TEB 01	nd	nd	28	21	< 5	< 5	1,13	0,49
TEB 02	0,4	nd	44	50	< 5	< 5	0,27	0,86
TQP 01	nd	nd	18	< 2	< 5	< 5	0,54	0,89
TQP 02	nd	nd	16	65	< 5	< 5	0,73	0,56
TQP 03	nd	nd	18	/	< 5	/	0,12	/
TRA 01	0,3	nd	28	74	< 5	< 5	0,79	0,93
VGC 01	nd	nd	37	66	< 5	< 5	0,81	1,01
Limite de Detecção	0,2		1,0		5		0,01	

Tabela 06 - Metais em Sedimento de Corrente nos pontos amostrados na bacia do rio Bento Gomes

Pontos	Hg (µg/ml)		Cu (mg/l)		Mn (mg/l)		Co (mg/l)		Pb (mg/l)	
	98	97	98	97	98	97	98	97	98	97
ANT 01	118	30	28	15	321	621	21	41	< 5	< 5
BGN 01	23	25	15	29	102	63	9	18	< 5	< 5
BGN 02		35		41		160		42		16
BGN 03	29		12		165		13		< 5	
BGN 04	14		11		147		47		< 5	
BGN 05	40	39	41	9	215	98	52	56	< 5	< 5
BGN 07	133	26	28	9	489	353	43	44	7	13
BGN 08	57	198	29	13	576	279	27	37	< 5	19
CAA 01	104	79	13	10	432	572	13	24	< 5	< 5
CAN 01		128		18		438		82		< 5
CCO 01	178	58	5	< 1	987	1956	57	47	< 5	< 5
CCO 02	96	147	61	18	756	1238	91	51	< 5	15
CDC 01	44	58	2	20	429	536	34	41	13	33
CFU 01	40	18	27	14	356	1023	17	69	28	16
CFU 02		169		25		346	22	23	10	/
CFU 03	66		16		872		82		12	
CFU 04	26		18		246		14		21	
CFU 05	51		10		367		43		10	
CHI 01		198		7		248		10		/
CHI 02		102		9		369		22		7
CLO 01	140	98	9	11	178	879	8	41	10	5
DCI 01	49	78	10	13	1258	136	16	38	9	< 5
FPO 01		18		258		1241		42		12
PIM 00*	77		52		461		17		21	
PIM 01	270	59	13	18	257	321	23	64	12	7
PIM 02	47	53	17	17	936	1160	22	40	13	11
PIM 03	83	48	8	14	359	856	37	47	12	18
PIM 04	26	97	6	10	477	298	10	98	< 5	8
PRT 01	31	69	12	19	658	2834	147	40	19	11
PRT 02	69	27	39	25	1795	3166	16	53	10	< 5
PRT 03	121	51	17	24	198	72	31	50	< 5	< 5
PRT 04	76	29	21	21	249	266	21	46	7	12
PRT 05	88	348	10	5	734	146	28	< 5	< 5	< 5
PRT 06	27	50	16	59	54	173	37	34	9	19
RAB 01	31	41	10	8	861	1022	14	47	6	10
TAL 01	70	48	12	26	780	2662	23	13	< 5	< 5
TEB 01	87	125	25	11	468	136	50	80	< 5	< 5
TEB 02	86	245	29	9	158	217	67	49	< 5	< 5
TQP 01	193	167	19	26	1680	2511	31	44	29	6
TQP 02	179	92	20	14	131	231	69	65	< 5	14
TQP 03	46	58	25	16	561	379	12	5	< 5	20
TQP 04	18	65	10	16	1971	1248	< 5	12	< 5	25
TRA 01	51	98	9	24	31	139	< 5	45	13	29
VGC 01	50	55	13	21	587	2540	19	44	21	10
Limite de Detecção	2		1.0		2		5.0		5.0	

Tabela 06 A - Metais em Sedimento de Corrente nos pontos amostrados na bacia do rio Bento Gomes

Pontos	Cd (mg/l)		Zn (mg/l)		Cr (mg/l)		Fe (%)		M. Org. (%)	
	98	97	98	97	98	97	98	97	98	97
ANT 01	1.3	0.9	24	40	< 5	14	9.25	11.74	1.10	0.25
BGN 01	< 0.2	1.3	65	49	13	9	28.10	37.39	1.10	1.29
BGN 02		1.8		78		12		14.36		0.79
BGN 03	0.4		19		21		13.45		0.69	
BGN 04	0.6		37		14		12.98		0.88	
BGN 05	1.3	0.8	15	114	13	22	9.26	5.74	0.94	2.54
BGN 07	< 0.2	1.3	12	87	7	19	9.21	11.57	2.17	5.32
BGN 08	0.2	1.7	41	55	9	11	14.36	6.55	2.14	2.10
CAA 01	0.3	1.0	73	76	11	15	8.36	14.14	3.36	1.27
CAN 01		1.5		89		20		19.46		1.75
CCO 01	1.9	0.3	74	93	19	26	10.47	19.05	1.48	0.76
CCO 02	0.3	1.0	62	66	31	22	16.45	26.09	1.10	1.29
CDC 01	0.5	1.6	29	64	28	14	9.28	17.45	1.35	1.36
CFU 01	< 0.2	0.5	61	81	15	28	13.64	15.22	2.07	0.94
CFU 02		0.6		32		8		13.89		1.29
CFU 03	0.5		38		10		6.39		1.69	
CFU 04	0.4		42		16		5.21			
CFU 05	0.8		38		19		14.29		1.24	
CHI 01		0.2		29		13		18.24		1.21
CHI 02		n.d.		79		28		22.36		0.85
CLO 01	< 0.2	0.3	103	82	< 5	34	6.13	12.31	0.62	1.66
DCI 01	0.6	1.0	28	57	16	22	19.76	9.52	3.59	2.61
FPO 01		0.8		66		30		32.72		2.26
PIM 00*	1.1		59		21		16.47		1.86	
PIM 01	1.0	1.1	31	56	28	13	15.81	13.44	2.04	2.06
PIM 02	0.7	2.0	76	51	26	15	17.18	8.36	2.82	1.37
PIM 03	0.3	1.3	95	68	21	15	6.25	19.35	2.45	3.97
PIM 04	1.7	0.9	37	29	19	17	13.58	10.41	1.73	2.21
PRT 01	0.3	0.8	63	84	11	23	11.60	13.96	2.57	0.65
PRT 02	< 0.2	0.7	87	59	10	24	12.33	20.34	1.60	1.38
PRT 03	1.3	1.7	120	102	18	17	8.21	18.73	2.55	0.34
PRT 04	1.9	1.2	25	59	17	9	17.88	35.36	2.07	3.34
PRT 05	0.4	0.7	57	29	6	13	9.35	2.81	2.56	0.57
PRT 06	< 0.2	1.0	68	71	9	5	7.26	2.15	1.66	2.17
RAB 01	0.3	1.0	84	50	6	< 5	18.24	28.78	1.93	1.35
TAL 01	0.4	0.7	73	84	12	17	4.99	2.95	0.91	0.56
TEB 01	0.8	1.1	39	35	26	9	14.83	30.15	1.40	1.29
TEB 02	2.1	1.1	152	59	12	12	20.14	16.73	0.53	0.25
TQP 01	< 0.2	1.3	12	72	13	37	21.56	31.34	1.03	0.30
TQP 02	1.6	2.5	51	77	14	23	16.73	6.48	0.41	2.24
TQP 03	0.9	0.4	69	88	17	13	9.48	17.31	3.39	2.10
TQP 04	0.3	0.3	37	68	29	54	5.27	21.21	2.51	1.90
TRA 01	0.6	0.4	12	156	19	21	11.36	8.41	0.96	2.52
VGC 01	0.8	0.3	97	87	18	10	10.87	13.23	1.97	0.97
Limite de Detecção	0.2		2		5		0.01		0.01	

Tabela 07 - 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

Tabela 08 - 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)

Tabela 09 - 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
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
Airton 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
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

* A central de amalgamação faz o resumo de dois outros empreendimentos.

** Empreendimento paralisado antes de 1995 (medidas da água da represa)

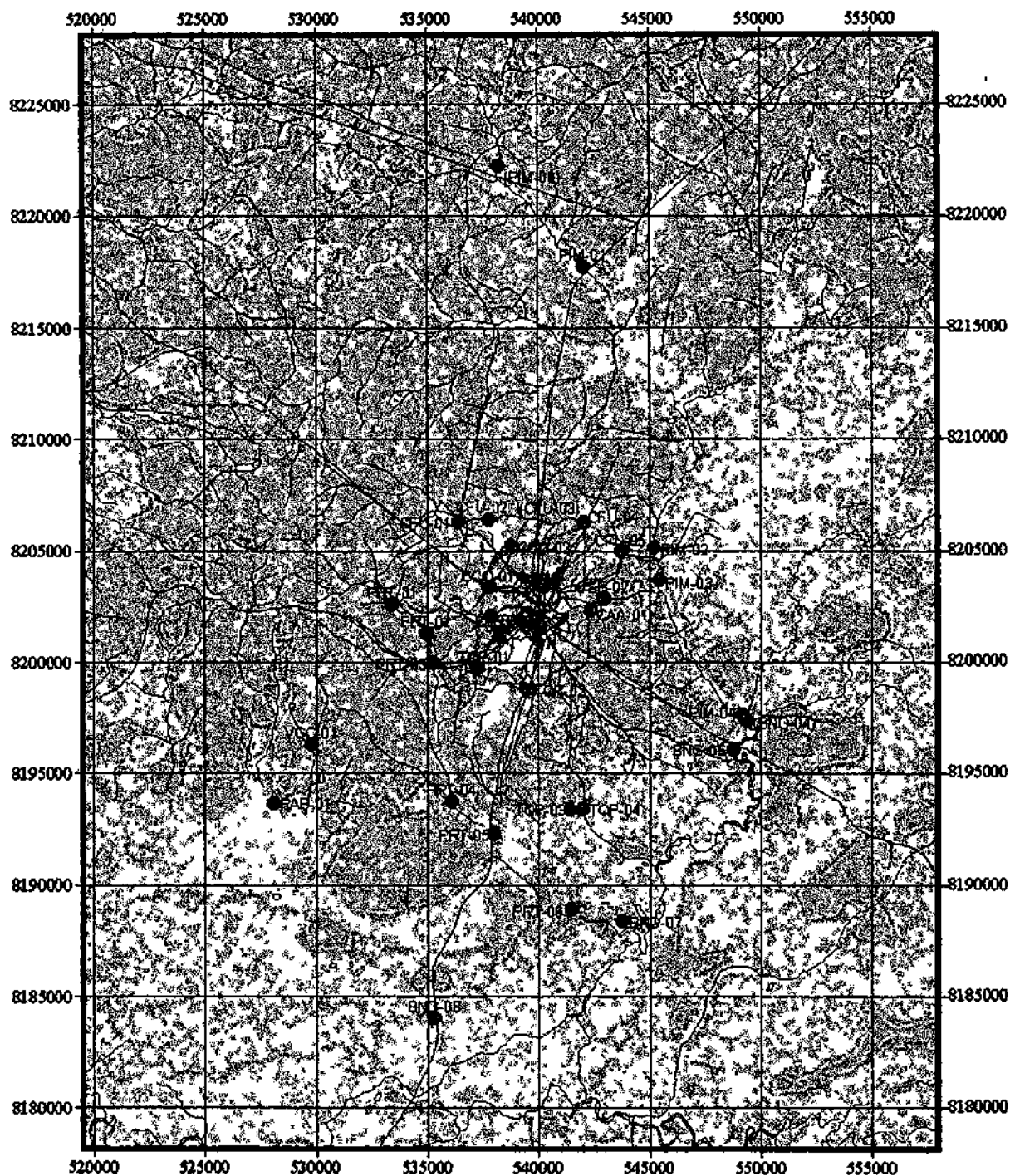
AM – água do circuito de amalgamação - AB – água de abastecimento da planta

Obs :As medições referentes ao ano de 96 foram efetuadas no mês de julho.

ANEXO

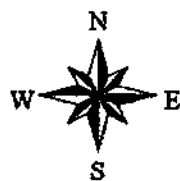
CARTA DE MONITORAMENTO

Carta de Monitoramento de Metais Pesados



LEGENDA

- Estradas
- Estações de Amostragem
- Drenagem
- Perímetro Urbano de Poente
- Áreas Degradadas pelo Garimpo
- Áreas Alagadas
- Áreas Desmatadas

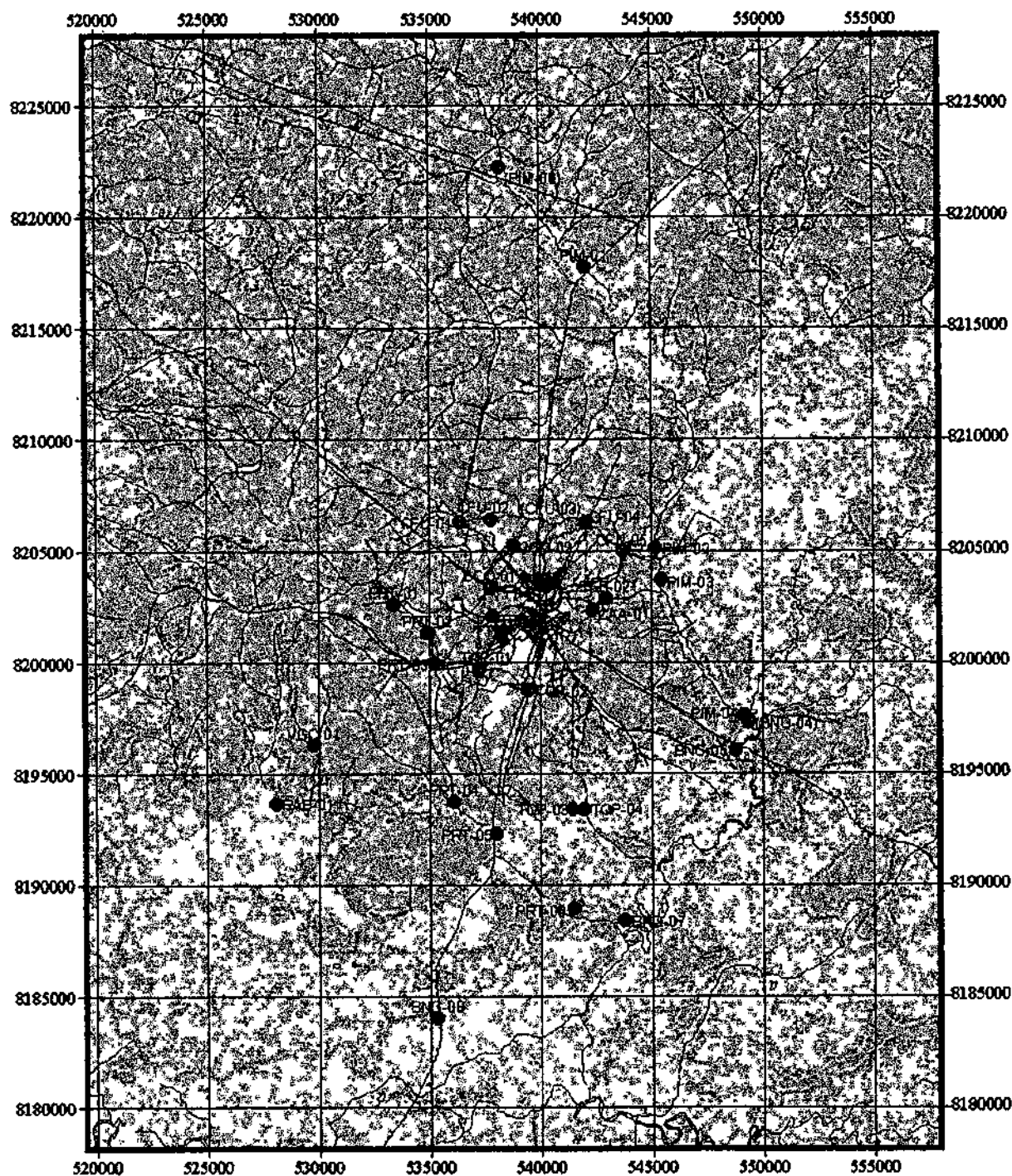


Escala 1:250000

2500 0 2500 5000 Metros

Fontes:
Carta de Monitoramento de Metais Pesados -
FEMA / PRODEAGRO, 1997
Carta Topográfica DSG/IBGE
Levantamentos de Campo

Carta de Monitormento de Metais Pesados



LEGENDA

- Estradas
- Estações de Amostragem
- Drenagem
- Perímetro Urbano de Poconé
- Áreas Degradadas pelo Garimpo
- Áreas Alagadas
- Áreas Desmatadas



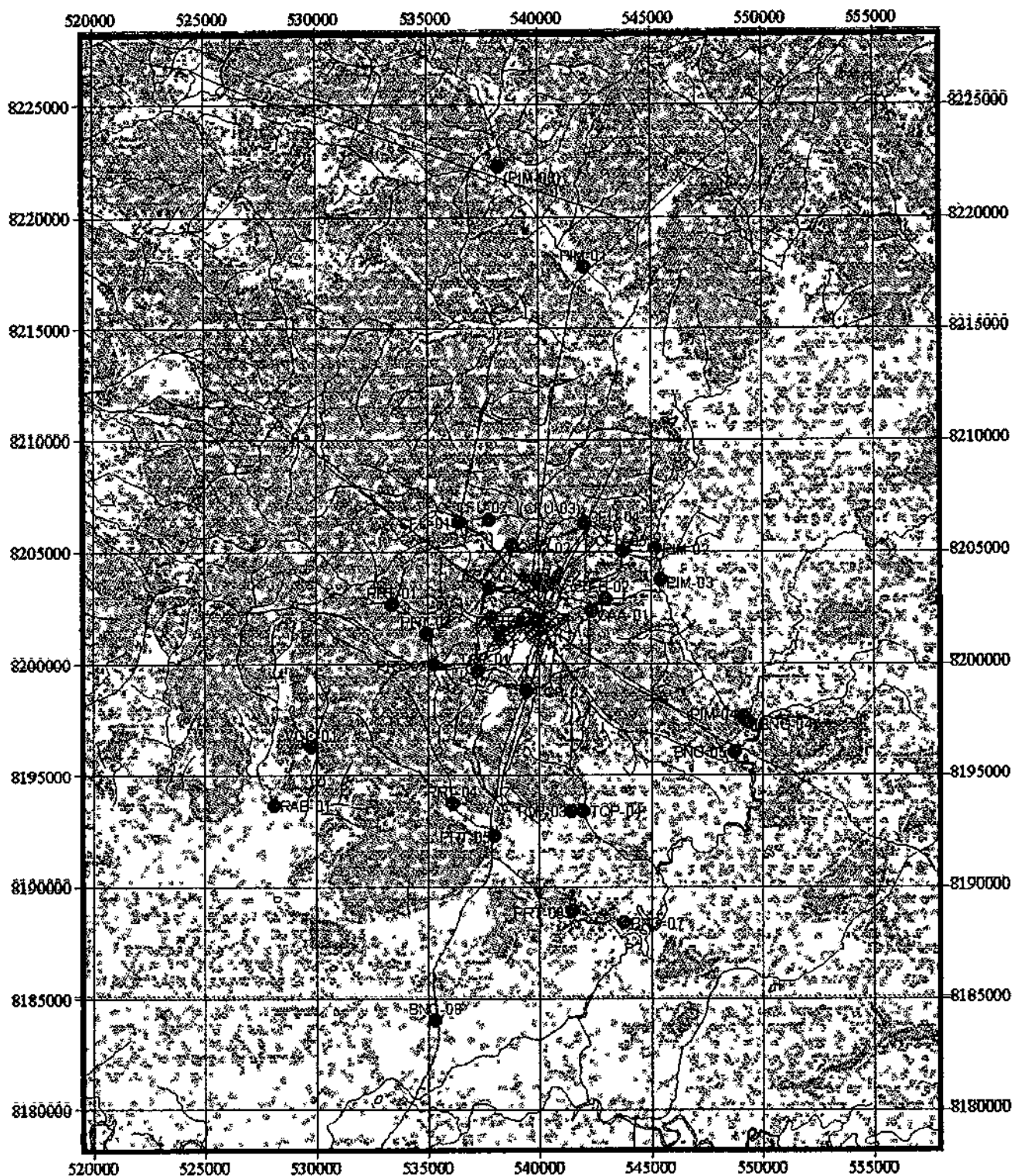
Escala 1:250000

2500 0 2500 5000 Metros

Fontes:

Carta de Monitoramento de Metais Pesados -
FEMA / PRODEAGRO, 1997
Carta Topográfica DSG/BGE
Levantamentos de Campo

Carta de Monitoramento de Metais Pesados



LEGENDA

- Estradas
- Estações de Amostragem
- Drenagem
- Perímetro Urbano de Poconé
- Áreas Degradadas pelo Garimpo
- Áreas Alagadas
- Áreas Desmatadas



Escala 1:250000

2500 0 2500 5000 Metros

Fontes:
 Carta de Monitoramento de Metais Pesados -
 FEMA / PRODEAGRO, 1997.
 Carta Topográfica DSC/IBGE
 Levantamentos de Campo