

SALOBO METAIS S.A.

MARABÁ - PA

**PLANO DE CONTROLE
AMBIENTAL - PCA**

***PROGRAMA O:
MONITORAMENTO AMBIENTAL***

MAIO DE 2003

EMPRESA RESPONSÁVEL POR ESTE RELATÓRIO

Razão social: BRANDT MEIO AMBIENTE INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS LTDA. CNPJ: 71.061.162/0001-88	http: www.brandt.com.br Presidente: Wilfred Brandt
Nova Lima / MG - Alameda da Serra, 322 - 6º and. - Vale do Sereno - 34.000.000 - Nova Lima - MG - Tel 0 (**) 31 3281 2258 Fax 0 (**) 31 3286 7999 - bmaics@brandt.com.br	
São Paulo / SP - BMASP / Arquipélago Engenharia Ambiental - Rua Morais de Barros 375 - Campo Belo - São Paulo - SP - CEP 04614-000 - Fone/Fax (011) 5094 - 0494 - bmasp@brandt.com.br	
Belém / PA - BMAPA - Distrito Industrial de Ananindeua, Lote L-47, Quadra E, Setor T, Ananindeua - PA - CEP 67.033 - 000 - Tel: (091) 2236640 - bmapa@brandt.com.br	

EQUIPE TÉCNICA DA BRANDT MEIO AMBIENTE

ESTA EQUIPE PARTICIPOU DA ELABORAÇÃO DESTE DOCUMENTO E RESPONSABILIZA-SE TECNICAMENTE POR SUAS RESPECTIVAS ÁREAS		
TÉCNICO	FORMAÇÃO / REGISTRO PROF.	RESPONSABILIDADE NO PROJETO
Marcelo Corrêa	Eng. de Minas CREA MG 34.225/D	Gerência de projetos.
Marcílio Felício Pereira	Engº Civil / Geotécnico CREA MG 46.006/D	Coordenação.
Lília Senna Horta	Bióloga CRB 13071/4-D	Programas de monitoramento da fauna
Marco Aurélio Sábato	Biólogo CRB 13356/4-D	Programa de monitoramento da mastofauna
Fernanda Sampaio	Engenheira Química CRQ MG 02301437	Monitoramento do ar
Anna Luisa Bellezza	Eng. Química CRQ MG 2.301.458/D	Monitoramento das águas. Integração e revisão do monitoramento biológico
Átila Souza da Costa	Técnico em Química CRQ MG 2.406.718	Responsável pela coleta e preservação das amostras.
Allan Brandt	Analista de Sistemas	Geoprocessamento e tratamento de imagens de satélite
PRODUÇÃO GRÁFICA	Eli Lemos - gerenciamento de produção Eduardo Henrique - assistente de informação Hercules Malagoli A. - CAD Natércio Barbosa - montagem	

EQUIPE TÉCNICA DA LIMNOS HIDROBIOLOGIA E LIMNOLOGIA LTDA.

**ESTA EQUIPE PARTICIPOU DA ELABORAÇÃO DESTE DOCUMENTO
E RESPONSABILIZA-SE TECNICAMENTE POR SUAS RESPECTIVAS ÁREAS**

TÉCNICO	FORMAÇÃO / REGISTRO PROF.	RESPONSABILIDADE NO PROJETO
Carlos Prates Renault	Biólogo CRB/MG 8.742/90	Interpretação dos resultados físico- químicos e limnológicos.

EMPRESA RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO

Razão social: Salobo Metais S.A. CNPJ: 33.931.478/0001-94 Endereço: Rua Santa Luzia, 651 - 17º andar. CEP: 20.030-040. Rio de Janeiro - RJ	Telefone: (021) 2220-2225 Fax: (021) 2533-6539 Coordenador: Eng. Abraham A. Aben-Athar
--	--

ÍNDICES

Itens

INTRODUÇÃO	1
1 - PROGRAMAS DE MONITORAMENTO BIOLÓGICO	3
1.1 - Aspectos gerais	3
2 - MONITORAMENTO DA MASTOFAUNA	5
2.1 - Justificativas	5
2.2 - Objetivos	7
2.3 - Metas	7
2.4 - Público alvo	7
2.5 - Metodologia	7
2.6 - Descrição do programa	10
2.6.1 - Monitoramento de pequenos mamíferos não voadores	10
2.6.2 - Monitoramento de mamíferos de médio e grande porte	18
3 - MONITORAMENTO DA AVIFAUNA	25
3.1 - Justificativas	25
3.2 - Objetivos	25
3.3 - Metas	25
3.4 - Indicadores Ambientais	25
3.5 - Público alvo	25
3.6 - Metodologia	26
3.7 - Descrição do programa	28
3.8 - Atividades	28
3.9 - Cronograma	29
3.10 - Equipe técnica	29
3.11 - Instituições envolvidas	29
3.12 - Programas correlatos	29
3.13 - Atendimento a requisitos legais para sua efetiva implantação	29
3.14 - Localização em mapa dos pontos de monitoramento	30
3.15 - Referências bibliográficas	30
4 - MONITORAMENTO DA HERPETOFAUNA	33
4.1 - Justificativas	33
4.2 - Objetivos	33
4.3 - Metas	33
4.4 - Indicadores ambientais	33
4.5 - Público alvo	34
4.6 - Metodologia	34
4.7 - Descrição do programa	35
4.8 - Atividades	35
4.9 - Cronograma	35
4.10 - Equipe técnica	35
4.11 - Instituições envolvidas	36
4.12 - Programas correlatos	36
4.13 - Atendimento a requisitos legais para sua efetiva implantação	36
4.14 - Localização em mapa dos pontos de monitoramento	36
4.15 - Referências bibliográficas	36

5 - MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA	37
5.1 - Justificativas	37
5.2 - Objetivos	37
5.3 - Metas	37
5.4 - Indicadores Ambientais	37
5.5 - Público alvo	38
5.6 - Metodologia	38
5.7 - Descrição do programa	39
5.8 - Atividades	39
5.9 - Cronograma	39
5.10 - Equipe técnica	39
5.11 - Instituições envolvidas	40
5.12 - Programas correlatos	40
5.13 - Atendimento a requisitos legais para sua efetiva implantação	40
5.14 - Localização em mapa dos pontos de monitoramento	40
5.15 - Referências bibliográficas	40
6 - MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR	41
6.1 - Descrição do programa	41
6.2 - Objetivo e Abrangência	41
6.3 - Justificativas	42
6.4 - Metas	42
6.5 - Indicadores ambientais	42
6.6 - Metodologias	43
6.6.1 - Determinação dos pontos de amostragem e plano de monitoramento da Qualidade do Ar ...	43
6.6.2 - Definição do número de amostras e período do monitoramento	45
6.6.3 - Determinação de Partículas Totais em Suspensão	46
6.6.4 - Monitoramento Meteorológico	47
6.7 - Atividades	48
6.7.1 - Monitoramento da Qualidade do Ar / Fontes de Emissão	48
6.7.2 - Monitoramento Meteorológico	48
6.8 - Estratégia de execução	49
6.9 - Cronograma de execução	49
6.9.1 - Monitoramento da Qualidade do Ar e Monitoramento Meteorológico - Área Industrial de Salobo	49
6.9.2 - Monitoramento da saída do exaustor do filtro de mangas - Instalação de Armazenamento de Carajás	49
6.10 - Responsabilidade de execução	49
6.11 - Recursos requeridos (humanos/materiais)	50
6.11.1 - Equipe técnica	50
6.11.2 - Recursos materiais	50
6.12 - Resultados esperados	50
6.13 - Produtos	51
6.14 - Anexos	51
6.15 - Referências bibliográficas	51
7 - MONITORAMENTO DE ÁGUAS	52
7.1 - Metodologia	52
7.1.1 - Pontos de amostragem e Parâmetros analisados	52
7.1.2 - Metodologia de coleta e análise	57
7.2 - Legislação vigente	61
ANEXOS	62
ANEXO 1 - ANÁLISE DOS RESULTADOS DE MONITORAMENTO BIOLÓGICO	63
ANEXO 2 - LOCALIZAÇÃO DA INSTALAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NA ÁREA INDUSTRIAL DE SALOBO	81
ANEXO 3 - PONTOS DE MONITORAMENTO DE FAUNA	82
ANEXO 4 - ANÁLISES BIOLÓGICAS DA ÁGUA	83

Quadros

QUADRO 2.1 - Espécies endêmicas do bioma Amazônia registradas para a Área de Influência do Projeto Salobo	5
QUADRO 2.2 - Listagem de materiais e de quantidades necessárias para o desenvolvimento do Projeto de Monitoramento de Pequenos Mamíferos Não Voadores	14
QUADRO 2.3 - Listagem de materiais e de quantidades necessárias para o desenvolvimento do Projeto de Monitoramento de Pequenos Mamíferos Não Voadores	21
QUADRO 6.1 - Padrões primários e secundários da Qualidade do Ar	43
QUADRO 7.1 - Pontos de monitoramento mantidos em relação ao pontos de background	53
QUADRO 7.2 - Pontos de monitoramento adicionados em relação ao pontos de background	53
QUADRO 7.3 - Parâmetros físico-químicos e bacteriológicos para qualidade das águas superficiais	56
QUADRO 7.4 - Parâmetros de avaliação da qualidade das águas subterrâneas	56

Figuras

FIGURA 1 - Localização do Projeto Salobo	2
FIGURA 7.1 - Pontos de amostragem da qualidade das águas superficiais	55

INTRODUÇÃO

A Salobo Metais S.A. (SMSA) é uma empresa constituída em 05/11/1996, resultante da transformação da Salobo Metais Ltda. em sociedade anônima, cujo controle é detido, direta e indiretamente pela Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), tendo o BNDES uma opção de participação acionária, na forma de ações preferenciais sem direito a voto, nos termos do Acordo de Participação, firmado em 05/11/96.

A sede da SMSA está localizada na cidade do Rio de Janeiro - RJ, cujo endereço e meios de contato estão indicados na contracapa deste documento.

O objetivo da SMSA, nos termos do artigo 3º do Estatuto Social é o aproveitamento de jazidas minerais no território nacional, e em especial a jazida de Salobo, situada na Serra dos Carajás, distrito e município de Marabá, Estado do Pará, objeto da Portaria de Lavra nº 1121, de 14/07/87, compreendendo a lavra, beneficiamento, fundição, refino, transporte e comercialização de cobre, ouro e seus subprodutos.

O início de operação do empreendimento está previsto para junho de 2008.

O depósito mineral do Projeto Salobo está inserido na **Floresta Nacional Tapirapé-Aquiri**, que apresenta uma vegetação típica amazônica com interferências humanas pontuais. A figura 1 mostra a localização da mina, os limites municipais e das unidades de conservação locais, indicando os principais acessos.

O presente documento que passa a fazer parte integrante do processo de licenciamento para obtenção da Licença de Instalação requerida pela Salobo Metais S.A. tem por finalidade atender ao Programa O - Monitoramento Ambiental, da condicionante 11 da sua Licença Prévia nº 33/94, expedida pelo **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA**, que diz: *Apresentar Plano de Controle Ambiental - PCA, abordando os programas propostos no EIA/RIMA, considerando-se o dimensionamento atual do empreendimento.*

O presente documento atende ainda à condicionante 7.3: *“Detalhar o Programa de Monitoramento Biológico a ser realizado durante a instalação e operação do empreendimento”*, da referida Licença Prévia.

De forma que não ocorram atrasos no cronograma de implantação do empreendimento, apresentado pela SMSA ao Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, no Plano de Aproveitamento Econômico - PAE, torna-se necessário iniciar já no segundo semestre de 2003, algumas obras preliminares de infra-estrutura, relacionadas a seguir: 1) construção da ponte sobre o rio Itacaiúnas, visando facilitar o acesso à Floresta Nacional Tapirapé-Aquiri; 2) construção da barragem de contenção de finos BF II no Igarapé Salobo, que tem finalidade ambiental e objetiva reter sólidos provenientes de atividades relacionadas à mineração; 3) obras de terraplenagem, drenagem e urbanização da área destinada aos alojamentos das empreiteiras a serem contratadas.

Estas obras serão também apresentadas, detalhadamente, em separado visando buscar prioridade na análise de sua documentação pelo IBAMA, podendo, inclusive, ser objeto de licenciamento específico.

FIGURA 1 - Localização do Projeto Salobo

FIGURA 1 - Mapa de localização A4.PDF

1 - PROGRAMAS DE MONITORAMENTO BIOLÓGICO

1.1 - Aspectos gerais

O programa de monitoramento biológico é composto por monitoramentos de grupos faunísticos específicos, como o de mamíferos, aves, répteis, anfíbios e peixes. Devido a alguns aspectos comuns para todos esses grupos, neste item serão abordados procedimentos de natureza geral que se aplicam em todos os monitoramentos a serem executados.

Os impactos causados por atividades mineradoras, de um modo geral, afetam vários componentes de um ecossistema, podendo ocorrer em todas as fases de exploração do mineral (ABRÃO 1983; IBRAM 1987). Estes impactos tornam-se maiores e mais graves quando o empreendimento situa-se em áreas ainda bem conservadas. Este é o caso de grande parte da Amazônia Brasileira, que está se consolidando como grande produtora mineral.

A necessidade de realização de estudos de impacto ambiental, para diferentes empreendimentos em todo o Brasil, fez com que inventários e monitoramentos biológicos se tornassem fundamentais para gerar conhecimento acerca do ambiente natural e para o acompanhamento das alterações (e respostas) destes ambientes frente à implantação destes empreendimentos. Este fato é especialmente importante para locais ainda não alterados e que representam importantes fontes de recursos naturais. O conhecimento da riqueza e diversidade da flora e da fauna, bem como o entendimento de suas inter-relações é, portanto, essencial para a identificação de estratégias para a conservação da sua biodiversidade.

Os impactos a serem percebidos pela fauna (de um modo geral) em função da implantação do empreendimento minerário Projeto Salobo serão consequência, basicamente, dos desmatamentos e limpeza de áreas para instalação de estradas de acesso e de linha de transmissão, de planta industrial (fase de implantação, cavas de minas, depósitos de rejeito e de estéril) e de barragens de contenção de finos. Como impactos potenciais advindos também dessas atividades, cita-se o assoreamento e a poluição de igarapés.

Os estudos e monitoramentos se darão sempre em Áreas de Entorno das Áreas Diretamente Afetadas. Considerando-se que a fauna das Áreas Diretamente Afetadas estará, a princípio, perdida, devido ao desaparecimento dos habitats que ocupavam¹ (impacto direto), o monitoramento do Entorno dessas áreas permitirá a obtenção de dados sobre as consequências do impacto indireto (fuga e/ou dispersão de elementos faunísticos, averiguando as interferências nas comunidades situadas nessas áreas.

¹ Logicamente o impacto é diferente para diferentes espécies, sendo menor para espécies de maior porte, que possuem maior potencial de dispersão e maiores áreas de uso, e maior para espécies de menor porte ou para aquelas que possuem menor capacidade de dispersarem-se frente as alterações em seus ambientes.

Nesse sentido, a seleção da localização dos pontos de monitoramento priorizou a proximidade dos locais onde se darão as atividades do empreendimento, justamente para poder haver uma avaliação dos impactos reais que o empreendimento estará ocasionando, podendo inclusive orientar em medidas de manejo e controle desses impactos. Também foram selecionadas áreas onde não haverá atividades a fim de servirem como áreas-controle, que juntamente ao *banco de dados* fornecerão os dados comparativos para os estudos.

A primeira campanha de campo terá como um dos objetivos a definição final dos pontos de monitoramento propostos no desenho anexo, sendo que alguns pontos poderão ser deslocados, eliminados ou mesmo acrescentados.

A periodicidade proposta nos monitoramentos seguiu aquela definida no Zoneamento Ambiental (Brandt, 1998), que poderá ser alvo de alteração através de avaliações periódicas, mas necessitam de um primeiro momento para o levantamento e consolidação dos dados e para se ter o embasamento suficiente para tal alteração. O monitoramento será reavaliado ao longo da vida útil do empreendimento com informes e justificativas ao IBAMA. Está prevista uma primeira avaliação no fim da etapa de implantação do empreendimento, onde será também apresentada nova proposta para a fase de operação. Anualmente serão encaminhados relatórios dos monitoramentos.

O monitoramento é um processo dinâmico. Os dados obtidos e sua avaliação frente a determinada obra ou atividade podem indicar tanto a adoção de determinada medida que mitigue impactos, como indicar que o monitoramento deva ser alterado, seja metodologicamente (metodologias de trabalho propriamente ditas ou periodicidade de trabalhos), seja para alterar o alvo do monitoramento (determinado grupo ou espécie).

Nos itens a seguir são apresentados os detalhes dos programas de monitoramento biológico.

2 - MONITORAMENTO DA MASTOFAUNA

2.1 - Justificativas

O estado do Pará está inserido na província zoogeográfica Amazônica, que caracteriza-se pela verticalização do ambiente (se comparado a outros biomas, como cerrado e caatinga), ou seja, apresenta uma maior complexidade estrutural. Várias são as características que determinam a estrutura coesa desta província, entretanto, a riqueza de espécies é um dos fatores de grande importância. É nessa província zoogeográfica que são encontrados os maiores números de espécies (riqueza faunística) e endemismos. Dentro deste conjunto, destaca-se a grande diversidade de grupos especialmente adaptados às florestas. Historicamente, diferentes teorias relacionam esta grande diversidade com mudanças climáticas, edáficas e geomorfológicas ocorridas em diferentes períodos geológicos. Ecologicamente, esta diversidade é decorrente de uma maior estratificação da vegetação, com o conseqüente fornecimento de diferentes tipos de nichos. Estes fatores promoveram a separação das espécies na Amazônia, favorecendo a grande diversidade existente, que se espalha por todos os grupos faunísticos.

A região da Serra de Carajás, próxima da qual se localiza a Floresta Nacional Tapirapé-Aquiri, onde se pretende instalar o empreendimento mineral de Salobo, retrata as características gerais da fauna Amazônica, com uma grande diversidade de espécies. Empiricamente, alguns estudos que tentam explicar a grande diversidade de espécies que ocorrem na Amazônia (Teoria das Ilhas, Teoria dos Rios e Teoria dos Refúgios Pleistocênicos; ver HAFER, VANZOLINI e BROWN, in PRANCE, 1985) citam a região de Carajás como centro de dispersão de fauna. WETTERBERG *et al.* recomendaram 30 áreas para proteção da diversidade na Amazônia. Entre estas inclui-se, em segunda prioridade, a chamada Região Marabá.

Especificamente para a fauna de mamíferos são esperados para a Área de Influência do Projeto Salobo a ocorrência de cerca de 121 espécies (BRANDT 1998). Estudos realizados nesta área em 1997 registraram 65 espécies de mamíferos, sendo 39 espécies de médio e grande porte e 26 de pequenos mamíferos (sendo 12 de quirópteros). O quadro a seguir indica as espécies endêmicas da Amazônia registradas nesse estudo.

QUADRO 2.1 - Espécies endêmicas do bioma Amazônia registradas para a Área de Influência do Projeto Salobo

Identificação Científica	Nome Vulgar
<i>Dasypus kapllery</i>	tatu-quinze-quilos
<i>Saguinis midas (cf. niger)</i>	sauim
<i>Callicebus moloch</i>	zogue-zogue
<i>Chiropotes satanas</i>	cuxiú
<i>Saimiri sciureus</i>	mão-de-ouro
<i>Atelocynus microtis</i>	cachorro-do-mato
<i>Oecomys cf. concolor</i>	rato-do-mato
<i>Oryzomys cf. macconelli</i>	rato-do-mato
<i>Oximycterus cf. amazonicus</i>	rato-do-brejo

Fonte: BRANDT 1998

Das espécies inventariadas nesse estudo, nove foram consideradas ameaçadas de extinção (Lista Oficial da fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, Portaria IBAMA 1.522, de 19 de dezembro de 1989), sendo elas (também de acordo com BRANDT 1998):

- tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*);
- impressão capelão, guariba (*Alouatta belzebul*);
- cuxiú (*Chiropotes satanas*);
- cachorro-do-mato (*Atelocynus microtis*);
- lontra (*Lontra longicaudis*);
- maracajá-açu (*Leopardus pardalis*);
- maracajá (*Leopardus wiedii*);
- onça parda (*Puma concolor*); e
- onça (*Panthera onca*).

Apesar do grande avanço nos estudos da fauna do Brasil nos últimos anos, pode-se considerar que o desconhecimento de parâmetros ecológicos e biológicos de grande parte das espécies é ainda patente para os biomas e ecossistemas brasileiros, sobressaindo-se aí, devido à sua imensa área geográfica, o bioma Amazônia. Apesar da conhecida e difundida riqueza de espécies e da diversidade de habitats, a fauna amazônica ainda é considerada pouco estudada, sendo que, particularmente no Brasil, o conhecimento a respeito da diversidade e da endemidade da grande maioria dos grupos faunísticos presentes neste bioma é ainda precário.

Especificamente sobre a mastofauna os impactos oriundos da implantação do empreendimento (desmatamentos e instalação de estruturas) provocam, diretamente, a morte de indivíduos de várias espécies de animais, principalmente aquelas de pequeno porte, arborícolas e/ou com baixo potencial de deslocamento, que apresentam dificuldades para fugir das áreas a serem impactadas. Como impacto indireto, a fuga de um número grande de espécimes provoca, em áreas adjacentes ao empreendimento, o aparecimento de processos de competição inter e intraespecíficos, que pode levar ao desaparecimento e/ou diminuição de populações faunísticas estabelecidas nestas áreas. Além disso, uma estrada aberta em meio à floresta pode representar uma barreira intransponível para diversas espécies da fauna, incluindo pequenos mamíferos e algumas espécies de aves que habitam estratos inferiores da vegetação (especialmente o solo). O assoreamento e a poluição de igarapés levam também a impactos sobre a biota aquática.

Esse Programa de Monitoramento da Mastofauna justifica-se, portanto, como forma de monitoramento dos impactos provenientes da implantação do Projeto Salobo, a partir da geração de conhecimento sobre a fauna local/regional. É importante salientar que este Programa não constitui uma medida mitigadora, mas sim um monitoramento, cujos resultados deverão ser utilizados para, se necessário, formular possíveis medidas de manejo e conservação a serem aplicadas neste e/ou em empreendimentos similares, ou seja, os estudos e monitoramentos ao longo da implantação do Projeto Salobo permitirão a implementação de medidas viáveis de mitigação dos impactos. Além disso, representa uma oportunidade relevante para que sejam obtidos dados de referência para avaliação desse tipo de interferência como subsídio aos estudos de impacto ambiental de outros empreendimentos minerários na Amazônia brasileira.

2.2 - Objetivos

- monitoramento de dois sub-grupos da mastofauna, a saber, pequenos mamíferos não voadores e mamíferos de médio e grande porte;
- perceber a interferência da implantação das principais obras do empreendimento, assim como de sua operação sobre as comunidades existentes em áreas limítrofes à áreas impactadas pelo Projeto Salobo.

2.3 - Metas

Utilização deste programa de monitoramento na formulação de possíveis medidas de manejo e conservação a serem aplicadas neste e/ou em empreendimentos minerários na Amazônia brasileira.

2.4 - Público alvo

Salobo, IBAMA e instituições afins.

2.5 - Metodologia

O Programa ora proposto visa o monitoramento de espécies ou grupos faunísticos frente às diferentes etapas (implantação e operação) e atividades (principalmente desmatamentos) do empreendimento.

O Programa encontra-se dividido, para melhor sistematização, em dois projetos, a saber: Projeto de Monitoramento de Pequenos Mamíferos Não voadores e Projeto de Monitoramento de Mamíferos de Médio e Grande Porte.

De um modo geral os projetos de monitoramento estarão divididos em três etapas básicas, descritas a seguir:

Primeira Etapa

Realização de trabalhos objetivando a determinação de banco de dados (*background*) antes da implantação das obras de infra-estrutura e das atividades do empreendimento (mina e indústria);

Segunda Etapa

Realização de trabalhos que visem o monitoramento da fauna de mamíferos frente a implantação de atividades impactantes e de operação do empreendimento minerário em questão, principalmente os desmatamentos (estrada de acesso, barragem de finos, alojamentos, linha de transmissão, mina e área industrial).

Terceira Etapa

Realização de trabalhos que visem o monitoramento da fauna de mamíferos frente a operação do empreendimento.

De modo a otimizar o trabalho, possibilitando a formação de banco de dados comparativos, os inventários faunísticos na 1ª Etapa deverão ser feitos de modo sistemático, ou seja, com métodos que permitam a comparação dos resultados obtidos e a determinação de *background* para a 2ª e/ou 3ª Etapas, ou seja, para as etapas de monitoramento propriamente dito.

É importante enfatizar que, em função do cronograma de implantação do empreendimento (Cronograma de Implantação do Empreendimento Compatibilizado com os Programas Ambientais), as Etapas 1 e 2 de monitoramento de determinado projeto, para determinada obra de infra-estrutura, poderá ocorrer em períodos distintos das Etapas 1 e 2 de outra obra de infra-estrutura. Exemplo: para a implantação da estrada Carajás/Salobo a Etapa 1 do projeto de monitoramento deverá ocorrer no período de março/2003 a fevereiro/2004 e a Etapa 2 a partir de março/2004; para a implantação do alojamento de empreiteiros a Etapa 1 do projeto de monitoramento poderá ocorrer até fevereiro/2005 e a Etapa 2 a partir de março/2005.

Esta concepção é muito importante, uma vez que possibilita que a avaliação dos resultados do monitoramento de determinada obra possa gerar medidas ou adequações das atividades de implantação de outras obras, de modo a se mitigar impactos sobre a fauna de mamíferos. Ou seja, com o monitoramento da mastofauna frente a determinada atividade de uma obra (desmatamento da área das cavas, por exemplo) deverá se ter um retrato ou no mínimo uma percepção do que deverá acontecer quando do desmatamento de outra área (alojamento de empreiteiros, por exemplo). Na verdade, o monitoramento da mastofauna frente a determinadas ações permitirá a obtenção de resultados que poderão ser extrapolados para todo o período de vida do empreendimento, permitindo o real dimensionamento dos impactos e a adoção de medidas de mitigação dos mesmos.

Sendo assim, adotou-se como regra geral, neste programa, que os trabalhos deverão ser efetuados de modo contínuo até o fim da Fase de Implantação (outubro/2007), sendo apresentados resultados consolidados anualmente. Nestes relatórios deverão ser reavaliados os projetos em andamento e, se necessário, propostas alterações. No final da Fase de Implantação praticamente todas as obras necessárias ao desenvolvimento do empreendimento já deverão estar implantadas. Neste ponto deverá ser feita uma avaliação de todo o trabalho realizado e apresentada nova proposta para a Fase de Operação. Portanto, os projetos apresentados nos itens a seguir dizem respeito a um período estimado de 55 meses.

Os projetos de monitoramento serão realizados em diferentes áreas de amostragens, distribuídas de modo a caracterizarem Áreas de Entorno de Áreas Diretamente Afetadas. A escolha definitiva destas áreas deverá se dar em campanha específica, previamente ao início dos trabalhos, no caso das atividades de desmatamento para implantação da estrada Carajás/Salobo e da Barragem de Finos II, e para as outras atividades durante os trabalhos que já estarão em andamento.

Sabe-se, atualmente, que todos os métodos de inventariamento de fauna são parciais, na medida em que cada um é adequado para coleta e/ou observação de apenas uma fração da fauna, principalmente em se tratando de fauna de floresta neotropical que exhibe uma grande diversidade morfológica e comportamental. Conseqüentemente, melhor será o inventário que conseguir combinar diferentes métodos de coleta para censo adequado da comunidade como um todo. Ainda que nenhuma combinação de métodos possa garantir um inventário completo, a omissão e/ou não aplicação de métodos específicos para os diferentes grupos resultará em um inventário incompleto (Voss & Emmons 1996). Um aspecto muito importante que deve ser ressaltado é a utilização destas metodologias (ou de algumas delas) de forma sistemática, em áreas selecionadas, de modo a permitir o monitoramento da fauna frente às diferentes etapas e ações do empreendimento em questão. Desta maneira, os inventários deverão ser feitos, desde o início, com metodologias que possam permitir a sistematização e comparação futura de dados. Com isto norteando os trabalhos, este Programa de Monitoramento foi proposto agrupando dois projetos, sendo um para espécies de mamíferos de pequeno porte (pequenos mamíferos não voadores) e outro para mamíferos de médio e grande porte. Estes dois projetos deverão ocorrer em Áreas de Entorno de áreas a serem diretamente afetadas pelo empreendimento.

Tomando-se como referência as questões acima citadas, associando-as com a realidade do empreendedor e da instalação de empreendimentos, uma das metodologias aqui selecionadas para inventário/monitoramento de grupo mastofaunístico já é consagrada em estudos similares (no caso para pequenos mamíferos). A outra metodologia é mais recente, sendo ainda poucos os estudos que a utilizam no Brasil (no caso para mamíferos de médio e grande porte). A partir delas, será possível a elaboração de um diagnóstico mais aprofundado e melhor orientado, uma análise mais precisa dos impactos e, conseqüentemente, uma indicação mais assertiva de medidas mitigadoras.

Considerando-se que deverão ocorrer coletas de espécimes, estas deverão sempre ser feitas de acordo com critérios consagrados (taxidermias, crânios etc.) visando a montagem de coleção de referência para a área em questão, que deverá ser depositada em acervo ou instituições oficiais que tenham condição de mantê-los. As coletas zoológicas deverão ter duplicatas, quando for necessário seu envio para especialistas visando a correta identificação das espécies inventariadas. Estes espécimes coletados sejam remetidos a coleções de instituições oficiais, salientando-se, neste caso, o Museu Paraense Emílio Goeldi (Belém - PA), o Museu do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA (Manaus - AM) e o Museu Nacional (Rio de Janeiro - RJ).

Saliente-se que todos os indivíduos sacrificados deverão ser devidamente numerados devendo ser repassada ao IBAMA a listagem dos mesmos e a instituição para onde foram enviados.

Nos itens a seguir são apresentados os Projetos constantes deste Programa, incluindo para cada um deles operacionalização, metodologia de trabalho, equipe técnica e materiais necessários e gestão institucional, e, de modo global, avaliações e acompanhamento e cronograma de trabalho.

2.6 - Descrição do programa

2.6.1 - Monitoramento de pequenos mamíferos não voadores

O grupo dos pequenos mamíferos não voadores é composto pelas espécies pertencentes às ordens Marsupialia e Rodentia, cujo valor de massa corporal não ultrapassam, em média, peso superior a um quilograma. A escolha deste grupo como bioindicador em monitoramentos faunísticos se deve a alguns fatores, tais como apresentar estreitas limitações relativas à sua capacidade de dispersão (Brown 1973), possuir limitada tolerância às alterações ambientais (Laurence 1991), como a maioria das espécies tropicais, além de uma grande diversidade. Outro fator importante é quanto à sua posição trófica: estão situados na base da cadeia alimentar, constituindo-se de fonte de alimento para vários outros grupos, como os carnívoros, aves e répteis, sendo um significativo componente na avaliação da mastofauna de determinada área. O estudo da comunidade de pequenos mamíferos pode também representar um indicador de grande utilidade na determinação dos processos os quais as comunidades tropicais estão submetidas, frente a crescente destruição dos ecossistemas.

Objetivos

Serão objetivos do projeto:

- determinação de um banco de dados para cada área a ser monitorada;
- monitoramento do grupo de pequenos mamíferos não voadores frente às diferentes obras a serem implementadas;
- levantamento de dados biológicos e ecológicos das espécies inventariadas;
- complementação/atualização do inventário da área de inserção do Projeto Salobo;
- apresentação de sugestões de mitigação visando o manejo e a conservação de espécies.

Descrição do Projeto

Este Projeto requer seu desenvolvimento em duas etapas, com duração total prevista para cerca de cinquenta e cinco meses, abrangendo duas etapas de trabalho. Este Projeto se desenvolverá em áreas de amostragens, distribuídas de modo a caracterizarem Áreas de Entorno das seguintes Áreas Afetadas: estrada Carajás/Salobo, Barragem de Finos II, Alojamentos, Linha de Transmissão, mina e área industrial (neste caso especialmente a barragem de rejeitos). Para cada uma destas áreas citadas deverão ser definidas três áreas de amostragem de pequenos mamíferos não voadores. Cada uma destas áreas deverá ser amostrada quatro vezes na 1ª Etapa - pré-implantação (período de um ano que anteceder ao início da implantação da obra) e doze vezes na 2ª Etapa - durante a implantação (divididas em três campanhas em três períodos de 12 meses). Deve-se procurar que as amostragens sejam distribuídas ao longo de um ano (mesmo ultrapassando o período de implantação de terminada obra), atentando-se para o fato de que a melhor época para obtenção de dados com pequenos mamíferos não voadores é na época seca (para a região, de maio a novembro). Os meses de amostragem serão: março, junho, agosto e outubro na 1ª Etapa e junho, agosto e outubro na 2ª Etapa.

A definição final das áreas de amostragem deverá se feita em campo, na primeira campanha, previamente ao início dos trabalhos, no caso das atividades de desmatamento para implantação da estrada Carajás/Salobo e da Barragem de Finos II (na mesma campanha - viagem de reconhecimento, já deverão ser estabelecidos os transectos de amostragem nas áreas citadas) e para as outras atividades durante os trabalhos que já estarão em andamento.

Metodologia / Atividades

O monitoramento do grupo de pequenos mamíferos não voadores (roedores e marsupiais) será realizado a partir de um programa de captura-marcação-recaptura efetuado em diferentes localidades da Área de Entorno do empreendimento. Enfatiza-se que, sendo um projeto que requer capturas e coletas de exemplares faunísticos, previamente ao início dos trabalhos deverá ser solicitada licença específica ao IBAMA.

Para a amostragem do grupo de pequenos mamíferos será utilizado o método de transectos lineares com postos de captura (PCs). Em cada uma das áreas de amostragem serão instaladas setenta armadilhas, dispostas em dois transectos de 280 metros de extensão. Estes dois transectos deverão ser paralelos e distanciados 200 metros um do outro. Os PCs postos fixos de captura serão dispostos ao longo dos transectos (15 em cada um), distanciados entre si 20 metros. Esse espaçamento entre estações de coleta tem se mostrado adequado para a amostragem de pequenos mamíferos (August 1983; Fonseca 1989; Stallings 1989). Cada área de coleta deverá ser identificada por um nome, cada transecto por uma letra e cada PC por um número (estas informações serão importantes para a formação do banco de dados). Considera-se como regra geral a instalação de duas armadilhas por posto de captura, sendo uma colocada no solo e outra presa em cipós ou troncos, a uma altura média de 1,5 m. A cada três PCs deverá ser instalada uma armadilha no alto (dossel) das árvores (ou seja, cinco por transecto), através do método de plataformas. Estes procedimentos visam a amostragem de animais arborícolas, escansoriais e terrestres.

Como armadilhas serão utilizadas as de arame galvanizado, com gancho, sendo elas iscadas com frutas (abacaxi, banana etc.) e bolinhas de algodão embebidas em óleo de fígado de bacalhau (Emulsão Scott). O método de coleta será feito sempre com cinco noites de captura, ou seja seis dias de trabalho, sendo as armadilhas iscadas no 1º dia, reiscadas no 3º dia e fechadas no 6º dia. Diariamente as armadilhas deverão ser vistoriadas, sendo que as iscas consideradas velhas (secas, por exemplo) ou que tenham desaparecido deverão ser repostas.

Os animais capturados serão anilhados, identificados quanto à espécie, idade, sexo, condição reprodutiva e submetidos a pesagem e coleta de dados morfométricos. Deverão também ser registrados a data, local, área de amostragem, posto de captura e posição da armadilha (chão, alto ou dossel). Após o processamento, o animal será solto no próprio local de captura. Uma coleção de referência deverá ser feita durante todo o desenrolar do Projeto, devendo ser depositada em coleção oficial de Museu a ser definido. Para os animais sacrificados, principalmente espécimes de identificação duvidosa, serão também coletados tecidos para realização de estudos citogenéticos e moleculares, visando o auxílio no estabelecimento de uma taxonomia correta.

Todos os dados coletados em campo serão anotados em fichas próprias e posteriormente informatizados mediante sua inserção em planilha de dados MICROSOFT EXCEL e trabalhados nos pacotes estatísticos STATISTICA FOR WINDOWS e SYSTAT (ou similar).

Como índices de análise, que servirão para comparação de cada áreas nas Etapas 1 e 2, e entre as diferentes áreas de amostragem, deverão ser utilizados parâmetros da comunidade de pequenos mamíferos, tais como:

- riqueza de espécies, que representa o número total de espécies obtidas para uma determinada área;
- abundância relativa, expressa pela razão entre o número de indivíduos de uma dada espécie e o número total de indivíduos que representam aquela comunidade;
- índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H'), utilizado para expressar a relação entre o número de espécies, componente da comunidade, e a sua abundância relativa, de acordo com a fórmula:

$$H' = - \sum P_i \cdot \ln P_i$$

sendo P_i a proporção representada por cada espécie na comunidade (abundância relativa):

$$P_i = \frac{N_j}{N}$$

onde: n_j = número de indivíduos da espécie i ; e

N = número total de indivíduos de todas as espécies

- similaridade entre as comunidades de pequenos mamíferos, a partir de uma Análise de Cluster, agrupando-se as diferentes feições ambientais através da média de grupo não-ponderada, baseado na Distância Euclidiana entre as mesmas.

A análise de Cluster consiste em uma série de procedimentos estatísticos, utilizados com o objetivo de se agrupar um conjunto de amostras em subgrupos relativamente homogêneos, com respeito às suas características intrínsecas. No presente caso, a análise terá o objetivo de se agrupar, num gradiente de similaridade relativo à composição em espécies e respectivas abundâncias relativas, as comunidades mastofaunísticas presentes nas diferentes áreas de amostragem.

As áreas de amostragem serão agrupadas através da média de grupo não-ponderada, baseada na Distância Euclidiana entre as mesmas (Dibgy & Kempton 1985). A Distância Euclidiana determina a proximidade, num espaço bidimensional formado pelas variáveis consideradas (composição em espécies e abundância relativa de cada uma nas áreas analisadas), entre todos os pares possíveis de áreas amostradas. A técnica agrupa, primeiramente, as áreas mais similares, considerando sempre as menores Distâncias Euclidianas. A partir disto, novas áreas são adicionadas, formando grupos maiores até o fim do processo. O resultado é apresentado na forma de dendrogramas (análise de Cluster).

O esforço amostral (ou de captura), representado pelo número de armadilhas/noite, deverá ser calculado multiplicando-se o número de armadilhas utilizadas pelo número de noites em que elas permaneceram abertas durante o período de trabalho. O sucesso de captura expressa a razão entre o número total de capturas e o esforço amostral, sendo expresso em porcentagem.

A avaliação e o monitoramento técnico desse Projeto deverá ocorrer mediante a apresentação de relatórios, assim discriminados:

Relatórios de Atividades

Apresentado após a realização de cada campanha, este deverá ser um relatório sucinto, que servirá para controle, pelo empreendedor, do desenvolvimento do Projeto. A itemização sugerida, de modo que sejam apresentadas as atividades desenvolvidas, é a que se segue: nome do projeto, discriminação da etapa e da campanha (ex: 1a Etapa/1a Campanha), período, equipe participante, atividades desenvolvidas e considerações gerais. Este último item deverá constar dados gerais sobre a campanha executada e quaisquer outras informações que possam ser importantes para o empreendedor e para outras equipes que estejam desenvolvendo projetos ligados ao empreendimento em questão.

Relatórios Parciais

Apresentados após o término de cada ano (sub-etapas) de trabalho, este relatório deverá apresentar os resultados obtidos nas campanhas executadas e objetivará, além do acompanhamento pelo empreendedor, o acompanhamento do desenvolvimento do projeto pelo órgão licenciador, no caso ao IBAMA. A itemização sugerida é a tradicional, ou seja: introdução, objetivos, metodologia, resultados e considerações gerais.

Relatório Final

Apresentado após o término de cada etapa de trabalho, este relatório deverá resgatar os resultados obtidos nas sub-etapas executadas e deverá apresentar, após as devidas análises, e se pertinente, medidas mitigadoras cabíveis para minimização dos impactos provocados pela implantação de determinada obra. Também em função destes resultados deverão ser reavaliadas as metodologias a serem empregadas, o período de estudos e a periodicidade das campanhas e a própria necessidade de prosseguimento do monitoramento. Este relatório deverá ser também entregue ao IBAMA. A itemização sugerida deverá ser a mesma do(s) relatório(s) parcial(is), incluindo, no caso, itens referentes a diagnóstico de impactos e proposição de medidas mitigadoras (se for o caso).

Equipe técnica

Este trabalho deverá ser desenvolvido por três biólogos (um sênior e dois médios, com experiência em trabalhos similares) e por seis mateiros. Esta equipe se dividirá em três sub-equipes, sendo que seu trabalho será assim dividido:

- março e junho/2003 - uma equipe em campo;
- agosto, outubro/2003 e março/2004 - duas equipes em campo;
- junho, agosto e outubro/2004 - três equipes em campo;
- junho/2005 - duas equipes em campo;
- agosto e outubro/2005 - uma equipe em campo;
- junho, agosto, outubro/2006 e junho, agosto, outubro/2007 - três equipes em campo.

A equipe mínima a permanecer em campo deverá sempre ser formada por dois biólogos.

Os materiais necessários à execução do Projeto, em suas duas etapas, são apresentados no quadro a seguir.

QUADRO 2.2 - Listagem de materiais e de quantidades necessárias para o desenvolvimento do Projeto de Monitoramento de Pequenos Mamíferos Não Voadores

Item	Quantidade
Álcool 96% (litro)	100
Algodão hidrófilo 500 g (un.)	60
Anilhas numeradas (cx. c/ 1000)	3
Arame 10 (rolo)	5
Arame 22 (rolo)	8
Armadilhas de arame galvanizado (un.)	1000
Balanças (tipo Pesola) (un.)	9
Bandejas plásticas (un.)	3

Continuação

Item	Quantidade
Binóculos (un.)	3
Bombona tipo "Milkan" - capacidade 5 l (un.)	10
Bombona tipo "Milkan" - capacidade 10 l (un.)	10
Bolsa ou mochila (un.)	3
Caixa plástica multiuso (gde.)	1
Caneta de retroprojctor (un.)	10
Capas de chuva (un.)	12
Celibim (un.)	2
Conjuntos de plataformas (un.)	100
Corda trançada polipropileno, 2 mm diâmetro, rolo	10
Emulsão Scott (390 ml) (un.)	250
Estufa (un.)	1
Eter etílico (1000 ml)	4
Etiquetas (rolo)	15
Facão (18 polegadas) c/ bainha (un.)	12
Filme colorido 24 poses ASA 100 (un.)	24
Filme preto e branco 24 poses ASA 100 (un.)	12
Fita crepe (un.)	12
Fita de marcação (cx. com 12)	2
Formol (litro)	24
Lanterna tipo Laser (un.)	4
Limas para amolar facão (un.)	6
Linha urso 000, marca J & P Coatsrolo (un.)	5
Luvas cirúrgicas (cx.)	8
Luvas de borracha p/ limpeza (par)	40
Luvas de raspa de couro (par)	12
Material completo p/ taxidermia (un.)	2
Papel alumínio (rolo)	20
Papel toalha (pcte.)	10
Paquímetro de metal (un.)	2
Pilha alcalina pequena (par)	100
Pilhas alcalinas grandes (par)	100
Pregos (kg)	2
Químicos para cariótipo - conjunto	3
Régua metálica (un.)	6
Sacos de pano tamanho pequeno (un.)	40
Sacos de pano tamanho grande (un.)	20
Sacos plásticos (kg) (un.)	10
Seringas (un.)	20
Seringas (p/ insulina) (un.)	20
Trena 1 metros (un.)	6
Trena 20 metros (un.)	2

Instituições envolvidas

Deverão ser feitas gestões junto ao Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG (PA), ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA (AM) e ao Museu Nacional (RJ) visando o aceite de exemplares coletados e taxidermizados.

Salobo, IBAMA

Atendimento a requisitos legais para sua efetiva implantação

Como este projeto prevê a realização de coleta de animais, será necessária a obtenção prévia de Licença de Captura, Coleta e Transporte de Espécies Faunísticas junto ao IBAMA.

Localização dos pontos de monitoramento

O desenho em anexo apresenta localização dos pontos, que serão conferidos e melhor selecionados na primeira campanha de campo do monitoramento.

Cronograma

O cronograma deste projeto é apresentado no quadro a seguir

Projeto de monitoramento de pequenos mamíferos não voadores

-	2003												2004												2005												2006												2007											
-	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	M	J	J	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
1																																																												
2																																																												
3																																																												
4																																																												
5																																																												
6																																																												

LEGENDA

- 1 - Estrada Carajás/Salobo
- 2 - Barragem de Finos II
- 3 - Alojamentos
- 4 - Linha de Transmissão
- 5 - Mina
- 6 - Área Industrial

- 1ª Etapa
- 2ª Etapa
- Campanha de reconhecimento
- Campanhas de campo para obtenção de dados
- 3ª Etapa - Operação

2.6.2 - Monitoramento de mamíferos de médio e grande porte

A amostragem da fauna através de armadilhas fotográficas caracteriza-se por ser um método relativamente não intrusivo e que requer um pequeno esforço amostral. Permite realizar o monitoramento de uma grande área, não sendo necessária uma constante vigilância da área de estudo, além de não ocorrer a captura dos animais, livrando-os do *stress* de captura, sendo também ideal para o registro efetivo da riqueza de espécies, uma vez que a grande maioria das espécies é arredia à presença humana. Entretanto, esse método apresenta algumas limitações para o inventariamento da fauna silvestre em decorrência da diferença de detecção entre os grupos (grande homeotérmicos e pequenos homeotérmicos) e devido à diferença de hábitos locomotores entre as espécies (Wemmer et al. 1996).

Atualmente as armadilhas fotográficas podem ser constituídas por câmeras digitais ou 35mm, com sensor ativo ou passivo. O equipamento sugerido para utilização nesse projeto é composto por uma única unidade, produtora e receptora de luz infravermelha (cone de adaptação), que detecta movimento e/ou calor a partir da interrupção da luz emitida. Este mecanismo, não seletivo, é caracterizado pela emissão de um cone de luz infravermelho que amplia sua superfície basal à medida que se afasta de sua origem.

A utilização de armadilhas fotográficas em estudos desenvolvidos no Brasil é recente havendo poucos artigos publicados em periódicos científicos (a maior parte das informações disponíveis apenas em forma de resumos, ou seja, trabalhos apresentados em congressos). No entanto, informações obtidas de vários pesquisadores indicam o grande potencial dessa metodologia, inclusive para o monitoramento de primatas.

Objetivos

Serão objetivos do projeto:

- determinação de um banco de dados para cada área a ser monitorada;
- monitoramento do grupo de mamíferos de médio e grande porte frente às diferentes obras a serem implementadas;
- levantamento de dados biológicos e ecológicos das espécies inventariadas;
- complementação/atualização do inventário da área de inserção do Projeto Salobo; e
- apresentação de sugestões de mitigação visando o manejo e a conservação de espécies

Descrição do projeto

A concepção operacional Deste projeto seguirá a do Projeto apresentado anteriormente, ou seja: desenvolvimento em duas etapas (duração total prevista para cerca de cinquenta e cinco meses). Este monitoramento deverá ocorrer nas seguintes Áreas Afetadas: Barragem de Finos II, Alojamentos, Mina e Área Industrial (neste caso especialmente a barragem de rejeitos). Cada uma destas áreas deverá ser amostrada a partir de um ano antes do início da implantação de qualquer atividade, encerrando-se no mês de setembro/2007. Observa-se que exceção deverá ocorrer para a obra da Barragem de Finos II, para a qual se prevê o início do monitoramento para junho/2003².

A definição dos pontos de amostragem deverá ser feita pela equipe envolvida com o Projeto de Monitoramento de Pequenos Mamíferos Não Voadores.

Metodologia/Atividades

A análise da comunidade de mamíferos de médio e grande porte será realizada através da verificação da presença (registro efetivo) do indivíduo, distribuição espacial e temporal das espécies além do padrão de atividades, uma vez que os dados relativos à data e horário podem ser registrados nas fotografias.

Para levantamento dos dados serão utilizadas armadilhas fotográficas modelo Wildlife Pro Câmera, fabricadas pela Forest Suppliers Inc. USA), providas de filme Fuji 200 ASA, 36 poses.

O modelo citado possui uma câmera fotográfica automática 35mm alimentada com uma bateria de Lítio modelo CR123A, 3V e um sensor passivo para detecção de calor e/ou movimento (*passive motion detection*), alimentado por quatro pilhas alcalinas tamanho C. O sensor detecta a presença de organismos que se desloquem em frente ao equipamento, o que ocasiona a interrupção do cone de luz infravermelha e/ou a percepção do calor corporal, permitindo o registro do animal pela câmera fotográfica. As câmeras serão ajustadas para intervalo mínimo entre fotografias de 20 segundos e mantidas em funcionamento durante 24 horas (funcionamento contínuo), durante aproximadamente 12 meses de amostragem.

O equipamento será instalado em pontos estratégicos (12 para cada Área a ser amostrada) e vistoriado em intervalos de aproximadamente um mês para troca do filme e renovação das baterias e pilhas, caso necessário, e limpeza e verificação do funcionamento do equipamento. Tanto a escolha dos pontos como a instalação dos equipamentos ficará a cargo da equipe envolvida nos trabalhos com pequenos mamíferos não voadores. Embora o fabricante estime o tempo de duração das baterias em aproximadamente 90 dias, sugere-se a verificação das mesmas em intervalos de 30 dias, devido a fatores adversos tais como condições do clima, utilização do *flash*, dentre outros, que variam de lugar para lugar. Nos períodos em que a equipe estiver em campo, ela própria fará a vistoria das armadilhas fotográficas. Para os períodos em que estiver ausente de campo, um técnico, devidamente treinado, será o responsável, tanto pela reposição dos filmes, como pela checagem do equipamento.

² Considerando-se que o material a ser utilizado é importado, não se teria tempo hábil para adquiri-lo e implementá-lo em campo um ano antes do início das atividades de desmatamento da Barragem de Finos II, previsto para março/2004.

As armadilhas serão instaladas em árvores com diâmetro superior a 15 cm. Os pontos de amostragem serão escolhidos com base em características da vegetação, proximidade em corpos d'água, presença de rastros ou vestígios indiretos da presença de mamíferos. Para as armadilhas dispostas no alto das árvores, para monitoramento de mamíferos arborícolas, deverão ser elaboradas pequenas plataformas onde deverão ser deixadas (e repostas periodicamente) iscas (preferencialmente frutas).

A avaliação e o monitoramento técnico Deste Projeto deverá ocorrer mediante a apresentação de relatórios, assim discriminados:

Relatórios de Atividades

Apresentado após a realização de cada campanha, este deverá ser um relatório sucinto, que servirá para controle, pelo empreendedor, do desenvolvimento do Projeto. A itemização sugerida, de modo que sejam apresentadas as atividades desenvolvidas, é a que se segue: nome do projeto, discriminação da etapa e da campanha (ex: 1ª Etapa/1ª Campanha), período, equipe participante, atividades desenvolvidas e considerações gerais. Este último item deverá constar dados gerais sobre a campanha executada e quaisquer outras informações que possam ser importantes para o empreendedor e para outras equipes que estejam desenvolvendo projetos ligados ao empreendimento em questão.

Relatórios Parciais

Apresentados após o término de cada ano (sub-etapas) de trabalho, este relatório deverá apresentar os resultados obtidos nas campanhas executadas e objetivará, além do acompanhamento pelo empreendedor, o acompanhamento do desenvolvimento do projeto pelo órgão licenciador, no caso ao IBAMA. A itemização sugerida é a tradicional, ou seja: introdução, objetivos, metodologia, resultados e considerações gerais.

Relatório Final

Apresentado após o término de cada etapa de trabalho, este relatório deverá resgatar os resultados obtidos nas sub-etapas executadas e deverá apresentar, após as devidas análises, e se pertinente, medidas mitigadoras cabíveis para minimização dos impactos provocados pela implantação de determinada obra. Também em função destes resultados deverão ser reavaliadas as metodologias a serem empregadas, o período de estudos e a periodicidade das campanhas e a própria necessidade de prosseguimento do monitoramento. Este relatório deverá também ser entregue ao IBAMA. A itemização sugerida deverá ser a mesma do(s) relatório(s) parcial(is), incluindo, no caso, itens referentes a diagnóstico de impactos e proposição de medidas mitigadoras (se for o caso).

Equipe técnica e materiais

Este trabalho deverá ser desenvolvido pela mesma equipe que estará também desenvolvendo o Projeto de Monitoramento de Pequenos Mamíferos Não Voadores. Como já salientado, um (ou dois) técnicos ou auxiliares de campo deverão ser treinados para verificação de toda a aparelhagem e para a troca periódica de filmes e baterias.

Os materiais necessários à execução do Projeto, em suas duas etapas, são apresentados no quadro a seguir.

QUADRO 2.3 - Listagem de materiais e de quantidades necessárias para o desenvolvimento do Projeto de Monitoramento de Pequenos Mamíferos Não Voadores

Item	Quantidade
Armadilhas fotográficas modelo Wildlife Pro Câmera, fabricadas pela Forest Suppliers Inc. USA (un.),	50
Bateria de Lítio modelo CR123A, 3V (un.)	2640
Filme Fuji 200 ASA, 36 poses	960
Revelações	960
Corda trançada polipropileno, 2 mm diâmetro, rolo	2
Fita crepe (un.)	12
Fita de marcação (cx. Com 12)	1
Pilhas alcalinas pequenas (par)	1320
Revelação de filmes	960
Verba para frutas (un.)	

Instituições envolvidas

Salobo, IBAMA

Atendimento a requisitos legais para sua efetiva implantação

Como este projeto não prevê a realização de coleta de animais, não será necessária a obtenção prévia de Licença de Captura, Coleta e Transporte de Espécies Faunísticas junto ao IBAMA.

Localização dos pontos de amostragem

O desenho em anexo apresenta localização dos pontos, que serão conferidos e melhor selecionados na primeira campanha de campo do monitoramento.

Cronograma

O cronograma deste projeto é apresentado no quadro a seguir

Projeto de monitoramento de mamíferos de médio e grande porte

-	2003												2004												2005												2006												2007																											
-	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	M	J	J	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	M	J	J	A	S	O	N	D				
2																																																																												
3																																																																												
5																																																																												
6																																																																												

LEGENDA

- 2 - Barragem de Finos II
- 3 - Alojamentos
- 5 - Mina
- 6 - Área Industrial

- 1ª Etapa - Monitoramento
- 2ª Etapa - Monitoramento
- Campanha para instalação das armadilhas fotográficas

Programas correlatos

- Programa de Reabilitação de Áreas Degradadas
- Programa de Desmate e Decapeamentos
- Programa de Educação Ambiental
- Programa de Gestão de Resíduos
- Programa de Gestão de Águas e Efluentes

Referências bibliográficas

- AUGUST, P.V. 1983. The role of habit complexit and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. **Ecology**, **64**:1495-1507.
- BERNARDES, A.T.; A.B. M Machado & A B. Rylands. 1990. **Fauna brasileira ameaçada de extinção**. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas. 62 p.
- BRANDT MEIO AMBIENTE. 1998. **Documento integrado dos relatórios de zoneamento ambiental e monitoramento biológico da área de influência do Projeto Salobo**. Salobo Metais S.A. Marabá/PA.
- FLEMING, T.H. 1975. The role of small mammals in tropical ecosystems. *In* GOLLEY, F.B.; K. PETRUSEWICZ & L. RYSZKOWSKI (Eds.). **Small mammals: their productivity and population dynamics**. Internacional Biological Program, Cambridge University Press.
- FONSECA, G.A.B. & M.C.M. KIERULFF. 1989. Biology and natural history of Brazilian Atlantic Forest Small Mammals. **Bulletin of the Florida State Museum** **34**(3-4):100-152.
- FONSECA, G.A.B. 1981. Biogeografia insular aplicada a conservação. **Rev. Bras. Geogr.** **43**(3): 383-398.
- FONSECA, G.A.B. 1989. Small mammal species diversity in brasilian tropical primary and secondary forests of different sizes. **Rev. Bras. Zool.** **6**(3):381-422.
- FONSECA, G.A.B., C.M.R. COSTA, Y.R. LEITE & R. B. MACHADO. 1992. Introdução a um modelo qualitativo para avaliação de status e importância relativa das espécies de mamíferos brasileiros. **Resumos do XII Congresso Latino Americano de Zoologia**. Belém, PA.
- FONSECA, G.A.B., G. HERRMANN, Y.R. LEITE, R.A. MITTERMEIER, A.B. RYLANDS & J. L. PATTON. 1996. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil. **Occasional Papers in Conservation Biology**.
- FONSECA, G.A.B.; A.B RYLANDS; C.M.R. COSTA; R.B. MACHADO & Y.L.R. LEITE (Eds.). **Livro Vermelho dos Mamíferos Brasileiros Ameaçados de Extinção**. Fundação Biodiversitas. 1994.

- MARQUES, R. V. & RAMOS, F. M. Identificação de mamíferos ocorrentes na Floresta Nacional de São Francisco de Paula / IBAMA, RS com a utilização de equipamento fotográfico acionado por sensores infravermelho. **Divulgações do Museu de Ciências e Tecnologia - UBEA / PUCRS**. Porto Alegre, n6, p83 - 94, 2001.
- MARQUES, R. V., RAMOS, F. M., PACHECO, S. M. & CADEMARTORI, C. V. Mamíferos identificados na Floresta Nacional de São Francisco de Paula / IBAMA, RS com a utilização de equipamento fotográfico acionado por sensores infravermelho. **Livro de Resumos: I Congresso Brasileiro de Mastozoologia, Porto Alegre**. p 93 - 94, 2001.
- MITTERMEIER, R.A.; N.MYERS; J. B.THOMSEN; G. A. B. FONSECA & OLIVIERI, S. 1998. Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities. **Conservation Biology** 12:516-520.
- RYLANDS, A.B. & A.T. BERNARDES. 1989. Two priority regions for primate conservation in the Brazilian Amazonian. **Primate Conservation** 10:56-62.
- RYLANDS, A.B. 1990. Priority areas for the conservation in the Amazon. **Tree** 5(8):240-241.
- SANTOS FILHO, M & SILVA, M. N. F. Levantamento da Mastofauna através de câmeras fotográficas em áreas de Cerrado. **53ª SBPC, 2001**, Salvador. 2001.
- SANTOS FILHO, M & SILVA, M. N. F. Uso de habitats por mamíferos em área de Cerrado do Brasil Central: um estudo com armadilhas fotográficas. **Revista Brasileira de Zoociências**. 2002.
- SANTOS, S. & SANTOS FILHO, M. Método alternativo usado na confecção de armadilha fotográfica para amostragem da fauna de mamíferos. **Livro de Resumos: XXIII Congresso Brasileiro de Zoologia, Cuiabá**. p 619, 2000.
- VOSS, R.S. & L.H. EMMONS.1996. Mammalian Diversity in Neotropical Lowland Rainforests: a Preliminary Assessment. **Bulletin of the American Museum of Natural History**.230:1-115.
- WEMMER, C.; KUNZ, T. H.; LUNDIE-JENKINS, G. MCSHEA, W. J. *Mammalian singn.* In Wilson, D. E.; Cole. F. R.; Nichols, J. D.; Rudrarn, R. & Foster, M. S. (Ed). **Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standart Methods for Mammals**. Washington and London: Smithsonian Institution, 1996. 409 p.
- WILSON, D.E & D.M. REEDER. 1993. **Mammal Species of The World - a Taxonomic and Geographic Reference**. 2ª Edição. Smithsonian Institute Press. 1207 pg.

3 - MONITORAMENTO DA AVIFAUNA

3.1 - Justificativas

O monitoramento permite a investigação da dinâmica da riqueza e frequência, além do acompanhamento de atividades reprodutivas de aves. Assim, será possível investigar os padrões naturais dos usos locais, perdas ou crescimentos populacionais observados ao longo dos anos, e outros parâmetros a contribuir na geração de subsídios, direcionados à recuperação e conservação da avifauna local. A continuidade dos estudos será também importante para o monitoramento de espécies ameaçadas, migratórias e endêmicas, com ênfase para espécies raras e ameaçadas.

3.2 - Objetivos

Este programa tem como propósito o acompanhamento das flutuações populacionais sazonais do grupo das aves, especialmente as espécies classificadas como ameaçadas de extinção, ou que possuem interesse para caça e comércio. Desse modo, será possível avaliar os efeitos do empreendimento sobre esta comunidade.

3.3 - Metas

Monitorar o grupo das aves a fim de avaliar as possíveis influências das atividades de mineração e propor estratégias de manejo para o grupo.

3.4 - Indicadores Ambientais

Devido ao grande número de espécies raras (Brandt, 1998) e, em consequência à pequena possibilidade de detecção de muitas dessas espécies, a escolha de uma ou outra espécie para fins de monitoramento é tomada, até certo ponto, de modo arbitrário. Assim, serão priorizadas como grupos bioindicadores para o monitoramento as espécies classificadas como ameaçadas de extinção, visadas pela caça (mutuns, jacus, corcovados e jacamins) e comércio (araras, papagaios, bicudos).

De acordo com a lista das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção (portaria nº 1.522, de 19 de dezembro de 1989), três das espécies detectadas na área do Projeto Salobo estão ameaçadas: a arara azul grande (*Anodorhynchus hyacinthinus*), a maria-mirim, (*Hemitriccus minima* (=H. *aenigma*) e o bicudo (*Oryzoborus maximiliani*).

3.5 - Público alvo

Salobo, IBAMA

3.6 - Metodologia

A utilização de técnicas que amostram a maior fração possível da avifauna trará uma relação custo/benefício mais significativa do que o emprego de técnicas específicas para cada espécie separadamente. Assim, será utilizada a amostragem por pontos segundo Ralph et al (1995) e a instalação de redes-neblina em pontos previamente selecionados.

Os materiais básicos consistem de binóculos 10X50 mm, gravadores e microfones apropriados para as gravações em campo, redes de neblina, anilhas coloridas e de metal numeradas, balanças, paquímetro, guias de campo, marcadores de pontos e equipamento fotográfico.

Assim, os métodos correspondem a:

- **transectos com pontos:** em locais de mata preservada, próximo a alguma atividade do empreendimento e em locais que estiverem em recuperação da vegetação. As áreas trabalhadas receberão o mesmo esforço de amostragem, correspondente a uma manhã/área. Serão anotados os seguintes dados:
 - nome da área, data, horário e condições climáticas;
 - número do ponto de observação;
 - espécie e nº de indivíduos constatados;
 - tipo de registro obtido (sonoro, visual ou ambos, e ninhos);
 - tipo de ambiente e estrato vegetacional de registro da espécie;
 - forrageamento, nidificação e outras atividades.
- **censos vespertinos:** através de caminhadas aleatórias nas áreas de influência do empreendimento, nos períodos vespertinos e/ou crepusculares, visando contribuir aos dados de riqueza para a região, em geral. Ao longo dos percursos, são anotados o nome das áreas, os horários, as espécies, números de indivíduos, ambientes, tipos de registros e condições climáticas.
- **censos de carro:** ao longo de deslocamentos entre diferentes áreas de amostragens, são anotados os horários, as espécies, números de indivíduos constatados durante os percursos, os ambientes, tipos de registros e condições climáticas.
- **censos noturnos:** seleção aleatória de áreas, nas quais permanece-se por cinco minutos em cada, durante as primeiras ou últimas horas do período noturno, procurando-se registrar a vocalização de aves noturnas, com o auxílio de gravador. São anotados os nomes das áreas, os horários de início e término das contagens, as espécies registradas, os números de indivíduos, ambientes e condições climáticas; e
- **captura com redes ornitológicas e marcação de exemplares** serão instaladas redes de neblina em trilhas abertas nas áreas selecionadas. Os exemplares capturados serão pesados, medidos, anilhados, identificados e soltos no mesmo local da captura.

Sistemática

As identificações das espécies são baseadas em literatura especializada, incluindo, dentre outros, Schauensee & Phelps (1978), Lanyon (1978), Schauensee (1982), Sick (1985, 1997), Hilty & Brown (1986), Isler & Isler (1987), Madge & Burn (1988), Grantsau (1989), Ridgely & Tudor (1989, 1994), Souza (1998) e arquivos sonoros (Frisch, 1973a e b; Hardy *et al.*, 1990; Hardy *et al.*, 1991; Hardy *et al.*, 1992; Hardy *et al.*, 1993; Hardy *et al.*, 1994; Hardy & Coffey, 1995; Vielliard, 1995a, 1995b; Eletronorte, 2000).

Análise de dados

Os índices comparativos utilizados serão riqueza (S), abundância (N) e frequência (f).

As comunidades de aves são categorizadas em várias classes. As categorias de dieta seguem Isler & Isler (1987), Sick (1985, 1997), Cintra *et al.* (1990), Karr *et al.* (1990), Magalhães (1990), Motta Jr. (1990), a saber:

- insetívoros (predomínio de insetos e outros artrópodes na dieta);
- onívoros (forrageamento de insetos e/ou outros artrópodes e/ou pequenos vertebrados e/ou frutos e/ou sementes);
- frugívoros (predomínio de frutos na dieta);
- granívoros (predomínio de grãos);
- nectarívoros (predomínio de néctar, pequenos insetos e artrópodes);
- piscívoros (predomínio de peixes na dieta);
- carnívoros (predomínio de vertebrados vivos na dieta); e
- detritívoros (animais em decomposição, de um modo geral).

O hábito ambiental característico de cada espécie é distribuído nas categorias:

- florestal: para espécies que vivem em formações florestais (englobando categorias variadas de matas e capoeiras);
- campestre: para espécies que vivem em campos (naturais ou implantados);
- aquático: para espécies que utilizam ambientes brejosos, alagados, lacustres e fluviais;
- de vereda: para espécies restritas a formações de palmeirais;
- generalista: para espécies adaptadas a explorar os diversos tipos de ambientes mencionados (sejam naturais ou implantados).

As informações relativas ao comportamento migratório e endemidade das espécies são obtidas em literatura pertinente (Negret & Negret, 1981; Negret *et al.*, 1984; Sick, 1985 e 1997; Cracraft, 1985; Haffer, 1985; Cavalcanti, 1988; Cavalcanti, 1990).

As categorias de *status* de ameaça utilizadas seguem aquelas definidas pela União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN, 1996 *in* Lins, 1997), por Collar *et al.* (1994) e Bernardes *et al.* (1990), a saber:

- espécies regionalmente raras: espécies que apresentam baixas abundâncias em determinadas regiões;
- espécies consideradas como ameaçadas de extinção (Bernardes *et al.*, 1990; Collar *et al.*, 1992; Collar *et al.*, 1994; Machado *et al.*, 1998): espécies que enfrentam uma alta probabilidade de extinção ou que se aproximam desta situação, se continuarem as pressões diretas sobre elas ou sobre seus habitats (Ribera, 1996 *in* Lins, 1997);
- espécies consideradas como quase ameaçadas de extinção (Collar *et al.*, 1994): espécies próximas de serem consideradas ameaçadas;
- espécies consideradas como vulneráveis (Collar *et al.*, 1994; Lins *et al.*, 1997): espécies que correm um alto risco de extinção na natureza a médio prazo, devido aos critérios população em declínio, distribuição restrita e declínio ou flutuação na extensão de ocorrência ou área de ocupação, tamanho populacional reduzido e/ou em declínio, populações muito pequenas ou restritas, e indicação estatística de probabilidade de extinção; *além de*
- espécies consideradas como presumivelmente ameaçadas de extinção (Bernardes *et al.*, 1990; Machado *et al.*, 1998): taxa dos quais se suspeita pertencerem a uma das categorias acima, embora não se possa definir com segurança por insuficiência de informações.

Cabe mencionar que essas categorias são dispostas em listagens oficiais de fauna ameaçada, presentes nas literaturas citadas. A lista oficial do IBAMA, portaria nº 1.522 de 19/12/89, está inserida em Bernardes *et al.* (1990).

As campanhas deverão possuir uma duração de 10 a 15 dias, sendo a primeira acrescida de 2 dias para o reconhecimento da área e abertura das trilhas de amostragens.

3.7 - Descrição do programa

O programa encontra-se descritos nos itens anteriores.

2.8 - Atividades

- Mobilização da equipe necessária à execução do programa;
- Contatos institucionais com universidades para o recebimento do material coletado;
- Solicitação de licenças de coleta e de anilhamento para a realização dos trabalhos de campo;
- Preparo e organização do trabalho de campo;
- Análises laboratoriais;
- Análises estatísticas;
- Análises taxonômicas;
- Confecção de relatórios.

3.9 - Cronograma

A periodicidade das amostragens será trimestral, pelo menos nos primeiros anos de monitoramento, possibilitando a amostragem em várias épocas do ano e a detecção de variações sazonais nas populações de aves. Como mencionado, de acordo com os resultados alcançados ao longo da execução do programa, poderá haver readequações metodológicas, inclusive em relação à periodicidade inicialmente indicada.

Este programa deverá iniciar-se um período sazonal anterior às atividades do empreendimento.

3.10 - Equipe técnica

- 2 biólogos especialistas em ornitologia
- 2 estagiários com prática em captura e manuseio de aves em redes e procedimento de identificação das mesmas em campo.
- 2 auxiliares de campo.

3.11 - Instituições envolvidas

IBAMA, CEMAVE, universidades

3.12 - Programas correlatos

- Programa de Reabilitação de Áreas Degradadas
- Programa de Desmate e Decapeamentos
- Programa de Educação Ambiental
- Programa de Gestão de Resíduos
- Programa de Gestão de Águas e Efluentes

3.13 - Atendimento a requisitos legais para sua efetiva implantação

Obtenção de licenças de anilhamento e de coleta de exemplares aos órgãos pertinentes (CEMAVE - Centro de Pesquisas para a Conservação das Aves Silvestres, Brasília, DF e IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis)

3.14 - Localização em mapa dos pontos de monitoramento

Serão utilizados pontos permanentes de amostragem, em áreas limítrofes às obras e em áreas não alteradas. Sempre que possível foram adotados os pontos utilizados no estudo anterior (Brandt, 1998). O desenho em anexo ilustra a localização dos pontos, que serão conferidos e melhor selecionados na primeira campanha de campo do monitoramento.

3.15 - Referências bibliográficas

- BERNARDES, A. T.; Machado, Â. B. M. & Rylands, A. B. 1990. Fauna brasileira ameaçada de extinção. Fundação Biodiversitas para a Conservação da Diversidade Biológica. 62 p.
- BRANDT MEIO AMBIENTE. 1998. Documento integrado dos relatórios de zoneamento ambiental e monitoramento biológico da área de influência do Projeto Salobo. Salobo Metais S.A. Marabá/PA.
- CAVALCANTI, R. B. 1990. Migrações de aves do Cerrado. *In: Anais... IV Encontro Nacional de Anilhadores de Aves.* 110-116 p. IV ENAV. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 151 p.
- CAVALCANTI, R. B. Conservation of birds in the cerrado of Central Brazil. *ICBP Technical Publication*, 7:59-67. 1988.
- CINTRA, R.; Alves, M. A. S.; Cavalcanti, R. B. 1990. Dieta da rolinha *Columbina talpacoti* (Aves, Columbidae) no Brasil Central - comparação entre sexos e idades. *Rev. Brasil. Biol*, 50(2):469-473.
- COLLAR, N. J.; Crosby, N. J. & Stattersfield, A. J. 1994. Birds to watch 2: The world list of threatened birds. Cambridge, International Council for Bird Preservation. 407 p.
- COLLAR, N. J.; Gonzaga, L. P.; Krabbe, J.; Madroño Nieto, A.; Naranjo, L. G.; Parker III, T. A. & Wege, D. C. 1992. Threatened birds of Americas. The ICBP/IUCN Red Data Book. Third edition, part 2. International Council for Bird Preservation. Cambridge, U.K.
- CRACRAFT, J. Historical biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna: areas of endemism. Pp. 49-83 in Buckley, P. A.; Foster, M. S.; Morton, E. S.; Ridgely, R. S.; Buckley, F. G. (orgs.). 1985. Neotropical Ornithology. Washington, D. C. American Ornithologists Union (Orn. Monogr. 36).
- ELETRONORTE, 2000. Brasil 500 Pássaros. Mediale Design e Comunicação.
- FRISCH, J. D. 1973a. Cantos de aves do Brasil. MICROSERVICE, São Paulo.
- FRISCH, J. D. 1973b. VOZES DA AMAZÔNIA COM O LENDÁRIO UIRAPURU. MICROSERVICE, SÃO PAULO.
- GRANTSAU, R. 1989. Os beija-flores do Brasil: uma chave de identificação para todas as formas de beija-flores do Brasil com a descrição de quatro formas novas. Tradução de Ilse Grantsau. 2a. ed. Rio de Janeiro. Expressão e Cultura. 233 p.

- HAFFER, J. 1985. Avian zoogeography of the neotropical lowlands. Pp. 113-145 in Buckley, P. A.; Foster, M. S.; Morton, E. S.; Ridgely, R. S.; Buckley, F. G. (orgs.). Neotropical Ornithology. Washington, D. C. American Ornithologists Union (Orn. Monogr. 36).
- HARDY, J. W. & B. B. Coffey Jr. 1995. Voices of Wrens: Troglodytidae. ARA Records, Gainesville, USA.
- HARDY, J. W. *et al.* 1981. Voices of the New World Night Birds. ARA Records, Gainesville, USA.
- HARDY, J. W. *et al.* 1994. Voices of Woodcreepers: Dendrocolaptidae. ARA Records, Gainesville, USA.
- HARDY, J. W.; Coffey Jr., B. B. & G. B. Reynard. 1990. Voices of the New World Owls. ARA Records, Gainesville, USA.
- HARDY, J. W.; Reynard G. B. & B. B. Coffey Jr. 1992. Voices of the New World Pigeons and Doves: Columbidae. ARA Records, Gainesville, USA.
- HARDY, J. W.; Vielliard, J. M. E. & R. Straneck. 1993. Voices of the Tinamous. ARA Records, Gainesville, USA.
- HILTY, S. L. & Brown, W. L. 1986. A guide to the birds of Colombia. Princenton University Press, New Jersey, EUA. 836 p.
- ISLER, M. L. & Isler, P. R. 1987. The tanagers - natural history, distribution, and identification. Smithsonian Institution Press. Washington, D. C. USA. 404 p.
- KARR, J. R.; Scott, K. R.; Blake, J. G. & R. O. Bierregaard. 1990. Birds of four neotropical forests. chapter 14, 237-269 p. *In*: Gentry, A. H., editor. *Four neotropical rainforests*, Yale University press., New Haven and London (chapter 14).
- LANYON, W. E. Revision of the myiarchus flycatchers of South America. 1978. Bulletin of the American Museum of Natural History, 161(4):427-628.
- LINS, L. V.; Machado, A. B. M.; Costa, C. M. R. & Herrmann, G. 1997. Roteiro metodológico para elaboração de listas de espécies ameaçadas de extinção: contendo a lista oficial da fauna ameaçada de extinção de Minas Gerais. Publicações Avulsas da Fundação Biodiversitas, 1. Belo Horizonte, MG. 50 p.
- MACHADO, A. B. M.; Fonseca, G. A. B.; Machado, R. B.; Aguiar, L. M. S. & Lins, L. V. 1998. Livro vermelho das espécies ameaçadas de extinção da fauna de Minas Gerais. Fundação Biodiversitas. Belo Horizonte, MG. 605 pp.
- MADGE, S. & Burn, H. 1988. Waterfowl: an identification guide to the ducks, geese and swans of the world. Houghton Mifflin Company, Boston. 298 p.
- MAGALHÃES, C. A. 1990. Hábitos alimentares e estratégia de forrageamento de *Rosthramus sociabilis* no Pantanal de Mato Grosso, Brasil. Ararajuba, 1:95-98.
- MOTTA Júnior, J. C. 1990. Estrutura trófica e composição das avifaunas de três habitats terrestres na região central do estado de São Paulo. Ararajuba, 1:65-71.

- NEGRET, A. J. & Negret, R. A. 1981. As aves migratórias do Distrito Federal. Boletim Técnico, 6. Ministério da Agricultura. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Brasília, DF. 64 p.
- NEGRET, A. J.; Taylor, J.; Soares, R. C.; Cavalcanti, R. B. & Johnson, C. 1984. Aves da região geo-política do Distrito Federal. Lista (Check List) 429 espécies. SEMA, Brasília, DF.
- RALPH, C.J., DROEGE, S. e SAUER, J. 1995. Managing and monitoring birds using point counts: standarts and applications. In: (C.J. Ralph, S. Droege e J. Sauer, eds.: Monitoring Bird Populations by Point Counts). Pacific Southwest Research Station. Gen. Tech Rep. PSW-gtr-149. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. 187 p.
- RIDGELY, R. & Tudor, G. 1989. The birds of South America: Suboscines. Texas University Press. 516 p.
- RIDGELY, R. & Tudor, G. 1994. The birds of South America: Oscines. Texas University Press. 814 p.
- SCHAUENSEE, R. M. 1982. A guide to the birds of South America. The Pan American Section, The International Council for Bird Preservation, Inter Collegiate Press Inc, The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Philadelphia, USA. 500 p.
- SCHAUENSEE, R. M.; Phelps, W. H. 1978. Guide to The Birds of Venezuela. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 424 p.
- SICK, H. 1985. Ornitologia brasileira: uma introdução. Vol I e II. Ed. Universidade Federal de Brasília. 827p.
- SICK, H. 1997. Ornitologia brasileira. Edição revista e ampliada J. F. Pacheco. Ed. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, RJ. 862 p.
- SOUZA, D. 1998. Todas as aves do Brasil: guia de campo para identificação. Ed. Dall, Feira de Santana. 258 p.
- VIELLIARD, J. M. 1995a. Guia sonoro das aves do Brasil. Sociedade Brasileira de Ornitologia, Fundação o Boticário de Proteção à Natureza. Sonopress - Rimo da Amazônia, Indústria e Comércio Fonográfica Ltda, Manaus, AM.
- VIELLIARD, J. M. 1995b. Cantos de aves do Brasil. Sociedade Brasileira de Ornitologia. Sonopress - Rimo da Amazônia, Indústria e Comércio Fonográfica Ltda, Manaus, AM.

4 - MONITORAMENTO DA HERPETOFAUNA

4.1 - Justificativas

Uma continuidade nos estudos da herpetofauna é necessária na forma de um programa de monitoramento dos habitats remanescentes (nas áreas de influência direta e de entorno), de maneira que os eventuais processos de desaparecimento de espécies e degradação de habitats possam ser identificados e contornados a tempo. Diversas espécies da herpetofauna são bastante adequadas a este propósito, especialmente aquelas associadas à mata-primária.

Outras características, como a facilidade de amostragem e a rapidez com que presumivelmente respondem à modificações ambientais também são relevantes para seleção deste grupo em programas de monitoramento.

4.2 - Objetivos

Este programa visa o monitoramento da herpetofauna através de espécies bioindicadoras frente às atividades do empreendimento. Essas espécies são indicadoras de degradação ambiental, uma vez que são favorecidas pelo desmatamento; ou pela dependência da cobertura vegetal florestada.

4.3 - Metas

Obtenção de uma avaliação da situação da comunidade de anfíbios e répteis na área do empreendimento.

4.4 - Indicadores ambientais

Várias espécies da herpetofauna observada na área, particularmente de lagartos e anfíbios, são comumente favorecidas pela abertura de clareiras na floresta. No caso dos anfíbios, o desflorestamento de grandes áreas e aberturas de estradas normalmente levam à compactação do solo e conseqüente formação de corpos de água temporários durante as chuvas. A abundância dessas espécies pode aumentar exponencialmente desta maneira, pelo favorecimento das condições ambientais para reprodução, no caso o aumento da disponibilidade de corpos d'água para o desenvolvimento larval, naturalmente um recurso limitante. Entre estas, destacam-se o sapo cururu (*Bufo marinus*), as pererecas (*Scinax rubra*, *Phrynohyas venulosa*, *Hyla leucophyllata*, *Hyla melanargyrea* e *Hyla microcephala misera*), e as rãs (*Leptodactylus labyrinthicus*, *Leptodactylus knudseni* e *Leptodactylus mystaceus*).

As conseqüências da abertura de clareiras são menos drásticas em relação aos lagartos, os quais são favorecidos pela maior disponibilidade de radiação solar, da qual dependem para o seu metabolismo (p.e. *Ameiva ameiva*, *Kentropyx altamazonica* e *Tupinambis teguixin*) ou pelas construções de alvenaria, que aumentam a disponibilidade de microhabitats que utilizam como refúgio, o que ocorre com a lagartixa de parede *Hemidactylus mabouia*.

Outras espécies que também poderão ser utilizadas no monitoramento, cita-se as listadas no apêndice II da CTES. É o caso do anfíbio da família Dendrobatidae, *Epipedobates femoralis* e do lagarto *Iguana iguana* e dos jacarés *Caiman crocodylus* e *Paleosuchus palpebrosus*.

4.5 - Público alvo

Salobo, IBAMA

4.6 - Metodologia

As coletas e/ou observações visam espécimes dos cinco principais grupos da herpetofauna: anfíbios, lagartos, serpentes, quelônios e jacarés e abrangem todos os períodos do dia (manhã, tarde e noite). Serão selecionadas 4 a 8 trilhas e 4 a 8 corpos d'água permanentes, quando presente, de cada compartimento da paisagem local, ou seja: áreas de aluvião, áreas de relevo colinoso, áreas de encosta de serra e topos aplainados de serra.

Os animais serão coletados manualmente, com ajuda de ganchos, tiro de arma de fogo (escumilha) e armadilhas de interceptação ("pitfalls"). Serão utilizados basicamente quatro procedimentos de amostragem/coleta:

- procura ativa em percursos controlados por tempo e/ou distância;
- procura ativa em corpos d'água e adjacências;
- armadilhas de interceptação ("pitfall");
- encontros ocasionais/casuais.

A metodologia de procura ativa consiste de procura visual em trilhas pré-estabelecidas, registrando-se a distância e/ou o tempo do percurso, bem como o número de exemplares de cada espécie coletada ou observada.

As armadilhas de interceptação ("pitfall" Gibbons & Semlitsch, 1981) serão construídas com baldes plásticos (com tampa) de 20-30 litros de capacidade, enterrados ao nível do solo, para onde os animais serão induzidos por uma cerca de lona plástica de 0,5 metro de altura e 40 metros de comprimento.

Esses procedimentos permitem eventuais comparações com levantamentos futuros ou com outras áreas a partir da repetição do esforço. Deve-se, entretanto, observar que o mesmo número de observadores/coletores devem ser empregados.

Uma vez capturados, os animais serão preliminarmente identificados e acondicionados em sacos plásticos ou de pano, para serem transportados e posteriormente fixados em laboratório.

Procedimentos complementares, como a utilização de métodos de “marcação-recaptura”, e outros, também poderão ser aplicados, de acordo com o desenvolvimento dos trabalhos. Neste método, os indivíduos encontrados serão marcados pelo método de amputação de falanges (Femer, 1979; Donnelly, 1994) em anfíbios e lagartos e pela remoção parcial de escamas ventrais em serpentes. Estes serão então liberados no mesmo local de captura.

No caso dos anfíbios anuros, a localização e quantificação de indivíduos podem ser feitas pela vocalização emitida pelos machos adultos, compreendendo um recurso a mais para a localização de espécies (zoofonia). Igualmente, a presença de ninhos e/ou girinos (larvas), terrestres ou aquáticos, podem complementar o levantamento de dados quantitativos, bem como informar sobre a fertilidade e fecundidade das espécies na área, também um parâmetro de interesse como indicador da situação ambiental.

As campanhas de campo deverão possuir a duração de 10 a 15 dias, sendo a primeira campanha acrescida de 2 dias para o reconhecimento da área e instalação das *pit falls*.

4.7 - Descrição do programa

O programa encontra-se descritos nos itens anteriores.

4.8 - Atividades

- Mobilização da equipe necessária à execução do programa;
- Contatos institucionais com universidades para o recebimento do material coletado;
- Solicitação de licenças de coleta para a realização dos trabalhos de campo;
- Preparo e organização do trabalho de campo;
- Análises laboratoriais;
- Análises estatísticas;
- Análises taxonômicas;
- Confecção de relatórios.

4.9 - Cronograma

As campanhas terão periodicidade trimestral nos três primeiros anos, após os quais o programa será reavaliado para adequações necessárias, iniciando-se um período sazonal anterior às atividades do empreendimento.

4.10 - Equipe técnica

- 2 biólogos especialistas em herpetofauna
- 2 auxiliares de campo

4.11 - Instituições envolvidas

IBAMA, universidades

4.12 - Programas correlatos

- Programa de Reabilitação de Áreas Degradadas
- Programa de Desmate e Decapeamentos
- Programa de Educação Ambiental
- Programa de Gestão de Resíduos
- Programa de Gestão de Águas e Efluentes

4.13 - Atendimento a requisitos legais para sua efetiva implantação

Obtenção de licença de coleta de animais em unidade de conservação junto ao órgão pertinente (IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis)

4.14 - Localização em mapa dos pontos de monitoramento

O desenho ilustra a localização dos pontos, que serão conferidos e melhor selecionados na primeira campanha de campo do monitoramento.

4.15 - Referências bibliográficas

BRANDT MEIO AMBIENTE. 1998. **Documento integrado dos relatórios de zoneamento ambiental e monitoramento biológico da área de influência do Projeto Salobo**. Salobo Metais S.A. Marabá/PA.

DONNELLY, M. A., C. GUYER, J. E. JUTERBOCK & R. A. ALFORD. 1994. *In* Heyer, W.R., M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.C. Hayek, & M.S. Foster (Eds.). **Measuring and Monitoring Biological Diversity, Standard Methods for Amphibians**. Smithsonian Institute. Washington. 364 pp.

FERNER, J. W. 1979. A review of marking techniques for Amphibians and Reptiles. Society for the study of Amphibians and Reptiles (SSAR), **Herpetological Circular** 9. 41 pp.

GIBBONS, J.W. e R. A. SEMLITSCH. 1981. Terrestrial drift fences with pitfalls traps: an effective technique for quantitative sampling of animal populations. **Brimleyana** (7):1-16.

5 - MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA

5.1 - Justificativas

A qualidade de ambientes aquáticos pode ser avaliada através de parâmetros físico-químicos e biológicos. Os parâmetros biológicos, entretanto, diferentemente dos físico-químicos, têm a vantagem de fornecer informações sobre a qualidade da água referentes a períodos mais longos (Navas-Pereira & Henrique, 1996). Dentre eles, se destaca o monitoramento das comunidades de peixes.

5.2 - Objetivos

Este programa tem como objetivo o acompanhamento de possíveis alterações que poderão ocorrer nas comunidades de peixes na área de influência da mineração Salobo. Além da comparação temporal de índices como a riqueza e a diversidade, serão monitorados estrutura etária, fator de condição e análise de metais pesados, necessidades estas identificadas no estudo realizado para o Zoneamento Ambiental (Brandt, 1998).

5.3 - Metas

Não alterar a composição das comunidades aquáticas existentes nos cursos d'água próximos ao empreendimento.

5.4 - Indicadores Ambientais

A estrutura de uma população de peixes é reflexo de todas as condições do ambiente aquático. Existem um número ilimitado de maneiras nas quais um estressor pode afetar a estrutura da população, como aumentando a mortalidade dos adultos, diminuindo a sobrevivência dos jovens e aumentando ou diminuindo a disponibilidade de alimento. Indiretamente, esses impactos podem provocar falhas no recrutamento e mudanças na saúde e condição dos indivíduos (Munkittrick & Dixon, 1989).

Peixes ainda se destacam como organismos úteis para avaliar impacto ambiental devido a:

- são afetados diretamente por uma grande variedade de impactos;
- são afetados por impactos em outros componentes do ambiente aquático, como destruição de habitats e eliminação de invertebrados aquáticos, devido à sua dependência desses componentes para a reprodução, sobrevivência e crescimento;
- por viverem por um período relativamente longo, suas populações podem apresentar os efeitos de impactos ambientais passados;
- peixes podem ser utilizados para avaliar os custos sociais de um impacto mais diretamente, devido à sua importância como alimento.

Serão também analisados o tecido muscular de *Geophagus surinamensis*, e *Hoplias malabaricus* para investigação de metais pesados.

5.5 - Público alvo

Salobo, IBAMA

5.6 - Metodologia

Serão utilizados nos cursos d'água de menor porte capturas através de tarrafas e redes de arrasto com telas mosquiteiras. Nos cursos d'água de maiores dimensões, além da utilização desses petrechos, serão armadas redes de emalhar de malhas 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 10 cm entre nós opostos. Essas redes serão armadas no período da tarde de um dia e retiradas na manhã seguinte, em um total de cerca de 12 horas.

As campanhas a campo terão uma duração de 10 a 15 dias, sendo a primeira acrescida de 2 dias para o reconhecimento da área e montagem das redes.

Além da comparação temporal de índices como a riqueza e a diversidade, serão realizadas também análises de metais pesados, estrutura etária e fator de condição, descritos a seguir.

Análise de metais pesados

Amostra de tecido muscular deverá ser retirada de pelo menos 4 indivíduos de 2 espécies, em cada ponto de coleta. Como forma de padronização, é proposto que seja analisado o tecido muscular de *Geophagus surinamensis* (cará) e *Hoplias malabaricus* (traíra) em todos os pontos de coleta, e que seus indivíduos apresentem um tamanho uniforme. A continuidade e a periodicidade desta análise ao longo das atividades do empreendimento será avaliada após os resultados obtidos que serão apresentados nos relatórios anuais.

Análise da estrutura etária das populações

A estrutura de uma população de peixes é reflexo de todas as condições do ambiente aquático. Existem um grande número de maneiras nas quais um estressor pode afetar a estrutura da população: como aumentando a mortalidade dos adultos, diminuindo a sobrevivência dos jovens, aumentando ou diminuindo a disponibilidade de alimento e provocando falhas no recrutamento (Munkittrick & Dixon, 1989).

A estrutura etária das populações de peixes será determinada através do histograma do comprimento padrão das espécies mais abundantes por localidade. Deverão ser utilizadas para esta análise aquelas populações das quais forem capturados mais de 30 indivíduos.

Comparações futuras permitirão concluir se estarão ocorrendo, devido a algum estressor, falhas no recrutamento destas populações.

Fator de condição

Outra forma na qual um estressor pode afetar a estrutura da população é através de mudanças no fator de condição (Munkittrick & Dixon, 1989). O termo fator de condição de uma espécie é definido como: entre peixes do mesmo tamanho estará em melhores condições o mais pesado (Ricker, 1975).

Diferenças no fator de condição das espécies mais abundantes, deverão ser testadas entre coletas e entre pontos, através da comparação das retas de regressão do logaritmo do peso pelo logaritmo do comprimento dos exemplares capturados. A diferença entre as retas será testada através de regressão múltipla, utilizando-se o local de coleta, ou as coletas, como variável muda (Kachigan, 1982).

Diminuição no fator de condição das espécies ao longo do tempo poderá indicar, por exemplo, o comprometimento das fontes de alimento para os peixes.

5.7 - Descrição do programa

Este programa se encontra descrito nos itens anteriores.

5.8 - Atividades

- Mobilização da equipe necessária à execução do programa;
- Contatos institucionais com universidades para o recebimento do material coletado;
- Solicitação de licenças de coleta para a realização dos trabalhos de campo;
- Preparo e organização do trabalho de campo;
- Análises laboratoriais;
- Análises estatísticas;
- Análises taxonômicas;
- Confecção de relatórios.

5.9 - Cronograma

A frequência das amostragens será semestral, iniciando-se um período sazonal anterior às atividades do empreendimento

5.10 - Equipe técnica

A equipe técnica necessária à realização dos estudos compõe-se de:

- 2 biólogos especialistas em ictiofauna
- 2 auxiliares de campo

5.11 - Instituições envolvidas

IBAMA, universidades

5.12 - Programas correlatos

- Programa de Reabilitação de Áreas Degradadas
- Programa de Desmate e Decapeamentos
- Programa de Educação Ambiental
- Programa de Gestão de Resíduos
- Programa de Gestão de Águas e Efluentes

5.13 - Atendimento a requisitos legais para sua efetiva implantação

Obtenção de licença de coleta de animais em unidade de conservação junto ao órgão pertinente (IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis)

5.14 - Localização em mapa dos pontos de monitoramento

As amostragens das comunidades de peixes deverão ser realizadas nos locais demonstrados em desenho anexo. Durante a primeira campanha de campo, esses pontos serão conferidos e remarcados, caso necessário.

5.15 - Referências bibliográficas

- BRANDT MEIO AMBIENTE. 1998. **Documento integrado dos relatórios de zoneamento ambiental e monitoramento biológico da área de influência do Projeto Salobo**. Salobo Metais S.A. Marabá/PA.
- KACHIGAN, S.K. 1982. Multivariate statistical analysis. **Radius Press**, New York. 297 p.
- MUNKITTRICK, K.R.E. & DIXON, D.G. 1989. A holistic approach do ecosystem health assesment using fish populations characteristics. **Hydrobiologia**, 188/189: 123-135.
- NAVAS-PEREIRA, D. & HENRIQUE, R.M. 1996. Aplicação de índices biológicos na avaliação da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Biologia** 56(2): 441-450.
- RICKER, W.E. 1975 Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. **Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada** 191: 1-382.

6 - MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

6.1 - Descrição do programa

O Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar e Fontes de Emissão Atmosférica previsto visa acompanhar a evolução dos efeitos gerados pelas emissões atmosféricas próprias das atividades da Salobo Metais S.A. na área de influência do empreendimento.

Será monitorada a área industrial de Salobo, bem como a instalação de armazenamento de concentrado situada em Carajás.

Na área industrial de Salobo, será realizado o Monitoramento da Qualidade do Ar, abrangendo o parâmetro Partículas Totais em Suspensão (PTS). Neste local, não haverá necessidade de monitoramento de fontes de emissão, uma vez que no local não há fontes fixas.

Na instalação de armazenamento situada em Carajás, será realizado o monitoramento de uma fonte fixa, que corresponde à emissão de saída do exaustor do Filtro de Mangas, equipamento a ser instalado como sistema de controle para as emissões atmosféricas do galpão de armazenamento de concentrado, conforme documentado no Programa de Controle das Emissões Atmosféricas, referente ao projeto Salobo. Este monitoramento irá abranger o parâmetro Partículas Totais em Suspensão (PTS).

Paralelamente à execução dos monitoramentos de Qualidade do Ar e Fontes de Emissão mencionados, será realizado um monitoramento meteorológico na área industrial de Salobo, com o objetivo de se verificar periodicamente as condições meteorológicas existentes na região do empreendimento, o que irá complementar a avaliação dos resultados obtidos com o monitoramento do parâmetro PTS.

6.2 - Objetivo e Abrangência

A implantação do Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar e Fontes de Emissão Atmosférica na região do empreendimento Salobo Metais S.A. tem como objetivos, por um lado, o de serem levantados dados mais consistentes e continuados sobre o *background* da qualidade do ar no local do futuro empreendimento e, por outro lado, o de suprir a CVRD de documentação técnica que permita avaliar com segurança os reais efeitos das emissões do futuro empreendimento sobre a qualidade do ar na área de influência.

As emissões atmosféricas características das atividades do empreendimento serão basicamente as emissões de material particulado provenientes das atividades de extração de minério em mina a céu aberto, carregamento e transporte de minério em vias não pavimentadas, e beneficiamento em planta com a especificidade de não ser adotado processo de secagem do concentrado. O concentrado final obtido será transportado em polpa através de um mineroduto, para a instalação em Carajás.

Assim, o monitoramento previsto pressupõe o acompanhamento do parâmetro Partículas Totais em Suspensão - PTS, uma vez que melhor representa as emissões do futuro empreendimento; e que, pela ação dos ventos, poderá provocar alteração da qualidade do ar na circunvizinhança.

Paralelamente à análise do parâmetro PTS, serão realizadas análises meteorológicas na área industrial de Salobo, através de uma torre meteorológica automática na região do empreendimento. O monitoramento de dados meteorológicos irá auxiliar a análise dos resultados do Monitoramento da Qualidade do Ar, principalmente no que se trata de dados de ventos, pluviosidade e condições hídricas - umidade do ar.

6.3 - Justificativas

Devido a existência de emissões atmosféricas geradas pelo empreendimento, entende-se que a execução do monitoramento da Qualidade do Ar, bem como de fontes de emissão, permite, além de se verificar os níveis de concentrações de poluentes no ar em relação aos padrões ambientais, verificar se as medidas de mitigação propostas no "*Programa de Controle das Emissões Atmosféricas do empreendimento Salobo Metais S.A.*" vêm surtindo o efeito esperado de mitigar o impacto sobre a área de influência das atividades de extração e beneficiamento.

6.4 - Metas

Com a realização do monitoramento da Qualidade do Ar na área industrial de Salobo, espera-se verificar o atendimento à Legislação Ambiental vigente, a nível federal, no que diz respeito à qualidade do ar, subsidiando e avaliando continuamente o controle desse potencial.

Com a realização do monitoramento da emissão de saída do exaustor do filtro de mangas, a ser instalado em Carajás, será verificado o funcionamento deste equipamento, conforme especificação de projeto.

6.5 - Indicadores ambientais

O monitoramento da Qualidade do Ar aqui proposto abrange o seguinte parâmetro:

- Partículas totais em suspensão (PTS);

O monitoramento periódico e a análise da qualidade do ar na área do empreendimento e em suas imediações compreende o indicador ambiental mais apropriado e preciso para a avaliação da eficácia dos sistemas de controle ambiental existentes.

Para uma avaliação positiva destes sistemas, a qualidade do ar da região deve atender à resolução CONAMA nº 003/90. Esta resolução define como padrões de Qualidade do Ar as concentrações de poluentes atmosféricos que, se ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

Para aplicação desta Resolução, a mesma estabelece os seguintes conceitos:

- **Padrões Primários de Qualidade do Ar:** São as concentrações de poluentes que, se ultrapassadas, possam vir a afetar a saúde da população;
- **Padrões Secundários de Qualidade do Ar:** São as concentrações de poluentes que, abaixo das quais, prevê-se o mínimo de efeito adverso ao bem estar da população, assim como o mínimo dano a fauna, flora, materiais e ao meio ambiente em geral.

Além disso, ambos os padrões, ou seja, os padrões primário e secundário, são apresentados da seguinte forma:

- valores correspondentes a média geométrica anual, e;
- valores médios diários, sendo que os quais não devem ser excedidos mais de uma vez ao ano.

O quadro a seguir apresenta os padrões primários e secundários estabelecidos para os parâmetros considerados no monitoramento aqui proposto.

QUADRO 6.1 - Padrões primários e secundários da Qualidade do Ar

Parâmetros	Padrão primário		Padrão Secundário	
	Média geométrica anual	Valor médio diário, o qual não deve ser excedido mais de uma vez ao ano	Média geométrica anual	Valor médio diário, o qual não deve ser excedido mais de uma vez ao ano
PTS - partículas totais em suspensão	80 µg/m ³	240 µg/m ³	60 µg/m ³	150 µg/m ³

Em relação ao monitoramento da emissão de saída do exaustor do filtro de mangas a ser instalado em Carajás, uma vez que não há padrões para caracterização de emissões de Partículas Totais em Suspensão - PTS, a nível estadual e federal, provenientes de filtros de mangas, o critério a ser adotado para análise do monitoramento será o teor de emissão especificado para o equipamento, o qual será fornecido pelo fabricante.

6.6 - Metodologias

6.6.1 - Determinação dos pontos de amostragem e plano de monitoramento da Qualidade do Ar

Área Industrial de Salobo

O monitoramento da área industrial de Salobo irá compreender análises de *background* no local do futuro empreendimento, bem como análises da qualidade do ar posteriormente à implantação do mesmo.

Monitoramento de Background

Para a realização do monitoramento de background da qualidade do ar, foi determinado um único ponto de monitoramento, para coleta de amostras das concentrações de Partículas Totais em Suspensão. Este ponto corresponde às coordenadas UTM: X = 553.610; Y = 9.358.670, e está situado no Acampamento 3α, já instalado no área de Salobo.

Monitoramento após a implantação do empreendimento

Foram determinados pontos de monitoramento na área industrial de Salobo.

A determinação dos pontos de amostragem para o monitoramento das concentrações de Partículas Totais em Suspensão - PTS, foi feita de acordo com a direção dos ventos predominantes na região. Para tanto, foram utilizados dados fornecidos pela Estação Meteorológica de Carajás.

De acordo com dados disponibilizados pela Estação Meteorológica de Carajás, datados de abril de 1982 a fevereiro de 1999, a direção dos ventos na região é bastante variável:

- Estação chuvosa: predominância de ventos nos sentidos (origem) nordeste (43%) e sudoeste (29%), perfazendo um total de 72% do total das ocorrências nesta estação.
- Estação seca: predominância de ventos nos sentidos (origem): nordeste (25,40%), sudeste (16%) e sudoeste (14,7%), com um total de 56% das ocorrências.

A velocidade média observada é de 1,86 m/s, sendo os ventos caracterizados como fracos.

Em função das informações referentes aos ventos predominantes na região, foram determinados 04 pontos de amostragem para monitoramento, a jusante e montante do empreendimento em relação a direção dos ventos predominantes na região. A saber:

- Ponto 01: Próximo às coordenadas UTM: X = 552.892; Y = 9.361.056;
- Ponto 02: Próximo às coordenadas UTM: X = 547.816; Y = 9.361.632;
- Ponto 03: Próximo às coordenadas UTM: X = 555.018; Y = 9.356.600;
- Ponto 04: Próximo às coordenadas UTM: X = 555.319; Y = 9.356.393.

Além destes 04 pontos de monitoramento, foi definido também um quinto ponto, situado em proximidade à Planta de Beneficiamento de Minério do empreendimento. Este Ponto 05 está localizado em proximidade às coordenadas UTM: X = 552.818; Y = 9.359.409.

O local para a instalação dos equipamentos foi definido levando-se em consideração a proximidade de fontes de energia elétrica, proteção contra vandalismo ou acesso a animais que possam danificar os equipamentos, a facilidade ao acesso e a topografia do terreno, procurando-se evitar a interferência de árvores e outros obstáculos à livre circulação dos ventos.

Futuramente, com o desenvolvimento do empreendimento, além destes 5 pontos de monitoramento propostos, poderão ser incluídos outros pontos, conforme se julgar necessário. Um ponto a ser incluído seria aquele correspondente às coordenadas UTM: X = 594.495 e Y = 9.357.530. Este ponto não poderá ser incluído imediatamente após a implantação do empreendimento, pois o local proposto para tal encontra-se, atualmente, situado em área de floresta.

Em anexo, apresenta-se planta contendo a localização dos pontos de instalação dos equipamentos. Nesta planta também encontra-se em destaque o 6º ponto proposto para o monitoramento, a ser instalado futuramente, com o desenvolvimento do empreendimento.

Instalação Industrial de Carajás

Em Carajás, haverá apenas um ponto de monitoramento, constituído pela saída do exaustor do filtro de mangas, que será implantado como sistema de controle das emissões atmosféricas provenientes da armazenagem de concentrado, conforme descrito no Programa de Controle das Emissões Atmosféricas.

6.6.2 - Definição do número de amostras e período do monitoramento

Área Industrial de Salobo

Monitoramento de Background

Considerando-se o monitoramento de background, o monitoramento está planejado de forma a se coletar 2 amostras mensais para o parâmetro PTS.

Este monitoramento deverá ser iniciado imediatamente, se estendendo a um prazo indeterminado, a ser definido futuramente.

Monitoramento após a implantação do empreendimento

Considerando-se a área industrial de Salobo, o monitoramento está planejado de forma a se coletar anualmente, pelo menos 5 (cinco) amostras para cada dia da semana e no mínimo 30 amostras anuais para o parâmetro PTS. Sendo assim, as amostragens ocorrerão a cada 11 (onze) dias, o que permitirá que cada amostragem aconteça em dias da semana diferentes e alternados. A cada mês haverá, portanto, a coleta de duas ou três amostras. É importante considerar que a coleta das amostras dos três parâmetros será simultânea e ocorrendo sempre no mesmo dia, a fim de evitar mobilizações de pessoas e materiais além do necessário.

Serão então produzidas, ao final de 1 ano de monitoramento, pelo menos 30 amostras, o que permitirá que se realize o cálculo da média.

A partir dos primeiros 3 anos de dados, em função dos resultados, será feita uma reavaliação do plano de monitoramento ora proposto. Sendo assim, em posse dos primeiros 3 anos de dados, a Salobo Metais S.A. sentir-se-á no direito de discutir junto ao órgão competente, nesse caso, o IBAMA, a necessidade da manutenção desse programa de monitoramento.

Instalação Industrial de Carajás

Considerando-se a instalação industrial de Carajás, o monitoramento está planejado de forma a se fazer 02 (duas) campanhas de monitoramento anuais, sendo recolhidas, em cada campanha, um universo de 03 (três) amostras.

A partir dos primeiros 3 anos, em função dos resultados, será feita uma reavaliação do plano de monitoramento ora proposto. Sendo assim, em posse dos primeiros 3 anos de dados, a Salobo Metais S.A. sentir-se-á no direito de discutir junto ao órgão competente, nesse caso, o IBAMA, a necessidade da manutenção desse programa de monitoramento.

6.6.3 - Determinação de Partículas Totais em Suspensão

Descrição do equipamento

Para coleta das amostras de Partículas Totais em Suspensão, tanto na área industrial de Salobo, como na instalação de Carajás, deve ser utilizado o equipamento *Amostrador de Grande Volume - "HI-VOL"*.

O "HI-VOL" é constituído pelas seguintes unidades:

- porta-filtro/motor;
- moto-aspirador (120 V);
- registrador de vazão;
- seletor de fluxo/regulador de tensão (110V);
- timer digital (110V);
- horâmetro eletromecânico (110V);
- painel de comando;
- casinhola de alumínio anodizado.

O "HI-VOL" consta basicamente de um sistema de sucção, com limites de vazão fixados, e meio filtrante para retenção de partículas. Quando em operação, este equipamento puxa uma certa quantidade de ar ambiente através de um filtro, instalado dentro de uma casinhola de abrigo, durante um período de amostragem de 24±1 horas. A vazão imprimida pelo aparelho e a geometria da entrada da casinhola favorecem a coleta das partículas com diâmetro aerodinâmico equivalente na faixa de 0,1µm - 100µm utilizam-se filtros de fibra de vidro com eficiência mínima de 99% para a coleta de partículas de ftalato de dioctil de 0,3 µm.

Método de Amostragem

Para determinação de Partículas Totais em Suspensão deve ser coletada 1 amostra diária, em regime de captação de 24 horas, nos dias determinados para execução do monitoramento (ou seja, a cada 15 dias, no caso do monitoramento de background, a cada 11 dias, com a implantação do empreendimento Salobo, e a cada 6 meses, em Carajás), utilizando-se o equipamento amostrador do tipo "HI-VOL", para cada ponto de monitoramento existente.

Para o cálculo da concentração das partículas totais em suspensão presentes no ar ambiente procede-se, resumidamente, da seguinte maneira:

- o filtro é pesado antes e após a coleta para se determinar o ganho líquido em peso (massa);
- o volume de ar amostrado, corrigido para as condições padrão (25°C e 760mmHg), é determinado a partir da vazão medida e do tempo de amostragem;
- a concentração de PTS no ar ambiente é computada dividindo-se a massa de partículas coletada pelo volume de ar amostrado e é expressada em microgramas por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

A faixa de concentração de PTS empregando-se este método varia, aproximadamente, de 2 a 750 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. O limite superior é determinado pelo ponto no qual o amostrador não consegue manter a vazão especificada devido à perda de carga acrescida pelo filtro carregado. O limite inferior, por sua vez, é determinado pela sensibilidade da balança e por fontes inerentes de erro.

Os amostradores HI-VOL serão calibrados em campo, utilizando-se o calibrador padrão - Kit de Calibração.

As avaliações de material particulado seguem as metodologias definidas nas normas:

- **ABNT NBR 9547** - Material Particulado em Suspensão no Ar Ambiente - Determinação da Concentração Total pelo Método do Amostrador de Grande Volume;
- **MÉTODO US EPA** - "Reference Method for the Determination of Suspended Particulate Matter in the Atmosphere", contido no Federal Register 40 CFR 50, Appendix B;

6.6.4 - Monitoramento Meteorológico

Conforme mencionado anteriormente, é proposto neste documento, um Monitoramento Meteorológico na área industrial de Salobo, com a função de auxiliar e complementar o Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar. Este monitoramento prevê o registro dos seguintes parâmetros:

- médias horárias, diárias e mensais da direção e velocidade do vento;
- registro da direção e velocidade máxima do vento no dia e no mês;
- temperaturas médias, mínimas e máximas horárias, diárias e mensais;
- precipitação total no dia e no mês;
- médias diária e mensal da umidade relativa do ar.

Para a medição dos parâmetros de direção e velocidade do vento, temperatura e umidade do ar e pluviosidade será utilizada uma estação automática móvel com sensores que colhem dados a 10 metros de altura do ponto de instalação da torre.

6.7 - Atividades

6.7.1 - Monitoramento da Qualidade do Ar / Fontes de Emissão

As atividades envolvidas para execução do monitoramento da Qualidade do Ar e Fontes de Emissão proposto estão listadas a seguir:

- Aquisição e instalação dos equipamentos;
- Preparação da infra-estrutura para o monitoramento;
- Treinamento de técnicos para operação e calibração dos equipamentos;
- Operação propriamente dos equipamentos;
- Calibração e manutenção dos equipamentos;
- Avaliação dos resultados e elaboração de laudo;

A primeira atividade consiste na aquisição e implantação dos equipamentos. Serão treinados técnicos em procedimentos de coleta de amostras, calibração e manutenção dos equipamentos.

Durante o período de aquisição dos equipamentos, será definida em detalhe a localização dos equipamentos e será preparada a infra estrutura necessária de limpeza da área e proteção dos equipamentos.

O início das atividades de amostragens para análise da qualidade do ar de background está previsto para ser iniciado imediatamente, enquanto as amostragens para análise da qualidade do ar com a implantação do empreendimento Salobo, estão previstas para o mês de fevereiro de 2004, quando as obras de implantação serão iniciadas. Já em relação ao monitoramento da emissão de saída do exaustor do filtro de mangas em Carajás, este deve ser iniciado quando se iniciarem os testes de comissionamento da Planta de Beneficiamento.

As atividades de monitoramento da área industrial de Salobo e de Carajás serão mantidas durante todo o período de lavra do empreendimento Salobo Metais S.A., ou durante o período que se julgar necessário.

6.7.2 - Monitoramento Meteorológico

A estação meteorológica já se encontra instalada no empreendimento, no Acampamento 3Alfa. Desta forma, as atividades envolvidas para execução do monitoramento meteorológico proposto, deverão abranger:

- Treinamento de técnicos para operação e calibração dos equipamentos;
- Operação propriamente dos equipamentos;
- Calibração e manutenção dos equipamentos;
- Avaliação dos resultados.

Após a avaliação dos resultados obtidos, será feita uma avaliação conjunta dos dados meteorológicos e dos dados de monitoramento da qualidade do ar (PTS).

6.8 - Estratégia de execução

Os locais definidos para instalação dos equipamentos devem ser servidos de energia elétrica. Deve-se considerar, portanto, a proximidade de fontes de energia elétrica. Além disto o local proposto deve oferecer proteção contra vandalismo, queda de árvores ou acesso a animais que possam danificar os equipamentos.

6.9 - Cronograma de execução

6.9.1 - Monitoramento da Qualidade do Ar e Monitoramento Meteorológico - Área Industrial de Salobo

As atividades de aquisição e implantação dos equipamentos, seguida, imediatamente após, da medição de parâmetros para a avaliação da Qualidade do Ar de background, serão iniciadas imediatamente, se estendendo por prazo indeterminado, a ser definido futuramente.

Já o início das atividades de aquisição e implantação dos equipamentos, seguida, imediatamente após, da medição de parâmetros para a avaliação da Qualidade do Ar, está previsto para fevereiro de 2004, visto que as atividades de implantação do empreendimento serão iniciadas nesta data. O prazo para preparação de toda a infra-estrutura a fim de se possibilitar o início do monitoramento está previsto para até 01 mês.

Conforme mencionado anteriormente, o programa de monitoramento será realizado durante toda a vida útil do empreendimento, estimada para até o ano de 2045, ou durante o período em que se julgar necessário.

Em relação às medições meteorológicas, estas deverão ser iniciadas no momento em que foram iniciadas as medições de background, se estendendo durante toda a vida útil do empreendimento, estimada para até o ano de 2045.

6.9.2 - Monitoramento da saída do exaustor do filtro de mangas - Instalação de Armazenamento de Carajás

O início das atividades de aquisição e implantação dos equipamentos, seguida, imediatamente após, da medição de parâmetros para a avaliação da emissão atmosférica proveniente do filtro de mangas a ser instalado, estão previstos juntamente ao início dos testes de comissionamento da Planta de Beneficiamento. O prazo para preparação de toda a infra-estrutura a fim de se possibilitar o início do monitoramento está previsto para até 01 mês.

Conforme mencionado anteriormente, a previsão é de que o programa de monitoramento seja realizado durante toda a vida útil do empreendimento, estimada para até o ano de 2045.

6.10 - Responsabilidade de execução

A Salobo Metais S.A. entende-se na responsabilidade de efetuar e manter o Programa de Monitoramento durante todo o tempo que se julgar necessário, apresentando resultados tecnicamente confiáveis ao longo de toda a execução do plano.

6.11 - Recursos requeridos (humanos/materiais)

6.11.1 - Equipe técnica

Está prevista a contratação de 1 (um) técnico da Salobo Metais S.A., treinado para a operação e calibração dos equipamentos em Salobo e Carajás.

6.11.2 - Recursos materiais

Monitoramento da Qualidade do Ar

Para a realização do monitoramento da qualidade do ar, será necessária a utilização de equipamento para medição de Partículas Totais em Suspensão. No caso em questão, deverá estar disponível unidades do equipamento "HI-VOL".

São previstos também equipamentos sobressalentes, especialmente motores; materiais consumíveis como escovas, cartas, penas, soluções absorvedoras, vidrarias, e também as ferramentas e instrumentos necessários para calibração e manutenção.

Monitoramento meteorológico

O monitoramento meteorológico irá requerer a utilização de uma estação automática móvel de 10 m, com sensores que colhem dados a 10 metros de altura do ponto de instalação da torre. Esta estação já se encontra instalada no Acampamento 3α.

Monitoramento da Emissão de Saída do Exaustor do Filtro de Mangas

Da mesma forma pela qual será realizado o monitoramento da qualidade do ar, o monitoramento da emissão de saída do exaustor do filtro de mangas irá requerer a utilização de um equipamento para medição de Partículas Totais em Suspensão. No caso em questão, deverá estar disponível uma unidade do equipamento "HI-VOL".

São previstos também equipamentos sobressalentes, especialmente motores; materiais consumíveis como escovas, cartas, penas, soluções absorvedoras, vidrarias, e também as ferramentas e instrumentos necessários para calibração e manutenção

6.12 - Resultados esperados

É esperado que os resultados obtidos com as campanhas de monitoramento da Qualidade do Ar atendam à legislação Federal vigente, qual seja a RESOLUÇÃO CONAMA nº 03 de 1990, conforme apresentado neste documento, referente aos indicadores ambientais.

Quanto às emissões provenientes do filtro de mangas a ser instalado em Carajás, espera-se que os resultados obtidos com as campanhas de monitoramento comprovem o funcionamento deste equipamento, de acordo com as especificações fornecidas pelo fabricante.

6.13 - Produtos

Serão gerados documentos contendo os resultados e as avaliações da Qualidade do Ar na área industrial de Salobo, e da emissão de saída do exaustor do filtro de mangas instalado em Carajás, demonstrados na forma de tabelas e gráficos, comparando-se com os padrões e apresentando as observações e metodologias pertinentes.

Os documentos serão entregues ao órgão competente com periodicidade semestral.

6.14 - Anexos

Em anexo é apresentada planta com a localização dos pontos onde serão instalados os equipamentos de Monitoramento da Qualidade do Ar na área industrial do Projeto Salobo.

6.15 - Referências bibliográficas

ABNT NBR 13412 - Material Particulado em Suspensão no Ar Ambiente - Determinação da Concentração de Partículas Inaláveis pelo Método do Amostrador de Grande Volume Acoplado a um Separador Inercial de Partículas.

ABNT NBR 9546: Dióxido de enxofre no ar ambiente/Determinação da concentração pelo método da Pararosanilina.

ABNT NBR 9547 - Material Particulado em Suspensão no Ar Ambiente - Determinação da Concentração Total pelo Método do Amostrador de Grande Volume;

BRANDT - fevereiro 2002, "Mineração Rio do Norte S/A - Estudo de Impacto Ambiental - Platô Aviso";

MÉTODO US EPA - "Reference Method for the Determination of Particulate Matter as PM10 in the Atmosphere", contido no Federal Register 40 CFR 50, Appendix J.

MÉTODO US EPA - "Reference Method for the Determination of Suspended Particulate Matter in the Atmosphere", contido no Federal Register 40 CFR 50, Appendix B;

MÉTODO US EPA: "Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method)", contido no Federal Register 40 CFR50, Appendix A.

RESOLUÇÃO CONAMA nº03, de 28 de junho de 1990.

7 - MONITORAMENTO DE ÁGUAS

A Salobo Metais S.A. estabelecerá procedimentos documentados para monitorar e medir, periodicamente, as principais características quantitativas e qualitativas dos cursos de água e de suas operações e atividades que possam ter um impacto significativo sobre os recursos hídricos.

Tais procedimentos incluirão registros de informações para acompanhar o desempenho, os controles operacionais pertinentes e a conformidade com os objetivos e as metas ambientais da empresa.

Águas Superficiais e Subterrâneas

O projeto de monitoramento hídrico a ser realizado pela Salobo Metais S.A. prevê o monitoramento das características físico-químicas, bacteriológicas e limnológicas e as vazões dos principais cursos de água na região compreendida pela área do empreendimento.

De um modo geral, serão monitorados os cursos d'água das duas bacias que drenam a área do empreendimento, quais sejam, a bacia do igarapé Salobo e a bacia do igarapé Cinzento. Este monitoramento será realizado com o objetivo de verificar possíveis impactos da instalação e operação das pilhas de minério e estéril, barragens de rejeitos e finos, usina de beneficiamento e demais estruturas.

Além disso, na área onde serão instalados o Depósito de Resíduos, o Pátio de Compostagem e o Aterro Controlado, está previsto um monitoramento das águas subterrâneas com vistas a verificar a integridade dos aquíferos, passíveis de sofrer contaminações em função das atividades realizadas nesses locais. O monitoramento das águas subterrâneas está previsto no Plano de Gestão de Resíduos da Salobo Metais S/A.

No igarapé Mirim será instalada uma estação de monitoramento de vazões logo a montante da captação a ser realizada para abastecimento do empreendimento. Neste ponto, o monitoramento de vazões será realizado com sistematização de medidas diárias com o objetivo de verificar o atendimento às necessidades do empreendimento e a manutenção de vazões mínimas a jusante para manutenção do meio biótico.

Também no igarapé Salobo, próximo ao depósito de explosivos, será implantada uma estação de monitoramento de vazões com o objetivo de verificar alterações ao longo do tempo e subsidiar a tomada de decisão caso haja necessidade de realização de novos estudos para a alteração do ponto de captação.

7.1 - Metodologia

7.1.1 - Pontos de amostragem e Parâmetros analisados

A definição dos pontos de monitoramento de qualidade das águas superficiais foi efetuada tentando-se manter os pontos de amostragem já existentes, onde foi levantado o *background* local da área onde será implantado o empreendimento.

Dentre os dez pontos de monitoramento existentes, três serão suprimidos, os quais são listados a seguir:

- SML10: situado no igarapé Salobo, a montante da sua confluência com o igarapé Mano;
- SML11: situado no igarapé Mano, a montante do seu deságüe no igarapé Salobo;
- SML22: situado na galeria G3.

Estes pontos serão suprimidos porque serão fisicamente interceptados quando da implantação do empreendimento.

Os demais pontos serão mantidos, os quais estão no quadro 04 a seguir. Além deles, serão acrescentados mais 11 (onze) pontos de monitoramento para qualidade das águas superficiais, os quais estão apresentados no quadro 05.

A figura 1 apresenta a localização de todos os pontos de monitoramento.

QUADRO 7.1 - Pontos de monitoramento mantidos em relação ao pontos de *background*

Identificação	Descrição do ponto
SML08	Rio Cinzento, a montante do seu deságüe no rio Itacaiúnas
SML07	Rio Itacaiúnas, a montante de sua confluência com o rio Cinzento
SML18	Rio Itacaiúnas, a jusante da sua confluência com o igarapé Salobo
SML17	Igarapé Salobo, a montante do seu deságüe no rio Itacaiúnas
SML16	Igarapé Mirim, a montante da captação de água
SML24	Barragem Gelado
SML25	Barragem Geladinho

QUADRO 7.2 - Pontos de monitoramento adicionados em relação ao pontos de *background*

Identificação	Descrição do ponto
SML26	Igarapé sem nome (afluente do igarapé Trator), a jusante (mín. 10m) dos dois diques de finos que recebem as águas pluviais da pilha de estéril
SML27	Rio Cinzento, a montante (mín. 10m) do deságüe do igarapé Trator
SML28	Igarapé Trator, a montante (mín. 10m) do seu deságüe no rio Cinzento
SML29	Igarapé Cotia, a montante (mín. 10m) do seu deságüe no rio Cinzento
SML30	Igarapé sem nome, a montante (mín. 10m) do seu deságüe no rio Cinzento
SML31	Igarapé Salobo, a montante (mín. 10m) da primeira barragem
SML32	Igarapé Salobo, a montante (mín. 10m) da barragem de finos 1
SML33	Igarapé Salobo, a jusante (mín. 10m) da barragem de finos 1
SML 34	Igarapé Salobo, a jusante (mín. 10m) da barragem de finos 2a
SML 35	Rio Itacaiúnas, a jusante (mín. 10m) da sua confluência com o igarapé Cinzento
SML 36	Rio Itacaiúnas, a montante (mín. 10m) da sua confluência com o igarapé Salobo

Os novos pontos sugeridos, tem como finalidade avaliar as possíveis alterações na qualidade das águas dos cursos d'água próximos ao empreendimento em virtude da instalação do empreendimento (pilhas de estéril e minério, barragens e etc.). O ponto SML29, em especial, foi escolhido com o intuito de se perceber alguma alteração no mesmo, devido a futura instalação de uma lagoa de estabilização próximo às nascentes que alimentam esse curso d'água.

O monitoramento das águas subterrâneas deverá ser efetuado em, no mínimo, 08 (oito) pontos distribuídos ao redor da área que compreenderá o Depósito de Resíduos, Pátio de Compostagem e o Aterro Controlado.

FIGURA 7.1 - Pontos de amostragem da qualidade das águas superficiais

- ALLAN

Serão monitorados parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e limnológicos para as águas superficiais e para as águas subterrâneas serão monitorados parâmetros físico-químicos. Optou-se por manter os parâmetros já monitorados quando do levantamento do *background* da área, tendo sido acrescentados somente alguns parâmetros.

Os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos para o monitoramento das águas superficiais estão listados no quadro 06. Para as águas subterrâneas os parâmetros encontram-se no quadro 07.

QUADRO 7.3 - Parâmetros físico-químicos e bacteriológicos para qualidade das águas superficiais

pH	amônia*	Cloretos*	Hg solúvel e total*
Condutividade Elétrica	Óleos e Graxas totais	Fluoretos	K solúvel* e total
Eh	Óleos e graxas minerais*	Fenóis	Mg solúvel* e total
temperatura	Óleos e graxas vegetais*	Ag solúvel e total*	Mn solúvel e total*
DBO	Sólidos em Suspensão	Al solúvel e total	Na solúvel* e total
DQO	Sólidos Sedimentáveis	Ar solúvel* e total*	Ni solúvel e total*
Oxigênio Dissolvido	Sólidos Totais	Ca solúvel e total*	Pb solúvel e total*
Acidez*	Sólidos Dissolvidos	Cd solúvel e total*	Th solúvel e total*
Sulfato	Turbidez	Co solúvel e total*	U solúvel e total*
Fosfato	Coliformes Totais	Cu solúvel e total	U solúvel* e total
Nitrato	Coliformes Fecais	Cr ³⁺ e Cr ⁶⁺	Zn solúvel e total*
Nitrito	Estreptococos Fecais	Fe solúvel e total*	Vazão

* parâmetros acrescentados ao monitoramento.

QUADRO 7.4 - Parâmetros de avaliação da qualidade das águas subterrâneas

pH	Potássio solúvel
Condutividade	Magnésio solúvel
Óleos e graxas	Sódio solúvel
Sólidos totais dissolvidos	Cádmio solúvel
Sulfatos	Chumbo solúvel
Sulfetos	Cobre solúvel
Cloreto	Cobalto solúvel
Dureza	Cromo solúvel
Fenóis	Ferro solúvel
Benzeno	Fluoretos
Etilbenzeno	Manganês solúvel
Tolueno	Mercúrio solúvel
Xileno	Níquel solúvel
Alumínio solúvel	Tório solúvel
Arsênio solúvel	Urânio solúvel
Cálcio solúvel	Zinco solúvel

A avaliação limnológica das águas superficiais compreende a análise das comunidades zoobentônicas, fitoplanctônicas e zooplanctônicas.

O fitoplâncton corresponde aos organismos planctônicos com afinidades vegetais, microscópicos, solitários ou coloniais. São responsáveis pelo metabolismo autotrófico da comunidade aquática através da realização da fotossíntese, primeira transferência de energia no sistema. Os grandes grupos fitoplanctônicos mais comuns em águas continentais são: Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Chrysophyceae, Cyanophyceae, Cryptophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Oedogoniophyceae, Ulothricophyceae, Xanthophyceae e Zygnemaphyceae, os quais podem variar em termos de predominância, dependendo do tipo de corpo hídrico, se lótico ou lântico.

O zooplâncton é constituído pelos organismos com características animais em suspensão no corpo d'água. Por serem heterotróficos, são consumidores dentro da cadeia alimentar. Encontram-se distribuídos entre os grupos: Protozoa, Rotifera e Crustacea, este último, especialmente representado pelas ordens Cladocera e Copepoda. Além destes, também é comum a ocorrência de outros filos vivendo planctonicamente nos ambientes aquático, como por exemplo: Annelida, Nematoda, Tardigrada, Gastrotricha e, principalmente, várias larvas de insetos.

A comunidade de macro invertebrados bentônicos é definida como a fauna de invertebrados que vivem no fundo dos leitos de rios e sedimentos de corpos hídricos. Em seu habitat estes organismos colonizam diferentes substratos, como: plantas, pedras e sedimentos arenosos e argilosos. Vários grupos estão representados no zoobenton, como: Platelminthes, Nematoda, Mollusca, Annelida, Arthropoda e outros qualitativa e quantitativamente menos importantes.

A busca de organismos bioindicadores em estudos de qualidade de água constitui importante ferramenta para a caracterização dos ambientes. A principal vantagem da utilização destes organismos é o fato de que os mesmos agregam, sucessivamente, ao longo das gerações, todos os impactos que ocorrem no meio ambiente, resultando em uma estrutura de comunidade modificada. Este princípio tem sido largamente utilizado visando a avaliação de impactos e estresses ambientais provenientes de origem antrópica ou não.

7.1.2 - Metodologia de coleta e análise

A orientação básica para a execução das amostragens e preservação das amostras dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos deve ser baseada nas diretrizes exigíveis pela ABNT previstas nas normas:

- **NBR 9897** - Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores - Procedimento;
- **NBR 9898** - Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores - Procedimento;
- **STANDARD METHODS FOR THE ANALYSIS OF WATER AND WASTEWATER**, em sua última edição.

O laboratório escolhido para efetuar as análises físico-químicas deverá seguir os métodos analíticos presentes no STANDARD METHODS FOR THE ANALYSIS OF WATER AND WASTEWATER, em sua última edição.

A instalação dos Poços de Monitoramento deve seguir os procedimentos especificados pela norma:

- **NBR 13.895**, intitulada Construção de Poços de Monitoramento e Amostragem.

Os métodos de coleta e análise do monitoramento limnológico das águas superficiais está descrito a seguir para cada organismo.

Fitoplancton

Os parâmetros biológicos são analisados com o objetivo de avaliar a estrutura das comunidades aquáticas, o que inclui o levantamento da diversidade, riqueza, densidade e uniformidade. Obviamente, os métodos utilizados para a amostragem e para a análise afetam diretamente nos resultados obtidos. Desde o volume de material coletado, malha de rede e até o método de contagem afetam a densidade e o número de "taxa", alterando os dados de riqueza e diversidade.

Para a amostragem qualitativa deve-se realizar o arraste vertical, jogando a rede dez vezes contra a correnteza. Deve-se transferir o material filtrado para um pote de 250ml e fixado com transeau 1:1. A amostragem para a análise quantitativa deve ser realizada com a coleta de um litro de água, diretamente na região sub-superficial da coluna d'água. Posteriormente deve-se adicionar 1 mL de solução do corante lugol acético.

Em laboratório, as análises qualitativas das amostras devem ser realizadas através da visualização de uma série de lâminas, à fresco, até que ocorra o esgotamento dos "taxa" (unidade individual de identificação) presentes. Os organismos devem ser identificados, sempre que possível, até o nível taxonômico de espécie, utilizando as chaves disponíveis.

Para as análises quantitativas do fitoplâncton deve-se utilizar o método das câmaras de Utermohl em microscópio invertido. Em princípio, deve-se concentrar as amostras até 100 mL, de acordo com a distribuição nas câmaras. Após a concentração ou diluição, se necessário, as amostras serão homogeneizadas, com cuidado para não danificar os organismos. De cada amostra concentrada serão retiradas alíquotas de 10 mL, posteriormente transferidas para as cubetas (câmaras de contagem de Utermohl). O material nestas será deixado sedimentar por um período de 24 horas, em câmaras úmidas para não alterar o volume (cada centímetro de altura demora de 3 a 4 horas para sedimentar). O acréscimo de gotas de detergente ou de merthiolate melhoram o processo de sedimentação.

As amostras serão quantificadas em microscópio invertido nas cubetas de sedimentação (Utermohl). São contados, sempre que possível, mais de 100 indivíduos (células, cenóbios, colônias e filamentos) da espécie dominante de cada amostra, de modo que o erro de contagem seja inferior a 20%, com probabilidade de 95% (LUND et alii, 1958). Quando não é possível a contagem de 100 indivíduos da espécie dominante é feita a contagem até que a curva "espécie x área" se estabilize, ou seja, que a cada aumento do número de campos contados não ocorra o aparecimento de novos "taxa" fitoplanctônicos ainda não identificados.

Para o cálculo dos organismos contados deve-se utilizar a seguinte fórmula:

$$\text{Número de indivíduos/mL} = n / V.C$$

Onde:

- n = Número de indivíduos contados na amostra
- V = Volume de campo
- C = Número de campos contados na amostra.

O volume é calculado medindo a altura da câmara com uma régua certificada e o raio do campo com uma ocular micrométrica.

Após a quantificação, são certificadas as espécies encontradas nas análises utilizando-se das chaves taxonômicas citadas no item 7 - Bibliografia. As algas são medidas com o auxílio da ocular micrométrica.

Zooplankton

Para a amostragem qualitativa será realizado o arraste vertical, jogando a rede dez vezes contra a correnteza. O material filtrado será transferido para o pote de 250ml e fixado com solução rosa de bengala e depois de 5 a 10 minutos será acrescentada solução de formol 1:1 (formalina). A amostragem para a análise quantitativa será realizada com a coleta de um litro de água, diretamente na região sub-superficial da coluna d'água. Posteriormente será adicionado 1 mL de solução do corante lugol acético.

Para a análise quantitativa será utilizado um balde de 10L, que será submergido por dez vezes para coletar e filtrar cerca de 100 L de água. O material filtrado será transferido para um pote, onde serão adicionadas algumas gotas do corante rosa de bengala. Após cerca de 5 a 10min serão adicionados 2 ml de formalina. Nos rios a amostragem deve ser realizada no meio da calha central, onde a penetração da luz solar atinge as camadas inferiores da coluna d'água.

A análise laboratorial dos organismos zooplanctônicos é realizada em microscópio óptico. No caso da análise qualitativa são visualizadas lâminas, preparadas à fresco, até que haja um esgotamento dos "taxa" presentes. Os organismos são identificados, sempre que possível, até o nível taxonômico de espécie, utilizando as chaves disponíveis. As análises quantitativas são feitas utilizando-se da técnica de Sedgwick-Rafter, contagem em lâminas padronizadas com volume de 1 mL, utilizando-se do critério de espécie área.

Zoobenton

Os organismos zoobentônicos são coletados conforme o tipo de substrato de fundo do leito do rio e seus tributários. Assim, para a análise quantitativa o método de amostragem da fauna zoobentônica escolhido para substratos arenosos e argilosos, é o método de "dipping". Este método consiste em amostrar uma área determinada através de uma concha de mão com raio de 7 cm e 0,5 mm de poro, para a retirada, por raspagem superficial, de volumes definidos de sedimento. São avaliadas nos locais de coleta as áreas onde são mais adequado realizar as conchadas. O material coletado é acondicionado em sacos plásticos e imediatamente fixado com solução de formolína a 10% para o transporte ao laboratório. São coletadas três réplicas, conforme estabelecido por MALEK (1968).

Os métodos utilizados na amostragem para a análise qualitativa no rio são o método de "Surber" e o método de "kincking". O primeiro consiste na colocação de uma rede própria para o fundo do leito contra a correnteza do rio e em raspar uma área definida, na frente da rede, para então levantar os organismos contra a corrente. O método denominado de "kincking" consiste na filtragem de volume indefinido de sedimento coletado em conchadas em uma rede de mão. O material coletado para análise qualitativa é acondicionado em sacos plásticos e imediatamente fixado com solução de formolína a 10% para o transporte ao laboratório.

Atributos Analíticos

Nas análises biológicas, os "taxa" (unidade individual taxonômica) identificados são listados e tabelados de acordo com os grupos taxonômicos e pontos de amostragem. Desde que as espécies identificadas sirvam como bioindicadores ambientais, as listagens de organismos podem ser utilizadas como indicadores de características da água em relação a maior ou menor quantidade de matéria orgânica encontrada.

Os índices de qualidade ambiental empregados são diversidade de Shannon, riqueza de espécies e uniformidade de Pielou. Os índices são mostrados nas tabelas de resultados das comunidades biológicas, apresentadas no item 8 - Anexos.

Os organismos zoobentônicos são também separados por categoria trófica ou grupo funcional. A separação dos organismos zoobentônicos baseada no hábito alimentar permite distinguir o nicho ecológico ocupado por cada organismo identificado e a densidade de organismos em cada nicho. Desta forma, é possível comparar o padrão encontrado em um determinado ambiente com o que normalmente seria esperado em ambientes não eutrofizados, de águas limpas.

Periodicidade das campanhas de amostragem

O monitoramento das águas superficiais e subterrâneas deverá ser trimestral, compondo quatro amostragens anuais, de forma a se monitorar os corpos d'água nos períodos de início e final das chuvas, alta pluviosidade e estiagem.

7.2 - Legislação vigente

Para a caracterização da qualidade das águas superficiais, os parâmetros físico-químicos são avaliados quanto a sua magnitude de acordo com os padrões previstos pela Legislação Federal em vigor, Resolução CONAMA nº20, de junho de 1986, uma vez que a área em questão situa-se em no Estado do Pará . Em virtude dos cursos d'água avaliados no presente estudo ainda não possuírem enquadramento, eles estão sendo comparados com os padrões para as águas doces classificadas como Classe 2 da Resolução do CONAMA nº20 de 1986, conforme reza o item (f) do *Artigo 20º* desta Resolução. Como para águas subterrâneas não há legislação que defina padrões, os resultados serão avaliados em função dos padrões de potabilidade da Portaria nº1469 de 2000, ditada pelo Ministério da Saúde.

Pelo fato das normas se tratarem de um escopo muito amplo para uma caracterização, a escolha dos parâmetros é efetuada em função da potencialidade da sua ocorrência nos efluentes líquidos da empresa, levando-se em consideração os processos e rotinas operacionais da empresa. A escolha dos parâmetros toma como base a avaliação dos processos produtivos, identificando-se as fontes potencialmente geradoras de contaminantes para as drenagens naturais superficiais e subterrâneas. Algumas análises cujos limites máximos não estão definidos na norma, são entretanto incluídas, de acordo com o julgamento da sua importância.

ANEXOS

ANEXO 1 - ANÁLISE DOS RESULTADOS DE MONITORAMENTO BIOLÓGICO

APRESENTAÇÃO

O presente relatório apresenta a consolidação dos resultados do monitoramento da qualidade das águas superficiais, para fins de *background*, realizado na área onde haverá exploração e beneficiamento de minério de cobre pela Salobo Metais - Cia Vale do Rio Doce, localizada em Marabá - PA.

A área alvo do monitoramento está inserida em uma Floresta Nacional - FLONA, a **Floresta Nacional Tapirapé-Aquiri**, que apresenta uma vegetação típica amazônica com interferências humanas pontuais.

Os resultados aqui apresentados referem-se às campanhas de amostragem ocorridas no período de abril de 2002 a janeiro de 2003. Em todas as campanhas foram coletadas amostras para identificar e quantificar fitoplâncton, zooplâncton e zoobenton.

1 - INTRODUÇÃO

A zonação ecológica e biogeográfica dos rios resulta das modificações presentes ao longo do percurso dos mesmos (SHAFFER op. cit.), sejam naturais ou antropogênicas. Considerando estas últimas, as mais comuns são as contribuições de matéria orgânica e contaminantes, através do despejo de efluentes industriais e domésticos, e a modificação do regime de vazão pela construção de reservatórios. Estes empreendimentos humanos assumem um papel importante na geração de um novo zoneamento biogeográfico, o qual pode ser determinado através do monitoramento de populações de organismos aquáticos, que constituem importante ferramenta de indicação de alterações nas águas.

Para esse biomonitoramento foram estudadas a comunidade fitoplanctônica (microflora flutuante), zooplanctônica (microfauna flutuante) e zoobentônica (macrofauna de invertebrados habitantes do leito do ambiente aquático). Esses dados foram confrontados com a qualidade físico-química das águas de cada ponto de amostragem e as comunidades aquáticas avaliadas através do estudo da estrutura encontrada em cada ambiente. Assim foi possível estabelecer uma relação de causa e efeito entre as modificações biogeográficas encontradas e as alterações antropogênicas que podem ocorrer na região.

O fitoplâncton corresponde aos organismos planctônicos com afinidades vegetais, microscópicos, solitários ou coloniais. São responsáveis pelo metabolismo autotrófico da comunidade aquática através da realização da fotossíntese, primeira transferência de energia no sistema. Os grandes grupos fitoplanctônicos mais comuns em águas continentais são: Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Chrysophyceae, Cyanophyceae, Cryptophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Oedogoniophyceae, Ulothricophyceae, Xanthophyceae e Zygnemaphyceae, os quais podem variar em termos de predominância, dependendo do tipo de corpo hídrico, se lótico ou lêntico.

O zooplâncton é constituído pelos organismos com características animais em suspensão no corpo d'água. Por serem heterotróficos, são consumidores dentro da cadeia alimentar. Encontram-se distribuídos entre os grupos: Protozoa, Rotifera e Crustacea, este último, especialmente representado pelas ordens Cladocera e Copepoda. Além destes, também é comum a ocorrência de outros filos vivendo planctonicamente nos ambientes aquático, como por exemplo: Annelida, Nematoda, Tardigrada, Gastrotricha e, principalmente, várias larvas de insetos.

A comunidade de macro invertebrados bentônicos é definida como a fauna de invertebrados que vivem no fundo dos leitos de rios e sedimentos de corpos hídricos. Em seu habitat estes organismos colonizam diferentes substratos, como: plantas, pedras e sedimentos arenosos e argilosos. Vários grupos estão representados no zoobenton, como: Platelminthes, Nematoda, Mollusca, Annelida, Arthropoda e outros qualitativa e quantitativamente menos importantes.

A busca de organismos bioindicadores em estudos de qualidade de água constitui importante ferramenta para a caracterização dos ambientes. A principal vantagem da utilização destes organismos é o fato de que os mesmos agregam, sucessivamente, ao longo das gerações, todos os impactos que ocorrem no meio ambiente, resultando em uma estrutura de comunidade modificada. Este princípio tem sido largamente utilizado visando a avaliação de impactos e estresses ambientais provenientes de origem antrópica ou não.

2 - METODOLOGIA

O monitoramento da qualidade das águas constituiu-se por quatro campanhas, as quais ocorreram nos meses de abril, agosto e dezembro de 2002 e janeiro de 2003.

Os itens a seguir descrevem as normas e metodologias aplicadas, os parâmetros analisados, os locais de coletas de amostras e a legislação aplicável.

2.1 - Objetivo

Foram objetivos deste biomonitoramento:

- oferecer um levantamento do *background* da qualidade das águas, visando o acompanhamento futuro de parâmetros indicadores da manutenção da qualidade, devido ao potencial modificador decorrente das atividades a serem implementadas pelo empreendimento, subsidiando a avaliação das análises de qualidade das águas, a serem obtidas quando dos monitoramentos ocorridos após o início da operação do complexo minero-industrial da Salobo Metais;
- avaliar a qualidade ambiental nos corpos hídricos em questão através da estrutura das comunidades biológicas, utilizando índices matemáticos de populações;
- avaliar como as comunidades fitoplanctônica, zooplanctônica e da macrofauna de invertebrados bentônicos se relacionam nos corpos hídricos estudados;
- avaliar como as comunidades aquáticas são afetadas pela qualidade físico-química da água e pela sazonalidade dos fatores climáticos;

2.2 - Pontos de Amostragem e Parâmetros Analisados

A escolha dos pontos de amostragem e dos parâmetros foi baseada no monitoramento realizado na área do empreendimento no ano de 1997, sendo realizado o monitoramento nos mesmos locais e analisado quanto aos mesmos parâmetros.

O quadro 2.1 indica os pontos onde foram realizadas amostragens das águas superficiais. A figura 2.1 apresenta a localização dos pontos de amostragem.

QUADRO 2.1 - Pontos de Monitoramento

Identificação	Local	Natureza da amostra
SML07	Rio Itacaiúnas	Superficial
SML08	Rio Cinzento	Superficial
SML 10	Igarapé Salobo	Superficial
SML11	Igarapé Mano	Superficial
SML16	Igarapé Mirim	Superficial
SML17	Igarapé Salobo	Superficial
SML18	Rio Itacaiúnas	Superficial
SML24	Barragem Gelado	Superficial

FIGURA 2.1 - Localização dos Pontos de Amostragem das Águas Superficiais

ALLAN

Para caracterizar a qualidade das águas dos pontos SML07 a SML24, foi realizado um biomonitoramento, onde foram estudadas comunidades aquáticas, mediante análises limnológicas, onde foram estudadas a comunidade fitoplanctônica (microflora flutuante), zooplanctônica (microfauna flutuante) e zoobentônica (macrofauna de invertebrados habitantes do leito do ambiente aquático). Esses dados foram confrontados com a qualidade físico-química das águas de cada ponto de amostragem e as comunidades aquáticas avaliadas através do estudo da estrutura encontrada em cada ambiente. Assim foi possível estabelecer uma relação de causa e efeito entre as modificações biogeográficas encontradas e as alterações antropogênicas que podem ocorrer na região. A busca de organismos bioindicadores em estudos de qualidade de água constitui importante ferramenta para a caracterização dos ambientes. A principal vantagem da utilização destes organismos é o fato de que os mesmos agregam, sucessivamente, ao longo das gerações, todos os impactos que ocorrem no meio ambiente, resultando em uma estrutura de comunidade modificada. Este princípio tem sido largamente utilizado visando a avaliação de impactos e estresses ambientais provenientes de origem antrópica ou não.

2.3 - Métodos de coletas e processamento das amostras para análise limnológica das comunidades aquáticas

2.3.1 - Fitoplancton

Os parâmetros biológicos são analisados com o objetivo de avaliar a estrutura das comunidades aquáticas, o que inclui o levantamento da diversidade, riqueza, densidade e uniformidade. Obviamente, os métodos utilizados para a amostragem e para a análise afetam diretamente nos resultados obtidos. Desde o volume de material coletado, malha de rede e até o método de contagem afetam a densidade e o número de "taxa", alterando os dados de riqueza e diversidade.

Para a amostragem qualitativa foi realizado o arraste vertical, jogando a rede dez vezes contra a correnteza. O material filtrado foi transferido para o pote de 250ml e fixado com transeau 1:1. A amostragem para a análise quantitativa foi realizada com a coleta de um litro de água, diretamente na região sub-superficial da coluna d'água. Posteriormente foi adicionado um mL de solução do corante lugol acético.

Em laboratório, as análises qualitativas das amostras são realizadas através da visualização de uma série de lâminas, à fresco, até que ocorra o esgotamento dos "taxa" (unidade individual de identificação) presentes. Os organismos são identificados, sempre que possível, até o nível taxonômico de espécie, utilizando as chaves disponíveis.

Para as análises quantitativas do fitoplâncton é utilizado o método das câmaras de Utermohl em microscópio invertido. Em princípio, as amostras são concentradas até 100 mL, de acordo com a distribuição nas câmaras. Após a concentração ou diluição, se necessário, as amostras serão homogeneizadas, com cuidado para não danificar os organismos. De cada amostra concentrada são retiradas alíquotas de 10 mL, posteriormente transferidas para as cubetas (câmaras de contagem de Utermohl). O material nestas é deixado sedimentar por um período de 24 horas, em câmaras úmidas para não alterar o volume (cada centímetro de altura demora de 3 a 4 horas para sedimentar). O acréscimo de gotas de detergente ou de merthiolate melhoram o processo de sedimentação.

As amostras são quantificadas em microscópio invertido nas cubetas de sedimentação (Utermohl). São contados, sempre que possível, mais de 100 indivíduos (células, cenóbios, colônias e filamentos) da espécie dominante de cada amostra, de modo que o erro de contagem seja inferior a 20%, com probabilidade de 95% (LUND et alii, 1958). Quando não é possível a contagem de 100 indivíduos da espécie dominante é feita a contagem até que a curva "espécie x área" se estabilize, ou seja, que a cada aumento do número de campos contados não ocorra o aparecimento de novos "taxa" fitoplanctônicos ainda não identificados.

Para o cálculo dos organismos contados é utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Número de indivíduos/mL} = n / V.C$$

Onde:

- n = Número de indivíduos contados na amostra
- V = Volume de campo
- C = Número de campos contados na amostra.

O volume é calculado medindo a altura da câmara com uma régua certificada e o raio do campo com uma ocular micrométrica.

Após a quantificação, são certificadas as espécies encontradas nas análises utilizando-se das chaves taxonômicas citadas no item 7 - Bibliografia. As algas são medidas com o auxílio da ocular micrométrica.

2.3.2 - Zooplancton

Para a amostragem qualitativa foi realizado o arraste vertical, jogando a rede dez vezes contra a correnteza. O material filtrado foi transferido para o pote de 250ml e fixado com solução rosa de bengala e depois de 5 a 10 minutos foi acrescentada solução de formol 1:1 (formalina). A amostragem para a análise quantitativa foi realizada com a coleta de um litro de água, diretamente na região sub-superficial da coluna d'água. Posteriormente foi adicionado um mL de solução do corante lugol acético.

Para a análise quantitativa foi utilizado um balde de 10L, que foi submergido por dez vezes para coletar e filtrar cerca de 100 L de água. O material filtrado foi transferido para um pote, onde foram adicionadas algumas gotas do corante rosa de bengala. Após cerca de 5 a 10min foram adicionados 2 ml de formalina. Nos rios a amostragem foi realizada no meio da calha central, onde a penetração da luz solar atinge as camadas inferiores da coluna d'água.

A análise laboratorial dos organismos zooplanctônicos é realizada em microscópio óptico. No caso da análise qualitativa são visualizadas lâminas, preparadas à fresco, até que haja um esgotamento dos "taxa" presentes. Os organismos são identificados, sempre que possível, até o nível taxonômico de espécie, utilizando as chaves disponíveis. As análises quantitativas são feitas utilizando-se da técnica de Sedgwick-Rafter, contagem em lâminas padronizadas com volume de 1 mL, utilizando-se do critério de espécie área.

2.3.3 - Zoobenton

Foram coletadas cinco amostras de sedimento, com profundidade de aproximadamente 15 cm, utilizando-se de um coletor do tipo CORER (tubo de PVC com aproximadamente 60 cm de comprimento e 2 polegadas de diâmetro). As amostras foram estocadas em sacos plásticos grossos e preservadas com formalina.

No laboratório, o material coletado foi passado em tamises de 4,75; 0,6 e 0,4 mm, nesta ordem. Utilizando-se das chaves disponíveis, os organismos foram triados sob microscópio estereoscópio, contados e identificados no mínimo ao nível taxonômico de família. Os organismos encontrados foram fixados em álcool 70% e mantidos em coleção para posterior verificação quando necessário.

2.3.4 - Atributos Analíticos

Nas análises biológicas, os "taxa" (unidade individual taxonômica) identificados são listados e tabelados de acordo com os grupos taxonômicos e pontos de amostragem. Desde que as espécies identificadas sirvam como bioindicadores ambientais, as listagens de organismos podem ser utilizadas como indicadoras de características da água em relação a maior ou menor quantidade de matéria orgânica encontrada.

Os índices de qualidade ambiental empregados são diversidade de Shannon, riqueza de espécies e uniformidade de Pielou. Os índices são mostrados nas tabelas de resultados das comunidades biológicas, apresentadas no item 8 - Anexos.

Os organismos zoobentônicos são também separados por categoria trófica ou grupo funcional. A separação dos organismos zoobentônicos baseada no hábito alimentar permite distinguir o nicho ecológico ocupado por cada organismo identificado e a densidade de organismos em cada nicho. Desta forma, é possível comparar o padrão encontrado em um determinado ambiente com o que normalmente seria esperado em ambientes não eutrofizados, de águas limpas.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A título de avaliação do comportamento sazonal, vale lembrar que o mês de abril representa de fim das chuvas, agosto representa estiagem, dezembro início das chuvas e fevereiro representa alta pluviosidade.

Os certificados com os resultados laboratoriais, gráficos e tabelas das análises limnológicas, referentes às campanhas de abril de 2002 a janeiro de 2003, encontram-se no anexo 01. A discussão dos resultados está feita nos itens que se seguem.

3.1 - Fitoplâncton

O fitoplâncton apresentou resultados baixos de número de “taxa” e densidade nos oito pontos de amostragem de águas superficiais onde foi analisado. Consequentemente foram encontrados baixos índices de riqueza e diversidade. Portanto, os dados do fitoplâncton dessa região mostram que os ambientes estudados são pobres em diversidade e riqueza de espécies. Em abril/02 os resultados de riqueza e diversidade são ainda piores, pois os números de “taxa” nesse mês foram ainda mais baixos em todos os pontos de amostragem.

Nota-se que visivelmente foram melhores os resultados no ponto localizado na barragem Gelado. Nesse ambiente os resultados de número de “taxa” foram de duas a cinco vezes superiores aos encontrados nos demais pontos de amostragem. Observa-se que até o número de famílias do fitoplâncton que foram identificadas na barragem Gelado foi mais alto do que nos demais pontos de amostragem, pois foram encontrados nesse ambiente quase todos os grupos fitoplanctônicos identificados nos ambientes em questão, à exceção apenas das famílias Cryptophyceae e Euglenophyceae. Foram encontradas em geral, nos oito pontos de amostragem, as famílias mais comuns em ambientes aquáticos tropicais de água doce: Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Dynophyceae, Euglenophyceae, Oedogoniophyceae, Zygnemaphyceae, Xanthophyceae e Cryptophyceae, além dos fitoflagelados, organismos dotados de movimento flagelar pertencentes a diversas classes. A distribuição dessas classes de organismos ao longo dos pontos de amostragem é mostrada nos gráficos de composição do fitoplâncton por ponto de amostragem, no item 8 - Anexos.

Considerando o número de “taxa” em cada ponto de amostragem, foi encontrada uma variação de um mínimo de 3 indivíduos de diferentes “taxa”, no ponto 7, igarapé Mano, a 26 indivíduos de diferentes “taxa”, no ponto 8, barragem Gelado. Pode-se concluir pelos dados de número de “taxa” que os igarapés apresentam em geral uma baixa riqueza e diversidade, ao contrário da barragem Gelado, onde a riqueza e a diversidade são mais altas. Os resultados encontrados no rio Cinzento e no rio Itacaiúnas são considerados intermediários entre os dados verificados nos igarapés e na barragem.

O baixo número de espécies identificadas em um ambiente é geralmente causado por degradação das condições locais. No caso, o principal fator impactante para a biodiversidade de organismos aquáticos é a retirada das matas nos igarapés e das matas ciliares nos rios. Isso aumenta o assoreamento e principalmente reduz a oferta de matéria orgânica para os corpos aquáticos, que contribui para a entrada de energia no sistema em todos os níveis da cadeia trófica. Outros fatores locais próprios de cada ponto de amostragem podem também contribuir para a diminuição do número de “taxa” do fitoplâncton em cada ponto. No caso dos ambientes estudados, verifica-se que os dados são concordantes a cada amostragem, apresentando tendências semelhantes de aumento ou diminuição, mas sempre mantendo as diferenças encontradas em cada tipo de ambiente, se rio, igarapé ou barragem. A definição dos resultados do fitoplâncton de acordo com o tipo de ambiente indica que as principais variáveis que definem a comunidade fitoplanctônica são limnológicas. As características de fluxo da água, vazão, tipo de margem, profundidade da coluna d'água, temperatura e oxigênio dissolvido típicas de cada ambiente é que definem a estrutura populacional.

As densidades de organismos na comunidade fitoplanctônica também foram em geral baixas. Foi encontrada nos rios uma variação de densidade de 17 indivíduos/mL a 195 indivíduos/mL, nos igarapés de 8 indivíduos/mL a 55 indivíduos/mL e na barragem de 58 indivíduos/mL a 201 indivíduos/mL. Portanto, o tipo de ambiente define a estrutura da população e também influencia na densidade de organismos. Todos os ambientes estudados, tanto os igarapés, como os rios e a barragem apresentam características de ambientes oligotróficos (carentes de nutrientes) a mesotróficos (moderada carga orgânica), caracterizando ambientes de águas limpas. Segundo Margalef (1980), densidades de algas acima de 10^4 indivíduos/mL são indicadoras de ambientes eutrofizados.

A diminuição do volume hídrico que ocorre em geral nos ambientes aquáticos no período de seca, até outubro, produz um efeito concentrador na densidade de organismos, além de aumentar a produtividade, pelo aumento da oferta de nutrientes e da luz solar incidente, o que favorece a reprodução. Porém mesmo em agosto/02 os resultados encontrados para a densidade do fitoplâncton em todos os pontos de amostragem são considerados baixos. Os dados físico-químicos apresentam em todos os pontos de amostragem altos teores de fosfato nas águas e reduzida carga orgânica, medida por baixos resultados de DBO e DQO e baixos teores de nitrato. Talvez seja essa a principal explicação para os baixos resultados do fitoplâncton em todas as campanhas de amostragem, baixa disponibilidade de nitrogênio, que seria então o fator limitante. A carência de nutrientes reduz a produtividade fitoplanctônica, afetando diretamente na densidade de organismos.

Foi encontrado em geral em quase todos os pontos de amostragem predomínio em densidade e número de "taxa" das algas da classe Bacillariophyceae, com raras exceções, seguindo-se em importância, em segundo lugar, as algas da classe Cyanophyceae e em terceiro as algas da classe Chlorophyceae. O predomínio de algas da classe Bacillariophyceae em densidade e número de "taxa" indica que esses ambientes são tipicamente do tipo lóticos, embora igarapés tendem a apresentar um grande espelho de água. Normalmente, as algas da classe Bacillariophyceae são encontradas predominantemente em ambientes de águas correntes (lóticos), devido à incluir as diatomáceas, que são algas dotadas de carapaça formada de sílica, que confere proteção contra a injúria física proporcionada em rios pela turbulência das águas.

Nos igarapés ocorreu menor número de famílias do fitoplâncton, sendo que na composição dessa comunidade ocorreu maior representatividade de organismos das famílias Dinophyceae, fitoflagelados e Euglenophyceae do que nos rios e na barragem. Esses grupos do fitoplâncton se caracterizam pela afeição por nutrientes. Nota-se nesses ambientes a inclusão da classe Euglenophyta, formada basicamente por algas que assumem na ausência de luz solar a condição de heterotróficas, consumindo matéria orgânica. As algas da classe Dynophyceae, representadas pelo organismo do gênero *Peridinium* spp., apresentam a característica de acumular fosfato no interior da célula, resistindo às épocas de carência desse nutriente.

As algas da família Cyanophyceae apresentaram grande porcentagem na composição do fitoplâncton dos rios e dos igarapés, principalmente a alga do gênero *Lyngbya* spp., encontrada em quase todos os pontos de amostragem, mas com maior densidade no ponto do igarapé Mano e no rio Itacaiúnas a montante. As algas do gênero *Oscillatoria* spp. também apresentaram grande importância em densidade nos igarapés e principalmente no rio Itacaiúnas a jusante, onde foi o organismo dominante. As cianofíceas são algas cosmopolitas, muito resistentes, inclusive ao ressecamento, podendo por isso ser encontradas em abundância até nos solos. Na presença de disponibilidade de fosfato essas algas se reproduzem intensamente formando “blooms” ou o chamado florescimento das cianofíceas, que ocorre principalmente no final do período de seca, época do ano em que realmente foram mais abundantes.

Na barragem Gelado ocorreu a inversão da composição do fitoplâncton, com o domínio de Chlorophyceae e em segundo lugar Bacillariophyceae. Passam a dominar nesses ambientes algas como *Coelastrum reticulatum* e *Schoederia* spp. enquanto nos igarapés e nos rios o domínio é de algas da ordem Pennales, de difícil identificação. Esse padrão seria esperado, pois as algas da classe Chlorophyceae são mais adaptadas a ambientes lênticos (grande espelho d'água em relação a profundidade), enquanto as algas da classe Bacillariophyceae são mais adaptadas a ambientes lóticos. Como mencionado, isso está associado à presença nesse grupo das algas diatomáceas, que possuem carapaça externa de sílica, o que confere uma proteção extra contra os efeitos da correnteza sobre as células. Além disso, também ocorre nesse ponto de amostragem maior importância das algas da classe Zygnemaphyceae, que assim como as algas da família Chlorophyceae são prejudicadas em ambientes de correnteza e mais bem adaptadas a corpos hídricos lênticos.

Nota-se que assim como são baixos os resultados de densidade e número de “taxa” do fitoplâncton, também a diversidade de organismos é baixa. Foi encontrada uma variação do índice de diversidade de 0,614 bits a 3,156 bits. A maioria dos índices de diversidade foram baixos, situando-se abaixo da média encontrada na maioria dos ambientes aquáticos tropicais. Como mencionado, isso pode ser decorrente de escassez de nutrientes nas águas, pois esse padrão foi encontrado em todos os pontos de amostragem, à exceção da barragem Gelado. De acordo com a classificação de qualidade de água de Wilhm e Dorris, baseada no índice de diversidade do fitoplâncton, apenas na barragem Gelado a comunidade fitoplanctônica apresentou condição de moderadamente estressada. Os demais pontos variaram de moderadamente estressados a estressados, principalmente no mês de abril/02, quando os resultados foram piores. Possivelmente, o pior resultado nesse mês é causado pelo final do período de chuvas, quando os corpos hídricos estão cheios, causando a diluição dos organismos. Ao contrário, no final do período de seca ocorre o acúmulo de organismos, pela diminuição do volume hídrico e aumento de concentração das águas.

3.2 - Zooplâncton

Foram encontrados nos corpos hídricos em estudo os representantes mais comuns da comunidade zooplanctônica de ambientes lóticos, com indivíduos representantes dos grupos Protozoa, Rotifera, Crustacea e outros ocasionalmente presentes na coluna d'água. Dentre esses destacam-se organismos que são frequentemente encontrados na região bentônica (de fundo) e que são levados pela correnteza, passando a ser encontrados no plâncton. Nessa condição foram encontradas no zooplâncton larvas de Insecta-Ephemeroptera, de Insecta-Diptera, de Insecta-Chironomidae e nematódeos.

Nota-se que nos rios Cinzento e Itacaiúnas e nos igarapés a composição do zooplâncton em número de "taxa" e densidade mostra o predomínio absoluto de protozoários, seguidos de rotíferos e larvas de insetos, nesta ordem. Os protozoários são organismos de pequeno tamanho, microfágicos, que se alimentam de pequenas partículas de matéria orgânica, contribuindo para o processo de decomposição nos ambientes aquáticos. Obviamente, quanto maior a carga orgânica nas águas, maior a probabilidade de se encontrar altas densidades de protozoários. A rapidez com que se multiplicam e os curtos ciclos de vida desses organismos são também vantagens adaptativas para sobreviverem nos ambientes nas condições mais extremas. A dominância desses organismos nas águas dos corpos hídricos indica a presença de carga orgânica particulada.

Nota-se que dentre os protozoários identificados na região ocorreu o predomínio absoluto de microrganismos da classe Sarcodina, ordem Granulopodidae, principalmente da família Arcellidae, com grande frequência também de organismos da família Diffugiidae. Nessa classe destacam-se os organismos *Arcella vulgaris*, *A. costata*, *A. gibbosa*, *Centropyxis aculeta*, *C. echornis* e *Diffugia* spp. Esses protozoários são de grande tamanho e possuem estruturas denominadas pseudópodes, utilizadas para a locomoção e alimentação. São especializados na alimentação por restos orgânicos particulados e bactérias, cuja presença nas águas também está associada a presença de matéria orgânica. Também podem fixar nos substratos, onde se protegem em carapaças ou tecas silicosas que carregam no corpo.

Foram encontrados protozoários ciliados de grande tamanho e não foram encontrados flagelados. Esse padrão de resultados está diretamente ligado à forma de amostragem do zooplâncton, em rede de malha de interstício de 45 µ. Esse zooplâncton é chamado "de rede" e inclui organismos de grande tamanho. São privilegiados os rotíferos e crustáceos e os protozoários são negligenciados, exceto aqueles de grande tamanho, como os pertencentes à classe Sarcodina.

Ao contrário dos rios e igarapés, observa-se que a estrutura da comunidade zooplanctônica na barragem Gelado mostra o predomínio de rotíferos e crustáceos em número de "taxa", com importância semelhante, e reduzida contribuição dos protozoários. Na barragem os rotíferos predominam em densidade, seguidos por crustáceos. Normalmente os rotíferos assumem grande importância nos ambientes aquáticos, devido a rápida reprodução e estruturas especiais para alimentação.

Os rotíferos predominantes nesse ambiente são os organismos da ordem Bdelloidea e dos gêneros *Trichocerca* spp., *Keratella* spp., *Monostyla* spp. e *Lecane* spp. O gênero *Keratella* spp. compreende organismos comuns em águas doces tropicais como *Keratella americana*, muito difundidos nas águas doce tropicais. Esses organismos são encontrados predominantemente em águas limpas.

Nota-se que os crustáceos também apresentaram grande importância na barragem. São organismos muito sensíveis e por isso também considerados bioindicadores de águas limpas. Muitos apresentam estruturas respiratórias dentro de cavidades dos corpos, que são passíveis de entupimento por excesso de matéria particulada nas águas. Além disso, são menos resistentes às variações de pH e temperatura do que os rotíferos e protozoários.

Os organismos bentônicos invasores da coluna d'água também apresentaram em geral baixa importância em todos os pontos de amostragem, com baixa representatividade na coluna d'água. Ocorreram na coluna d'água basicamente nematódios e quironomídeos, organismos dotados de estruturas para movimentar na coluna d'água. A explicação para esse fato é a presença de maior número de pontos de amostragem em igarapés e a predominância de terrenos planos, o que reduz a vazão das águas e conseqüentemente a deriva de organismos do leito dos ambientes aquáticos, pois não ocorre o desgarramento dos mesmos. Ocorreu também nesse grupo um organismo desgarrado do leito pertencente a classe Insecta, família Ephemeroptera. Esses organismos são típicos de águas limpas, podendo também ser considerados bioindicadores de um ambiente dotado de disponibilidade alimentar e de baixo estresse, com boas condições de oxigenação.

O número de "taxa" identificado no zooplâncton foi razoável, ao contrário do padrão encontrado para o fitoplâncton. Foi encontrada uma variação dos números de "taxa" de 6 a 20 diferentes "taxa" em cada ponto de amostragem. A maioria dos resultados de número de "taxa" ficou entre 10 e 13 "taxa". Contudo os melhores resultados foram encontrados na barragem Gelado, que apresentou variação de 17 a 20 "taxa". Nos igarapés os resultados de número de "taxa" foram semelhantes aos encontrados nos rios.

A comunidade zooplanctônica, ao contrário da fitoplanctônica, apresentou resultados de densidade razoáveis, não baixos. Foi encontrada nos igarapés uma variação de 348 organismos por m³ a 3150 organismos por m³. Nos rios foi encontrada uma variação de 550 organismos por m³ a 3500 organismos por m³ e na barragem de 12.219 organismos por m³ a 23515 organismos por m³. Esses resultados mostram claramente a maior densidade na barragem, onde também foram maiores os números de "taxa", sendo portanto um ambiente mais propício à manutenção da biota aquática.

A diversidade de organismos zooplanctônicos nesses ambientes foi em geral alta, com variação de 1,049 bits a 2,672 bits. A maioria dos resultados ficou acima de 2,00 bits, portanto aproximando-se da faixa de valores de diversidade que segundo a classificação de WILHM & DORRIS indica a condição de boa qualidade ambiental de acordo com a classificação da categoria trófica do sistema aquático. Pode-se dizer que todos os resultados do zooplâncton apontam ambientes de águas de baixo estresse e com carga orgânica moderada a limpas. Esse padrão de resultados está de acordo com a estrutura encontrada para os organismos zooplanctônicos.

3.3 - Zoobenton

A macrofauna de invertebrados bentônicos mostrou em todas as campanhas e, em geral, em todos os pontos de amostragem, uma estrutura de comunidade deficitária, com baixa densidade, riqueza e diversidade. Foram encontrados baixos números de “taxa” em cada ponto de amostragem. A maioria das amostras analisadas apresentou de três a menos organismos. Esse não é o padrão de riqueza de espécies esperado para esses pontos de amostragem, livres de condições limitantes ou estressantes para os organismos aquáticos. São todos pontos distantes de interferências antrópicas, em área de mata nativa. Essa estrutura da comunidade zoobentônica poderia indicar a existência de alterações ambientais, pois aponta a limitação da manutenção e da reprodução dos organismos zoobentônicos. Contudo, os dados de fitoplâncton e zooplâncton apontam para a condição de águas limpas em todos os pontos de amostragem, apesar dos baixos resultados de densidade e diversidade do fitoplâncton.

Outro fato que deve ser considerado em relação aos baixos resultados da comunidade zoobentônica é a forma como foi feita a amostragem. Como já mencionado, a estratégia de amostragem, de captura de organismos, atua diretamente sobre o resultado das análises biológicas. No caso do presente estudo, o método utilizado restringe os resultados do zoobenton, pois o sedimento é amostrado cinco vezes em cada ponto com um corer, aparelho tubular de duas polegadas de diâmetro. Portanto foram coletados organismos de cinco seções cilíndricas de cinco polegadas de diâmetro por quinze centímetros de altura. Essa área é muito limitada e pode realmente subdimensionar a densidade e a diversidade de organismos. Obviamente, quanto maior a área de amostragem maior a probabilidade de se encontrar novas espécies de organismos e, portanto, de enriquecer a listagem de identificação.

Foram encontrados em geral na região apenas organismos comuns na maioria dos ambientes aquáticos tropicais poluídos, com predomínio de anelídeos, nematódios e dípteros ceratopogonídeos e quironomídeos. Vez por outra apareceram outros organismos, como Gomphidae, Heteroptera, etc. Nem mesmo na barragem foi encontrado um padrão de resultados melhor do que nos rios e igarapés, como foi encontrado para o fitoplâncton e o zooplâncton.

Os organismos encontrados em quase todos os pontos de amostragem, anelídeos oligoquetas e dípteros das famílias Ceratopogonidae e Chironomidae são alguns dos mais comuns em ambientes aquáticos de água doce, porém quando ocorrem em densidades elevadas e com nítida dominância são considerados indicadores de impactos negativos no meio ambiente. O fato de ocorrerem só esses organismos em quase todos os pontos de amostragem aponta condição de alto estresse ambiental. Contudo, como mencionado, isso não está de acordo com o padrão dos resultados das demais comunidades aquáticas, com os dados físico-químicos e com as características dos ambientes.

Deve-se ressaltar que como os resultados de número de “taxa” foram muito limitados, não é possível nem indicado considerar os indicadores populacionais do zoobenton. Esses índices são baseados na riqueza de “taxa” e na densidade, por isso são alterados quando ambas não são representativas da população local de organismos.

3.4 - Conclusões

As análises físico-químicas apontaram na região águas dotadas de baixos teores de íons em solução, com baixas dureza, salinidade e condutividade elétrica. Os íons e a maioria dos metais analisados apresentaram baixos resultados, à exceção apenas do alumínio. A turbidez e os sólidos dissolvidos e suspensos também apresentaram baixos resultados, apontando reduzida carga de sólidos nas águas. Nota-se que os sólidos suspensos aumentam nos períodos de chuvas, elevando a contribuição percentual dessa fração para os sólidos totais.

Os resultados de DBO e DQO nas águas também foram baixos, apontando a presença de baixa carga orgânica. Porém, ao contrário do esperado, o fosfato apresentou resultados altos em quase todos os pontos de amostragem. O alto teor de fosfato deveria favorecer a reprodução das algas, o que não ocorre, pois foi encontrado em geral para o fitoplâncton a condição na região de baixa densidade, reduzido número de “taxa” e baixa diversidade. Apesar dos altos teores de fosfato, observa-se que o nitrato apresentou de uma maneira geral baixos resultados nas águas, apontando que esse deve ser o fator limitante ao desenvolvimento das algas nos ambientes estudados.

Não foi encontrado nenhum tipo de contaminante nas águas da região. Dentre os metais analisados destacam-se apenas o alumínio, o manganês e o ferro, esses dois últimos em menores teores. A presença de alumínio nas águas superficiais é corroborada pelos altos teores também nas águas subterrâneas, indicando que esse metal deve ocorrer nos solos da região. Além desses metais também foram detectados óleos e graxas em diversos pontos, porém esses resultados não devem ser considerados, pois não existe na região condições de contaminação por esses compostos nos níveis encontrados.

Nas águas subterrâneas não ocorreu teor elevado de nenhum outro metal além do alumínio. Apenas foi observada uma maior salinidade do que nas águas superficiais, causada pela presença de maior teor de sódio.

O fitoplâncton apresentou resultados baixos de número de “taxa” e densidade em todos os pontos de amostragem de águas superficiais onde foi analisado. Conseqüentemente foram encontrados baixos índices de riqueza e diversidade, apontando que provavelmente a condição natural dos ambientes sejam pobres em diversidade e riqueza de espécies.

Observa-se que o fator determinante da estrutura da comunidade fitoplanctônica nos ambientes estudados é a característica limnológica do ponto. Os resultados de densidade e número de “taxa” no ponto localizado na barragem Gelado foram um pouco melhores, enquanto nos igarapés foram encontrados os mais baixos valores. Os resultados dos rios foram intermediários, embora sejam também considerados baixos. Portanto, a barragem favorece a reprodução e a manutenção das algas, pelas águas paradas, tendência de acumular matéria orgânica no sedimento de onde ocorrem trocas constantes com a coluna d'água, ausência de correnteza, etc. Por outro lado, os igarapés mostraram menor salinidade do que os rios, que oferecem maior disponibilidade de nutrientes.

Os organismos zooplancônicos mostraram em geral altos índices de diversidade, com uma densidade razoável e riqueza de “taxa” semelhante ao padrão encontrado em águas naturais limpas. Pode-se dizer que todos os resultados do zooplâncton apontam ambientes de águas de baixo estresse e com carga orgânica moderada a limpas, inclusive com a ocorrência de organismos bioindicadores de águas limpas. Nota-se que assim como o fitoplâncton ocorreu na comunidade zooplancônica uma diferenciação entre a comunidade da barragem, com predominância de crustáceos e rotíferos e dos rios e igarapés, onde predominaram os protozoários da ordem Sarcodina.

A macrofauna de invertebrados bentônicos mostrou em todas as campanhas uma estrutura de comunidade deficitária, com baixa densidade, riqueza e diversidade. Foram encontrados baixos números de “taxa” em cada ponto de amostragem. Esse não é o padrão de riqueza de espécies esperado para esses pontos de amostragem, que são ambientes naturais, livres de condições limitantes ou estressantes para os organismos aquáticos. Provavelmente, os dados dessa comunidade são prejudicados pela metodologia de amostragem dos organismos.


4 - BIBLIOGRAFIA

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th Ed., Port City Press, Washington 1998.
- BICUDO, C. e BICUDO, M.T. 1970. Algas de Águas Continentais Brasileiras. FUDBEC, São Paulo.
- BICUDO, C.E.M. e AZEVEDO, M.T. 1977. Desmidióflórula Paulista I Gênero *Arthrodesmus* Ehr ex Ralfs. Emend Arch. J. Cromer 105p
- BOURRELY, P. 1981. Les Algues d'Eau Douce - Initiation a la Systematique. II Les Algues Jaunes et Brunes. Chrysophycies, Pheophycies, Xantophyces et Diatomes. Boubeé e Cie Paris. 517p.
- BOURRELY, P. 1985. Les Algues d'Eau Douce - Initiation a la Systematique. III Les Algues Blues et Rouges. Les. Eugleniens, Peridiniens et Cryptomonadines. Boubeé e Cie Paris. 606p.
- BOURRELY, P. 1985. Les Alques d'Eau Douce - Initiation a la Systematique. I Les Algues Vertes. Boubeé e Cie Paris. 572p.
- CALLEGARO, V.L.M.; ROSA, Z.M. e WERNER, V.R. 1981. Comunidades Fitoplanctônicas das Lagoas de Tramandaí e Armazém, Tramandaí, Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia. Sér. Bot., Porto Alegre, (28): 3-16.
- CAMPOS, H. et alii, 1987. Estudos Limnológicos en el Lago Caburga (Chile). Gayana Bot. 44 - (1-4): 61-84.
- CETESB. Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água. Ed. CETESB. São Paulo. 1988.150 p.
- CETESB. Métodos de Avaliação da Toxicidade de Poluentes a Organismos Aquáticos. - Vol. I. Ed. CETESB. São Paulo. 1998.122 p.

- COMPÈRE, P. 1974. Algues de La Région Du Lac Tchad II - Cyanophycées. Cahier R.S.T.ºM., ser Hydrobiol, vol III Nº. ¾: 165-198.
- COPAM. Deliberação Normativa 010/86. Diário Oficial. 1986
- COUTÉ, ALAIN e ILTIS, ANCHE, 1981. Ultrastructure Stéréoscopique de la Logette de Trachelomonas (Algae, Euglenophyta) Recoltés en Côte d'Ivoire. Ver. Hydrobiol. Trop. 14 (2): 115-133.
- DESIKATCHERY, T.V. 1959. Cyanophyta. Indian Council of Agricultural Research. New Delhi. 868p.
- DIAS, IZABEL CRISTINA ALVES. 1983. Zygnemaceae (Zygnemaphyceae) do Município do Rio de Janeiro e Arredores. RICHIA, 10: 85-104.
- EMILIANI, M.ºG.1981. Fitoplancton de los Principales Cauces y Tributarios des Valle Saloboial del Rio Parana: Tramo Goya - Diamante. Ver. Assoc. Cienc. Nat. Litoral. 12: 112-125.
- ESTEVEES, F. A., 1988. Fundamentos de limnologia. Interciência/FINEP, Rio de Janeiro. 575 p.
- GIANI, A. 1984. Distribuição Horizontal do Fitoplâncton e Zooplâncton no Lago Paranoá, Brasília, DF, Brasil. Brasília, Universidade de Brasília. Brasília, 148p. (Tese de Mestrado).
- GRECO, M. K. B., 1996. Determinação da produtividade de Eichhornia crassipes (Mart.) Solms. na represa da Pampulha BH/MG, através dos métodos tradicional e demográfico. Diss. ECMVS/UFMG, Belo Horizonte, 71 p.
- GREEN, ROGER, H. 1979 Sampling Design and Statical Methods for Environmental Biologists. John Wiley & Sons.Inc. New York. 257p.
- HUSZAR, V.L., 1986. Algas Planctônicas da Lagoa de Juturnaíba, Araruana, R.S. Brasil. Rickia,13: 77-86
- HUTCHINSON, G.E. 1989. A Treatise on Limnology. Volume II. John Wiley & Sons, Inc, New York. 960p.
- ILTIS, A.1984. Algues D.V. Lac Titicaca et Des Lacs de La Valée D'ichu KHOTA (Bolívie). Cryptogamie, Algologie: V. 2/3: 85-108.
- LIND, EDNA M. e BROOK, A. J. 1980. Desmids of The English Lake District. Freshwater Biological Association Scientific Publication. The Perry House, 123p.
- MACKERETH, F.J.H., HERON, S. e TALLING, J.F. 1978. Water Analysis: Some Revised Methods for Limnologists. Freshwater Biological Association. 120p.
- MARGALEF, RAMÓN, 1983. Limnologia. Ed. Omega S.A., Barcelona. 1010p.
- MENEZES, M. e FERNANDES, V.O, 1989. Euglenaceae (Euglenophyceae) Pigmentadas do Noroeste do Estado de Mato Grosso, Brasil: Município de Barra do Bugres, Cáceres, Júnia e Porto Esperidião. HOEHNEA, 16: 35-55.

- MOSS, BRIAN, 1980. Ecology of Freshwaters. Blackwell Scientific Publications. 331p.
- PARRA, OSCAR O; GONZALES, MARIELA; DELLAROSSA, VICTOR; RIVIERA, PATRICIO E ORELLANA, MONICA, 1982. Manual Taxonomico Del Fitoplancton de água continentales com Especial Referencia al Fitoplancton De Chile III. Cryptophyceace - Dinophyceace - Euglenoaceace Editorial Universal de Conciptón. 99p.
- PARRA, OSCAR O; GONZALES, MARIELA; DELLAROSSA, VICTOR; RIVIERA, PATRICIO E ORELLANA, MONICA, 1982. Manual Taxonomico Del Fitoplancton de água continentales com Especial Referencia al Fitoplancton De Chile II. Crysophycease - Xanthophycease. Editorial Universal de Conciptón. 82p.
- PICELLI - VICENTIM M.M., 1987. Chlorococcales Planctônicas do Parque Regional do Iguaçu, Curitiba, Estado do Paraná. HOENEA 47 (½): 54-85.
- RALFS, B. 1972. The British Desmidiaceae. Verlag Von J. Cramer, New York. 258p.
- SANT'ANA C. L; AZEVEDO, M.T. e SORMUS, L. 1989. Fitoplâncton do Lago das Garças, Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, S.P. Brasil: Estudo Taxonômico e Aspectos Ecológicos HOEHNEA, 16: 89-131.
- SANTANA, CÉLIA LEITE, XAVIER, MIRIAM B. e SORMUS, LAINE. Estudo Qualitativo do Fitoplâncton da Represa de SERRARIA, Estado de São Paulo, Brasil. Ver. Brasil Biol, 48 (1): 83-102.
- SAWYER, CLAIR N. e McCARTY, PERRY L. 1985. Chemistry for Environmental Engineering, 3ª ed. Singapore. 530p.
- SENNA, P.A.C. 1988. Nostocophyceae (Cyanophycees) da Represa do Descoberto, Distrito Federal, Brasil. Ver. Brasil Biol., 48 (4): 683-696.
- SNOEYINK, VERNOW L. e JENKINS, DAVID. Water Chemistry. John Wiley & Sons. New York. 465p.
- SOPHIA, M.G, 1989. Contribuição ao Conhecimento do Gênero Micrasterias C. Agardh ex Ralfs (Zygnemaphyceae) do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. HOEHNEA, 16: 65-87.
- TORGAN, L.C. e GARCIA, M., 1989. Novas Ocorrências (Cyanophyta e Chlorophyta) para a Ficoflora Planctônica do Rio Grande do Sul, Brasil. HOEHNEA, 16: 57-64.
- UHERKOVICH, GÁBON; 1976. Algen aus den Flussen, Rio Negro und Rio Tapajós. Amazoniana, V.:465-515.
- WESTLAKE, D. I., 1965. Some Basic Data for Investigations of the Productivity of Aquatic Macrophytes. Men. Inst. Ital. Idrobiol., 18: 299-248.
- XAVIER, M.B. 1988. O gênero Euglena EHERENBERG de Lagos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, Brasil. HOEHNEA, 15: 65-87.
- XAVIER, M.B. 1989. O gênero Lepocinclins perty de Lagos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, Brasil. HOEHNEA, 16: 133-147.
- XAVIER, M.B. 1989. O gênero Lepocinclis Dujardin de lagos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, Brasil. HOEHNEA, 16: 149-164.

ANEXO 2 - LOCALIZAÇÃO DA INSTALAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NA ÁREA INDUSTRIAL DE SALOBO

TÍTULO					PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR				
PROJETO					PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL - PCA				
EMPRESA					SALOBO METAIS S.A.				
		LOCAL / ÁREA			MARABÁ - PA			DESENHO Nº	
								1	
ELABORAÇÃO			DESENHISTA		DATA	REVISÃO Nº	ARTICULAÇÃO		
MARCÍLIO PEREIRA			PAULO CAMPOS		JAN./03	00	1/1		
FONTE			ESCALA		ARQUIVO		PROJEÇÃO		
SALOBO METAIS S.A. - ARQUIVO 000D5051.DWG			1:12.500		SBML-A-001-120.DWG		UTM		

ANEXO 3 - PONTOS DE MONITORAMENTO DE FAUNA

TÍTULO					
LOCAIS DE AMOSTRAGEM DE MONITORAMENTO DE FAUNA					
PROJETO					
PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL - PCA					
EMPRESA					
SALOBO METAIS S.A.					
	LOCAL / ÁREA			DESENHO Nº	
	MARABÁ - PA			1	
ELABORAÇÃO		DESENHISTA	DATA	REVISÃO Nº	ARTICULAÇÃO
MARCÍLIO PEREIRA		PAULO CAMPOS	JAN./03	00	1/1
FONTE		ESCALA	ARQUIVO		PROJEÇÃO
SALOBO METAIS S.A. - ARQUIVO 000D5051.DWG		1:12.500	SBML-A-001-119.DWG		UTM

ANEXO 4 - ANÁLISES BIOLÓGICAS DA ÁGUA



Salobo
Salobo Metais S.A.

PROJETO SALOBO

MARABÁ - PA

LICENÇA DE INSTALAÇÃO - LI

PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL - PCA

***PROGRAMA O:
MONITORAMENTO AMBIENTAL***

DOCUMENTO 22/23