

Tombo 004541



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

Serviço Geológico do Brasil



REDE X

PROJETO PROVÍNCIA MINERAL DO TAPAJÓS

PROGRAMAÇÃO

Setembro/95

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

Serviço Geológico do Brasil

PROJETO PROVÍNCIA MINERAL DO TAPAJÓS
PROGRAMAÇÃO

Elaboração: Macro Planejamento:
Inácio de Medeiros Delgado
Elaboração: Micro Planejamento:
Valter J. Marques e H. de Araújo Neto

Contribuição:
João Orestes S. Santos
Maria Glícia da Nóbrega Coutinho
Marinho Alves da Silva Filho
Mário José Metelo
Raimundo Geraldo N. Maia
Rômulo Simões Angélica
Sérgio Martini
Xafi da Silva Jorge João

Elaboração Final:
Maria Glícia da Nóbrega Coutinho

Revisão Final:
Sabino O. C. Loguercio

Setembro/95

PROJETO PROVÍNCIA MINERAL DO TAPAJÓS

PROGRAMAÇÃO

Sumário

1	Introdução	1
2	Antecedentes	6
3	Justificativas	7
4	Premissas	8
5	Objetivos	8
6	Infra-estrutura	10
7	Aspectos Geológicos	11
8	Macro Planejamento: Levantamentos Geológicos Básicos e Estudos de Prospectos	12
8.1	Reunião da Equipe Técnica	12
8.2	Plano de Trabalho	13
8.3	Produtos	14
8.3.1	Mapa de Atividades Garimpeiras	14
8.3.2	Mapa de Distribuição das áreas de Ocorrência do Ouro	14
8.3.3	Mapas Geofísicos	15
8.3.4	Mapas Geológicos Preliminares	16
8.3.5	Mapas Metalogenéticos	16
8.3.6	Digitalização das Bases Cartográficas e dos Mapas Temáticos	17
8.3.7	Relatórios Técnicos	17
8.3.8	Bases de Dados	18
8.4	Procedimentos Técnicos	18
8.4.1	Sensoriamento Remoto	18
8.4.2	Petrologia	20
8.4.3	Geocronologia	21
8.4.4	Estudo de Prospectos	22
	(a) Geoquímica do Ouro Supergênico	22
	(b) Mineralizações de Ouro Primário	23
	(c) Prospecção Mineral	24
	(d) Modelagem Espacial de Dados	25
9	Micro Planejamento: Meio Ambiente, Desenvolvimento e Implantação de Técnicas Não Poluentes na Mineração do Ouro e Recuperação de Áreas Degradadas	26
9.1	Introdução	26
9.2	Localização	26
9.3	Degradações Física e Química do Meio Ambiente	26
9.4	Toxicologia Mercurial	28
9.5	Produtos	28
9.5.1	Mapeamento Geológico de Detalhe e Cadastramento de Ocorrências Minerais da Área do Creporizão	28

9.5.2	Mapa de Índices de Geo-Acumulação do Mercúrio na Área do Creporizão	29
9.5.3	Mapa Metalogenético da Área do Creporizão	29
9.5.4	Avaliação do Impacto Ambiental	29
(a)	Avaliação do Impacto dos Efeitos da Mineração no Meio Ambiente	30
9.5.5	Desenvolvimento e Implantação de Técnicas Não Poluentes na Mineração do Ouro	30
(a)	Lavra	31
(b)	Beneficiamento	31
(c)	Tecnologias Alternativas de Beneficiamento de Ouro	32
9.5.6	Caracterização do Meio Ambiente	32
(a)	Hidrogeologia	32
9.5.7	Recuperação de Áreas Degradadas	33
10	Recursos Humanos	34
11	Recursos Financeiros	36
12	Referências	37

Lista de Figuras

Figura 01	Localização da área do projeto	5a
Figura 02	Esboço geográfico mostrando a localização da Província Mineral do Tapajós, da Reserva Garimpeira e das áreas de Macro e Micro Planejamento	5a
Figura 03	Esboço geológico da Província Mineral do Tapajós	11a
Figura 04	Articulação das folhas topográficas 1:250.000 e da cobertura dos projetos de geofísica disponíveis na área da Província Mineral do Tapajós	15a
Figura 05	Desenho esquemático de um perfil laterítico com os diferentes horizontes, desenvolvido sobre rochas portadoras de veios auríferos	22a
Figura 06	Exposição de ouro primário no garimpo do Goiano, Província Mineral do Tapajós (a) e esboço interpretativo mostrando as zonas de alteração e a mineralização (b)	23a
Figura 07	Imagem TM Landsat banda 3 mostrando a localização da área do Creporizão	26a

Lista de Tabelas

Tabela 01	Cronograma de execução das atividades de Macro Planejamento (Levantamento Geológico Básico)	38
Tabela 02	Cronograma de execução das atividades de Micro Planejamento (Meio Ambiente e Tecnologia Mineral)	39

Lista de Anexos

Anexo I	Orçamento detalhado das atividades de Macro Planejamento (Levantamento Geológico Básico)	i
Anexo II	Orçamento detalhado das atividades de Micro Planejamento (Meio Ambiente e Tecnologia Mineral)	iii

PROJETO PROVÍNCIA MINERAL DO TAPAJÓS

PROGRAMAÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A Província Mineral do Tapajós (Fig.01) localiza-se na região Amazônica, abrangendo parte dos estados do Pará e Amazonas, correspondendo a uma área de cerca de 90.000 km². Limita-se ao norte pela Bacia Sedimentar do Amazonas, a leste pelo rio Iriri, ao sul pela serra do Cachimbo e a oeste pelo rio Parauari (Fig. 02).

Politicamente, a província situa-se nos municípios de Itaituba, Jacareacanga, Novo Progresso e Trairão. A cidade de Itaituba, sede do principal município da região, pode ser atingida por via aérea, através de vôos comerciais regulares e diários, interligando-se, desta forma, às principais cidades do país. Por via terrestre, liga-se aos centros mais desenvolvidos, através das rodovias federais BR-163 (Cuiabá-Santarém) e BR-230 (Transamazônica), sendo servida por linhas regulares de ônibus para Alta Floresta, Santarém, Altamira, Marabá e Belém. O acesso pode ser feito, ainda, por via fluvial, através do rio Tapajós e tributários, que permitem a navegação de barcos de médio calado (aproximadamente 100t).

A interiorização, a partir de Itaituba ou Alta Floresta e Peixoto de Azevedo no norte de Mato Grosso, até a região aurífera conhecida, é feita através de aviões de pequeno porte, mono e bimotores, dependendo das características das pistas que são construídas para dar apoio aos garimpos. Até o presente, foram cadastradas cerca de 300 pistas de pouso, que podem ser atingidas num espaço de tempo que varia de 30 - 90 minutos.

Com a construção da Rodovia do Ouro (Cuiabá-Santarém/Mundico Coelho), vários núcleos populacionais foram interligados por estradas de terra, que nas épocas de chuva tornam-se praticamente intransitáveis.

No período de 1965 a 1992, foi registrada oficialmente uma produção de 94,13 toneladas de ouro, na Província Mineral do Tapajós, segundo dados do Projeto Ouro e Gemas (1992). Em 1993, a produção oficial de ouro foi da ordem de 8,3 toneladas equivalente a 10% da produção de ouro do Brasil.

A região em questão é uma das expressivas áreas da Amazônia cujo nível de conhecimento geológico é bastante preliminar apesar de produzir ouro, há quatro décadas, e contribuir efetivamente para o aumento da produção de ouro do País. Neste sentido, o Plano Plurianual para o Desenvolvimento do Setor Mineral Brasileiro elaborado pelo Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, em 1994, selecionou a Província Mineral do Tapajós como uma das áreas prioritárias para o desenvolvimento de programas de pesquisa e avaliação de recursos minerais.

Inserida na Província do Tapajós está localizada a Reserva Garimpeira do Tapajós (Portaria MME Nº 882, 25/07/83), compreendendo uma área de 28.745km², que se estende entre os rios Jamanxim a leste e Tapajós a oeste (Fig. 02).

Distribuídos na área da reserva e em áreas circunvizinhas, que administrativamente abrange os municípios de Itaituba, Trairão, Novo Progresso e Jacareacanga, perfazendo cerca de 50.000 km², convivem cerca de 90.000 garimpeiros. Aproximadamente 290 pontos, ou áreas de garimpos, foram cadastrados pelo Projeto Ouro e Gemas (1992), nessa região. A maior parte desses garimpos retira o ouro das aluviões e, em menor parte, dos depósitos de colúvio e elúvio. Estas áreas têm sido exaustivamente garimpadas, resultando em um grande acúmulo de rejeitos e gerando problemas ambientais inerentes à atividade de garimpagem,

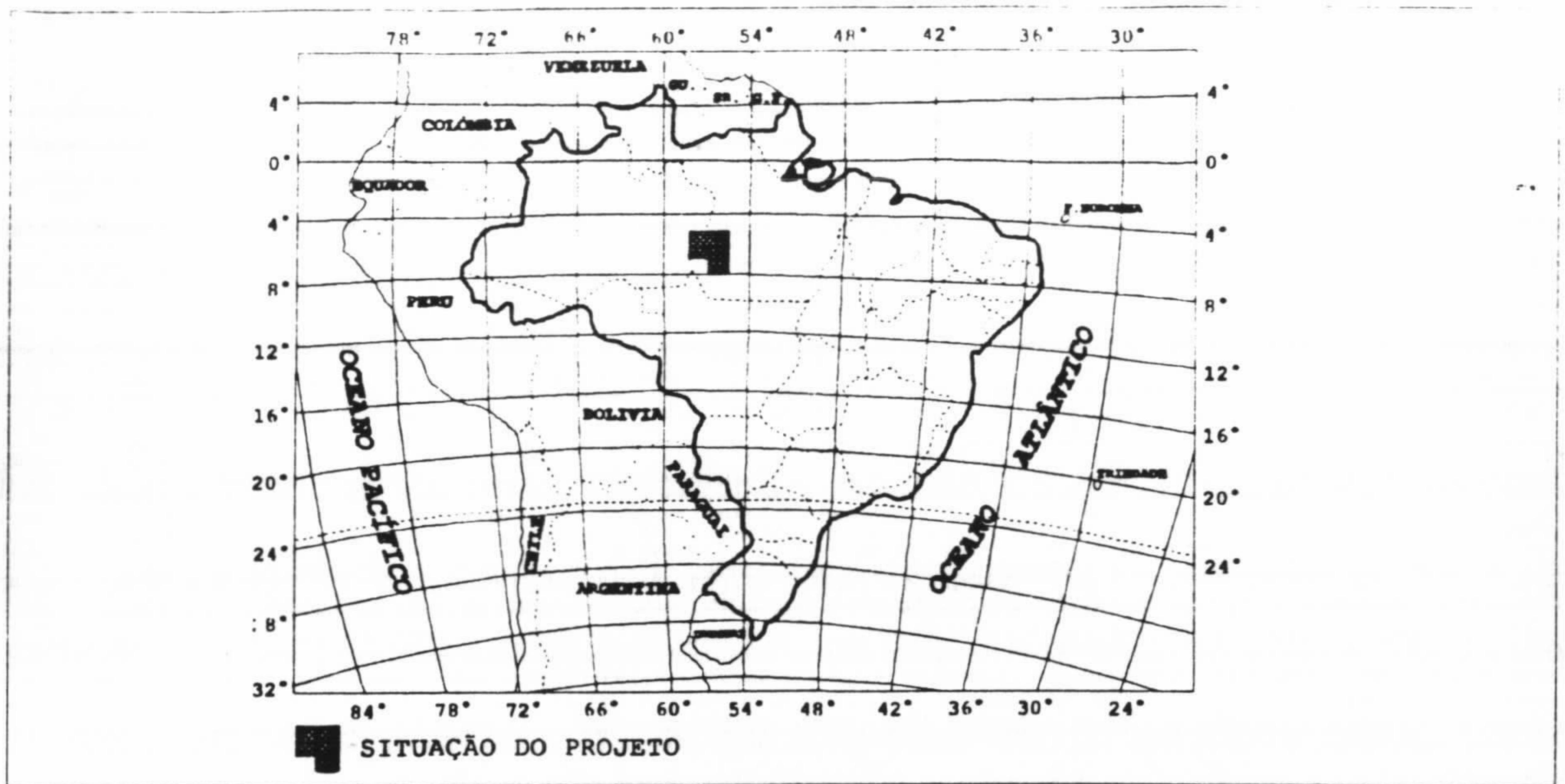


Figura 01 : Mapa do Brasil com localização da área do projeto

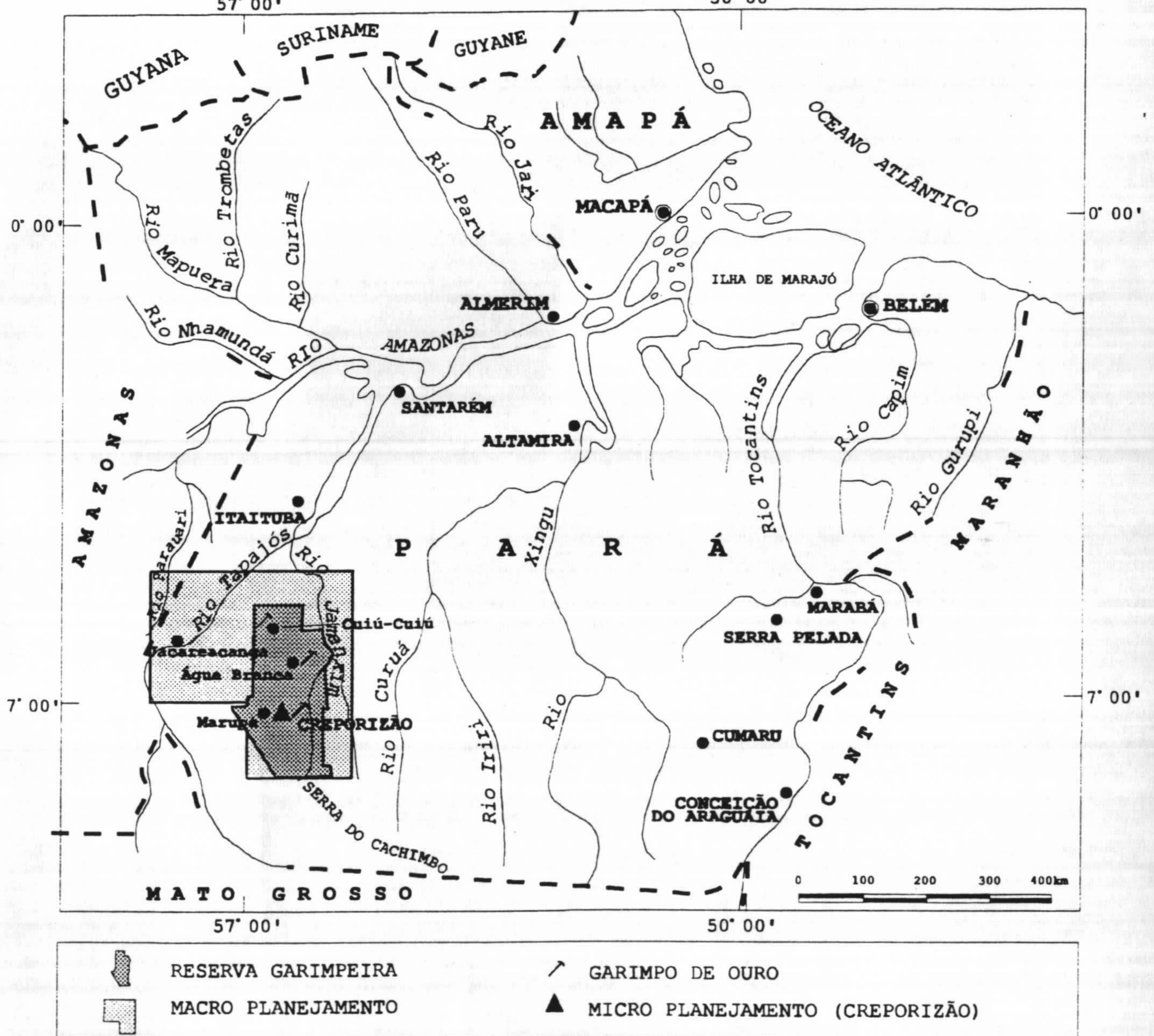


Figura 02 : Esboço geográfico mostrando a localização da Província Mineral do Tapajós, da Reserva Garimpeira e das áreas de Macro e Micro Planejamento.

tais como poluição das águas dos rios (e.g. assoreamento, grande acúmulo de material clástico em suspensão e contaminação pelo mercúrio) e ocupação desordenada do espaço físico, sem quaisquer condições de saneamento básico.

A exaustão dos depósitos aluvionares, associada ao não emprego de tecnologia de recuperação de ouro fino dos rejeitos dos garimpos pelos seus proprietários, tem gerado sérios problemas sociais, pondo em risco a permanência dos garimpeiros na região. Em decorrência, alguns garimpeiros, organizados em cooperativas e associações, conscientes destas limitações, têm demonstrado interesse em investir na avaliação das mineralizações de ouro primário. Entretanto, o desconhecimento de como 'trabalhar o ouro primário' e a indisponibilidade de recursos financeiros, têm levado à possibilidade de uma solução alternativa, através da formação de associações entre empresas de mineração e garimpeiros, ambos interessados na produção de ouro.

Exposições de mineralizações de ouro primário estão se tornando frequentes em várias áreas de garimpos (e.g. Creporizão, Creporizinho, Goiano, Água Branca, Patrocínio, Tauari, Carivaldo, Davi, Fransciquinho, Morro da Lua, Fé em Deus, Piririma, Ouro Mil, Mamoad, Penedo, Jatoba, Botica, São Domingos, Cantagalo, Mataca, entre outros). Segundo informações dos geólogos de empresas de mineração que estão pesquisando na região, há mais de 100 ocorrências de ouro primário reconhecidas na província. Áreas como a do Garimpo do Davi, vem sendo objeto de lavra a céu aberto e os primeiros serviços de aberturas de galerias estão em desenvolvimento.

Entretanto, o volume dos trabalhos de pesquisa sobre as mineralizações de ouro até então desenvolvidos não são suficientes para o conhecimento dos seus controles geológicos. A pesquisa realizada pelas empresas de mineração está dispersa em diversos pontos de garimpos. As várias empresas que trabalham na área guardam reserva sobre suas informações. A falta de comunicação no sentido de trocar experiências, como também promover discussões sobre os avanços do conhecimento geológico e dos controles das mineralizações, tem sido uma constante no comportamento dos pesquisadores da região, por via de consequência.

Considerando essas questões, é essencial e premente o apoio e o direcionamento dos órgãos governamentais, notadamente a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, o Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM e os órgãos responsáveis pela política de preservação do meio ambiente, para uma ação integrada visando o desenvolvimento da região, tendo a mineração organizada como base do sistema econômico.

2 ANTECEDENTES

A CPRM, cônica de seu papel de Serviço Geológico do Brasil, responsável pelo desenvolvimento de produtos relacionados às geociências com alcance social, promoveu um amplo foro em Itaituba em junho de 1995, com organismos governamentais (federal, estadual e municipal) e membros da sociedade civil organizada, no intuito de congrega esforços, prestar esclarecimentos à comunidade e, ao mesmo tempo, colher subsídios para a concepção da programação do Projeto Província Mineral do Tapajós.

Além do Presidente, Diretor e profissionais da CPRM, a reunião contou com a participação do Secretário de Minas e Metalurgia, o Coordenador de Política Mineral e o Diretor do Distrito de Bélem (todos do Ministério de Minas e Energia); representante do Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Amazônia Legal; Secretário da Indústria, Comércio e Mineração do Estado do Pará - SEICOM e o Diretor de mineração; presidente

da Paraminérios; prefeito e secretário do município de Itaituba; representantes da Associação de Mineradores do Tapajós - AMOT e Sindicato de Garimpeiros do Tapajós e empresas de mineração interessadas na pesquisa da Província Mineral do Tapajós.

Houve um consenso sobre a necessidade de se conjugar esforços no sentido de educar a comunidade no que diz respeito a fazer uso racional dos recursos minerais, a importância de preservação do meio ambiente, deteriorado pela desordenada atuação garimpeira e a necessidade de que possam se transformar no futuro em pequenos mineradores já que as atividades econômicas dos municípios de Itaituba, Jacareacanga, Novo Progresso e Trairão dependem em muito da produção aurífera. Alternativas para a fixação desse contingente populacional deveriam ser apreciadas, considerando-se a proximidade de exaustão das reservas aluvionares de ouro.

Na ocasião, a CPRM, com o compromisso de contribuir para o desenvolvimento de uma mentalidade mineira, prontificou-se a viabilizar a montagem de um pequeno museu de rochas e minerais, fazer doações para o acervo da Biblioteca Pública de Itaituba e divulgar o trabalho 'Projeto Tapajós - Mapa Preliminar de Integração Geológica da Reserva Garimpeira do Médio Tapajós' (Leite, G. C. 1995), especialmente preparado para a ocasião e distribuir cartilhas nas escolas sobre a relação das geociências com a sociedade.

A Residência da CPRM em Itaituba servirá de catalizador do relacionamento empresa-comunidade, estando seus técnicos instruídos para prestar toda a informação solicitada. Também pretende-se colocar informações sobre o andamento do projeto na rede *Internet* a ser acessada pela '*home page*' da CPRM, em vias de conclusão.

A experiência da CPRM no Programa Levantamentos Geológicos Básicos - PLGB que está sendo executado a nível nacional, e Gestão e Administração Territorial - GATE serviu de embasamento para formulação da presente programação.

3 JUSTIFICATIVAS

Entre os principais tópicos que têm restringido o desenvolvimento sócio-econômico da Província Mineral do Tapajós destacam-se:

- (i) O nível do conhecimento geológico disponível sensivelmente limitado, não tem sido suficiente para fomentar o avanço da pesquisa mineral sistemática na região.
- (ii) A não integração das informações geológicas disponíveis, geradas por entidades públicas e privadas, de forma a facilitar o intercâmbio dos dados adquiridos, como também proporcionar o avanço do conhecimento geológico, visando minimizar os riscos inerentes à pesquisa mineral.
- (iii) A necessidade de fomento à pesquisa do ouro primário para viabilizar novos empreendimentos mineiros e contribuir, conseqüentemente, para o desenvolvimento regional de forma permanente.
- (iv) A exaustão das reservas de ouro aluvionar de fácil extração, através de processos rudimentares de garimpagem, colocando em risco a sustentação de 90.000 garimpeiros e seus dependentes.
- (v) A ausência de estudos alternativos de desenvolvimento regional que visem à fixação do garimpeiro na região.
- (vi) A degradação do meio ambiente nas áreas garimpadas, tornando necessário o desenvolvimento de técnicas e métodos de recuperação ambiental.
- (vii) A falta de orientação técnica aos garimpeiros, no sentido de minimizar o impacto ambiental, decorrente das atividades de garimpagem.

- (viii) A precária orientação à comunidade garimpeira, no sentido de promover a formação de associações e em cooperativas, visando sua transformação em mineradores.
- (ix) A ausência de educação à sociedade para o uso racional dos recursos minerais e hídricos, disponíveis na região, bem como a diversificação do uso de outros bens minerais, além do ouro e dos materiais industriais (e.g. calcário, areia, argila, etc).

4 PREMISSAS

- (i) O Projeto Província Mineral do Tapajós, a ser conduzido pela CPRM, com apoio de outras entidades, tem como objetivo o desenvolvimento de produtos ligados às geociências - com alcance social, que na palavra do Presidente da CPRM, Dr. Carlos Oiti Berbert, deve ter como filosofia básica: *União, Diálogo e Transparência*. União entre todos os setores da CPRM; diálogo com todos os segmentos da sociedade (governamentais e não-governamentais) e transparência, na utilização de informações que sempre estarão à disposição do público.
- (ii) Os investimentos na área, executados pelas empresas de mineração, vem se processando em alta velocidade (investimentos altos num período curto de tempo). Assim sendo, os produtos resultantes do projeto em questão devem estar disponíveis em tempo hábil, compatível com sua utilização.
- (iii) O expressivo volume de informações que está sendo gerado, decorrente dos investimentos ora realizados na região do Tapajós, deve ser incorporada ao projeto, à medida que esses dados estejam disponíveis para uso público. Em contrapartida, a CPRM integrará essas informações e as devolverá imediatamente aos investidores e demais usuários, através da geração de mapas e relatórios técnicos.

Esta forma de parceria contribui para minimizar os custos do projeto, especialmente na geração de dados de campo, assim como agilizar a conclusão dos levantamentos geológicos básicos. Este modelo é correntemente usado no Serviço Geológico da África do Sul com extraordinário benefício para ambas as partes, ou seja, empresas e governo.

5 OBJETIVOS

Na missão de Serviço Geológico do Brasil, a CPRM desenvolverá o projeto em dois níveis:

(I) *Nível macro*: Refere-se aos *mapeamentos geológicos básicos*, dentro da concepção do Programa de Levantamentos Geológicos Básicos - PLGB, em escala 1:250.000, suportado por tratamento de sensores remotos (e.g. radar, imagens LANDSAT) e levantamentos aerogeofísicos. Esses serviços devem cobrir uma área de aproximadamente 90.000 km² e equivalem a cinco folhas em escala 1:250.000. De acordo com o corte internacional ao milionésimo essas folhas correspondem a: Jacareacanga SB.21-Y-B; Vila Mamãe Ana SB.21-Y-D; Caracol SB.21-X; Vila Riozinho SB.21-Z-A; e Rio Novo SB.21-Z-C.

Os levantamentos geológicos básicos têm como objetivo o conhecimento geológico e metalogenético da província de forma a apoiar as atividades de prospecção e mineração e propiciar o aproveitamento racional dos recursos minerais. O caráter direcionado à pesquisa mineral, visa à seleção de áreas-alvo para serviços específicos de detalhe. Para uma compreensão maior do que acontece a nível regional em termos dos eventos geológicos

significativos, foram selecionados, previamente, algumas áreas de pesquisa que serão denominadas *estudos de prospectos* no presente relatório

O estudo dos prospectos abrange uma *fase inicial* que será desenvolvida paralelamente aos levantamentos geológicos básicos. Esta fase refere-se ao estudo de cerca de 03 áreas selecionadas entre áreas reconhecidamente mineralizadas (garimpos), onde ocorrem boas exposições das mineralizações de ouro primário, e que dispõem de fácil acesso. O objetivo é a caracterização dos controles da mineralização visando definir o modelo genético da mineralização, como também estabelecer critérios de reconhecimento dessas áreas para orientar a equipe de levantamentos básicos durante os trabalhos de reconhecimento e seleção de áreas-alvo para pesquisa de ouro.

Na linha do PLGB, os objetivos e metas a serem alcançados são, resumidamente, os seguintes:

- (i) Conferência da localização das áreas de atividade garimpeira, com locação precisa dos garimpos, através do uso das imagens LANDSAT e de Radar orbital (JERS, RADARSAT) atualizadas (1994, 1995), em toda a área de abrangência do projeto.
- (ii) Elaboração de mapas geofísicos (magnetométricos e radiométricos) nas áreas cobertas com aerolevantamentos, perfazendo aproximadamente 60.000 km².
- (iii) Mapeamento geológico em escala 1:250.000, para uma área em torno de 90.000 km², correspondendo a 05 folhas na escala 1:250.000.
- (iv) Estudos detalhados de *prospectos*, com caracterização dos controles das mineralizações de ouro primário e, se possível, dos processos genéticos, visando à formulação de modelos descritivos/genéticos que possam ser úteis na prospecção mineral da região. O estudo de prospectos abrangerá também o estudo do ouro supergênico como também testes relacionados à prospecção mineral.
- (v) Elaboração de mapas metalogenéticos, com indicação das áreas mais favoráveis a ocorrência de depósitos minerais.
- (vi) Elaboração de relatórios técnicos por tema, por prospecto estudado e por folha em escala 1:250.000, contendo descrições concisas e objetivas das feições geológicas, geoquímicas, geofísicas e metalogenéticas.

(II) *Nível micro*: Compreende os estudos específicos, relacionados ao *meio ambiente, desenvolvimento de técnicas não poluentes em mineração de ouro e recuperação de áreas degradadas*, desenvolvidos em uma *área piloto* inserida dentro da Reserva Garimpeira. A área piloto selecionada é a área do Creporizão situada ao sul da cidade de Itaituba, cujos maiores detalhes serão discutidos posteriormente.

As atividades na área piloto relacionadas ao controle ambiental serão dirigidas para os estudos e desenvolvimento de técnicas de recuperação ambiental, prevenção dos agentes poluidores da água, estudos de aptidão dos solos para a implantação de culturas temporárias ou permanentes (e.g. reflorestamento das áreas desmatadas), estudos da qualidade das águas superficiais e, eventualmente, a necessidade de substituí-las pelas águas subterrâneas para consumo humano.

Além dos trabalhos retrocitados, está programada uma diagnose da poluição mercurial do conhecimento da evolução do mercúrio nos seus estados líquido e gasoso, tendo em vista avaliar os possíveis impactos sobre o meio ambiente e as medidas de mitigação, correção e preventivas que devam ser aplicadas.

Estão também previsto, em associação com o Centro de Tecnologia Mineral-CETEM do Ministério de Ciência e Tecnologia - MCT, as seguintes atividades:

- (i) Desenvolvimento de técnicas de lavra que promovam a otimização dos processos gravimétricos utilizados pelos garimpeiros na extração do ouro.
- (ii) Estudos que visem a minimizar os efeitos poluentes gerados pela extração desordenada do ouro.
- (iii) Avaliação técnico-econômica dos rejeitos da lavra garimpeira

Sumariamente, os objetivos e metas a serem alcançados pelos estudos de meio ambiente e a recuperação de áreas degradadas são os seguintes:

- (i) Avaliação dos efeitos da poluição causada pelo mercúrio nos cursos d'água e nos solos e estabelecer técnicas de recuperação das áreas degradadas.
- (ii) Desenvolvimento de tecnologias e métodos não poluentes ou, ainda, a adaptação daqueles já existentes, visando a eliminar a poluição decorrente da produção de ouro.
- (iii) Ação educativa, através de campanhas de conscientização e esclarecimento aos garimpeiros, quanto ao perigo do uso indiscriminado do mercúrio e a degradação provocada nos mananciais aquíferos e no meio ambiente.
- (iv) Estudo do ouro (secundário e primário) e a caracterização do minério objetivando adequar equipamentos de lavra e beneficiamento.
- (v) Elaborar planos de recuperação das áreas degradadas.

6 INFRA-ESTRUTURA

A infra-estrutura e o apoio logístico, para atendimento às atividades do Projeto Província Mineral do Tapajós, serão fornecidos não só pelas unidades regionais da CPRM na Amazônia, como essencialmente pela Residência de Itaituba-REIT e pela *base central do Creporizão*, a ser implementada.

Nesse sentido a REIT deve ser re-estruturada com as *facilidades de comunicação e informática* para a agilização operacional que se fizer necessária.

A base central dará suporte aos acampamento móveis das equipes do LGB's, do estudo de prospectos, como também à equipe responsável pelo desenvolvimento das atividades relacionadas a área piloto, localizada no próprio Creporizão.

Assim sendo os seguintes pontos devem ser considerados com relação à implementação da base central:

- (i) Construção da base nas proximidades de pistas de pouso já existentes, permitindo rápido e fácil acesso.
- (ii) A base deve ser suficientemente grande para permitir alojamento para a equipe permanente da área piloto, como também ocasionalmente, para eventuais técnicos envolvidos nas demais atividades do projeto.
- (iii) Central de comunicação com os meios necessários que permitam estabelecer contatos com as demais unidades regionais da CPRM, na Amazônia (e.g. SUREG/BE, SUREG/MA, REIT, REPO) e com os demais acampamentos móveis distribuídos na província.
- (iv) Deve ser previsto alojamento para gêneros alimentícios, como também para instrumental e equipamentos necessários ao desenvolvimento da pesquisa.
- (v) Áreas com as devidas facilidades destinadas a serviços de cozinha e sanitários.
- (vi) Apoio constante e permanente de, pelo menos, um enfermeiro, o qual será responsável pelo suporte logístico de combate aos mosquitos transmissores de doenças.

Como suporte logístico ao desenvolvimento da pesquisa estão também previstas a instalação e a montagem de um *laboratório analítico* na REIT. Este laboratório deverá ser devidamente equipado para atender:

- (i) A preparação de amostras de rochas para estudos petrográficos.
- (ii) A preparação de amostras originadas dos garimpos para o estudo do ouro aluvionar.

Assim sendo as seguintes instalações serão necessárias:

- (i) Sistema de laminação para confecção de seções delgadas de rochas, que facilitará as equipes de campo em seu trabalho de caracterização preliminar das rochas e seu possível ambiente, concomitante ao desenvolvimento dos estudos de campo.
- (ii) Microscópio petrográfico para controle de confecção das lâminas delgadas, bem como para estudos petrográficos preliminares.
- (iii) Sistema de peneiramento para classificação granulométrica do material proveniente dos garimpos.
- (iv) Sistema de separação por densidade (bromofórmio) para concentração do ouro nas amostras de garimpos.
- (v) Lupa binocular para estudo do ouro aluvionar.

7 ASPECTOS GEOLÓGICOS

A área em estudo está inserida no Craton Amazônico e corresponde à Província estrutural Tapajós de Almeida *et al.* (1981). Com base no nível geológico do conhecimento disponível (Schobbenhaus *et al.*, 1984; Baptista *et al.*, 1984) as principais unidades (Fig. 03) na região são:

- (i) Embasamento de idade do Arqueano-Proterozóico Inferior, constituído por rochas de evolução políciclica, tais como gnaisses, migmatitos, granulitos, metabasitos (e.g. enclaves anfibolíticos) e granitóides (granitos, adamelitos, granodioritos). Exemplos desta unidade são o *Complexo Xingu* (Silva *et al.*, 1974), rochas de grau metamórfico anfibolítico a granulítico e o *Grupo Cuiu-Cuiu* (Pessoa *et al.*, 1977), provável remanescente de 'greenstone' de idade arqueana. Faixas metamórficas vulcano-sedimentares de baixo grau metamórfico ocorrem, como por exemplo a *Unidade Jacareacanga* (Bizinella *et al.*, 1980), possível sequência 'greenstone belt'. Intrusões de rochas *Máficas tipo Ingarana* (Pessoa *et al.*, 1977), que se intrudem no Complexo Xingu e são correlacionáveis à Suíte Ígnea Tapuruquara (Araújo Neto, *et al.*, 1977) de idade compreendendo 2.2-3.1 Ga (Pré-Uatumã). Rochas ácidas tais como *Granodiorito Parauari* (Santos *et al.*, 1980), intrudem a unidade Cuiu-Cuiu e são correlacionáveis ao granitóides Juruená e Jamanxim, posicionadas no limite Arqueano-Proterozóico Inferior.
- (ii) Rochas vulcânicas relacionadas ao *vulcanismo calcialcalino do Subgrupo Iriri* (evento Uatumã, 1.7 Ga) consistindo predominantemente de vulcânicas ácidas (andesitos e riolitos alcalinos) e piroclásticas (tufos e brechas vulcânicas; vide Santos *et al.*, 1974; Pessoa *et al.*, 1977). Essas rochas são intrudidas pelos granitóides da *Suíte Intrusiva Maloquinha* (1.65 Ga), fase ácida do vulcanismo Uatumã (Santos *et al.*, 1975). Essas rochas estão extensivamente distribuídas na província e ocorrem sob a forma de 'stocks' e/ou batólitos.
- (iii) Granitóides relacionados ao magmatismo Pós-Uatumã (evento Parguazense, 1.5-1.6 Ga; Silva *et al.*, 1974) representados pela *Suíte Intrusiva Teles Pires*, granitos e adamelitos pós-cinemáticos.

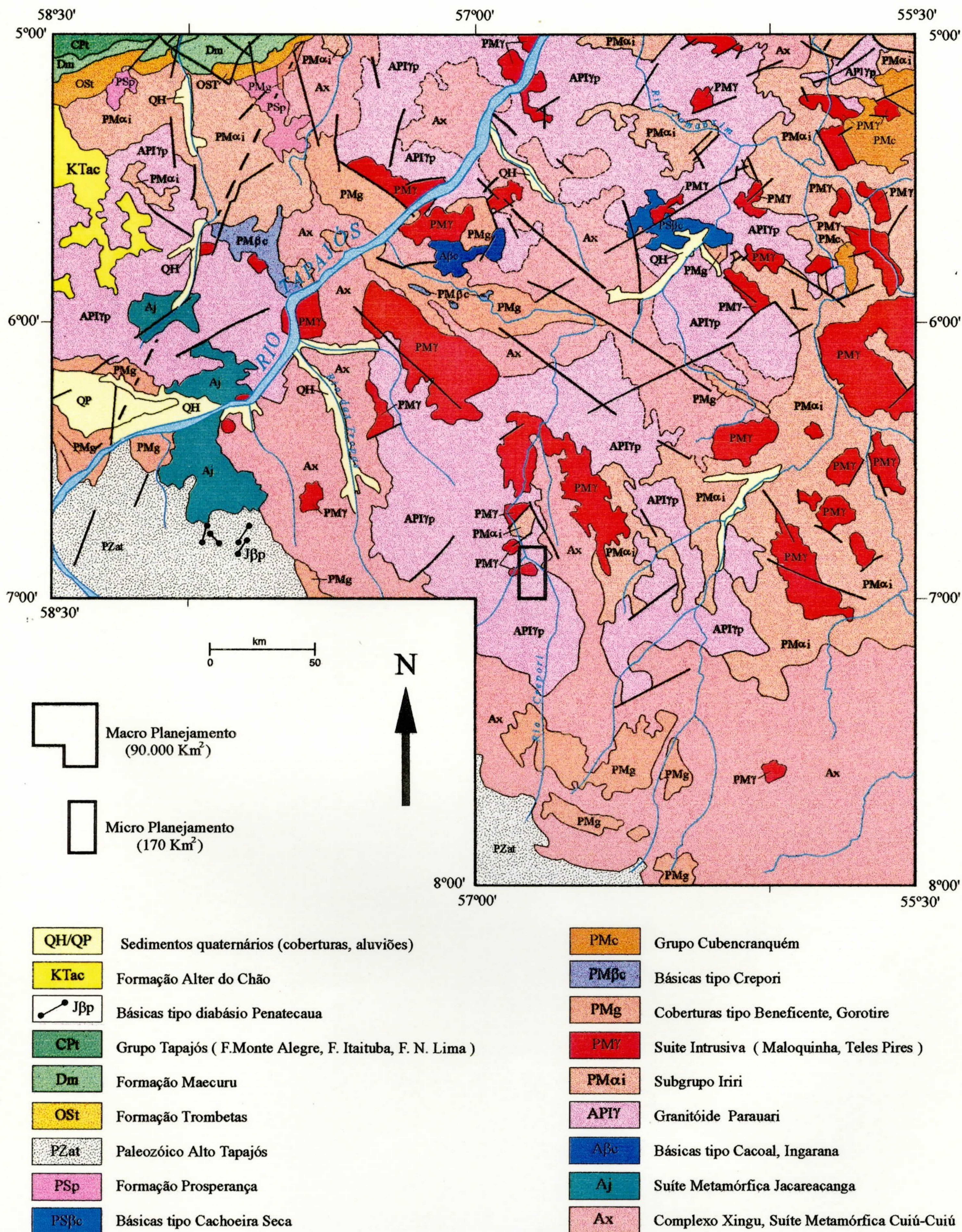


Figura 03 - Mapa Geológico da área do Projeto Província Mineral do Tapajós, (simplificado do Mapa Geológico do Brasil, escala 1:2.500.000, DNPM / 1984).

- (iv) Coberturas do Proterozóico Superior, formadas por *sedimentos de plataforma tipo Beneficente* (Almeida e Nogueira Filho, 1995), consistindo de quartzitos, metasiltitos, ardósias, itabiritos e subordinadamente calcários e dolomitos. Na área da província essas coberturas sotoõem as vulcânicas Iriri (1.5 Ga) e são cortadas pelo magmatismo tipo Crepori (Bizarella *et al.*, 1980).
- (v) Diques de diabásio tipo Crepori (Pessoa *et al.*, 1977) correlacionados ao magmatismo Takutu (Issler *et al.*, 1974) de idade 1.5-1.6 Ga preferencialmente orientados segundo NE-SW (lineamento Tapajós).
- (vi) Sedimentos Cenozóicos dos quais destacam-se as formações sedimentares mineralizadas em ouro (e.g. coberturas lateríticas e aluviões, paleo e recentes).

8 MACRO PLANEJAMENTO: LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS E ESTUDO DE PROSPECTOS

8.1 Reunião da Equipe Técnica

Para efeito de uniformização da equipe técnica composta por profissionais oriundos de diferentes unidades regionais da CPRM (SUREG's BE, GO, MA, SA, REPO, DEGEO, DEPEM, DEPEs), bem como, para propiciar a oportunidade desses técnicos conhecerem as metas a serem atingidas e procedimentos técnicos a serem adotados pelo projeto em questão, está prevista uma reunião técnica que terá lugar na segunda quinzena de novembro de 1995. O encontro será também oportuno para uma análise criteriosa dos trabalhos anteriormente executados na região, através de exposições realizadas por técnicos com experiência no assunto. Estão previstas visitas ao campo à áreas com afloramentos representativos das diferentes unidades lito-estratigráficas da Amazônia, através de perfis realizados ao longo das rodovias Transamazônica e do Ouro (Transgarimperia). Na oportunidade serão discutidos os avanços do conhecimento da geologia do Craton Amazônico e das técnicas em uso pelo PLGB's e pela prospecção mineral, na região.

A programação desse encontro contemplará as seguintes atividades:

- (i) Exposições por profissionais da CPRM versando sobre temas de interesse do projeto.
- (ii) Exposições por técnicos das empresas que operam na região sobre os trabalhos de exploração mineral e as dificuldades inerentes à região.
- (iii) Excursão de campo com guias experientes.
- (iv) Definição de procedimentos, produtos e metas do projeto.

As exposições técnicas constantes nos itens (i) e (ii) abordarão, entre outros, os seguintes temas:

- (i) Geologia regional, geocronologia e metalogenia do Craton Amazônico.
- (ii) Petrologia e metalogenia dos granitóides do Craton Amazônico.
- (iii) Modelo de mineralização de ouro em zona de cisalhamento (um exemplo da região Nordeste).
- (iv) Perfil laterítico e dispersão do ouro na região amazônica.
- (v) Modelo de acumulação de ouro em paleovales.

- (vi) Exemplos bem sucedidos de integração geológico-geofísica na região Amazônica (e.g. Projetos Serra dos Carajás, 1983, Alta Floresta, 1992, PGBF e Ouro e Gemas, 1992).
- (vii) Trabalhos prévios sobre a geologia regional (e.g. Projetos Jamanxim, 1977 e Tapajós-Sucunduri, 1980).
- (viii) Petrologia das rochas da região (coleção padrão de amostras e lâminas).
- (ix) Exploração mineral pelas empresas de mineração.

8.2 Plano de Trabalho

A programação dos LGB's será desenvolvida no prazo de 33 meses a partir de 01 de agosto de 1995, encerrando em 30 de abril de 1998, conforme exposto no cronograma em anexo.

No decurso dos 33 meses está prevista a conclusão de vários produtos que serão divulgados à comunidade de usuários a intervalos regulares não superiores a 06 meses. Os produtos serão apresentados na forma de *mapas, relatórios técnicos, bases de dados e atlas digitais* conforme especificados no item 8.3.

A *primeira fase dos LGB's* no Tapajós será dedicada à análise pormenorizada de todas as informações geológicas existentes sobre a área, acompanhada de tratamento digital e interpretação visual de imagens LANDSAT (e outros sensores), integrada com os mapas e as interpretações dos levantamentos aerogeofísicos.

As principais atividades a serem desenvolvidas no período de agosto de 1995 a junho de 1996, são:

- (i) Formação da equipe técnica.
- (ii) Aquisição de documentação e imagens.
- (iii) Reprocessamento e geração de mapas geofísicos.
- (iv) Interpretação e processamento de dados geofísicos.
- (v) Interpretação de imagens LANDSAT (e outros sensores).
- (vi) Coleta de amostras para geocronologia e análises químicas.
- (vii) Aquisição de informações técnicas junto às empresas.
- (viii) Início do estudo dos prospectos em áreas de garimpo reconhecidamente mineralizadas.
- (ix) Integração e consolidação dos produtos temáticos e
- (x) Digitalização dos produtos gerados dessa fase.

Esses produtos, que deverão estar disponíveis para comunidade durante os meses de janeiro de 1996 a junho de 1996, compreendem:

- *mapa de atividades garimpeiras;*
- *mapas geofísicos e*
- *mapas geológicos (versão preliminar) e eventuais relatórios temáticos e de prospectos.*

A *segunda fase dos LGB's* abrangerá basicamente as atividades de campo, amostragens e análises laboratoriais e será desenvolvida no período de julho de 1996 a maio de 1997. As atividades de campo serão concentradas no período de julho de 1996 a novembro de 1996. Esta fase compreende as seguintes atividades:

- (i) Mapeamento geológico regional.
- (ii) Continuação do estudos de prospectos.
- (iii) Aquisição de novas informações junto às empresas.
- (iv) Coleta de amostras e análises laboratoriais.

No decorrer dessa segunda fase, estarão disponíveis os seguintes produtos:

- *mapas geológicos em escala 1:250.000;*
- *relatórios dos prospectos*, acompanhados de mapas em diversas escalas;
- *relatórios temáticos.*

A *terceira fase* ocorrerá no segundo semestre de 1997 e terá como objetivo visitas ao campo para esclarecer eventuais dúvidas relacionadas à cartografia, à geologia ou ao estudo dos prospectos, detectadas durante a elaboração dos mapas metalogenéticos.

Os produtos resultantes dessa fase são os seguintes:

- *mapas geológicos finais;*
- *mapas metalogenéticos;*
- *notas explicativas* desses mapas e
- *relatórios sobre os prospectos e mapas temáticos.*

Como produto final do PLGB está prevista a elaboração do *Relatório Integrado Sobre a Província Mineral do Tapajós*, a ser concluído e editado até abril de 1998, para ampla divulgação à comunidade.

8.3 Produtos

8.3.1 Mapa de Atividades Garimpeiras

A representação das atividades garimpeiras, permitirá uma visão das áreas de garimpo (contínuas ou descontínuas), do volume de material trabalhado, da distribuição das pistas de pouso (ativas e desativadas), da situação dos garimpos (em atividade ou paralisados) e da rede viária atual.

A restituição dessas áreas, a partir das imagens LANDSAT recentes, para as bases planimétricas combinadas com as informações acima mencionadas, resultará no mapa de atividades garimpeiras.

8.3.2 Mapa de Distribuição das Áreas de Ocorrência do Ouro

A representação das áreas de ocorrência de ouro, em mapa, será feita através de símbolos, de forma a permitir uma visão da distribuição dos diferentes modos de ocorrência, tais como: ouro supergênico (laterítico), ouro detrítico (aluvionar) e ouro primário (veios, '*stockwork*' e disseminações).

Esse produto, de grande utilidade para a metalogenia e para a prospecção mineral do ouro, poderá resultar no *mapa mineiro e dos jazimentos de ouro*, em consequência do avanço do conhecimento das áreas trabalhadas, a partir das informações adicionais sobre a situação e produção das frentes de garimpagem.

Nessas informações, entre outros dados, devem constar: teores de ouro nas aluviões e rejeitos (?), granulometria de ouro, presença de pepitas (forma, peso) e espessura das aluviões e/ou do cascalho.

O resgate dos dados relacionados às ocorrências de ouro, bem como de outras substâncias minerais encontradas (e.g. calcário, argila, cassiterita, etc) será objeto de trabalho em paralelo, efetuado pelas equipes técnicas do projeto, acrescido dos dados disponíveis por parte das empresas que realizam pesquisa no Tapajós.

8.3.3 Mapas Geofísicos

A área em estudo está coberta pelos projetos Aerogeofísica Médio Tapajós, 1979 e Sul do Pará, 1976. O primeiro foi realizado com espaçamento entre linhas de vôos de 2 km e o segundo de 4 km, ambos com direção de vôo norte-sul (vide Fig. 04).

Estão disponíveis os seguintes mapas do Projeto Aerogeofísica Médio Tapajós, 1979, na escala 1:250.000:

- (i) Mapa de contorno do campo magnético total.
- (ii) Mapa magnético de continuação para cima.
- (iii) Mapa magnético de redução ao polo.
- (iv) Mapa de susceptibilidade magnética aparente.
- (v) Mapa de contorno radiométrico do canal de contagem total.
- (vi) Mapa de contorno radiométrico do Th.
- (vii) Mapa de contorno radiométrico do U.
- (viii) Mapa de contorno radiométrico do K.
- (ix) Mapa de contorno das razões U/Th, U/K, Th/K.

Com relação ao Projeto Sul do Pará, 1976 os dados aerogeofísicos terão que ser reprocessados, o que também está previsto no projeto.

Está prevista a geração de novos mapas geofísicos em cores, pela Divisão de Geofísica (DIGEOF), através do uso do 'software' GIPSI em *workstations*. Prioritariamente, serão confeccionados os mapas de pseudo-iluminação, nas escalas 1:250.000 e em 1:500.000, abrangendo toda a área do projeto em questão.

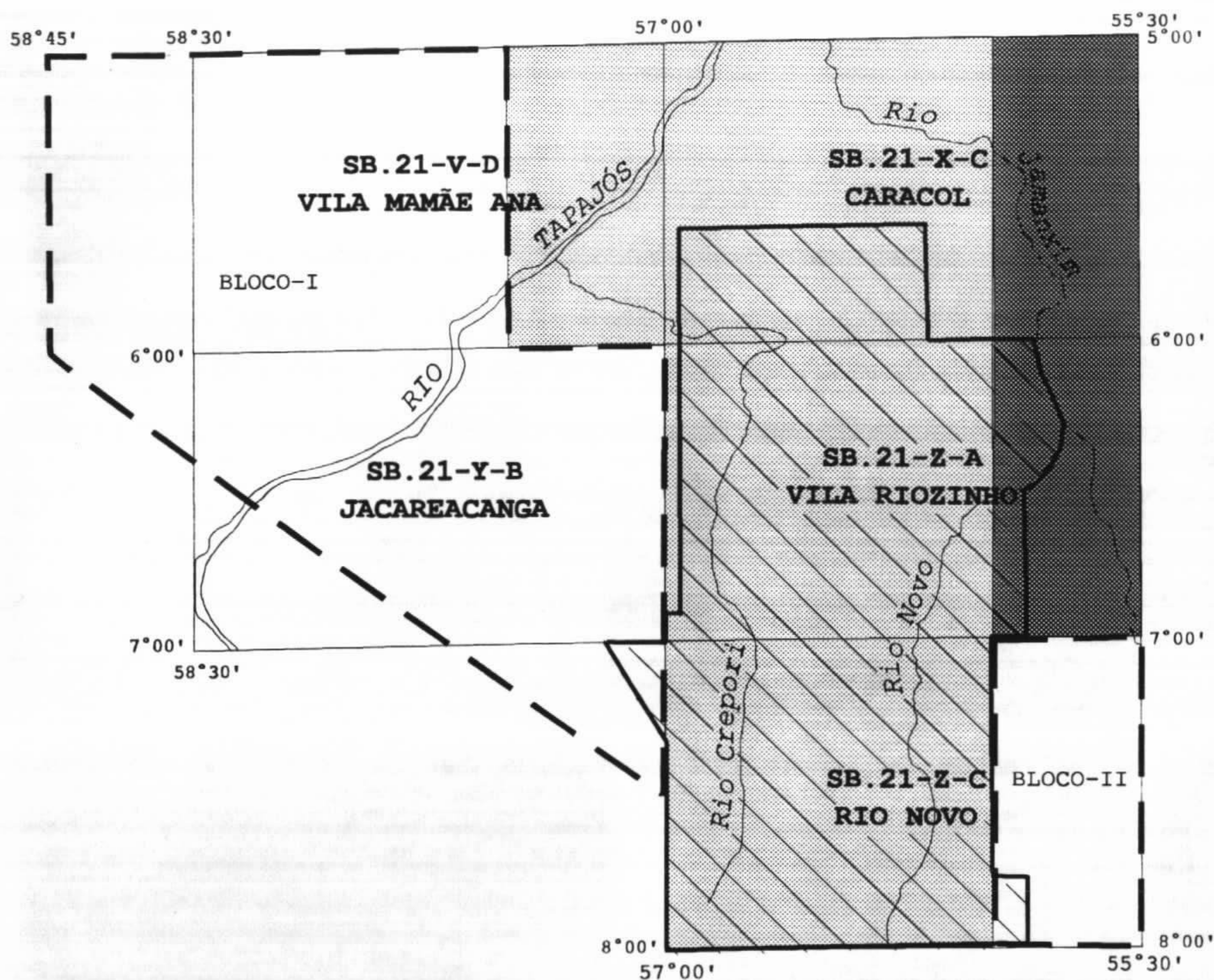
Os seguintes mapas serão elaborados:

- (i) *Magnetometria*
 - pseudo-iluminação, escalas 1:500.000 e 1:250.000
 - contorno do campo magnético, escalas 1:500.000 e 1:250.000
 - susceptibilidade magnética aparente, escala 1:250.000.
- (ii) *Radiometria*
 - contorno do canal de contagem total, escalas 1:500.000 e 1:250.000
 - contorno do canal de K, escala 1:250.000
 - contorno do canal do Th, escala 1:250.000
 - contorno do canal de U, escala 1:250.000
 - contorno das razões U/Th, U/K, Th/K, escala 1:250.000.

Serão também realizados serviços de *gravimetria terrestre*, ao longo das principais rodovias (e.g. Transamazônica e Transgarimpeira), onde serão efetuadas seções gravimétricas regionais para subsidiar o estudo da interpretação da estrutura da crosta e da compartimentação dos diferentes domínios tectônicos.

Será também examinada a possibilidade da execução de *levantamentos aerogeofísicos* em conjunto com empresas de mineração que vêm realizando pesquisa no Tapajós, visando minimizar os custos operacionais e agilizar os serviços nessa atividade em uma área não coberta pelos atuais levantamentos aerogeofísicos (vide Fig. 04).

Uma coleção dos mapas geofísicos será distribuída para cada unidade regional da CPRM, envolvida na execução do protejo, para subsidiar os estudos de interpretação e integração dos dados referentes à geologia, estrutural, geoquímica, etc. Serão também



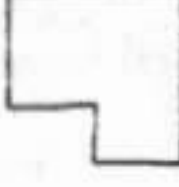
-  MACRO PLANEJAMENTO (Levantamentos Geológico Básico - PLGB's)
-  COBERTURA AEROGEOFÍSICA: PROJETO MÉDIO TAPAJÓS
-  RESERVA GARIMPEIRA
-  COBERTURA AEROGEOFÍSICA: PROJETO SUL DO PARÁ
-  Projeto de Aerogeofísico PROGRAMADOS:
BLOCO I- Alto Tapajós
-  BLOCO-II Rio Iriri

Figura 04: Articulação das folhas topográficas 1:250.000 e da cobertura dos projetos de geofísica disponíveis na área da Província Mineral do Tapajós (vide área da reserva garimpeira)

distribuídos arquivos XYZ, no formato GEOSOFT, para serem processados em microcomputador através do '*software Geosoft Mapping e Processing System*', ora em implantação nas Superintendências Regionais da CPRM.

8.3.4 Mapas Geológicos Preliminares

A versão preliminar dos mapas geológicos, em escala 1:250.000, resultará da integração de todos os dados disponíveis, combinados com a interpretação e integração de sensores remotos e dos dados aerogeofísicos. Compreende as seguintes ações integradas:

- (i) Recuperação, análise e seleção dos dados geológicos regionais, obtidos pelos projetos RADAM, 1975; Jamanxim, 1977; Tapajós-Sucunduri, 1980; Aerogeofísica do Médio Tapajós, 1987; Ouro e Gemas, 1992; Primaz, Municípios de Itaituba e Jacareacanga, 1995; Jamanxim GEOMITEC/SUDAM, 1972 e Tapajós-Maués, SUDAM/GEOMITEC.
- (ii) Incorporação de novos dados sobre o cadastro dos garimpos, com mineralizações primárias de ouro e/ou novos dados geológicos, obtidos junto às empresas de mineração ou de serviços que atuam presentemente na pesquisa de ouro na região, a exemplo da RTZ, Barrick, DOCEGEO, TVX, Philpus Dodge, etc.
- (iii) Integração e compatibilização dos dados geológicos, geofísicos e de sensoriamento remoto, com melhor definição das feições estruturais (plásticas e rúpteis) dos corpos graníticos aflorantes e subaflorantes das sequências tipo granito-greenstone associadas aos complexos de idade Arqueano-Proterozoico Inferior (e.g. Complexo Xingu, Suíte Metamórfica Cuiu-Cuiu), dos complexos plutono-vulcânicos e das suítes básico-ultrabásicas.

Os mapas gerados nesta atividade serão digitalizados e, subsequentemente, colocados à disposição dos usuários.

8.3.5 Mapas Metalogenéticos

Os mapas metalogenéticos serão elaborados, em princípio, dentro da concepção atualmente adotada no PLGB, compreendendo:

- (i) Representação de um fundo tectônico, com ênfase à cartografia dos metalotectos identificados.
- (ii) Representação dos jazimentos de ouro, primário e secundário bem como de outros bens minerais (metálicos e não-metálicos).
- (iii) Representação dos indícios indiretos de mineralizações (e.g. geoquímicos, geofísicos, petrológicos e mineralógicos).
- (iv) Delimitação das áreas mineralizadas ao nível de campo ou distrito mineiros.
- (v) Delimitação das áreas previsionais com indicação do grau (maior ou menor) de favorabilidade a mineralizações primárias de ouro e/ou de outras substâncias minerais.

Alternativamente, os mapas metalogenéticos poderão ser substituídos pelos mapas de avaliação da potencialidade mineral ('*mineral assessment*') através do uso dos '*softwares*' SPANS-GIS, integrando diversos temas ou níveis de informações, através do geoprocessamento, a partir de um número mais abrangente de variáveis.

8.3.6 Digitalização das Bases Cartográficas e dos Mapas Temáticos

A digitalização das bases cartográficas, em escala 1:250.000, será processada pelo Centro de Cartografia -CECAR, no Escritório do Rio de Janeiro, utilizando o 'software' *MaxCad*. O traçado da drenagem será elaborado em diversos níveis, tendo em vista o seu uso multidisciplinar, requerendo, portanto, uma uniformidade de tratamento. A drenagem será adensada somente nas áreas correspondentes às ocorrências de garimpos, onde está representada até a quinta ordem.

A digitalização dos mapas temáticos deve seguir o padrão em uso pela CPRM, principalmente na definição da topologia das feições temáticas mapeadas, dentro de um esquema arco-nó, permitindo sua utilização em Geographic Information System - GIS.

Os serviços de digitalização abrangerão a preparação dos seguintes produtos:

- (i) Mapa de atividades garimpeiras.
- (ii) Mapa de distribuição do ouro.
- (iii) Mapa geológico versão preliminar.
- (iv) Mapa geológico final integrado.
- (v) Mapas em escalas de semi-detalle e detalle, com as ilustrações dos trabalhos de prospecção.

Esses trabalhos poderão ser realizados nas unidades regionais (SUREG/BE, SUREG/GO, SUREG/MA, SUREG/SA, REPO), onde operam as equipes do projeto, de conformidade com a disponibilidade de equipamento e de pessoal capacitado para uso do *MaxCad*.

A conversão dos dados digitais e a plotagem dos mapas, utilizando-se o 'plotter' HP Desingjet 650C, serão desenvolvidas no CECAR.

8.3.7 Relatórios Técnicos

Os mapas finais (geológico e metalogenético), correspondentes a cada folha, em escala 1:250.000, serão editados acompanhados de *notas explicativas*. O conteúdo e a apresentação dessas notas devem seguir o método de trabalho adotado no PLGB, em uso consagrado pela CPRM. Entretanto, recomenda-se seguir uma forma mais simples no que se refere ao volume de informações presentes, visando tornar o documento mais conciso e atrativo ao leitor.

Os seguintes tipos de relatórios técnicos, relacionados às atividades desenvolvidas pelo PLGB, serão elaborados:

- (i) *Relatórios temáticos* sobre geoquímica, geofísica, geocronologia e petrologia, os quais serão elaborados abordando, sempre que possível, o volume total de informações sobre o tema, gerados na área global do projeto.
- (ii) *Relatórios específicos*, consolidando e integrando todas as informações disponíveis, originadas dos estudos dos prospectos, tais como: geológicas, estruturais, geofísicas, petrológicas, dados isotópicos, geoquímicos, etc.
- (iii) *Relatório técnico integrado* abrangendo toda a área mapeada e todos os prospectos estudados. Os mapeamentos regionais serão apresentados em escala 1:500.000, e os mapas específicos dos prospectos em escala compatível com o nível de informações disponíveis. Neste relatório deve constar, de forma integrada, a evolução tectono-geológica da Província Mineral do Tapajós, bem como os possíveis modelos de mineralizações, baseados em aspectos descritivos e genéticos. As possibilidades de ocorrências de novos depósitos minerais, na região, devem também ser mencionadas.

8.3.8 Bases de Dados

As informações obtidas pelo PLGB serão arquivadas na base de dados digitais do Sistema de Informações Geológicas- SIGA, destacando-se as seguintes bases: Descrição de Afloramentos-AFLO, Análises Petrográficas-PETR, Ocorrências Minerais-META, Sistema de Arquivamento de Amostras Geoquímicas-SEAG e Jazimento de Ouro.

8.4 Procedimentos Técnicos

8.4.1 Sensoriamento Remoto

A melhoria da qualidade dos mapeamentos geológicos está condicionada ao nível de interpretação das imagens de satélites e aerofotos, utilizando-se não apenas o método fotogeológico visual (convencional), mas também as modernas técnicas de interpretação digital. A interpretação fotogeológica detalhada tem o poder de racionalizar as etapas de campo e reduzir substancialmente os custos do mapeamento geológico.

A interpretação convencional, através dos *sensores remotos* (satélite, radar, aerofoto), segue alguns procedimentos de rotina, de uso consagrado pelos geólogos de mapeamento, tais como:

- (i) Traçado da drenagem com a definição de bacias e sub-bacias para suporte da geologia e de outros temas (e. g. plotação de pontos de geoquímica, localização dos garimpos).
- (ii) Traçado das feições lineares com o objetivo de caracterizar a geometria e os elementos cinemáticos estruturais.
- (iii) Traçado dos contatos litológicos e/ou unidades lito-estratigráficas, reconhecidos fotograficamente, com base nos padrões de drenagem, relevo, textura e reflectância.

As *imagens de satélites*, tipo SPOT, disponíveis para a Província Mineral do Tapajós, cobrem apenas cerca de 20% da área, sendo que a grande maioria data de 1988. As imagens RADARSAT só estarão disponíveis no início de 1996. No momento, a província está totalmente coberta por imagens do tipo LANDSAT. Estas imagens foram tomadas no período 1994-95 e exibem boa visibilidade e qualidade, com 90% da área com 0% de nuvens e o restante da área apenas com 10% de nuvens.

Estão sendo adquiridos três conjuntos de imagens de satélite com as seguintes características:

- (i) Produtos digitais, em seis bandas, armazenadas em formato CD-ROM.
- (ii) Imagens em papel, em escala 1:100.000, preto e branco, banda 4.
- (iii) Imagens em papel, na escala 1:250.000, coloridas, em combinação 4B5R7G.

Com relação às *imagens digitais*, a partir das bandas originais do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, em formato DAT, é possível produzir uma série de combinações de três bandas, em formato TIFF, resultando em 20 combinações (123-124-125-127-134-135-137-145-147-157-234-235-237-245-247-257-345-347-357-457).

Para cada canal há a possibilidade de ligação a três cores distintas '*red, green, and blue*'- RGB. Por exemplo, na combinação de bandas 123, as cores RGB podem ter as seguintes distribuições: 1R2G3B/1R2B3G/2R1G3B/2R1B3G/3R1B2G/3R1G2B. Assim sendo, para cada cena, são factíveis 120 tipos de imagens. É necessário selecionar e testar as combinações mais adequadas para diversos temas. Essas imagens podem ser transformadas para o sistema IHS (OOHSV) junto com as imagens de aerogeofísica, combinadas posteriormente e reconvertidas para o sistema RGB. Técnicas de análises de agrupamento

(ESODATA), análise de componentes principais, filtragens por exemplo, poderão ser aplicadas às imagens quando necessárias.

Em princípio, três tipos principais de imagens são indicados:

- (i) *Imagem A* - Combinação para destacar as atividades ligadas a desmatamentos (e.g. pistas de pouso, frentes de garimpo, estradas vicinais, vales assoreados, áreas de cultivo e desmatamentos naturais). A razão entre as bandas 1 e 3, em geral, ressalta bem as superfícies oxidadas e desprovidas de vegetação.
- (ii) *Imagem B* - Combinação para realçar feições geológicas, como por exemplo, elementos estruturais e possíveis separações entre unidades litológicas. Neste caso, é recomendado o uso da banda 4. Em imagens de boa resolução, os contactos entre unidades tais como granitos tipo Maloquinha, rochas máficas (e.g. Cachoeira Seca, Crepori e Ingarana), coberturas sedimentares (Paleozóicas e Proterozóicas) e sequência metavulcano - sedimentar tipo Jacareacanga onde ocorrem quartzitos/chert, por exemplo, são em grande parte reconhecidos e passíveis de delimitação.
- (iii) *Imagem C* - Combinação para realçar a presença de água, facilitando a identificação e traçado da drenagem bem como a caracterização da drenagem quanto à ordem de grandeza, no tocante à carga clástica e assoreamento.

A gravação de imagens em CD-ROM tem facilitado sensivelmente o seu processamento, abstraindo a necessidade de 'drivers' de difícil localização e aquisição. Além disso, a vida útil das fitas na região Amazônica, em consequência da alta umidade e o desenvolvimento de fungos, é acentuadamente mais curta que a vida dos CD's.

Como resultado do expressivo volume de dados digitais, em torno de 1.120 megabytes, recomenda-se que seja estabelecido um cronograma detalhado, incluindo-se a participação parcial de profissionais de outras unidades regionais, como por exemplo, da SUREG's São Paulo e Salvador.

A partir do recebimento das imagens digitais, terão início os trabalhos de produção de imagens tipo A, dirigidas notadamente à conferência da localização dos garimpos. Sugere-se a preparação de imagens coloridas RGB, em tamanho A4, cobrindo as principais áreas de garimpo, em escala 1:100.000.

A análise preliminar dos mapas de localização dos garimpos revelou as seguintes falhas:

- (i) A maioria das coordenadas refere-se às pistas de pouso e não às frentes de lavra, podendo levar a interpretações erradas, correlacionando-se áreas geograficamente mineralizadas a unidades estratigráficas incorretas.
- (ii) Um mesmo garimpo é cartografado várias vezes com nomes diferentes.
- (iii) Localizações incorretas de garimpos e pistas de pouso. Como exemplo, podem ser citados: na serra Cachoeira Seca, área de ocorrência de rochas básico - alcalinas do Proterozóico Superior, estão plotados quatro garimpos. Entretanto, não há registros, no campo, da presença de atividade garimpeira na área. Outro exemplo refere-se à localização da pista Comandante Perez, na região do rio Parauari, a qual está posicionada 20 km afastada em relação ao ponto original.
- (iv) A não diferenciação entre os tipos operacionais de lavra aluvionar e/ou primária, garimpos e pistas ativos e/ou paralizados.

As imagens produzidas, tamanho A4, tipo RGB, serão úteis para a interpretação da geologia das áreas de garimpo e para os trabalhos de campo, além de servirem também de base para a preparação e consolidação do mapa de atividades garimpeiras. As coordenadas precisas das áreas de garimpos, frentes de lavra e pistas de pouso, por exemplo, devem ser confirmadas 'on line', em mesa digitalizadora ou em microcomputadores através do uso dos

'softwares' *IDRISI* ou *ENVI*. Está prevista a preparação de 20 imagens, tamanho A4, em escala 1:100.000, coloridas, impressas em HP660C, cobrindo as principais frentes de lavra.

Posteriormente, em todos os locais onde a fotointerpretação ou os trabalhos de campo recomendarem, poderão ser produzidas imagens semelhantes. Esta preparação poderá ser feita com o 'software' *ADOBE PHOTOSHOP* ou o *IMAGE ALCHEMY*. A preparação de imagens de uma única banda (banda 4), impressas a laser, em papel especial mais espesso, em tamanho A4, são recomendadas para subsidiar as atividades de campo.

A fotointerpretação sistemática será traçada nas imagens de banda 4, em escala 1:100.000, ou traçada em fotos aéreas convencionais e transferida para a imagem. Também podem ser preparados mapas estruturais nessa escala e integrados na escala 1:250.000.

O uso dos 'softwares' *IDRISI* (versão para *WINDOWS*), *ENVI* e *SPANS-GIS* permitirá uma série de integrações com as imagens digitais, plotando sobre as mesmas dados vetoriais (e. g. cartografia, ocorrências minerais, pontos de amostragem, dados geoquímicos, etc) e rastrear mapas geológicos, geofísicos ou demais temas.

Contatos estão sendo mantidos no sentido de se verificar a possibilidade de aquisição das *imagens RADARSAT* junto ao Canadian Remote Sensing Center - CRSC através do Convênio CPRM/Canada Geological Survey. Outra opção seria através do Convênio DNPM/Governo do Japão.

Para a preparação de *mapas-índices*, os seguintes materiais devem ser providenciados:

- (i) Mapas índices de fotos convencionais:
 PROSPEC/DNPM, 1966, em escala 1:60.000 (parte E da área do Projeto).
 LASA/DNER, 1970, em escala 1:60.000 (área da Transamazônica).
 IBGE, 1980, em escala 1:100.000 (parte W da área do Projeto).
 RADAM, 1971, em escala 1:130.000 (infravermelho, faixas N-S, área do rio Jamanxim).
 DNER, 1973 (?), obra da rodovia Cuiabá-Santarém.
- (ii) Mapa de distribuição das imagens *LANDSAT*, em malha regular de coordenadas.
- (iii) Lista e mapa-índice das imagens *SPOT* disponíveis.

As seguintes *bases cartográficas*, em papel e, se possível, também em formato digital, devem ser adquiridas:

- (i) Em escala 1:250.000, cobrindo toda a área do projeto: Folhas SB.21-X-C e SB.21-X-A, do IBGE e Folhas SB.21-V-D, SB.21-Y-B e SB.21-Z-A, da DSG.
- (ii) Escala 1:100.000, cobrindo apenas 50% do projeto (as folhas X-C e Z-A não dispõem de cobertura nesta escala): SB.21-Y-B-I à VI (1009, 1010, 1011, 1088, 1089 e 1090; e SB.21-X-A-IV à VI, todas da DSG e SB.21-V-D (855,856,857,932,933 e 934), do IBGE. As folhas do IBGE foram concluídas, porém não foram impressas ainda. Contactos devem ser mantidos junto ao órgão no sentido de se ter acesso às cópias.

8.4.2 Petrologia

A área do projeto caracteriza-se por uma diversidade de rochas de idades do Arqueano ao Proterozoico, não se excluindo unidades de idade fanerozoica. Ocorrem também ambientes tectônicos diversos. Por outro lado, o nível de conhecimento geológico atual não é suficiente para permitir a compreensão da evolução geológica da província. Em decorrência, devem ser realizados estudos petrogenéticos (petrográficos e petroquímicos) das rochas associadas, em nível regional, para melhor caracterização da história geológica da área.

Estima-se que cerca de 30 amostras representativas, por unidade litológica, devem ser analisadas petrográfica e geoquimicamente. Esses estudos têm como objetivo a caracterização e definição das rochas, das suas origens (protólitos), como também da ambiência geotectônica de formação das mesmas. Para tanto, os estudos petrográficos devem ser realizados em seções delgadas orientadas. Análises modais e calcográficas devem subsidiar estas observações.

A geoquímica de rocha deve abranger a determinação quantitativa de elementos maiores e menores.

Estão previstas também análises químicas de minerais em '*microprobe*' para estudos das condições de P-T de formação das rochas e, conseqüentemente, do nível crustal de cristalização.

No processamento dos dados de petrologia serão utilizados os '*softwares*' GEOQUANT, MINPETe AMBGEO, em uso nas unidades regionais da CPRM.

8.4.3 Geocronologia

Os dados geocronológicos disponíveis sobre as rochas da região da Província Mineral do Tapajós referem-se, predominantemente, a datações obtidas pelo método Rb/Sr. Entretanto, para datações em rochas mais antigas (vide Faure, 1977), submetidas a retrabalhamento isotópico (e.g. rochas pré-Uatumã), o método Rb/Sr não é recomendado. Para determinação da idade de formação crustal ('*crustal-formation age*') de rochas em terrenos de evolução crustal policíclica, nas quais o sistema isotópico U/Th/Pb foi perturbado por eventos geológicos subsequentes, devem ser usados outros métodos radiogênicos. A geologia dos isótopos tem sido empregada, através dos métodos U/Pb ou Sm/Nd para esclarecer a história da evolução crustal de terrenos pré-cambrianos, onde a estrutural e a petrologia não têm dado respostas convincentes. Por outro lado, o método Pb/Pb aplica-se para a datação da idade de residência crustal ('*crustal-residence age*'), ou seja, para datar específicos eventos geológicos (e.g. metamorfismo, hidrotermalismo).

Nesse contexto, recomenda-se a aplicação do método Sm/Nd para as rochas máficas, do tipo Ingarana, Cachoeira Seca e Crepori, e U/Pb para rochas das unidades Parauari e Jacareacanga. Para a determinação da idade da deformação das rochas (metamorfismo), como também a idade da mineralização (tempo de deposição do minério), deve-se usar o método Pb-Pb. Com relação à seleção de métodos radiogênicos para datação das rochas da unidade Cuiú-Cuiú, estudos petrogenéticos devem precedê-la, tendo em vista a complexidade dos diferentes tipos petrogenéticos (vide item 7).

Inicialmente, deve-se proceder à catalogação dos dados existentes de K/Ar e Rb/Sr, em rocha, sobre a província. Essas informações serão arquivadas em fichas - GEOCRON - nas quais constam os seguintes parâmetros: número da amostra, quadricula, coordenadas UTM, localização geográfica, unidade estratigráfica, classificação petrográfica, dados geoquímicos por elementos, dados dos isótopos e idade (isolada ou isocrônica).

Entre os dados disponíveis, os seguintes trabalhos devem ser consultados: Basei, 1974, Leal *et al.*, 1975, Pessoa *et al.*, 1977, Bizinella *et al.*, 1980, Andrade *et al.*, 1978, e Santos e Reis Neto, 1982. Devem ser mantidos contatos com a Universidade Federal do Pará - UFPa no sentido de se ter acesso aos dados geocronológicos mais recentes produzidos por essa instituição.

Cumprе ressaltar que parte das datações Rb/Sr realizadas pelo Projeto RADAM até 1976, foi processada utilizando-se constantes ($\lambda_{Rb} = 1,47 \times 10^{-11}$) distintas daquelas que passaram a ser padronizadas, em âmbito internacional, posteriormente. Em assim sendo, tais datações devem ser reproprocessadas e as idades, conseqüentemente, revistas. O '*software*'

ISOPLOT (Ludwig, K., 1990) permite manipular dados isotópicos (Rb/Sr, Sm/Nd, U/Pb, Pb/Pb K/Ar), permitindo o reprocessamento de dados geocronológicos e, conseqüentemente a elaboração dos diagramas correspondentes (isócronas). Assim sendo, as três principais isócronas da região, referentes às 'vulcânicas Iriri', Granito Maloquinha e Granodiorito Parauari, devem ser revistas através do uso do ISOPLOT.

Para realizar as análises de isótopos radiogênicos, sugere-se o intercâmbio com universidades nacionais (e.g. UFPA e USP) e internacionais (e.g. New Hampshire University, USA e Royal Holloway and Bedford New College, University of London). Nesse sentido, já vêm sendo mantidos contatos entre a New Hampshire e a CPRM (vide Santos, Olzsewski and Gaudette, in press).

Outra opção será através do Convênio entre o Canada Geological Survey - CGS e a CPRM, recentemente firmado, no qual está previsto o intercâmbio em vários níveis do conhecimento geológico.

8.4.4 Estudo de Prospectos

O estudo dos prospectos abrange os seguintes assuntos:

- (i) Geoquímica do ouro supergênico
- (ii) Mineralização de ouro primário
- (iii) Prospecção mineral.

O estudo de prospectos será aplicado nas seguintes áreas:

- (i) *Em áreas reconhecidamente mineralizadas, ou seja, em áreas de garimpos.*
Essas áreas serão previamente selecionadas, em função dos *diferentes modos de ocorrência do ouro*, expostos pelos trabalhos de garimpagem. O número dessas áreas será função da diversidade de ambientes geológicos reconhecidos a nível do conhecimento atual.
O objetivo do estudo nessas áreas é definir os parâmetros geológicos controladores da mineralização e caracterizar o modelo da mineralização, usando as exposições já existentes nas áreas de garimpos que ofereçam facilidade de acesso. Esses parâmetros serão usados pelas equipes de levantamentos geológicos básicos para subsidiar a seleção de áreas-alvo, em toda a extensão da província.
- (ii) *Em áreas-alvo selecionadas pelos levantamentos geológicos básicos* e que se caracterizem por uma ambiência geológica distinta das anteriormente elecionadas, através das exposições dos garimpos.
- (iii) *Na área piloto do Creporizão* para subsidiar os estudos que serão desenvolvidos a nível de micro planejamento, especificamente os relacionados ao estudo do ouro aluvionar e o desenvolvimento de técnicas não poluentes em lavra e beneficiamento de ouro.

(a) Geoquímica do Ouro Supergênico

Os perfis lateríticos desenvolvidos na Amazônia, conforme representados na Figura 05, são o resultado de um extensivo processo de intemperismo químico que se estabeleceu na região a partir do Terciário Inferior.

A análise desta figura permite tecer as seguintes considerações:

- (i) A mineralização de ouro primário (ouro na 'rocha-mãe inalterada: horizonte 'D') em geral exhibe zonas de alteração ou halos de dispersão que, em regiões

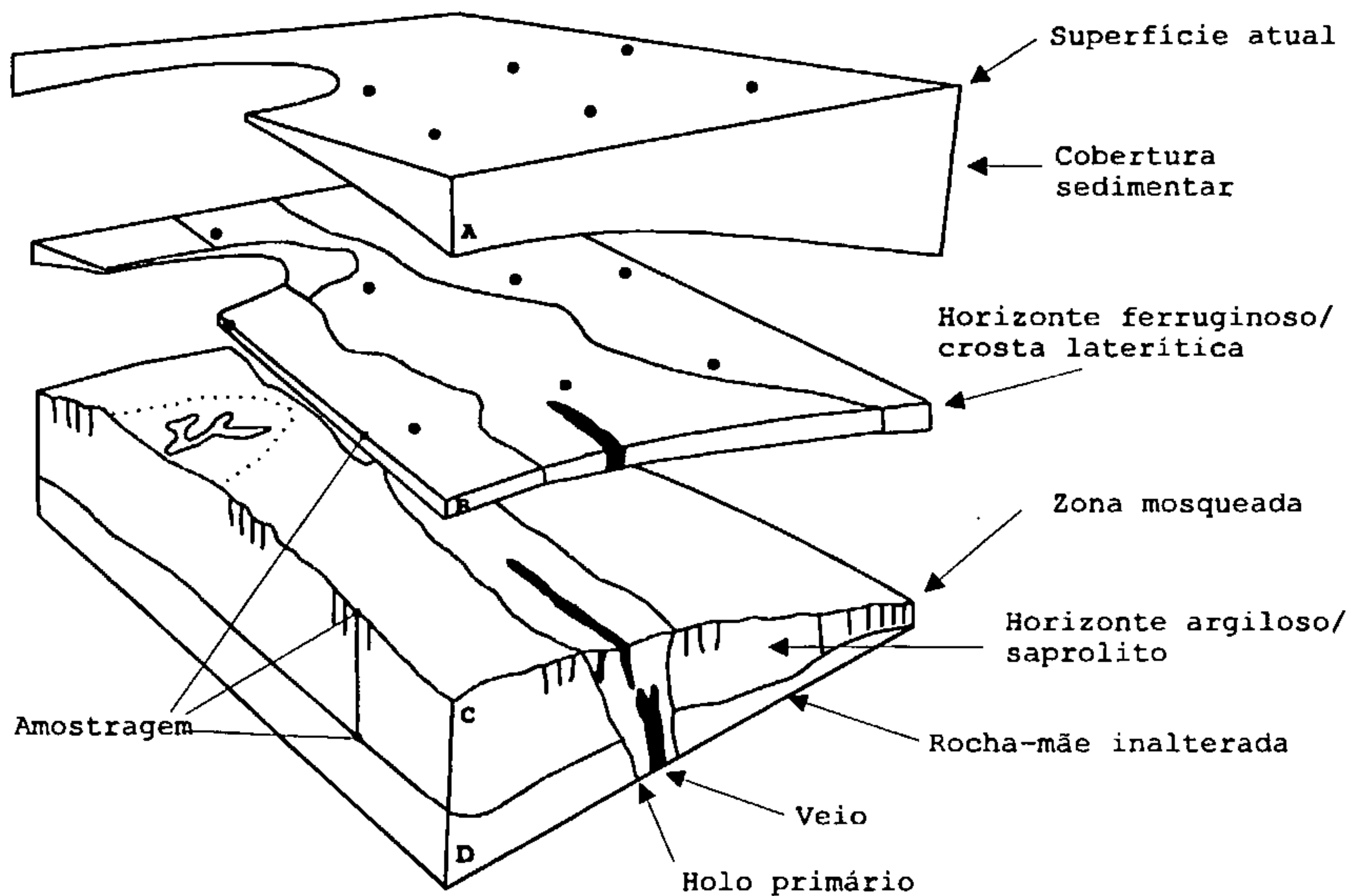


Figura 05- Desenho esquemático de um perfil laterítico com os diferentes horizontes, desenvolvidos sobre rochas portadoras de veios auríferos.

(Modificado de Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization CSIRO, Austrália).

favoráveis ao desenvolvimento de perfis lateríticos, se estendem até o horizonte saprolítico (horizonte formado '*in situ*' pela decomposição química da rocha ou horizonte 'C'). Diversos estudos sobre o comportamento geoquímico do ouro, no ambiente supergênico, têm demonstrado que esse metal pode ser remobilizado dos horizontes inferiores do perfil laterítico, por ação de diferentes agentes e/ou mecanismos físico-químicos. Esse processo de remobilização do ouro para horizontes superiores, poderá resultar na precipitação do metal juntamente com os óxidos e hidróxidos de ferro, formando as crostas ou horizontes ferruginosos (horizonte 'B'), enriquecidos em ouro.

- (ii) A região do Tapajós em termos de geomorfologia, apresenta-se profundamente arrasada, onde os perfis lateríticos acham-se truncados ao nível do saprólito, com raros remanescentes dessas crostas lateríticas eo-terciárias na forma de pequenos morros ou platôs.
- (iii) A porção sedimentar acima do horizonte ferruginoso ou laterítico (horizonte 'B') no Tapajós é correlacionada a coberturas tipo *argilas holocênicas alóctones*, bastante comuns na Amazônia. Sua origem é bastante controversa, admitindo-se aqui, sua formação a partir da degradação/intemperismo das crostas lateríticas subjacentes. Esse processo ocasionou uma nova dispersão geoquímica do ouro. Durante o Quaternário, a ação de processos geomórfológicos mais recentes resultou na peneplanização das superfícies, retrabalhando os halos de dispersão. Localmente, essas coberturas sedimentares podem ter se desenvolvido diretamente sobre os saprólitos, dispersando mais ainda o ouro, não merecendo, portanto, confiabilidade em termos prospectivos.

Na prospecção geoquímica de solos para ouro, baseada principalmente em diferentes exemplos já estudados na Amazônia, como em Carajás, além de casos históricos registrados na Austrália, os seguintes procedimentos devem ser adotados na região da Província Mineral do Tapajós:

- (i) A amostragem será realizada em canaletas verticais, coletando material representativo dos diferentes horizontes, ao longo do perfil desde o colúvio até o saprólito.
- (ii) Evitar a amostragem das coberturas sedimentares holocênicas alóctones e concentrar sempre nos horizontes ferruginosos, onde os halos de dispersão são mais representativos, favorecendo possíveis concentrações mais altas em ouro.
- (iii) As malhas de amostragem devem ser as mais fechadas possíveis, principalmente quando a amostragem se der em saprólitos (horizonte 'C'), onde corpos de dimensões métricas fornecerão halos de dispersão pouco desenvolvidos, e que não serão detectados por malhas do tipo 100x100m ou 50x50m, como ilustrado na Figura 04.
- (iv) Em termos de análises químicas e para as condições anteriormente descritas, é fundamental a *análise do Au a níveis de 1 ppb*, além da análises de outros elementos químicos, comprovadamente associados ao ouro através dos estudos da mineralogia do minério primário. Em adição, o estudo das zonas de alteração das mineralizações de ouro primário são essenciais para o entendimento da dispersão secundária do ouro.

(b) Mineralizações de Ouro Primário

O estudo das *mineralizações de ouro primário* (Fig. 06) visa levantar dados com o objetivo de caracterizar os parâmetros geológicos controladores da mineralização e suas correlações



Figura 06 a Exposição da mineralização de ouro primário no garimpo do Goiano, Província Mineral do Tapajós (Foto: Delgado, I. M., 1995).

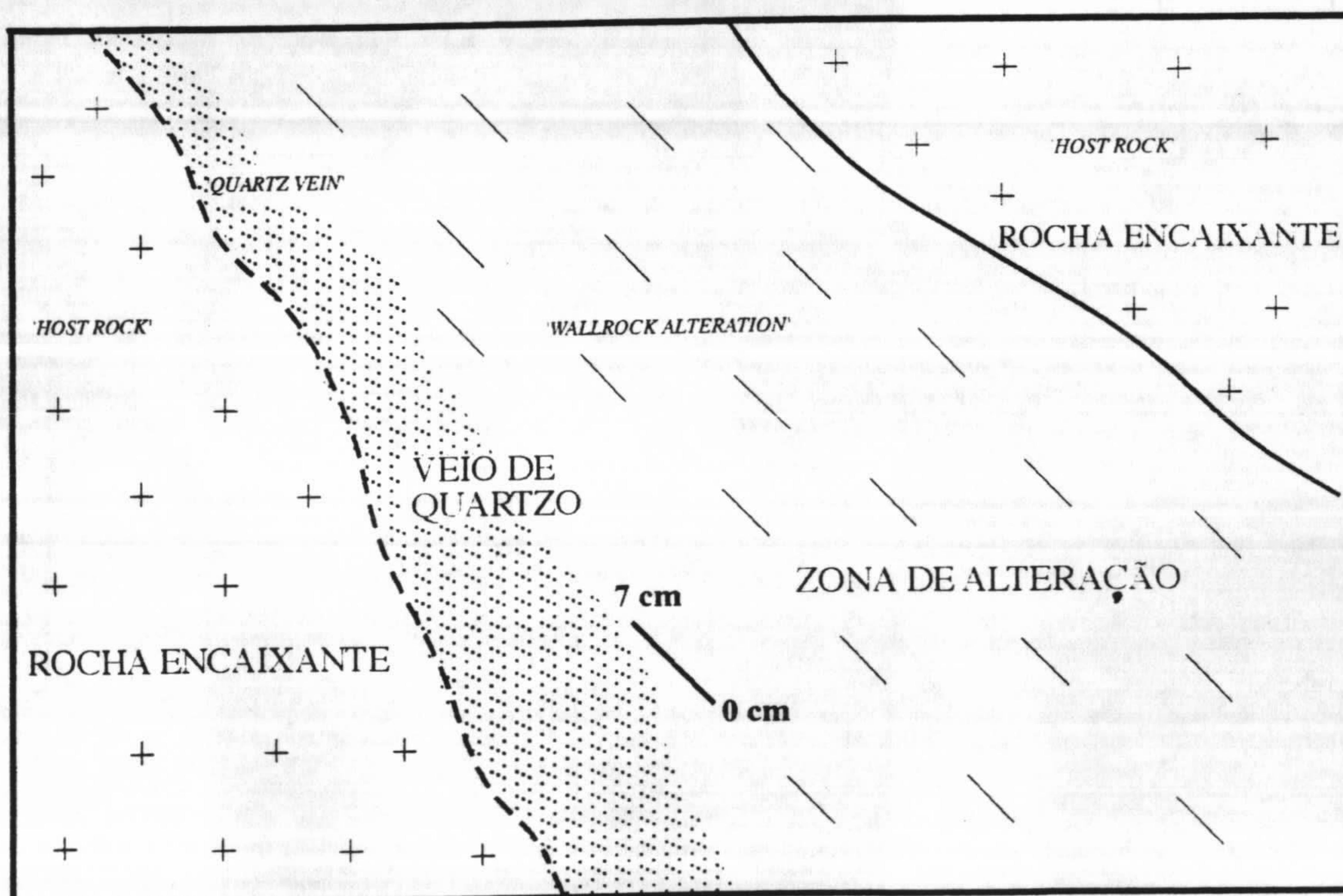


Figura 06 b Esboço interpretativo da foto da Figura 06 a mostrando a relação entre a zona de alteração e a rocha encaixante. Observe o veio de quartzo, provavelmente mineralizado em ouro, desenvolvido na zona de alteração. (Interpretação passível de alterações após verificação de campo; Coutinho, M. G. N., 1995).

com o contexto geológico regional, para definição do modelo de mineralização na província.

Neste sentido, serão estudados no campo os seguintes pontos:

- (i) *Petrologia*: reconhecimento, identificação e descrição das rochas encaixantes, caracterizando seus posicionamentos no contexto estratigráfico regional. Essas observações serão realizadas durante os trabalhos de campo, concomitantes com a amostragem para estudos de laboratório, visando estudos petrogenéticos.
- (ii) *Estrutural*: levantamento dos dados estruturais (e.g. elementos lineares, planares, cinemáticos, etc), nas rochas encaixantes e nos veios mineralizados e suas relações com os eventos deformacionais regionais. Esse estudo deve especificar as relações de '*emplacement*' dos veios. A coleta de amostras de veios de quartzo para estudo dos fluidos hidrotermais deve ser precedida da definição do controle estrutural do veio amostrado. Ênfase será atribuída ao estudo dos lineamentos estruturais visando reconhecer um 'possível' *strike-slip system* e consequentemente caracterizar a presença de *shear-zones* principal e secundária, e suas relações com a mineralização.
- (iii) *Zonas de alteração*: reconhecimento e descrição das zonas de alteração e das suas relações com o '*emplacement*' dos veios de quartzo e a mineralização, visando esclarecer a interação rocha/fluido.

Durante os serviços de campo serão efetuadas *amostragens em perfis transversais às rochas encaixantes, zonas de alteração e veios mineralizados*. Essas amostras serão submetidas aos seguintes estudos laboratoriais:

- (i) *Estudos petrográficos* em amostras de rochas encaixantes, de zonas de alteração, e em veios de quartzo. Nos dois primeiros casos os estudos serão realizados em seções delgadas orientadas, enquanto que nos veios de quartzo devem ser usadas seções duplas polidas.
- (ii) *Análises químicas por fluorescência de Raio-X, para elementos maiores e menores*: em amostras de rocha para subsidiar os estudos petrogenéticos e em amostras das zonas de alteração, para as investigações da interações rocha/fluido, com base nas variações químicas e/ou mineralógicas.
- (iii) *Microscopia de minério*: através de seções polidas subsidiadas com análises em microscopia eletrônica, ou '*microprobe*', para caracterização da parágênese mineral.
- (iv) *Análises químicas de minerais por 'microprobe'* em 'associações de minerais que estejam em equilíbrio' e em amostras de rochas encaixantes, para caracterização das condições de P-T de formação dessas rochas.
- (v) *Inclusões fluidas*: estudo em amostras de veios de quartzo (seções polidas duplas) das inclusões fluidas para caracterizar a natureza química e as condições de P-T do fluido e, consequentemente, as condições de nível crustal de deposição da mineralização.
- (vi) *Isótopos estáveis (C e O)*: estudo dos isótopos estáveis de carbono e oxigênio nas inclusões fluidas para definição da origem dos fluidos mineralizantes.
- (vii) *Isótopos radiogênicos (Pb-Pb)*: estudo em amostras de rocha para datar a deformação das rochas encaixantes e em amostras de sulfetos para datação do tempo de deposição da mineralização, como também para subsidiar o estudo da origem do metal.

(c) *Prospecção Mineral*

Neste item, considera-se básica uma relação clara entre os métodos escolhidos e as propriedades ou feições da mineralização que se pretende checar. Parte destas feições ainda

não é conhecida e isto, coloca um índice de incerteza na escolha dos métodos, *a priori*. Em princípio, as informações seriam obtidos em perfis estratégicos, isto é, os trabalhos seriam a nível de teste, sem necessariamente ter que se estender por todo o prospecto. Alguns métodos são de aplicação quase que rotineira e podem desde já ser listados:

- (i) *Geoquímica de solo residual*: testes orientativos com amostras de diferentes granulometrias (e.g. fração <20# e <80#) testes com concentrados de batéia de solo, comparando-se contagem de pintas com resultados analíticos (esse método tem a vantagem de partir de uma amostra inicial maior, importante para um elemento de distribuição errática como o ouro).
- (ii) *Geoquímica de saprólito e perfil laterítico*: segue o mesmo esquema acima, tendo-se, no entanto, que manter um controle de campo sobre o horizonte em que se está coletando a amostra. Um bom esquema seria amostrar o perfil laterítico diretamente acima da mineralização primária, se esta situação se apresentar no campo.
- (iii) *Litogeoquímica* dos materiais ferruginosos (lateritas, *gossans*), zonas alteradas e base das coberturas detríticas holocênicas.
- (iv) *Magnetometria*: é normalmente usada como suporte ao mapeamento geológico e inclui a possibilidade de se obter resposta magnética relacionada à mineralização de ouro. Outros métodos geofísicos a considerar seriam: *polarização induzida* (especialmente indicado para sulfetos disseminados associados a ouro), método de custo operacional elevado (R\$800,00/km), *gama-espectrometria* (e.g. para alteração potássica e auxílio ao mapeamento) mas de resposta muito superficial e *eletro-magnéticos* (normalmente utilizado para sulfetos maciços, não enriquecidos em ouro); as variedades VLF e SIROTEM têm sido usados na detecção de zonas condutoras relacionadas a mineralizações auríferas.

(d) Modelagem Espacial de Dados

Os dados de pesquisa originados do estudo dos prospectos associados as informações regionais poderão ser processados através do uso de 'softs' de modelagem espacial com o objetivo de caracterizar o potencial prospectivo da província. Essa técnica, recentemente, foi testada com sucesso pela CPRM em áreas mineralizadas (e.g. Projetos Palmeirópolis, Goiás e Vale do Ribeira, São Paulo), tendo contribuído para o entendimento do controle da mineralização e indicação de áreas prospectivas.

Os seguintes modelos poderão ser aplicados:

- (i) Modelagem à lógica Booleano.
- (ii) Interseção indexada - '*index overlay*' (mapas binários e multiclassificados).
- (iii) Lógica difusa ('*fuzzy*').
- (iv) Probabilidade Bayesiana
- (v) Análises estatística (análises de: agrupamentos -ISODATA, discriminância, componentes principais e características).

Esses dados poderão ser apresentados sob a forma de atlas digital utilizando os 'softwares' SPANSMAP e EXPLORER (uso interno) ou através do MICROSIGA gráfico em CD-ROM (uso externo).

9 MICRO PLANEJAMENTO: MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO DE TÉCNICAS NÃO POLUENTES NA MINERAÇÃO DE OURO

9.1 Introdução

A avaliação da poluição causada pela garimpagem na bacia do rio Tapajós, decorrente do assoreamento das drenagens e uso inadequado do mercúrio, advém do interesse dos órgãos governamentais na busca de princípios e diretrizes que possam anular ou amenizar a agressão ambiental causada pela atividade garimpeira na região.

Neste contexto, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, na missão de Serviço Geológico do Brasil, empenha-se no desenvolvimento de pesquisa e técnicas que propiciem a avaliação e a recuperação de áreas degradadas, bem como o desenvolvimento de processos não poluentes na extração do ouro.

Com a intensidade da atividade de extração do ouro na Província Mineral do Tapajós, através de processos rudimentares de garimpagem, tornou-se comum o uso do mercúrio na lavra e tratamento do minério através de placas amalgamadoras, calhas, batéias e moinhos. Estima-se que, a partir de 1958, época que teve início efetivamente na província as atividades garimpeiras, tenham sido lançadas cerca de 300 toneladas de mercúrio no meio ambiente (Projeto Ouro e Gemas, 1992).

Em assim sendo, tornou-se necessária a tomada de medidas no sentido de racionalizar os meios de produção de ouro para a preservação do meio ambiente, protegendo a pureza da água e do ar e a qualidade dos solos, elementos estes importantes e essenciais ao desenvolvimento dos seres vivos (reino animal e vegetal), no planeta Terra.

Os serviços que serão desenvolvidos prévia e detalhadamente, terão lugar na área piloto do Creporizão, como exposto no item 5. Esta pesquisa tem como objetivo, num sentido abrangente, estabelecer uma diagnose da poluição do mercúrio na região, bem como promover a recuperação das áreas degradadas. Os estudos envolvem o conhecimento da evolução do mercúrio no seu estado líquido e gasoso, tendo em vista os possíveis impactos sobre o meio ambiente e as medidas preventivas e de mitigação que devam ser adotadas no sentido de preservar o ecossistema na região Amazônica. Como medida preventiva está previsto o desenvolvimento de equipamentos e técnicas não poluentes que permitam minimizar os efeitos do uso do mercúrio, na atividade de garimpagem.

9.2 Localização

Os trabalhos desenvolvidos a nível de micro planejamento serão concentrados no Creporizão, área piloto, com aproximadamente 170 km², conforme mencionado previamente (vide Figs. 03 e 07 para localização).

A área localiza-se ao sul da cidade de Itaituba, cujo acesso por via aérea (avião monomotor) leva cerca de 1:30 horas. Por via terrestre a área está distante 230 km, através da Rodovia do Ouro, a partir da BR-163 (Cuiabá-Santarém).

9.3 Degradações Física e Química do Meio Ambiente

Evidências de degradação do meio ambiente, em decorrência das atividades garimpeiras, na Província Mineral do Tapajós, são registradas não só do ponto de vista físico como químico.

A atividade da garimpagem de ouro na província desenvolve-se basicamente, através de:

- (i) Desmonte hidráulico concentrado predominantemente nas aluviões.

**PROJETO PROVÍNCIA
MINERAL DO TAPAJÓS:
MICRO PLANEJAMENTO**

N



garimpo do creporizão



56° 30' W

estrada garimpeira

7° Lat. Sul

IMAGEM TM LANDSAT BANDA 3

10 Km



- (ii) Processos manuais e rudimentares ao longo das grotas e baixões desenvolvidos na planície aluvial.
- (iii) Balsas de sucção nos leitos dos rios Marupá, Crepori e Tapajós, predominantemente.

O ouro na região, predominantemente, de granulação fina (c.a. 100 mesh), é recuperado através de processos rudimentares de garimpagem, abrangendo a extração e a concentração. Em decorrência, a recuperação do ouro é feita através do uso do mercúrio, processo este conhecido como amalgamação. Parte do mercúrio consumido na obtenção do ouro, durante a amalgamação, é transferido para os rios em estado sólido, e parte é incorporado à atmosfera, sob a forma de vapores, originados da queima do amálgama (mistura física do ouro com o mercúrio) durante a 'purificação' do ouro nos garimpos.

Com base nos registros de atividades garimpeiras na região do Tapajós, durante aproximadamente 40 anos e considerando que cerca de 10% da produção brasileira de ouro advém daquela área, pode-se visualizar os altos índices de contaminação por mercúrio na bacia do Rio Tapajós.

Entretanto, a degradação do meio ambiente não se limita à poluição química. Evidências de degradação física também são registradas. Estima-se que cerca de 500 balsas operaram na extração de ouro, nos rios Marupá e Crepori, afluentes do Tapajós, causando forte destruição do meio físico. A batimetria de fundo dos rios é completamente modificada pelos serviços de dragagem que, por sucção, destroem a coluna sedimentar que forma as aluviões dos rios. Em geral, nos locais de concentração dos trabalhos de dragagem, a coluna de sedimentos, portadora de uma componente de material orgânico, é totalmente arrasada atingindo o 'bed-rock'. A retirada desses sedimentos contribui sensivelmente para o aumento do percentual do material em suspensão nos rios, provocando modificações nos índices de transparência das águas, prejudicando, pondo em risco e limitando as condições de sobrevivências da fauna e flora.

O desequilíbrio físico e químico das águas fluviais sob a ação do mercúrio favorece a formação do metil-mercúrio, substância formada pela reação do mercúrio metálico com a matéria orgânica, substância esta altamente nociva ao meio ambiente e igualmente ao homem.

Por outro lado, os efeitos da poluição não se restringem à contaminação das águas dos rios. Durante a comercialização do ouro, nos centros populacionais, (e.g. Itaituba dispõe de cerca de 200 pontos de comercialização de ouro), os escritórios de venda não dispõem de sistemas de circuito fechado para a 'queima' (espécie de 'purificação') do ouro. Os vapores originados do mercúrio, ainda associados ao ouro, durante essa 'nova' queima são lançados na atmosfera, como também inspirados pelos funcionários que participam da operação, atingindo inclusive a população local.

Assim sendo, formas de controle da poluição (física e química) presente no ar e nas águas dos rios, causada pelos serviços de garimpagem, durante a extração do ouro, como também na ocasião da sua comercialização, serão investigadas, para posteriores recomendações de medidas preventivas e de mitigação. Entre outras medidas, inicialmente, as seguintes ações devem ser implementadas:

- (i) Investigação para determinar a cota batimétrica mínima das aluviões passível de ser trabalhada, com o menor índice de degradação física e química na planície aluvionar.
- (ii) Desenvolvimento de uma metodologia que permita acompanhar e controlar a batimetria de fundo durante o desmonte do material trabalhado pelas dragas ou balsas na extração do ouro.

- (iii) Eliminar a utilização do mercúrio durante o processo de extração do ouro, nos concentradores, devendo seu uso ficar restrito à fase de tratamento do amálgama, evitando a possibilidade de contaminação das águas dos rios.
- (iv) Substituição dos concentradores que operam com mercúrio durante a concentração do ouro.
- (v) Utilização de mecanismos com circuitos fechados na queima do amálgama, evitando que a fase volátil (mercúrio), originada durante a queima, escape e seja incorporada à atmosfera.
- (vi) Campanha de esclarecimentos junto aos escritórios de venda de ouro, nos centros urbanos, com relação aos efeitos poluidores decorrentes da queima do amálgama na comercialização.
- (v) Desenvolver ação no sentido de fazer o uso obrigatório de circuitos fechados durante a 'purificação' do ouro, nos pontos de comercialização. Como exemplos, podem ser citados os equipamentos capela -Venturi e retorta - forno, desenvolvidos pelo Projeto Ouro e Gemas, 1992.

9.4 Toxicologia Mercurial

Os efeitos nocivos do mercúrio no equilíbrio global do planeta, pondo em risco os reinos animal (homem e fauna) e vegetal (flora), têm sido assunto de pesquisa e estão demonstrados cientificamente.

No caso da atividade garimpeira, estudos inéditos desenvolvidos no Brasil, nos garimpos de Paracatu (Minas Gerais), Serra Pelada (Pará) e Crixás (Goiás), pelo Projeto Ouro e Gemas (1992), em conjunto com o Setor de Controle Ambiental na Mineração - SECAM, do Departamento Nacional da Produção Mineral -DNPM aventaram a possibilidade de duas formas de contaminação pelo mercúrio na atividade extrativa do ouro:

- (i) *Forma metálica*, cuja absorção pelo meio ambiente é reduzida, provocando desequilíbrio parcial no ecossistema.
- (ii) *Forma orgânica*, como do metil-mercúrio, cujo risco é alto, cumulativo, progressivo e fatal à vida. Nessa forma, a contaminação realiza-se em dois estágios. Inicialmente, há a absorção, e posteriormente a acumulação do metil-mercúrio pela fauna e pelo plancton, os quais serão digeridos posteriormente pelos peixes. Subsequentemente, esta contaminação atinge o homem, através do ciclo da cadeia alimentar.

Outra forma de dispersão dos efeitos poluidores do mercúrio, com relação ao meio ambiente, dá-se através do mercúrio iônico que uma vez presente na água, é capaz de formar uma gama variada de compostos orgânicos. Nessa situação duas reações podem ocorrer:

- (i) Redução do mercúrio para a forma metálica, o qual sofre evaporação.
- (ii) Redução para metil - mercúrio, o qual atinge a cadeia alimentar, tornando-se, portanto, altamente poluidor e igualmente nocivo.

9.5 Produtos

9.5.1 Mapeamento Geológico de Detalhe e Cadastramento de Ocorrências Minerais na Área do Creporizão

Para subsidiar o planejamento e desenvolvimento das pesquisas ambientais, que serão desenvolvidas a nível de micro planejamento, está prevista a realização do mapeamento

geológico de detalhe, em escala 1:25.000. Esta atividade deve cobrir toda a área do Creporizão (área piloto), correspondendo a uma superfície de 170 km², aproximadamente, abrangendo os seguintes serviços:

- (i) Interpretação geológica através do uso de fotografias aéreas, com suporte das imagens de sensores remotos.
- (ii) Aerolevantamentos, utilizando câmeras fotográficas e de vídeo, com o objetivo de obter imagens de grande detalhe (> 1:10.000).
- (iii) Processamento das imagens de satélites.
- (iv) Realização de perfis geológicos.
- (v) Realização de perfis geofísicos de campo, radiométricos (IP e VLF) e gravimétricos.
- (vi) Realização de perfis geoquímicos com amostragem de solo, concentrados de bateia e de sedimentos de corrente.
- (vii) Cadastramento das ocorrências minerais e, subsequentemente, o preenchimento da base META.
- (viii) Levantamento topográfico com curvas de nível espaçadas de 5m.
- (ix) Aberturas de trincheiras e picadas para suporte aos serviços de mapeamento.
- (x) Sondagens rotativas rasas para verificação do comportamento da mineralização de ouro primário em subsuperfície, caracterizada nos trabalhos prospectivos.

9.5.2 Mapa de Índices de Geo-Acumulação do Mercúrio na Área do Creporizão

Paralelamente ao mapeamento geológico de detalhe será realizado o mapeamento dos índices de geo-acumulação do mercúrio, em toda a área piloto. Esta atividade será realizada em conjunto com o Centro de Tecnologia Mineral - CETEM com base no método de pesquisa desenvolvido pelo Prof. G.Muller da University of Heidelberg, Alemanha.

Os resultados obtidos serão usados como critério para seleção de áreas para estudos de avaliação da poluição do mercúrio.

9.5.3 Mapa Metalogenético da Área do Creporizão

O mapa metalogenético em escala 1:25.000 da área do Creporizão será elaborado de acordo com o procedimento previamente apresentado para os Levantamentos Geológicos Básicos (vide item 8.3.5).

9.5.4 Avaliação do Impacto Ambiental

Todo o conjunto de atividades antrópicas provoca impactos ambientais quando desenvolvido desordenadamente. O presente projeto tem como objetivos, entre outros, avaliar individual e coletivamente o impacto gerado pelo homem de forma a propor alternativas de desenvolvimento que sejam ambientalmente sustentáveis.

O estudo dirigido às atividades antrópicas, na região do Tapajós, envolve os seguintes campos de atividades: Mineração, Agricultura, Comércio, e Ocupação Rural e Urbana.

A seguir serão discutidos apenas os efeitos e procedimentos que serão adotados na avaliação do impacto ambiental na área da mineração. As demais atividades seguirão os procedimentos e métodos de pesquisa discutidos e testados em áreas garimpeiras

desenvolvidos pelo Centro de Tecnologia Mineral - CETEM (vide Farid, 1992; Veiga e Fernandes, 1992 e Rodrigues Filho e Maddock, 1995).

(a) Avaliação do Impacto dos Efeitos da Mineração no Meio Ambiente

A avaliação do impacto da garimpagem de ouro na região do Tapajós envolverá os seguintes aspectos:

- (i) Avaliação da poluição gerada pelo mercúrio e o assoreamento de drenagens e despoluição das áreas degradadas.
- (ii) Desenvolvimento de técnicas não poluentes na lavra e beneficiamento do minério tais como, gravimetria, amalgamação com controle da fase volátil do mercúrio, cianetação controlada com construções de barragens.
- (iii) Desenvolvimento de equipamentos protetores contra a incorporação dos vapores de mercúrio na atmosfera, originados da queima do amálgama.
- (iv) Avaliação dos impactos ambientais e propostas de preservação do meio ambiente.

A avaliação da poluição provocada pelo mercúrio será realizada numa área se aproximadamente 10km², selecionada com base no mapa de índices de geo-acumulação do mercúrio, na qual serão implementadas as seguintes ações:

- (i) *Amostragem de rejeito da garimpagem* com coleta de amostras de grande volume (1m³/amostra), em áreas de drenagens trabalhadas por garimpeiros. Estima-se cerca de 30 amostras de rejeito para uma malha de 100m x 20m por uma extensão de um quilômetro ao longo da drenagem.
- (ii) *Amostragem de solo nos depósitos de colúvios* com coleta de amostras distanciadas de 500m, coletadas da drenagem em direção às margens, estimando-se a tomada de 1000 amostras, aproximadamente.
- (iii) *Tratamento das amostras de concentrado de bateia e de solo*; o material proveniente das drenagens (concentrado de bateia) e do colúvio (solo), será concentrado, reduzindo-se o volume, à ordem de meio quilo, com uso de concentradores (bateia manual, mecânica ou sluice).
- (iv) *Amostragem de fauna e flora*; elementos da flora e da fauna (peixes, animais, aves) serão coletados para dosagem do mercúrio. Estão previstas cerca de 50 análises desse tipo.
- (v) *Amostragem de sangue, urina e cabelo*; este tipo de coleta de material será efetuado na população mais diretamente envolvida com a atividade garimpeira, incluindo garimpeiros e empregados que trabalham na queima do mercúrio nos garimpos ou nos pontos de comercialização. Estão previstas 300 amostras.
- (vi) *Análises*: os materiais coletados nos itens acima discriminados serão analisados para mercúrio total, e as amostras originadas das drenagens serão também analisadas para ouro; será investigada a possibilidade de se realizarem medições do conteúdo de mercúrio na atmosfera ambiente, através do uso do equipamento Gaster-Japan.

9.5.5 Desenvolvimento e Implantação de Técnicas Não Poluentes em Mineração de Ouro

No processo de lavra que será adotado pelo Projeto Província Mineral do Tapajós será eliminado o uso do mercúrio, tanto nas áreas de drenagens, como também, nas áreas de depósitos do material originado do desmonte ('catas'), passando seu uso a ficar restrito à

central de bateamento. Nas operações de beneficiamento, o mercúrio será empregado sempre através de um circuito fechado, permitindo sua recuperação e evitando o escape da fase volátil para o meio ambiente.

(a) Lavra

A lavra será realizada em barrancos, de 10mx10mx3m de dimensões, escavados na planície aluvionar (*depósitos de ouro aluvionar e supergênico*) como também em áreas de exposição de *ouro primário*. A operação de desmonte será através dos tradicionais métodos de:

- (i) Escavação manual através do uso de picareta e pá (depósitos de ouro primário e supergênico), e
- (ii) Hidráulico com 'bico-jato' (depósitos de ouro tipo aluvião e colúvio).

Para a execução dos serviços de lavra na planície aluvial, será efetuado o desvio da drenagem, construídas barragens de rejeito e diques filtrantes, com retroescavadeiras. As barragens serão os locais onde será depositado o rejeito, enquanto os diques terão como função evitar a poluição física provocada pela degradação da planície aluvionar, resultando no assoreamento da bacia fluvial, como um todo. Não será permitido o uso do mercúrio nas catas.

Posteriormente, com o encerramento dos serviços de lavra, os locais devem ser aplainados, as barragens de rejeitos obstruídas e a planície aluvial reconstituída e reflorestada, a exemplo do que vem sendo usado ao longo das margens do rio Jequitinhonha, pela Companhia Tejucana em Minas Gerais.

(b) Beneficiamento

Para o tratamento dos concentrados do material do desmonte, tradicionalmente têm sido usados métodos de hidrogravimetria ('cobra fumando' e caixas rifladas), ou o processo simples de amalgamação.

Recentemente tem sido comum, nos garimpos de ouro brasileiros, o emprego de equipamentos concentradores gravimétricos do tipo Ourotec, Ouromatic, Placas Amalgamadoras, ou Bica Canadense.

No Projeto Província Mineral do Tapajós está previsto o uso de novas técnicas não poluidoras, a exemplo da pesquisa tecnológica em desenvolvimento pelo CETEM na área do garimpo Piririma, no Tapajós (Projeto Piririma, 1995). Conjuntamente, nesta experiência, são usados testes supervisionados com os equipamentos tipo centrífuga, jigs e Knelson.

Os concentrados obtidos serão novamente processados na *central de bateamento*. A central de bateamento será construída com caixas do tipo Eternit, adaptadas conforme modelo implantado e testado em Paracatu, Minas Gerais, pelo Projeto Ouro e Gemas, 1992. Em assim sendo, será eliminada a concentração do ouro, ao longo da drenagem, ficando esta operação restrita a um circuito fechado, fora da drenagem, na central de bateamento, evitando a contaminação do mercúrio nos rios, como também o assoreamento da drenagem.

A queima do amálgama se dará através da *central de queima*, onde serão adaptados equipamentos tipo capela-Venturi, retorta-forno e condensadores ('amálgama-set'), para prevenir a incorporação do mercúrio sob a forma gasosa, na atmosfera.

O material originado do desmonte, após o beneficiamento, será estudado para a caracterização do ouro, quanto à granulometria e forma, como também para a determinação do seu teor.

(c) *Técnicas Alternativas de Beneficiamento de Ouro*

Recentemente, tem sido comum, nos garimpos de ouro no Brasil, o uso de equipamentos de concentração tipo centrífugas e espirais, os quais têm dado resultados satisfatórios na recuperação do ouro fino (granulação <100 mesh). Entretanto, existe um fator complicador com relação ao uso desses instrumentos quando o material é bastante argiloso, resultando numa sensível baixa na recuperação do ouro.

Assim sendo, está previsto testar, durante os trabalhos de beneficiamento, o uso da 'mesa plana', instrumento de uso difundido na África do Sul, onde opera com bastante sucesso na concentração de ouro associado a material argiloso.

Testes dos equipamentos de lavra e beneficiamento operados pelos garimpeiros e estudos alternativos para sua otimização serão realizados em conjunto com o Centro de Tecnologia Mineral - CETEM.

9.5.6 Caracterização do Meio Ambiente

A caracterização do meio ambiente contemplará os tópicos abaixo relacionados:

- (i) *Meio Físico*: é uma atividade multidisciplinar abrangendo estudos relacionados com a Geologia, Hidrogeologia, Pedologia, Geomorfologia e Clima.
- (ii) *Meio Biótico*: compreende o cadastro da fauna (e.g. invertebrados, peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos) e da flora, onde serão especificados os indicadores ecológicos e a inter-relação flora/fauna/recursos hídricos.
- (iii) *Meio Antrópico*: diz respeito aos aspectos sócio-econômicos da região e compreende o levantamento dos seguintes pontos: demografia e fluxo migratório, uso e ocupação do espaço territorial sob o ponto de vista urbano e rural, saúde e administração pública e infra-estrutura disponível. Outros aspectos referentes às atividades econômicas desenvolvidas na agricultura, pecuária, comércio e ocupação do solo, serão analisados.

O enfoque de consecução do Projeto Província Mineral do Tapajós para rastrear o mercúrio nas drenagens, estudar seu comportamento de incorporação nos meios físico, biótico e antrópico, localizar pontos de contaminação e propor soluções para evitar a continuidade da ação poluidora, terá como base os métodos de pesquisa adotados para as áreas garimpeiras de Alta Floresta e Poconé, Mato Grosso, pelo Centro de Tecnologia Mineral - CETEM. O procedimento de pesquisa desenvolvidos nestas áreas está minuciosamente detalhado em Farid (1992) e Veiga e Fernandes (1992), respectivamente.

As atividades de pesquisa realizadas nestas áreas abordam, ainda, o garimpeiro, suas relações de trabalho, seu papel na sociedade local e reflexos no contexto nacional.

(a) Hidrogeologia

O estudo hidrogeológico que será realizado na área piloto do Creporizão tem como objetivo a investigação da qualidade das *águas de consumo pela população e do lençol freático superficial*, concernente à contaminação, principalmente pelo mercúrio.

As atividades relacionadas à hidrogeologia compreendem:

- (i) Mapeamento geológico e geomorfológico de detalhe (1:25.000), através dos quais serão reconhecidas e mapeadas as unidades tais como aluviões, terraços fluviais sub-atuais e as formações superficiais autóctones (e.g. regolito, crostas lateríticas) ou transportadas. Ênfase será dada ao traçado em detalhe das fraturas

para elaboração dos mapas de densidade e intersecção dos elementos estruturais, como também à recuperação minuciosa da drenagem.

- (ii) Cadastro dos poços, caso existentes, com o inventário dos parâmetros hidrogeológicos (e.g. unidade geológica do aquífero, nível estático, profundidade, vazão).
- (iii) Amostragem de água para análises de Hg, As, nitrito, nitrato e determinação do conteúdo de dejectos orgânicos.

Caso não existam poços em número suficiente que permita estabelecer um diagnóstico sobre as condições hidrogeológicas da região, o estudo dos aquíferos superficiais poderá ser realizado através de poços rasos construídos à trado. Estes poços devem ser locados sempre à montante das áreas de garimpagem e devidamente protegidos com filtros.

Em caso de ser comprovada a impureza das águas de superfície ou a contaminação dos aquíferos superficiais será desenvolvido um estudo de soluções alternativas para captação e abastecimento através de água subterrânea por poços mais profundos (c.a. 60m). Neste caso, a locação dos poços será precedida de um estudo com base no mapa de densidade de fraturas e os dados serão processados através do '*software*' GEOFRAT. Os seguintes pontos devem ser considerados na seleção e priorização dessas áreas:

- (i) Áreas com máxima intensidade de fraturas e de intersecções desses elementos
- (ii) Área de periferia de corpos plutônicos
- (iii) Áreas com baixa densidade de drenagem
- (iv) Áreas com máxima espessura de formações superficiais
- (v) Áreas com baixa declividade.

Esses elementos devem ser georeferenciados e geoprocessados sendo as áreas mais favoráveis determinadas pelos grau de maior favorabilidade desses parâmetros.

9.5.8 Recuperação das Áreas Degradadas

Os trabalhos de recuperação de áreas degradadas têm como objetivo:

- (i) Preservação e conservação da drenagem, com a melhoria da qualidade das águas;
- (ii) Reflorestamento das áreas degradadas e recuperação da planície aluvial.

No programa de recuperação das áreas degradadas, física e quimicamente, por atividade garimpeira, os trabalhos serão desenvolvidos ao longo da drenagem, de montante para jusante.

Esses serviços incluem o desvio do curso dos rios e a construção de diques. Esses diques, localizados de acordo com as condições topográficas mais favoráveis, serão acompanhados de vertedouros tipo 'tulipa', para evitar desmoronamento, e de filtros de areia, para a preservação da qualidade da água.

O plano de recuperação das áreas degradadas que será desenvolvido na área piloto (Crepurizão) será apresentado oportunamente.

10 RECURSOS HUMANOS

A estrutura técnica do projeto será composta de um grupo de coordenação técnico-gerencial, um grupo de coordenação técnico-científica e de chefes de equipes. Eventualmente está prevista a contratação de especialistas, com comprovada experiência.

Tendo em vista o caráter multidisciplinar e a diversidade dos temas e dos órgãos técnicos envolvidos na execução do projeto, há necessidade de um eficiente trabalho de equipe, com troca de experiência e de informações em todos os níveis e com absoluta transparência entre os pares. Caberá à Coordenação Geral do Projeto a tarefa maior de criar as condições favoráveis para que as equipes atuem com harmonia, visando atingir altos níveis de eficiência, em busca dos objetivos do projeto.

A seguir será apresentada uma lista de nomes de técnicos para serem integrados ao projeto. Entretanto as sugestões são passíveis de modificações:

- (i) *Grupo de coordenação técnica-gerencial:*
 - Sabino O. C. Loguercio (CPRM/ERJ): Coordenador Geral do Projeto
 - Raimundo Geraldo Maia (SUREG/BE): Coordenador do LGB
 - Valter José Marques (SUREG/BE): Coordenador do Meio Ambiente
 - José Waterloo Leal (SUREG/BE): Coordenador de Operações e Logística
 - Emiliano Cornélio de Souza (DEGEO/ERJ): Chefe Departamento de Geologia
 - Paulo Marinho (SUREG/BE): Gerente de Recursos Minerais
 - João Orestes Schneider Santos (SUREG/MA): Gerente de Recursos Minerais
 - Cássio Roberto da Silva (REPO): Supervisor de Projetos
- (ii) *Grupo de Coordenação técnico-científico/Áreas Temáticas:*
 - Xafi da Silva Jorge João (SUREG/BE): Petrologia
 - João Orestes Schneider Santos (SUREG/MA): Geocronologia e Imagens Digitais
 - Maria Glícia Nóbrega Coutinho (DEPEM/ERJ): Modelos de Depósitos de Ouro
 - Cidney Valente (SUREG/GO): Sensoriamento Remoto
 - Reginaldo Santos (SUREG/SA): Geologia Estrutural
 - Augusto Pedreira (SUREG/SA): Sedimentologia
 - Rômulo Angélica (SUREG/BE): Geoquímica
 - Mário Metelo (DIGEOF): Geofísica
 - Orlando Araujo (SUREG/BE): Cartografia Geológica
 - Inácio Medeiros Delgado (DIGEOB): Cartografia Metalogenética e Coordenação Geral do LGB
 - Sérgio Martini (DIGEOB): Prospeção Mineral
 - Valter José Marques (ASSPR): Meio Ambiente
 - Paulo Branco (DEGEP): Geoprocessamento-GIS
- (iii) *Equipes dos Levantamentos Geológicos Básicos*
 - Manoel R. Pessoa (SUREG/MA): Chefe de equipe de Mapeamento Geológico
 - Alfreu dos Santos (SUREG/BE): Chefe de equipe de Mapeamento Geológico
 - Rui Célio (SUREG/BE): Mapeamento Geológico
 - Marcelo Vasquez (SUREG/BE): Mapeamento Geológico
 - Evandro Klein (SUREG/BE): Mapeamento Geológico
 - Sílvio Ricker (SUREG/MA): Mapeamento Geológico
 - Nelson Reis (SUREG/MA): Mapeamento Geológico
 - Leda Fraga (SUREG/MA): Mapeamento Geológico
 - Idenilson D. Prado (SUREG/MA): Mapeamento Geológico.
 - 02 geólogos da Residência de Porto Velho (REPO): Mapeamento Geológico

- (iv) *Equipe de Estudo de Prospectos:*
 Rômulo Simões Angélica (SUREG/BE): Ouro supergênico
 Maria Glícia Nóbrega Coutinho (DEPEM/ERJ): Ouro primário
 Sérgio Martini (DIGEOB/ERJ): Prospeção Mineral
 Ana Dreher (DIGEOB/ERJ): Petrografia
 Consultoria em ouro Supergênico
- (v) *Equipe do Meio Ambiente:*
 Valter José Marques (SUREG/BE): Avaliação do Impacto Ambiental
 Consultor em Recuperação de Áreas Degradadas
 Especialista em amostragem para estudos ambientais
- (vi) *Equipe de Desenvolvimento e Implantação de Técnicas Não Poluentes na Mineração de Ouro:*
 Homero de Araújo Neto (CPRM/SEDE)
 Consultor em Tecnologia de Minério de Ouro

As exposições técnicas programadas para segunda quinzena de Novembro serão apresentadas pelos seguintes geólogos da CPRM:

Xafi da Silva Jorge João (SUREG/BE): Coordenador do evento
 Orlando Araujo: (SUREG/BE)
 Rômulo Simões Angélica: (SUREG/BE)
 José Maria Pastana: (SUREG/BE)
 João Orestes Silva Santos: (SUREG/MA)
 Manuel R. Pessoa: (SUREG/MA)
 Maria Glícia Nóbrega Coutinho: (ERJ)
 Cidney Valente: (SUREG/GO)
 Emiliano Cornélio de Souza: (ERJ)
 Mário Metelo (DIGEOF): (ERJ)
 Inácio Medeiros Delgado (SUREG/SA)
 Homero de Araújo Neto: (SEDE)

A interpretação dos mapas aerogeofísicos será de responsabilidade da equipe técnica da DIGEOF.

11 RECURSOS FINANCEIROS

Os recursos financeiros, conforme detalhado nos Anexo I e II, necessários para implementar o Projeto Província Mineral do Tapajós são da ordem de R\$ 2.008.800,00 (dois milhões oito mil e oitocentos reais) assim distribuídos (vide Tabelas I e II):

(i)	<i>Despesas de custeio com a Coordenação Geral:</i>	
	Ano 1995	15.000,00
	Ano 1996	45.800,00
	Ano 1997	30.500,00
	Total da Coordenação:	91.300,00
(ii)	<i>Despesas de custeio para o Macro Planejamento (PLBG's):</i>	
	Despesas orçadas pelas SUREG's	145.000,00
	Reunião técnica na REIT(1995)	52.000,00
	Estudo de Prospectos (1995)	14.000,00
	Mapeamento Geológico (1996)	408.000,00
	Estudos de Prospectos (1996)	98.000,00
	Análises Laboratorias (1996)	83.000,00
	Ano 1995	589.000,00 }
	Ano 1996	
	Ano 1997	
	Total PLGB	1.050.000,00
(iii)	<i>Despesas de custeio para o Micro Planejamento (Meio Ambiente):</i>	
	Estudo do Meio físico:	
	. Geologia	442.300,00
	. Tecnologia Mineral	66.200,00
	. Pedologia	77.300,00
	. Hidrogeologia	27.200,00
	. Geomorfologia	13.100,00
	Estudo do Meio Biótico:	
	. Fauna	42.200,00
	. Flora	42.200,00
	Estudo do Meio Antrópico:	
	. Sócio-economia	26.000,00
	Infra-estrutura:	65.000,00
	Supervisão:	
	. Custos de supervisão (meio físico)	30.000,00
	. Custos de supervisão (meio biótico e antrópico)	36.000,00
	Ano 1995	175.000,00 }
	Ano 1996	
	Ano 1997	
	Total do Meio Ambiente:	867.500,00
	Desembolso Financeiro Anual do Projeto:	
	Ano 1995:	401.000,00
	Ano 1996:	1.084.800,00
	Ano 1997:	523.000,00
	CUSTO TOTAL DO PROJETO:	2.008.800,00

Observação: Os custos referentes aos levantamentos aerogeofísicos não estão computados no presente orçamento

1.084.800,00
 450.000,00
 242.500,00
 734.800,00

12 REFERÊNCIAS

- Abreu Filho, W. *et al.* (1992) *Projeto Ouro e Gemas* - área da reserva garimpeira do Zé Vermelho. Alta Floresta, Mato Grosso. Relatório Anual, 1 vol., DNPM/CPRM.
- Abreu Filho, W. *et al.* (1992) *Projeto Ouro e Gemas* - área da reserva garimpeira de Peixoto de Azevedo, Alta Floresta, Mato Grosso. Relatório Anual, 1 vol., DNPM/CPRM.
- Almeida, F. F.M. de, Hasui, Y., Brito Neves, B.B. de and Fuck, R. (1981) Brazilian structural provinces. *Earth Sci. Rev.* 17, 1-29.
- Almeida, F.F.M. de *et al.* (1978) *Tectonic Map of South America* 1: 5 000 000 explanatory note, Brasília, DNPM/CGMW/UNESCO, 23 pp.
- Almeida, F. F. M de e Nogueira Filho, J. do V. (1995) Reconhecimento geológico no Rio Aripuanã DNPM/DMG, . Bol. 199, Rio de Janeiro.
- Andrade, A. F. de *et al.* (1978) *Projeto Tapajós-Sucunduri*, Relatório de Integração Geológica, DNPM/CPRM, 3 vol., Manaus.
- Araújo Neto, H. de. *et al.* (1977) *Projeto Tapuruquara*, Relatório Final, vol. I, Manaus, DNPM/CPRM.
- Basei, M. A.S. (1974) Esboço geológico da parte da Folha SC.20 Porto Velho e esboço geológico da Folha SC.20 Madeira. *Cong. Bras. Geol.*, 28, Porto Alegre, Soc. Bras. Geol., Anais, 7 vol., vol. 4, 269-271.
- Baptista, M.B., Braun, O.P.G. e Campos, D. de A. (1984) *Léxico Estratigráfico do Brasil*, DNPM/CPRM, Brasília, DF, 560 pp.
- Bizinella *et al.* (1980) *Projeto Tapajós-Sucunduri*, Relatório Final, parte I, Manaus, DNPM/CPRM, v.I-a.b.
- Brasil, DNPM (1975) *Projeto RADAM*, Folha SB.21 Tapajós, geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra, Levantamentos de Recursos Naturais, 7, 409 pp.
- BRASIL/GEOMITEC/BELÉM/DDA (1976) Pesquisas minerais na bacia do rio Jamanxim, 2 vol., Belém.
- CPRM/DNPM (1983) *Projeto Serra dos Carajás*, Índice de Levantamentos Básicos, 1 vol.
- Farid, L. H. (1992) Diagnóstico preliminar dos impactos ambientais gerados por garimpos de ouro em Alta Floresta/MG: um estudo de caso. *Rev. Série Tecnologia Ambiental* 2, Centro de Tecnologia Mineral, Rio de Janeiro, II título, III Série. 190 pp.
- Farid, L.H. (1992) *Projeto Alta Floresta: Diagnóstico Preliminar dos Impactos Ambientais Gerados por Garimpos de Ouro em Alta Floresta/MT : um estudo de caso*. CETEM/CNPq, Série Tecnologia Ambiental, 2, 190 pp
- Faure, G. (1977) *Principles of Isotope Geology*, ed. Wiley, New York.
- GEOMITEC/SUDAM (1972) Mapeamento geológico em semidetalhe, prospecção, geoquímica e concentrados de minerais pesados em áreas da bacia do rio Jamanxim. Bélem.
- Issler, R. S., Andrade, A. R. F. de, Montalvão, R. M. G. de, Guimarães, G., Silva, G.G. da e Lima, M. I. C. de (1974) Geologia da Folha SA.22 Bélem, *Cong. Bras. Geol.*, 28, Porto Alegre, Soc. Bras. Geol., *Resumo das Comunicações*, 691-696.
- LASA/CPRM/DNPM/NUCLEBRAS (1976) *Projeto Sul do Pará*, Levantamento aerogeofísico, magnetometria, Relatório Final, 2 vol.
- LASA/CPRM/DNPM (1987) *Projeto Aerogeofísica Médio Tapajós*, levantamento e processamento dos dados, Relatório Final, 3 vol.
- Leal *et al.* (1975) Geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso de potencial da terra In *Brasil, Departamento Nacional da Produção Mineral, Projeto Radambrasil, Folha SB.21 Tapajó*, Rio de Janeiro, 418 pp.
- Leite, G. C. (1995) Projeto Tapajós - Mapa Preliminar de Integração Geológica da Reserva Garimpeira do Médio Tapajós. CPRM/DEGEO, Rio de Janeiro.
- Ludwig, K. (1990) *USGS, Open File Report N° 88/557*, USA.
- Martins, R.C. e Araújo, O. J. B. de (1979) *Projeto Integração Geológica/geofísica Sul do Pará*, Relatório Final, DNPM/CPRM, 6 vol.
- Melo, A. F. F. de *et al.* (1980) *Projeto Tapajós-Sucunduri*, Relatório, DNPM/CPRM, 8 vol., Manaus.
- Pessoa *et al.* (1977) *Projeto Jamanxim*, Relatório Final, parte II, DNPM/CPRM, vol. I., Manaus, Inédito.
- Projeto Piririma (1995) Fase III (Amalgamação e Queima de Mercúrio) e Fase IV (Descontaminação de Rejeitos) do Programa Ouro no Tapajós. *Projeto em desenvolvimento pelo CETEM*.
- Rodrigues Filho, S. and Maddock, J. E. L. (1995) Assessment of the heavy metal pollution in a gold 'garimpo'. CETEM/CNPq, Série Tecnologia Ambiental, 7, 32 pp.
- Silva, M. da R. *et al.* (1995) Projeto Integração Mineral no Município de Itaituba, Estado do Pará. CPRM/SEICOM/Prefeitura Municipal de Itaituba, Programa Integração Mineral em Municípios da Amazônia - *Projeto Primaz*, 1 vol.
- Santos *et al.*, 1980 Complexo Uatumã: conotação estratigráfica para produtos de ativação da plataforma no Escudo do Gauaporé. *Cong. Bras. Geol.*, 31, 2, Camburiú, 798-811, Soc. Bras. Geol.

- Santos, D. B. *et al.* (1975) Geologia. In *Brasil, Projeto Radambrasil, Folha SB.21 Tapajós*, Rio de Janeiro, DNPM, Levantamentos de Recursos Naturais, 7, 13-116.
- Santos, J. O. S. e Reis Neto, J. M. dos (1982) Algumas idades de rochas graníticas do Craton Amazônico. *Cong. Bras. Geol.*, 32, Salvador, Soc. Bras. Geol., 5 vol. vol. 1., 339-348.
- Santos, J. O. S., Olzewski, H. W. and Gaudette, H. E. . J. South America (in press).
- Silva *et al.* (1974) Geologia. Brasil, DNPM, *Projeto RADAM, Folha SB.22 Araguaia e parte da Folha SC.22 Tocantins*, Levantamentos de Recursos Naturais, 4, Rio de Janeiro, 1-143.
- Schobbenhaus, C., Campos, D. de A., Derze, R. G. e Asmus, H. E. (1984) *Mapa Geológico do Brasil e das Áreas Oceânicas Adjacentes Incluindo Depósitos Minerais, escala 1: 2. 500.000*, DNPM, Brasília, D.F.
- Souza, N. B. de *et al.* (1982) *Projeto Estudos dos Garimpos Brasileiros*, subprojeto Alta Floresta e Alto Paraguai, DNPM/CPRM, 1 vol.
- Veiga, M. M. e Fernandes, F. R. C. (1919) Poconé: um campo de estudos do impacto ambiental do garimpo. 2a ed. Rev. *Série Tecnologia Ambiental*, 1, Centro de Tecnologia Mineral, Rio de Janeiro, 1 vol. título, V. Série, 113 pp.

PROJETO PROVÍNCIA MINERAL DO TAPAJÓS
TABELA 01 - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO: MACRO PLANEJAMENTO (LGB's)

FASES	A N O S		1 9 9 5					1 9 9 6										1 9 9 7										1 9 9 8							
	MESES	ATIVIDADES	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
I		DOCUMENTAÇÃO BÁSICA. IMAGENS LANDSAT																																	
		MAPA DE ATIVIDADES GARIMPEIRAS																																	
		REUNIÃO EQUIPE TÉCNICA (REIT)																																	
		MAPAS GEOFÍSICOS - PSEUDOILUMINAÇÃO																																	
		MAPAS GEOFÍSICOS - MAG. E RAD. (1:250.000)																																	
		LEVANTAMENTOS AEROGEOFÍSICOS																																	
		INTERPRETAÇÃO DADOS AEROGEOFÍSICOS (GEOSOFT)																																	
		MAPA DISTRIBUIÇÃO DO OURO																																	
		INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS (ADOBE, ENVI)																																	
		MAPAS GEOLÓGICOS (PRELIMINAR, FINAL)																																	
II		MAPEAMENTO GEOLÓGICO REGIONAL																																	
		ESTUDOS DE PROSPECTOS																																	
		PREP. AMOSTRA, LAMINAÇÃO, PETROGRAFIA (REIT)																																	
		ANÁLISES LABORATORIAIS																																	
		TRATAMENTO DADOS - PETROLÓGICOS, GEOCRON, ETC.																																	
III		CHEQUES DE CAMPO/LABORATÓRIO																																	
		MAPAS METALOGENÉTICOS																																	
		RELATÓRIOS TÉCNICOS																																	
		DIGITALIZAÇÃO DAS BASES E PRODUTOS TEMATICOS																																	
		ENTREGA/DIVULGAÇÃO DOS PRODUTOS																																	
			F A S E I											F A S E I I										F A S E I I I											

PROJETO PROVÍNCIA MINERAL DO TAPAJÓS

TABELA 02 - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO: MICRO PLANEJAMENTO (MEIO AMBIENTE)

FASES	A T I V I D A D E S	1 9 9 5					1 9 9 6												1 9 9 7												1 9 9 8								
		M E S E S					A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33					
I	DOCUMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA																																						
	REUNIÃO TÉCNICA																																						
	INFRA-ESTRUTURA																																						
	ABERTURA DE PICADAS																																						
	LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS																																						
	MAPEAMENTO GEOLÓGICO DE DETALHE																																						
	MAPEAMENTO ÍNDICES GEO-ACUMULAÇÃO (Hg)																																						
II	AEROLEVANTAMENTO/PROCESS. IMAGENS																																						
	PERFIS GEOFÍSICOS																																						
	PERFIS GEOQUÍMICOS																																						
	ESCAVAÇÕES: TRINCHEIRAS/POÇOS/SONDAGENS																																						
	AVALIAÇÃO IMPACTO AMBIENTAL																																						
	HIDROGEOLOGIA																																						
	ELABORAÇÃO MAPAS TEMÁTICOS																																						
	ANÁLISES																																						
III	TESTES TECNOLÓGICOS																																						
	RECUPERAÇÃO ÁREAS DEGRADADAS (CONS. BARRAGEM)																																						
	RELATÓRIOS TÉCNICOS																																						
	DIGITALIZAÇÃO DAS BASES E PRODUTOS TEMÁTICOS																																						
	ENTREGA/DIVULGAÇÃO DOS PRODUTOS																																						
		F A S E I					F A S E I I												F A S E I I I																				

(iii) MAPEAMENTO GEOLÓGICO - ANO 1996

PT: 09.053.0292.4083.001; FONTE: 100

VALORES EM R\$

ELEMENTOS DE CUSTO	1º TRIM.	2º TRIM.	3º TRIM.	4º TRIM.
Indenização de Campo ND 3190.16	-	99.400,00	99.400,00	99.400,00
Material de Consumo ND 3490.30	-	7.000,00	1.500,00	1.500,00
Passagens e Despesas com Locomoção ND 3490.33	-	15.135,00	15.135,00	15.135,00
Serv. de Consultoria	-	-	3.600,00	-
Serv. Terc. Pessoa Física ND 3490.36	-	7.000,00	7.000,00	6.000,00
Serv. Terc. Pessoa Jurídica ND 3490.39	-	10.250,00	10.250,00	10.250,00
TOTAL	-	-	-	407.955,00

407.955
- 99.400
308.555

(iv) ESTUDO DE PROSPECTOS - ANO 1996

PT: 09.053.0292.4083.001; FONTE: 100

VALORES EM R\$

ELEMENTOS DE CUSTO	1º TRIM.	2º TRIM.	3º TRIM.	4º TRIM.
Indenização de Campo ND 3190.16	-	13.350,00	13.350,00	13.350,00
Material de Consumo ND 3490.30	-	6.000,00	1.000,00	1.000,00
Passagens e Despesas com Locomoção ND 3490.33	-	7.740,00	7.740,00	7.740,00
Serv. de Consultoria	-	-	-	-
Serv. Terc. Pessoa Física ND 3490.36	-	2.270,00	2.270,00	2.270,00
Serv. Terc. Pessoa Jurídica ND 3490.39	-	7.000,00	7.000,00	6.000,00
TOTAL	-	-	-	98.070,00

98.070
- 13.350
84.720

(v) ANÁLISES LABORATORIAIS - ANO 1996

PT: 09.053.0292.4083.001; FONTE: 100

VALORES EM R\$

ELEMENTOS DE CUSTO	1º TRIM.	2º TRIM.	3º TRIM.	4º TRIM.
Óxidos Maiores (400 Análises)	-	-	14.882,00	22.322,00
Elementos Traço (400 Análises)	-	-	4.128,00	6.192,00
Calcográficas (20 Análises)	-	-	2.456,00	3.684,00
Geocronológicos (11 Análises)	-	-	9.600,00	14.400,00
Terras Raras (80 Análises)	-	-	2.026,00	3.040,00
TOTAL	-	-	-	82.730,00

308.555
81.720
82.730
475.505
99.400
12.000
586.905

ANEXO II: ORÇAMENTO DETALHADO

MICRO PLANEJAMENTO: MEIO AMBIENTE E TECNOLOGIA MINERAL

	R\$
(A): ESTUDOS DO MEIO FÍSICO:	626.100,00
(i) GEOLOGIA:	442.300,00
Mapeamento Geológico:	
Aluguel e manutenção de equipamentos	5.000
Diárias	12.600
Braçais	5.600
Materiais técnicos	5.000
Materiais de escritório	5.000
Passagens de despesas de locomoção	7.200
Comunicação	1.000
Frete	2.500
Alimentação	3.500
SUBTOTAL	47.400
Cadastramento das ocorrências minerais:	
Diárias	8.800
Aluguel e manutenção de equipamentos	2.000
Braçais	2.800
Materiais técnicos	3.000
Materiais de escritório	2.000
Passagens de despesas de locomoção	2.400
Comunicação	500
Frete	1.500
Alimentação	2.800
Consultoria	2.000
SUBTOTAL	27.800
Processamento de Imagens:	
Aluguel e manutenção de equipamentos	3.000
Materiais Técnicos	5.000
Materiais de Escritório	1.000
Passagens de despesas de locomoção	2.400
Comunicação	500
Alimentação	2.800
Consultoria	1.500
SUBTOTAL	16.200
Aerolevantamento:	
Diárias	2.600
Aluguel e manutenção de equipamentos	25.000
Materiais técnicos	1.500
Materiais de Escritório	1.000
Passagens de despesas de locomoção	3.600
Comunicação	500
Frete	4.000
Alimentação	1.000

Consultoria	7.500
SUBTOTAL	46.700
Abertura de Picadas:	
Diárias	5.400
Aluguel e manutenção de equipamentos	2.000
Braçais	18.000
Materias técnicos	5.000
Comunicação	1.000
Frete	3.000
Alimentação	5.400
SUBTOTAL	39.800
Topografia:	
Diárias	4.200
Aluguel e manutenção de equipamentos	5.000
Braçais	8.400
Materiais técnicos	3.000
Materiais de escritório	2.000
Passagens de despesas de locomoção	3.600
Comunicação	1.000
Frete	2.000
Alimentação	3.600
Consultoria	2.000
SUBTOTAL	34.800
Geofísica Terrestre:	
Diárias	8.100
Aluguel e manutenção de equipamentos	5.000
Braçais	7.000
Materias técnicos	5.000
Materiais de escritório	2.000
Passagens de despesas de locomoção	10.000
Comunicação	1.000
Frete	2.000
Alimentação	3.000
Consultoria	1.000
SUBTOTAL	44.100
Geoquímica:	
Diárias	4.200
Aluguel e manutenção de equipamentos	5.000
Braçais	5.600
Materiais técnicos	8.000
Materiais de escritório	3.000
Passagens de despesas de locomoção	6.000
Comunicação	1.000
Frete	5.000
Alimentação	2.500
Consultoria	1.500
Custos Analíticos	10.000
SUBTOTAL	51.800
Escavações: Trincheiras e Poços:	
Diárias	3.600
Aluguel e manutenção de equipamentos	25.000
Braçais	2.400

Materiais técnicos	2.000
Materiais de escritório	1.000
Passagens de despesas de locomoção	1.200
Fretes	2.000
Alimentação	1.200
Combustível	3.000
SUBTOTAL	41.400

Sondagens:

Diárias	4.200
Aluguel e manutenção de equipamentos	10.000
Braçais	14.400
Materiais técnicos	15.000
Materiais de escritório	1.000
Passagens de despesas de locomoção	6.000
Comunicação	1.500
Fretes	4.000
Alimentação	4.200
Combustível	2.200
SUBTOTAL	62.300

Custos Analíticos:

500 Análises Petrográficas	10.000
200 Análises para ouro e mercúrio	20.000
SUBTOTAL	30.000

(ii) TECNOLOGIA MINERAL

66.200,00

Passagens e despesas com locomoção	3.000
Aquisição de equipamentos (knelson, centrífuga)	5.000
Diárias (20 x 30 x 2)	1.500
Materiais técnicos	1.000
Materiais de escritório	500
Braçais (5 x 20 x 30)	3.000
Alimentação	1.500
Despesas com comunicação	700
Aluguel e manutenção de equipamentos	45.000
Fretes	5.000
SUBTOTAL	66.200

(iii) PEDOLOGIA:

77.300,00

Diárias	8.400
Aluguel e manutenção de equipamentos	5.000
Braçais	10.800
Materiais técnicos	4.000
Materiais de escritório	2.000
Passagens de despesas de locomoção	10.600
Comunicação	1.000
Fretes	2.000
Alimentação	3.500
Consultoria	20.000
Custos Analíticos	10.000
SUBTOTAL	77.300

(iv) HIDROLOGIA: 27.200,00

Diárias	1.800
Aluguel e manutenção de equipamentos	5.000
Braçais	2.200
Materiais técnicos	1.500
Materiais de escritório	3.000
Passagens de despesas de locomoção	2.200
Comunicação	500
Frete	1.200
Alimentação	600
Consultoria	1.200
Custos Analíticos	8.000
SUBTOTAL	27.200

(v) GEOMORFOLOGIA: 13.100,00

Diárias	900
Braçais	600
Materiais técnicos	1.000
Materiais de escritório	1.000
Passagens de despesas de locomoção	1.100
Comunicação	500
Frete	500
Alimentação	2.500
Consultoria	5.000
SUBTOTAL	13.100

(B) ESTUDOS DO MEIO BIÓTICO: 84.400,00

(i) FAUNA: 42.200,00

Diárias	1.500
Aluguel e manutenção de equipamentos	3.000
Braçais	1.800
Materiais técnicos	5.000
Materiais de escritório	1.000
Passagens de despesas de locomoção	2.400
Comunicação	1.000
Frete	5.000
Alimentação	2.500
Consultoria	9.000
Custos Analíticos	10.000
SUBTOTAL	42.200

(ii) FLORA: 42.200,00

Diárias	1.500
Aluguel e manutenção de equipamentos	3.000
Braçais	1.800
Materiais técnicos	5.000
Materiais de escritório	1.000
Passagens de despesas de locomoção	2.400
Comunicação	1.000
Frete	5.000
Alimentação	2.500

Consultoria	9.000
Custos Analíticos	10.000
SUBTOTAL	42.200
(C): ESTUDOS DO MEIO ANTRÓPICO:	26.000,00
(i): SÓCIO-ECONOMIA:	26.000,00
Diárias	4.200
Aluguel e manutenção de equipamentos	2.000
Materiais técnicos	5.000
Materiais de escritório	2.000
Passagens de despesas de locomoção	1.800
Comunicação	500
Frete	500
Consultoria	10.000
SUBTOTAL	26.000
(D) INFRA-ESTRUTURA:	65.000,00
Material	30.000
Diárias	15.000
Braçais	5.500
Passagens aéreas e despesas com locomoção	6.000
Comunicação (Rádio-comunicação)	3.000
Frete	2.000
Alimentação	3.500
SUBTOTAL	65.000
(E): SUPERVISÃO:	66.000,00
Custos Diversos de Supervisão (Meio Físico)	30.000
Custos Diversos de Supervisão (Meio Biótico e Antrópico)	36.000
SUBTOTAL	66.000
TOTAL DOS CUSTOS	867.500,00