

PLANO DE TRABALHO

SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO PARA CAPTURA, COLETA E TRANSPORTE DE MATERIAL BOTÂNICO E ZOOLOGICO PARA O MONITORAMENTO DE BIOINDICADORES NAS ÁREAS VALE DO PROJETO FERRO CARAJÁS S11D – CANAÃ DOS CARAJÁS (PA)

Parauapebas, PA

Setembro de 2013

EMPRESA RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO	
Razão Social	<i>Vale S.A.</i>
CNPJ	<i>33.592.510/0078 – 33</i>
Inscrição Estadual	<i>15.294.390 – 0</i>
CTF	<i>2232633</i>
Endereço	<i>Estrada Estadual PA 160 s/nº VS 40 Zona Rural</i>
CEP – Município – U.F.	<i>68.537-000 - Canaã dos Carajás – PA</i>
Telefone	<i>(31) 9952-6159</i>
E-mail	<i>Edison.andrade@vale.com</i>
Contato	<i>Edison Pereira de Andrade Júnior</i>
IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	
<i>Projeto Ferro Carajás S11D Licença de Instalação 947/2013</i>	
<i>Processo no Órgão Ambiental Licenciador: 02001.000711/2009-46</i>	

EMPRESA RESPONSÁVEL PELA CONSULTORIA	
Nome da Empresa	<i>Amplô Engenharia e Gestão de Projetos LTDA</i>
CNPJ	<i>04.590.934/0004-24</i>
Inscrição Municipal	<i>012.400</i>
CTF	<i>1444133</i>
Endereço	<i>Rua: Paysandu, 43, Residencial Bambuí, Rio Verde – Parauapebas - PA</i>
CEP – Município – U.F.	<i>68515-000</i>
Telefone – Fax	<i>(94) 3356-1531</i>
E-mail	<i>amplo@amplobh.com.br</i>
Responsável	<i>Maria Beatriz Andrade Carvalho</i>
CTF	<i>3765173</i>

SUMÁRIO

1	<i>Introdução</i>	4
2	<i>Descrição do Escopo</i>	4
3	<i>Metodologia aplicada</i>	4
3.1	Monitoramento dos bioindicadores	4
3.1.1	Meio Biótico	4
3.1.2	Parâmetros Físicos	37
3.1.3	Análise de Dados	39
4	<i>Cronograma de atividades</i>	42
4.1	Monitoramento dos bioindicadores	42
4.1.1	Reconhecimento e Instalação das Unidades Amostrais	42
4.1.2	Obtenção de licença	42
4.1.3	Mobilização e Crachás	42
4.1.4	1ª Campanha de Campo – 1ª Estação Chuvosa	43
4.1.5	Manutenção das trilhas	43
4.1.6	Vistoria pré-campo	43
4.1.7	2ª Campanha de monitoramento 1ª Estação seca	43
4.2	Cronograma de campo	45
4.2.1	Estação Chuvosa	45
4.2.2	Estação Seca	47
5	<i>Equipe Técnica</i>	49
6	<i>Produtos do Estudo</i>	51
7	<i>Cronograma</i>	52
8	<i>Bibliografia consultada</i>	53

1 INTRODUÇÃO

O presente documento trata do plano de trabalho para o desenvolvimento das atividades referentes ao Monitoramento de Bioindicadores do Projeto Ferro Carajás S11D situado no município de Canaã dos Carajás - PA.

Para o desenvolvimento do plano de trabalho a seguir, foi considerado como referência o cronograma de atividades definido pela Amplo, na proposta técnica. Este cronograma aponta os responsáveis pelo desenvolvimento dos diferentes temas que compõem a íntegra do monitoramento bem como o tempo necessário para a execução dos mesmos.

Neste sentido, cabe destacar o necessário alinhamento de todos os envolvidos no processo de construção desta metodologia, de forma a garantir o devido sequenciamento necessário ao bom desenvolvimento da metodologia proposta.

2 DESCRIÇÃO DO ESCOPO

O trabalho a ser desenvolvido para o Projeto Monitoramento de Bioindicadores seguirá o escopo abaixo, tendo como produtos básicos:

Monitoramento dos bioindicadores pré-definidos;

Elaboração de mapas relacionados aos estudos e

Relatório semestral consolidado.

3 METODOLOGIA APLICADA

3.1 MONITORAMENTO DOS BIOINDICADORES

3.1.1 Meio Biótico

O Monitoramento de Bioindicadores tem por escopo diagnosticar como os empreendimentos afetam a estrutura das comunidades remanescentes e como as comunidades respondem às interferências das atividades minerárias. Espera-

se um melhor conhecimento e entendimento dos processos que ocorrem entre o meio biótico e os impactos do meio físico.

Para o monitoramento serão instaladas 26 parcelas de 250m (10 em mata e seis em canga) a diferentes distancias do impacto, além de dez parcelas também de 250m ao longo de cursos d'água (Anexo I). Os impactos a serem monitorados são: Ruído, Poeira, Disponibilidade Hídrica Superficial e Diminuição de Habitat (canga).

Pequenos Mamíferos, Anfíbios, Avifauna, Ictiofauna, EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Tricoptera), Odonata, Apifauna, Pteridófitas e Herbáceas são os Bioindicadores selecionados para o presente estudo.

Para o monitoramento das áreas do Projeto Ferro Carajás S11D foram selecionados nove bioindicadores para diferentes impactos com distintas periodicidades:

Bioindicador	Impacto associado	Periodicidade
EPT	Disponibilidade Hídrica superficial	Estação chuvosa
Odonata	Disponibilidade Hídrica superficial	Estação chuvosa
Ictiofauna	Disponibilidade Hídrica superficial	Semestral
Pteridófitas	Disponibilidade Hídrica superficial	Estação chuvosa
	Poeira	Estação seca
Anfíbios	Disponibilidade Hídrica superficial	Estação chuvosa
	Poeira	Estação chuvosa
	Ruído	Estação chuvosa
Aves	Ruído	Estação chuvosa
Taxa de cobertura de plantas herbáceas	Diminuição de Habitat	Semestral
Abelhas	Diminuição de Habitat	Semestral
Pequenos mamíferos	Diminuição de Habitat	Semestral

As metodologias específicas para cada grupo serão apresentadas a seguir:

3.1.1.1 EPT e Odonata

Os invertebrados são importantes para avaliar a integridade de sistemas em virtude de sua grande biodiversidade, com espécies que toleram impactos como desmatamento da mata ciliar, assoreamento, eutrofização e poluição em geral;

já outras espécies são sensíveis a esses impactos, desaparecendo ou diminuindo o seu número nos ecossistemas. Em geral, acredita-se que este grupo de organismos responda a estresses hidráulicos, orgânicos e tóxicos com a redução de espécies sensíveis e a proliferação de espécies tolerantes. Além disso, os insetos podem apresentar uma grande variabilidade na fonte dos recursos alimentares, estabelecendo relações tróficas importantes com plantas, outros animais (invertebrados e vertebrados) e com a matéria orgânica em decomposição. São também especialistas em recursos específicos, possuindo fidelidade de microhabitat e permitindo ações rápidas, como reação a degradação do habitat (BROWN JR & HUTCHINGS, 1997). Assim insetos podem fornecer mais informações do que vertebrados de um modo geral, sendo muito úteis na definição de áreas pequenas e habitats fragmentados ou com longa história de influência antrópica. Neles, muitos dos vertebrados maiores e mais sensíveis já foram eliminados por escassez de área de vida ou caça, ambientes que, nem por isso, deixam de ter valor para a conservação (FREITAS *et al.* 2003).

O monitoramento está delineado de forma a permitir uma análise da integridade do sistema aquático diante das alterações da disponibilidade hídrica superficial. Para isso serão selecionados 10 pontos, buscando representar um gradiente de distúrbio que contemple áreas próximas que estariam sobre o efeito direto do rebaixamento do lençol freático e áreas distantes, e por isso, não sofreriam os efeitos dessa alteração. Para isso, a medida indireta de impacto seria a distância de localização do igarapé.

A unidade básica de estudo será um sítio de coleta que compreende uma área de 100m do igarapé, que para avaliação da variação da riqueza local será subdividida em 20 segmentos de cinco metros cada. A divisão do transecto em segmentos é apenas para possibilitar o cálculo da variação da riqueza de espécie em cada igarapé. Essa unidade básica será replicada espacialmente a uma distância que minimize o efeito da autocorrelação espacial das características ambientais (LEGENDRE, 1993). A proposta é ter 10 réplicas, buscando contemplar o gradiente exposto acima uma vez que a medida indireta do impacto vai ser a distância do igarapé em relação a fonte da alteração. Toda

essa abordagem está delineada para usar métodos analíticos baseados em regressão múltipla (uni e multivariada). Essa escolha é adequada por permitir um maior poder dos testes mesmo com menor número de amostras, além de favorecer a interpretação de fenômenos locais (e.g. características físico-químicas do riacho) e regionais (e.g. distância da fonte poluidora) sobre o sistema. Como os pontos não foram escolhidos com distâncias que garantissem independência, todas as regressões incluirão um termo que representa a auto correlação espacial, os chamados filtros espaciais com as análises de coordenadas principais de matrizes de vizinhança (PCNM) (BORCARD & LEGENDRE 2002; BORCARD *et al.*, 2004; DINIZ-FILHO & BINI 2005; DRAY *et al.* 2006; GRIFFITH & PERES-NETO 2006). As variáveis relacionadas às hipóteses serão consideradas como variáveis explanatórias, mas outras variáveis relacionadas à variação ambiental serão também utilizadas como covariáveis nos modelos.

Em cada igarapé dentro do transecto demarcado, todos os indicadores escolhidos serão coletados de acordo com os protocolos que seguem.

Índice de Integridade Física

As características físicas do ambiente serão avaliadas usando o procedimento descrito no Índice de Integridade Física do ambiente (IIF) (Nessimian *et al.* 2008). Este protocolo é constituído por doze itens que descrevem as condições ambientais avaliando características como: o padrão de uso da terra adjacente à vegetação ribeirinha; largura da mata ciliar e seu estado de preservação; estado da mata ciliar dentro de uma faixa de 10m; descrição da condição do canal quanto ao tipo de sedimento e presença de dispositivos de retenção; estrutura e desgaste dos barrancos marginais do rio; caracterização do leito do rio quanto ao substrato, vegetação aquática, detritos e disposição das áreas de corredeiras, poções e meandros. Cada item é composto de quatro a seis alternativas ordenadas de forma a representar sistemas cada vez mais íntegros. Para que cada item (pergunta, p_i) tivesse peso igual na análise, os valores observados (ao) foram padronizados dividindo pelo valor máximo possível para o item (am –

equação 1). O índice final é a média desses valores em relação ao número de variáveis amostradas (n - equação 2).

O valor obtido irá variar de 0 – 1 e quanto maior o valor total obtido mais conservado é o ambiente.

Variáveis físico-químicas e parâmetros de qualidade da água

Em cada igarapé será medida a largura média do canal (m) através de cinco medidas equidistantes (20m) ao longo do transecto determinado com auxílio de uma trena de 50m. A profundidade média do canal (m) será calculada nos mesmos locais onde a largura será conferida a partir de três sondagens, uma no centro e em cada margem do canal usando uma fita métrica. As variáveis físico-químicas e os parâmetros de qualidade da água serão avaliados em cada transecto amostrado.

Inventário ecológico

Nesse estudo, buscaremos embasar o desenvolvimento do monitoramento em um conjunto de descritores da comunidade que permitem avaliar a integridade do sistema e deve facilitar a identificação de ações prioritárias para conservação.

Um importante primeiro parâmetro de avaliação é a estimativa da riqueza total de espécies presentes nas comunidades. De um modo geral, a diversidade de espécies é caracterizada pela riqueza (nº. de espécies presentes) e pela distribuição das frequências de ocorrência (abundância) (SANTOS, 2003).

Dentre os macroinvertebrados recebem destaque os insetos aquáticos, principalmente as ordens Ephemeroptera (larva), Plecoptera (larva), Trichoptera (larva), Heteroptera (adulto) e Odonata (larva e adulto), se destacando como bioindicadores. Eles constituem uma importante fonte alimentar para os peixes, são valiosos indicadores da degradação ambiental, além de influenciarem na ciclagem de nutrientes, na produtividade primária e na decomposição de matéria orgânica.

Ephemeroptera

A ordem Ephemeroptera é um grupo de insetos com aproximadamente 300 gêneros e 4.000 espécies descritas ao nível mundial (DOMINGUEZ *et al.*, 2001). No Brasil até o ano de 2004 foram registradas dez famílias, 63 gêneros e 166 espécies, as famílias Baetidae e Leptophlebiidae compreendem mais de 50% de todos os registros (SALLES *et al.*, 2004). São extremamente abundantes e diversos, ocupam a maior parte dos meso-habitats disponíveis, desde aqueles em áreas de remanso até os de forte correnteza (SALLES *et al.* 2004). Os Ephemeroptera são intensamente utilizados como indicadores biológicos de qualidade de água, sua diversidade e abundância nos sistemas aquáticos os fazem ideais para estes fins, já que qualquer alteração se reflete tanto na estrutura da comunidade, em geral, como na dinâmica das populações, em particular (DOMINGUEZ *et al.*, 1995; SHIMANO *et al.*, 2010; SOUZA, CABETTE & JUAN, 2011; SOUZA *et al.*, 2012). Eles servem de alimento para muitos animais, incluindo peixes, pássaros, anfíbios, aranhas e muitos insetos predadores (DOMINGUEZ, HUBBARD, & PETERS, 1995).

Plecoptera

Há cerca de 1500 espécies descritas, agrupadas em oito famílias, das quais a mais importante é a família Perlidae. Dentre os representantes deste grupo, cita-se o gênero mais comum, *Anacronetia*. Os plecopteros são insetos primitivos, quase sempre alados. Suas larvas são aquáticas, quase sempre de águas rápidas, turbulentas e frias, bem oxigenadas e não contaminadas; estritamente ligadas a um intervalo reduzido de velocidade de corrente e temperatura, e pouco tolerantes à contaminação orgânica, por isso podem ser excelentes indicadores biológicos (BACHMANN & MAZZUCONI, 1995). Os plecopteros ocupam uma elevada posição entre os organismos indicadores da qualidade de água, devido a sua vulnerabilidade a impactos ambientais que podem ser influenciados por fatores climáticos, altitude, temperatura, tamanho do riacho, cobertura vegetal, microhabitat e tipo de substrato (BISPO *et al.*, 2002).

Trichoptera

Dentre os insetos aquáticos a ordem Trichoptera se destaca como uma das mais numerosas em espécies, sua fauna descrita no mundo é de cerca 7.000 espécies (NEBOISS, 1991). Nos ecossistemas aquáticos, podem adaptar-se e suceder em vários tipos de habitats, embora a diversidade de espécie seja maior em ambientes lóticos e preferencialmente com características ritrais, muitas espécies habitam ambientes lênticos como lagos e lagoas, além de habitats especializados tais como córregos intermitentes, pântanos, inundações (PESCADOR *et al.*, 2005). Nesses ambientes podem ser encontrados embaixo de pedras, folhas, cascalhos e areia (OLIVEIRA *et al.*, 1997). Segundo Angrisano (1995) eles têm uma acentuada importância nas cadeias tróficas de rios, estando envolvidos em transferência de energia e no processo de degradação de nutrientes em um nível trófico bem elevado (WIGGINS, 1977). Possuem alto potencial como bioindicadores (ANGRISANO, 1995), e a sua grande importância no monitoramento da qualidade de água deve-se às suas características sésseis, ao seu ciclo de vida relativamente longo, sua fácil visualização e a sua grande sensibilidade à maior parte dos poluentes. (NOGUEIRA, CABETTE, & JUAN 2011; PEREIRA, CABETTE, & JUAN 2012). Além da possibilidade de avaliar a qualidade das águas através desses organismos, o uso desses indicadores biológicos permite ainda diagnosticar as condições limnológicas das áreas investigadas do ponto de vista da sua biodiversidade, uma vez que a estrutura da comunidade fica conhecida (JUNQUEIRA *et al.*, 2000).

Odonata

A ordem Odonata é composta por aproximadamente 5.600 espécies descritas, distribuídas em três subordens: Anisoptera, Zygoptera e Anisozygoptera (DAVIES, 1981). Apenas as duas primeiras ocorrem na América do Sul, com 1.203 espécies descritas. No Brasil ocorrem 662 espécies, destas 281 pertencentes à subordem Zygoptera e 381 à Anisoptera (DE MARCO & VIANNA, 2005).

Carle (1979) considera que as espécies de Odonata são bons termômetros da qualidade do ambiente, uma vez que: (1) habitam todos os tipos de habitats de água doce, (2) suas larvas são específicas e tolerantes a qualidade das variáveis

ambientais, (3) o estágio larval leva no mínimo um ano, (4) as larvas são relativamente sedentárias, (5) as larvas e adultos podem ser facilmente identificados, (6) a dispersão dos adultos é rápida, possibilitando o restabelecimento da espécie nos locais com variáveis ambientais adequadas, e finalmente, (7) os adultos podem ser facilmente observados devido seu comportamento territorialista ao redor dos corpos aquáticos. Apesar da forma adulta (alada) dos odonata não ser bentônica, a descrição do grupo e a metodologia de coleta serão descritas em conjunto neste relatório.

A amostragem dos macroinvertebrados bentônicos dentro de cada igarapé serão divididas em três tratamentos ao longo de 250 metros contínuos: início (parte mais próxima ao empreendimento), intermediária (área na parte media) e final (parte mais distante do empreendimento) (Figura 1). Para isso, a medida indireta de impacto foram a distância de localização do igarapé, bem como, as diferentes distâncias dos três tratamentos. .

Em cada igarapé serão demarcadas três parcelas (Início, Intermediário e final) de 50 metros cada, distantes 50 metros uma das outras. Em cada parcela será estabelecido uma unidade básica de estudo de 40 metros na primeira (mais próximo ao empreendimento) e de 30 metros nas duas seguintes (Intermediário e Final) (Figura 1). Para avaliação da variação da riqueza local, cada unidade básica será subdividida em segmentos de cinco metros cada, totalizando oito segmentos na parcela inicial, e seis segmentos na parcela intermediária e final (Figura 2). A divisão das parcelas em segmentos será apenas para possibilitar o cálculo da variação da riqueza de espécie em cada parcela por igarapé.

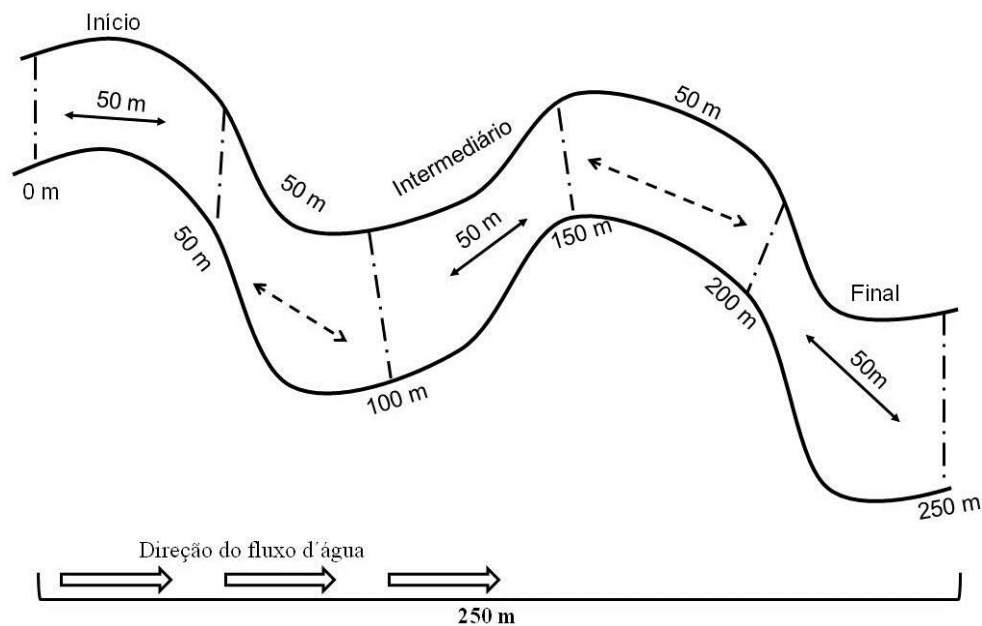


Figura 1: Protocolo de demarcação das três parcelas de 50 metros cada, sendo que a parcela Início é a mais próxima do empreendimento.

As amostras serão obtidas com auxílio de um rapichê (coador) de 18 cm de diâmetro (Figura 3), passando-se duas vezes o coador do leito para a margem, em cada um dos 20 segmentos. Essa metodologia já foi usada com sucesso em outros trabalhos (CABETTE *et al.*, 2010; DIAS-SILVA *et al.*, 2010; NOGUEIRA, CABETTE, & JUEN, 2011; PEREIRA, CABETTE, & JUEN, 2012; SHIMANO *et al.*, 2010; SOUZA, CABETTE, & JUEN, 2011; SOUZA, JUEN, & CABETTE, 2012). O material biológico coletado será triado em campo com auxílio de bandejas brancas, pincéis e pinças, conservado em álcool a 85% e alocado em “snap caps”. Em laboratório o material será novamente triado ao nível de ordem, e em seguida com uso de estereomicroscópios ZEISS e chaves dicotômicas especializadas dentro de cada Ordem as larvas serão identificadas ao nível de gênero, além de comparação com o material do laboratório e, se necessário, consultas a especialista.

A metodologia de levantamento da comunidade de adultos de Odonata será baseada em um método de varredura com áreas fixas já empregadas em outros estudos com esse grupo (FERREIRA-PERUQUETTI & DE MARCO, 2002; JUEN & DE MARCO, 2011; PINTO *et al.*, 2012; REIS *et al.*, 2011). As amostragens consistirão da contagem visual do número de indivíduos adultos de cada espécie de Odonata, presente em cada um dos 20 segmentos que foram

demarcados para a coleta de macroinvertebrados (Figura 2). Concomitantemente, será feita a medida da temperatura do ar em local sombreado perto ao corpo d'água. As coletas só serão realizadas quando tiver sol e com temperaturas acima de 19 °C, pois esta é a temperatura mínima para Odonata iniciar suas atividades (DE MARCO, LATINI & RESENDE 2005).

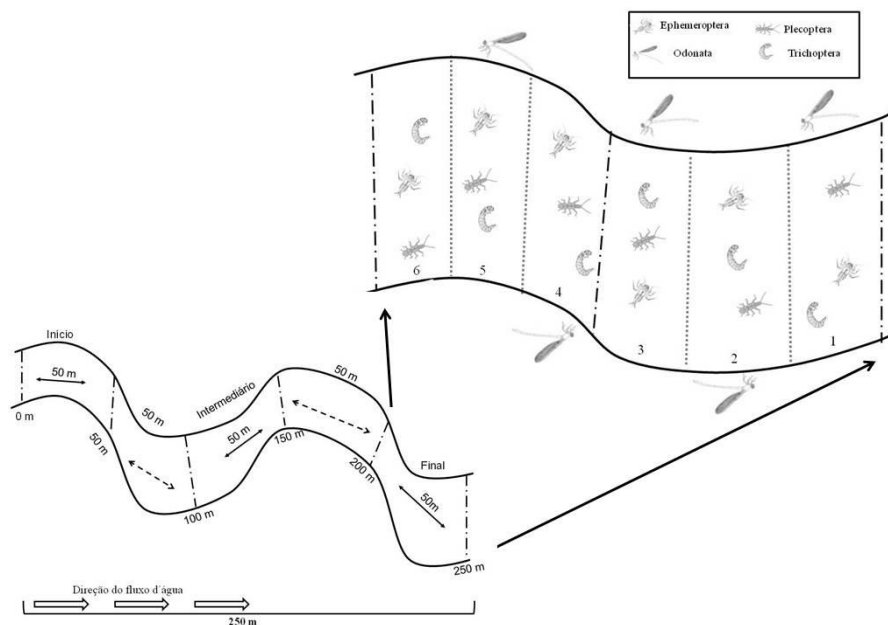


Figura 2: Protocolo de coleta de macroinvertebrados e de Odonata que serão realizados em cada igarapé.



Figura 3: Equipamento de coleta de macroinvertebrados bentônicos, rapichê.

Indivíduos de cada espécie observada serão coletados com rede entomológica para confirmação da identificação em campo. Esses indivíduos serão

acondicionados em envelope de papel e mergulhados em acetona durante 12 horas, para Zygotera, e 48 a 72 horas, para Anisoptera, com o intuito de retirar a gordura facilitando sua conservação. Após secagem por evaporação, serão acondicionados em envelopes plásticos sobre papel cartão. Para a identificação serão utilizadas chaves especializadas e comparação com a coleção de referência. A confirmação da identificação será feita pelo MSc. Frederico Lecione (Zygotera) e Dr. Alcimar Carvalho (Anisoptera).

Alguns grupos apresentam uma congruência de exigências dentro das famílias ou dos gêneros e por isso, mesmo não chegando a identificar os organismos em nível de espécies ou morfo-espécies, já se pode ter uma boa indicação das necessidades ou estados de conservação daquele clado na área. Tendo isso em mente, a resolução taxonômica usada nesse estudo será variada, chegando até espécie para os indivíduos das ordens Odonata (adulto) e Plecoptera, até gênero para Ephemeroptera e até família para Trichoptera. Além disso, essa variação também é devido às dificuldades inerentes a cada ordem, bem como a inexistência de bibliografia especializada que permite uma identificação a um nível mais específico.

3.1.1.2 Ictiofauna

O monitoramento será delineado de forma a permitir uma análise da integridade do sistema aquático diante das alterações da disponibilidade hídrica superficial durante as atividades de mineração no Projeto Ferro Carajás S11D na FLONA de Carajás. Para isso foram selecionado dez pontos de amostragem, o que se buscou representar um gradiente de distúrbio de disponibilidade hídrica superficial em áreas distantes, e por isso, não sofreriam os efeitos dessas alterações (área controle - corpo A). Para isso, a medida indireta de impacto seria a distância de localização do igarapé.

A unidade básica de estudo será um sítio de coleta que compreende uma área de 250 metros, divididos em três transectos de aproximadamente 83 metros, seccionados por estacas posicionados na margem do leito a cada 10 metros: início (I), meio (M) e fim (F). A divisão da transecção em segmentos possibilitará o cálculo da variação da riqueza de espécie em cada unidade de amostra. Essa

unidade básica será replicada espacialmente a uma distância que minimize o efeito da autocorrelação espacial das características ambientais (LEGENDRE, 1993). A proposta das réplicas busca contemplar o gradiente exposto acima uma vez que a medida indireta do impacto vai ser à distância do igarapé em relação à fonte da alteração. Toda essa abordagem está delineada para usar métodos analíticos baseados em regressão múltipla (uni e multivariada). Essa escolha é adequada por permitir um maior poder dos testes mesmo com menor número de amostras, além de favorecer a interpretação de fenômenos locais (e.g. características físico-químicas do riacho) e regionais (e.g. distância da fonte poluidora) sobre o sistema.

As amostragens da ictiofauna presentes nas áreas a serem estudadas como indicadores de alteração da disponibilidade hídrica superficial serão realizadas nos dez pontos amostrais, procurando-se acessar as diferentes bacias de drenagem e fitofisionomias, sempre considerando áreas a jusante e a montante dos pontos amostrais.

A seleção dos apetrechos de pesca a serem utilizados na amostragem dependerá das características de cada ponto amostral dos corpos hídricos selecionados, avaliados em campo. Os peixes serão capturados utilizando-se bateria de redes de espera, redes de arrasto (3m de comp. / 5mm de malha), tarrafas e redes de mão (ou peneiras). O procedimento padrão consistirá em:

(1) Nos rios, lagos, furos, paranãs, praias e igarapés de maior porte será utilizada uma bateria de redes de espera (malhadeiras) com diferentes tamanhos de malha (20, 40, 50, 70, 90, 100 e 120 mm entre nós opostos) com as redes permanecendo na água por 12 horas (períodos superiores há deterioração do pescado) em cada estação de coleta. Tais coletas serão realizadas principalmente no final da tarde, em alguns casos estendendo-se até o final do crepúsculo (entre 19:00 e 20:00 horas). A realização de coletas no início da noite é devido a maior atividade para uma série de espécies nos períodos crepusculares, tanto do anoitecer como no amanhecer (BARTHEM, 1987; VIEIRA, 1994). No entardecer quando possível será utilizado tarrafa.

(2) nos igarapés de menor porte e nos alagados das margens de igarapés maiores serão utilizados redes de mão e redes de arrasto malha fina (5mm), por dois coletores trabalhando com esforço padronizado em ½ hora para a rede de arrasto e 6 horas para rede de mão (peneira). Em cada ponto de coleta será delimitado um trecho de 150 metros de extensão onde serão tomadas medidas de largura, profundidade e composição do substrato do leito (liteira submersa, areia, pedras, troncos, raízes, argila).

(4) Em poças d'água isoladas na floresta, dependendo das dimensões, serão utilizadas peneiras, redes de arrasto de malha de 5mm por dois ou três coletores trabalhando com esforço padronizado em número de lances iguais ao descrito para este método anteriormente (ver item 2).

O esforço para cada método segue:

- i. Tarrafas (esforço: 5 lances por trecho; diâmetro 2,0 m; malha 15 mm nós adjacentes), caso haja pescador tradicional que domine a técnica;
- ii. Redes de arrasto (esforço: ½ hora de arrasto; comprimento 10 m; malha 12 mm nós adjacentes);
- iii. Rede de mão ou peneiras (esforço: 6 horas; diâmetro 70 cm; malha 10 mm nós adjacentes).
- iv. Redes de emalhar com malhas variando de 15 a 40 mm entre nós adjacentes, em panagens de 10 metros de comprimento; e, malhas de 50 a 70 mm entre nós adjacentes, em panagens com 20 metros de comprimento, expostas durante períodos de aproximadamente 12 horas, sendo instaladas ao entardecer e recolhidas ao amanhecer.

Todos os exemplares capturados serão separados por ponto de captura e método, fotografados e acondicionados em sacos plásticos e imediatamente fixados com formalina a 10%. No laboratório, os peixes serão separados por espécies, identificados ao menor nível taxonômico possível, contados e tomados comprimento padrão (CP), sendo então transferidos para álcool 70° GL.

Para a determinação taxonômica deverão ser utilizados os trabalhos sobre a sistemática de grupos específicos de peixes amazônicos ou da América do Sul, em especial os de Santos *et al.* (2004), Planquette *et al.* (1996) e Géry (1977). A

nomenclatura científica utilizada nos relatórios será baseada em diversas publicações recentes, de acordo com a disponibilidade de revisões taxonômicas para cada grupo de peixes. Como fontes gerais, serão empregadas as compilações de espécies de Reis *et al.* (2003) para ictiofauna Neotropical, e de Buckup *et al.* (2007) para os peixes de água doce do Brasil. Após a identificação e contagem dos exemplares de peixes, as informações sobre a presença e abundância relativa das espécies em cada ponto de amostragem serão analisadas quanto às possíveis relações com características físico-ambientais (eg. Temperatura da água, oxigênio dissolvido, Ph, condutividade, etc), bacias de drenagem, bem como em relação as fitofisionomias existentes na área.

Todo o material será triado no laboratório de Ecologia e Zoologia de Vertebrados da Universidade Federal do Pará para posteriormente serem depositados na coleção zoológica do Museu de Zoologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

A composição de espécies para a ictiofauna será avaliada através da construção de uma matriz de composição de espécies entre os habitats. Nesta matriz de composição de espécies será aplicado o índice de similaridade de Bray-Curtis. Para reduzir a dimensionalidade entre os pares de comparações (ou pares de pontos de coleta), será usada a técnica de NMDS (escalonamento multidimensional não métrica). Esta técnica permite reduzir um espaço multidimensional para um espaço bidimensional, o que facilita a compreensão e visualização gráfica dos resultados.

As estimativas de riqueza total serão baseadas no acúmulo de espécies em relação ao aumento do esforço de coleta e na proporção das espécies raras ou pouco frequentes. Serão utilizados os seguintes estimadores não-paramétricos de riqueza total: Chao1, Chao2, Jackknife de primeira ordem (Jack1), Jackknife de segunda ordem (Jack2) e Bootstrap.

Os primeiros quatro métodos utilizam dados de incidência ou abundância de espécies raras (Singletons e doubletons, para abundância e únicos e duplos para incidência). O método Bootstrap difere dos demais por calcular a estimativa de riqueza total através de dados de todas as espécies coletadas,

somando a riqueza observada ao somatório do inverso da proporção de amostras em que ocorre cada espécie (COLWELL & CODDINGTON, 1994).

As curvas de acumulação de espécies e dos estimadores de riqueza total serão construídos com o auxílio do programa “EstimateS” ver. 8. Este programa traça as mudanças nos resultados de cada um dos estimadores de riqueza à medida que as amostras se acumulam. A partir de uma matriz de abundância de espécies por amostra, o programa seleciona uma amostra, calcula a riqueza estimada com base nesta amostra, seleciona uma segunda amostra, re-computa as estimativas usando dados de ambas as amostras, e assim sucessivamente até que todas as amostras sejam incluídas (TOTIET *et al.*, 2000). Para evitar a influência da sequência de amostras no cálculo dos estimadores, a ordem de adição de amostras definidas por dia/observador será randomizada 100 vezes nas curvas obtidas com as matrizes de dados.

Além das análises de comunidade a estrutura de três populações também serão avaliadas, uma vez que a estrutura de população de peixes é reflexo de todas as condições do ambiente aquático. Existe 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 e sejam indicadores de qualidade ambiental. Análises de diferenciação sexual, maturação gonadal e ecologia trófica também serão aplicadas para as três espécies selecionadas.

3.1.1.3 Pteridófitas

Samambaias é um bom grupo biológico para monitoramento porque tem ampla distribuição na Amazônia e não são muito limitadas por dispersão. São bastante sensíveis às condições ambientais de solo, água e luz e, portanto são boas

indicadoras destas condições ou mudanças nelas. Além disso, são mais fáceis de identificar que a maioria das angiospermas (plantas com flores), pois é possível identificar indivíduos que não estão férteis. O número de espécies em toda a Amazônia não é muito grande (aproximadamente 300 espécies) o que facilita o estudo.

As pteridófitas serão amostradas conforme protocolo do PPBio dentro de uma faixa de 1.5 m de largura ao lado esquerdo da linha central de cada uma das dez parcelas de 250m, considerando o início da parcela em direção ao final. Os indivíduos com hábito epifítico até 1,5 metros de altura serão considerados na amostragem. Serão realizados dois tipos de amostragem para samambaias:

A presença/ ausência (ou ocorrência) de espécies em segmentos da parcela;

A frequência das espécies ao longo da parcela.

A presença/ ausência de espécies é útil para registrar ocorrência, mas é menos quantitativa. Como as espécies são registradas por segmento de 10 m, é possível calcular a frequência de cada espécie na parcela, como; $Frequência = \frac{\text{Número de segmentos em que a espécie ocorreu}}{\text{Número de segmentos amostrados}}$.

Todos os indivíduos serão identificados e contados em segmentos de 10 m, considerando apenas os indivíduos enraizados dentro das parcelas. Os indivíduos férteis também serão contabilizados. Todas as pteridófitas epífitas até 2m de altura do forófito serão amostradas.

Como a parcela é permanente, nenhuma planta inteira deve ser coletada. Pode ser coletada uma folha completa, com o cuidado de não prejudicar o resto da planta. De preferência, um conjunto de folhas fértil e não-fértil deve ser coletado, pois em muitas espécies estas diferem entre si. Muitas vezes uma folha sozinha não é suficiente para identificar a espécie e características do hábito, da ramificação e do rizoma devem ser registrados.

3.1.1.4 Anfíbios

Espécies de anfíbios que utilizam corpos d'água para o desenvolvimento larval têm sido alvos de estudos sobre os efeitos da alteração do habitat na manutenção de populações locais (SMITH, 1983, 1987; TRAVIS *et al.*, 1985; WILBUR, 1987; SEMLITSCH e REYER, 1992; SINSCH, 1992; SNODGRASS *et al.*, 2000). Muitas espécies são filopátricas e realizam migrações anuais para reproduzir em corpos d'água, o que permite fazer estimativas das populações reprodutivas bem como estimar o sucesso reprodutivo a partir da quantidade de girinos que completam a metamorfose (SIH *et al.*, 1985; SEMLITSCH, 1987; WERNER E MCPREEK, 1994).

Na Amazônia, a distribuição e o uso de habitats por anuros foi estudado em sistemas aquáticos de floresta primária (GASCON, 1989, 1991; HERO *et al.*, 2001) e de savana (AZEVEDO-RAMOS *et al.*, 1999). Fatores físicos como tamanho das poças, turbidez, temperatura, oxigênio dissolvido na água, entre outros, explicaram pouco da variação na composição da comunidade de anuros (Gascon, 1991; MAGNUSSON E HERO, 1991; AZEVEDO-RAMOS *et al.*, 1999; HERO *et al.*, 2001).

Para o monitoramento de anfíbios nas áreas do Projeto Ferro Carajás S11D, serão abordadas três questões principais: 1) Como a alteração da disponibilidade hídrica superficial afeta a riqueza, composição e abundância de anuros adultos e girinos? 2) Qual o impacto e o alcance do aumento de resíduos sólidos em suspensão no ar sobre a comunidade de anfíbios no entorno de S11? 3) Qual o impacto dos ruídos advindos do processo de mineração sobre a comunidade de anuros nas áreas de influência direta da mineração?

3.1.1.4.1 Disponibilidade Hídrica

Serão amostradas áreas de baixio, poças e riachos em dez pontos, utilizando os métodos de busca ativa visual e auditiva. Para cada método, adota-se uma largura máxima da parcela, sendo de 10 metros para busca ativa visual e 20 metros para busca auditiva.

GIRINOS - Durante cada expedição, dois herpetólogos vistoriarão corpos d'água próximos e distantes da área de mineração quanto à presença, abundância e estágio de desenvolvimento de girinos. Os girinos serão amostrados com um rapichê ("puçá aquático"). A quantidade de vezes que o rapichê será mergulhado na água de cada corpo d'água variará 10 a 50 vezes, dependendo do tamanho do corpo d'água. O rapichê será construído com uma estrutura de metal 30 x 40 cm e uma tela de nylon de malha de 1mm². A distribuição das amostras (rapichês) será sistemática, com pontos nas margens e no centro de cada corpo d'água.

A identificação do estágio de desenvolvimento larval dos girinos seguirá Gosner (1960).

ADULTOS: As amostragens serão feitas por pelo menos dois herpetólogos por meio de procura ativa em sítios reprodutivos durante os períodos diurno e noturno (HEYER *et al.* 1994). Serão medidos parâmetros da comunidade (riqueza, composição e abundância dos anuros) e identificação de adultos reprodutivos (machos vocalizando e fêmeas ovígeras).

O tempo de permanência da água (hidroperíodo) em cada corpo d'água será determinado através dos índices pluviométricos na região. O hidroperíodo de cada corpo d'água será calculado pela soma dos meses em que o mesmo tiver água. O comprimento e a largura dos corpos d'água serão medidos uma vez em cada expedição e serão usados para calcular a área do corpo d'água. A fórmula da área da elipse será usada para calcular a área dos corpos d'água, onde $\text{área} = \pi \times (C \times L)/4$; onde $\pi = 3.1415$, C = comprimento, L = largura.

O pH, a temperatura da água e a profundidade do corpo d'água serão medidos em todas as amostragens. A temperatura da água será medida com um termômetro com resolução 0,5 °C, e o pH com um peagâmetro com resolução de 0.1 pH (pH Testr 1 da Oakon). Estas variáveis foram escolhidas porque elas foram responsáveis pelas maiores variações microclimáticas das poças nos estudos de Gascon (1991) e Hero *et al.* (1998). Serão medidas também a temperatura do ar e umidade relativa do ar para verificar se essas alterações afetam os adultos em atividade reprodutiva. Parâmetros bióticos, como a densidade de peixes e

invertebrados, particularmente de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT), grupos tradicionalmente utilizados como indicadores ambientais, também deverão ser obtidos para correlação com os parâmetros da comunidade (riqueza, composição e abundância dos anuros).

O índice de frequência de encontro dos girinos e dos adultos será relacionado ao hidroperíodo, à área, pH, temperatura da água e do ar e profundidade do corpo d'água através de regressão múltipla.

3.1.1.4.2 Poeira

A coleta dos dados será padronizada, seguindo o protocolo adotado pelo Programa de Pesquisas em Biodiversidade (PPBio, 2008). Para avaliar o efeito da poeira advinda da atividade de mineração e outras a ela relacionadas sobre a comunidade de anfíbios anuros serão realizadas amostragens por procura ativa de adultos e de girinos por meio do rapichê em sítios reprodutivos e em cinco parcelas de 2 x 250m na área de influência do Projeto Ferro Carajás S11D e cinco parcelas na área controle. Para cada método, adota-se uma largura máxima da parcela, sendo de 10 metros para busca ativa visual e 20 metros para busca auditiva. As amostragens dos adultos ocorrerão durante o crepúsculo e dos girinos durante o dia.

Os parâmetros ambientais medidos para testar o efeito da poeira sobre os anuros serão testados por meio de regressão múltipla com riqueza e abundância. A comparação da composição da comunidade de anuros será analisada por meio de um escalonamento multidimensional não métrico (MDS).

3.1.1.4.3 Ruído

Problemas associados à comunicação acústica em ambientes ruidosos incluem: detecção, discriminação e localização apropriada do sinal (WOLLERMAN, 1999). Naturalmente, em ambientes onde há grande variedade de espécies e sincronismo no período de reprodução, a capacidade de comunicação pode ser prejudicada. Neste caso, dois fatores podem gerar significativa interferência acústica: a alta intensidade do ruído de fundo e a ocorrência de diferentes

espécies com faixas de frequência (i.e. graves, médios e agudos) similares ou sobrepostas (LITTLEJOHN, 1977; GERHARDT, 1982; SCHWARTZ & WELLS, 1985). Littlejohn (1977) sugeriu que os anuros podem minimizar a interferência acústica pela (a) estratificação ou diferenciação das faixas de frequências das vocalizações de anúncio, (b) diferenciação temporal da vocalização e do período de atividade (ABRUNHOSA; WOGEL; POMBAL JR., 2006), (c) partição espacial e (d) utilização de diferentes códigos espécie-específicos. Estas estratégias podem ser utilizadas para segregação inter ou intra-específica (LITTLEJOHN, 1977).

Ainda que os anfíbios anuros possuam mecanismos que minimizam a interferência acústica causada por fatores bióticos e abióticos (BILATE, 2007; LITTLEJOHN, 1977; PENNA *et al.* 2005; WOLLERMAN, 1999), diversos estudos têm demonstrado experimentalmente que a interferência acústica pode alterar drasticamente o comportamento reprodutivo de machos, assim como a escolha das fêmeas (e.g. BILATE, 2007; SCHWARTZ & WELLS, 1983, 1985; SUN & NARINS, 2005). A produção de ruído produzido por ações antrópicas pode afetar tanto o sucesso reprodutivo de machos, quanto à dinâmica reprodutiva natural das populações de anuros (Schwartz; Wells, 1983; 1985; SUN; NARINS, 2005; PENNA; POTTSTOCK; VELASQUES, 2005). Sun & Narins (2005) observaram ainda, que os ruídos foram efetivos em diminuir a taxa de emissão de cantos de anúncio de algumas espécies e aumentar a taxa de emissão de cantos de outra (e.g. BILATE, 2012; WOGEL & POMBAL, 2007). Por este motivo, é esperado que ruídos emitidos de forma constante possam alterar não só a interação intraespecífica, como em casos extremos, alterar a composição da comunidade de anuros expostos ao ruído por períodos prolongados.

Este estudo visa compreender como o ruído do empreendimento altera o comportamento vocal de machos de algumas espécies de anfíbios anuros em um gradiente de intensidade (consequentemente, de distância). As três perguntas principais que este estudo busca responder são: (1) O ruído de fundo gerado pelo empreendimento causa interferência acústica na comunicação de anuros (espécies modelo a serem definidas)? (2) O ruído de fundo influencia a capacidade dos machos de atrair fêmeas? (3) Qual o limite de intensidade de ruído de fundo tolerável?

O estudo será desenvolvido nas proximidades do empreendimento Ferro Carajás S11D em transectos com pontos amostrais previamente. A duração total deverá ser de um ano. São previstas três fases para este estudo: (1) a primeira fase compreenderá uma visita à área para avaliação do ruído gerado pelas máquinas no empreendimento, avaliação das vocalizações das espécies locais, assim como sua distribuição espacial e facilidade de manipulação para escolha de duas a quatro espécies que funcionarão como modelo; (2) a segunda fase compreenderá a avaliação do comportamento vocal das espécies escolhidas como modelo para o projeto e; (3) a terceira fase compreenderá a parte experimental onde serão apresentados playbacks com ruído a machos com diversas intensidades distintas a fim de se determinar o limite de ruído tolerável.

Primeira fase

Serão feitas gravações dos ruídos gerados pelas máquinas utilizando gravador digital (ZOOM H4N) a distâncias de 50 metros e em cada ponto amostral previsto no Anexo 1. As gravações deverão conter duração de 3 minutos. Em cada ponto também será aferida a intensidade sonora do ruído utilizando-se decibímetro. Será admitido como valor de referência o pico de intensidade em RMS durante o período de 3 minutos.

As espécies que estiverem em atividade reprodutiva terão suas vocalizações gravadas utilizando gravador digital Zoom H4N e microfone unidirecional Le-son MP68 e; a intensidade do canto aferida com decibímetro a distância de 1m. Para cada gravação deverão ser aferidos também: temperatura e umidade do ar, horário da gravação, altura do poleiro e a distância para o indivíduo cantor mais próximo.

As vocalizações e a faixa espectral do ruído serão analisadas utilizando o *software* Raven 1.4. Após as análises dos dados deverão ser escolhidas de duas a quatro espécies de anfíbios anuros que preencham os seguintes requisitos: (a) possuir faixa de frequência (preferencialmente a frequência dominante) do canto de anúncio sobreposto ao ruído; (b) ter sido encontrada no maior número de pontos amostrais (preferencialmente em todos); ser de fácil localização e manipulação e (c) ser abundante na área.

Segunda fase

As espécies modelo deverão ter a vocalização de anúncio registrada por ponto amostral gravados (até 30 machos gravados por espécie). Além das aferições padrão para cada gravação citadas para a fase 1, também deverão ser aferidas a intensidade do ruído de fundo. Para verificar se o ruído de fundo foi eficaz em alterar o comportamento vocal em cada uma das “espécies modelo”, serão feitos os seguintes testes estatísticos: ANOVA, análise discriminante e correlação múltipla (o teste específico será escolhido a posteriori de acordo com o comportamento dos dados, tamanho da amostra e premissas dos testes). Serão admitidos dois tipos de grupamentos para as análises discriminantes, um por ponto amostral e outro por distância da fonte sonora ou linhas (transectos). Será admitido como hipótese nula de que não há diferença no comportamento vocal dos machos nos diferentes pontos ou linhas amostrais. As correlações serão feitas entre os parâmetros do canto e a intensidade do ruído de fundo.

Terceira fase

Caso haja alguma espécie que (a) possua grande sobreposição das faixas espectrais do canto com as faixas ocupadas pelo ruído e que (b) ocorra no transecto 5 (ponto mais distante da fonte emissora de ruído) e não no transecto 1, 2 e 3 (ponto mais próximo da fonte emissora), ela deverá ser incluída nesta fase.

Para confirmar se o ruído de fundo gerado pelo empreendimento altera o comportamento vocal e também testar o limite de intensidade de ruído tolerável, serão efetuados experimentos com playback envolvendo machos de duas espécies posteriormente selecionadas.

O desenho experimental consiste de gravação da vocalização de um macho durante um minuto antes da execução do playback, durante a execução, em seus intervalos e três minutos depois. O playback do ruído terá duração de um minuto e intervalos de 30 segundos. A cada apresentação do playback, haverá um acréscimo de 2 dB. Os valores das intensidades das apresentações serão decididos posteriormente. A caixa acústica terá sua intensidade calibrada com

decibelímetro distando 1m, mesma distância que deverá distar do objeto testado. (Estes valores podem sofrer modificações para se adequar ao tipo de canto da espécie em questão). A intensidade máxima utilizada nestes experimentos deverão ser suficiente para inibir a atividade de vocalização dos machos. Este valor deverá indicar o limite máximo tolerável de ruído.

Sabendo-se o limite máximo de ruído tolerável, o nível de ruído gerado pelo empreendimento e o padrão de degradação do som, é possível estimar a distância.

3.1.1.5 Aves

O ruído pode interferir nos sistemas de comunicação reduzindo a eficiência de transmissão de um sinal (KLUMP, 1996). Esse efeito recebe o nome de mascaramento, e ocorre quando um sinal possui intensidade menor que a intensidade do ruído, impossibilitando seu reconhecimento. O mascaramento, no entanto, não ocorre no mesmo nível do ruído. Aves, assim como humanos, podem detectar sinais abaixo do nível de ruído presente, efeito conhecido por “cocktail party effect”. O estudo das respostas comportamentais de aves ao ruído produziu um número considerável de trabalhos. Esses estudos indicam que as aves reagem ao ruído por meio do aumento da intensidade e frequência utilizadas em suas vocalizações. Entretanto, para se compreender os impactos do ruído na comunicação animal se faz necessário que abordemos o problema de uma forma espacial, buscando a compreensão do modo como o ruído altera, por exemplo, o alcance de comunicação. Somente recentemente essa abordagem passou a ser usada, e demonstrou uma redução de mais de 90% no alcance da comunicação de psitacídeos. O problema do efeito do ruído no alcance de comunicação recebeu, no entanto, pouca atenção.

O estudo das respostas comportamentais de aves ao ruído produziu um número considerável de trabalhos (BRUMM, 2004; SLABBEKOORN & PEET, 2003; SUN & NARINS, 2005). Esses estudos indicam que as aves reagem ao ruído por meio do aumento da intensidade e frequência utilizadas em suas vocalizações (mas ver DIAS, *et al.* 2011). Esse projeto busca a determinação da influência negativa do ruído na avifauna. Em especial buscamos elucidar dois pontos: 1) em que distâncias o ruído de uma mina tem influência direta na comunicação das aves;

e 2) que efeitos diferentes níveis de ruído têm sobre o alcance de comunicação da avifauna.

Antes de efetivamente descrever o ruído e o sinal, se faz necessário entender o que são. O ruído sonoro pode ser definido, de forma ampla, como qualquer som que possa interferir no reconhecimento de um sinal. O sinal, por sua vez, é o objeto da comunicação, é ele que traz a mensagem para seu destinatário. O ruído é todo o restante, todo e qualquer som que poderia interferir na comunicação. Isso torna a definição do ruído relativa, dependente da identidade do sinal, e ainda, indica que mesmo em sistemas naturais o ruído está presente, dado que o canto de uma ave pode ser interpretado como ruído dependendo de qual seja o sinal. Por isso realizaremos duas análises distintas, uma a partir dos ruídos presentes em áreas sem alteração (ruídos naturais), e outra com os ruídos presentes nas áreas alteradas (ruídos antrópicos + ruídos naturais). Se houver necessidade, poderemos ainda fazer uma análise do espectro e direcionabilidade do ruído provocado por cada um dos maquinários. Isso permitiria a modelagem espacial dos ruídos de cada uma das máquinas e a determinação da distância em que todo esse maquinário pode ser considerado como uma fonte única de ruído (tal como realizado em de ARAÚJO, 2011).

A modelagem da propagação sonora

O modelo de decaimento sonoro descrito em Araújo (2011) permite determinar o valor da intensidade de uma ou mais fontes sonoras ao longo do espaço. O modelo é obtido por meio de medidas de intensidade sonora e de distância. Essas medidas serão utilizadas no ajuste do modelo teórico de decaimento, permitindo a estimativa das constantes das equações que descrevem a intensidade sonora em função da distância. As equações obtidas definem a forma como a intensidade sonora varia em função da distância da fonte, sendo possível obter-se a intensidade resultante de múltiplas fontes sonoras, num plano geográfico, tal como apresentado na Figura 4. Essas equações serão utilizadas para determinar, especialmente, a contribuição de cada maquinário específico na formação do ruído, e na obtenção de uma estimativa do ruído

resultante. Poderemos ainda determinar a que distância um conjunto de fontes sonoras pode ser tratada como uma fonte única.

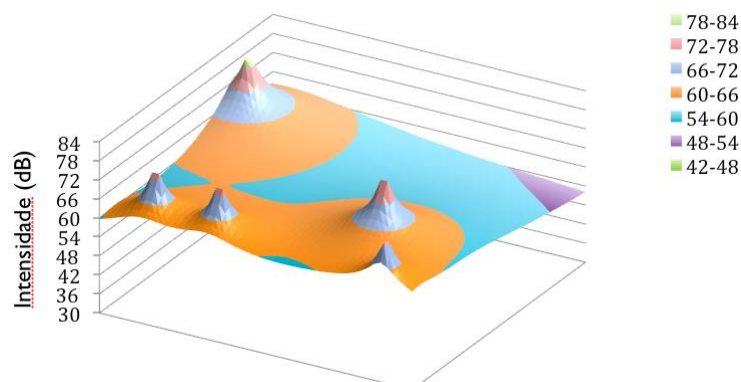


Figura 4: Intensidade do som de múltiplas fontes sonoras em um espaço geográfico. Os picos do gráfico representam a intensidade de cada fonte sonora.

O som se propaga de forma distinta em relação à altura do solo, já que barreiras e alterações nas condições atmosféricas podem provocar mudanças em aspectos físicos da propagação, tais como a absorção ou reflexão (Figura 5). Assim, para uma descrição apropriada da propagação de um som no ambiente é necessário que as medidas sejam realizadas em diferentes alturas, gerando-se um modelo de decaimento para cada estrato. Uma vez que aves utilizam diferentes estratos da vegetação, é especialmente importante a consideração desse aspecto, já que espécies diferentes de aves podem ser afetadas de forma igualmente diferente em função do estrato utilizado. Para tal, propomos a utilização de um *array* de quatro microfones de medida montados em uma haste, e acoplados em um gravador multipista de quatro canais (tal como indicado na Figura 5 abaixo). Isso possibilitará a comparação do ruído em relação à altura, tanto em termos espectrais, quanto em termos de sua intensidade, uma vez que no início de cada medida esses microfones receberão um sinal de intensidade conhecida a partir de um gerador de ruído.

Cada gravação consiste em quatro canais, sendo um para cada estrato. Elas terão uma duração de dois minutos, e serão realizadas, em distâncias de 100m ao longo do transecto. As medidas serão realizadas de forma intercalada em 2 transectos distintos, sendo um sob a influência do ruído antrópico, e um segundo contendo somente ruídos naturais.

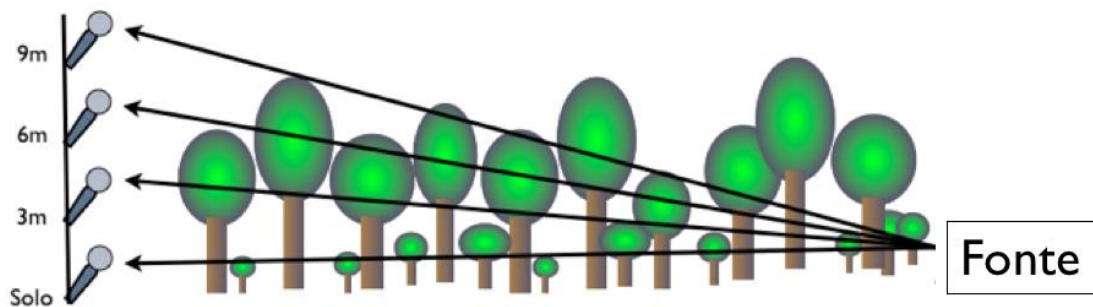


Figura 5: Ilustração do *array* de microfones utilizados na determinação da propagação de uma fonte de ruído, e de como esse som pode sofrer interferências de natureza distinta durante sua propagação, em diferentes alturas.

Analisaremos as gravações realizadas, comparando os níveis de intensidade sonora e espectro do ruído em diferentes estratos, tanto nas áreas alteradas, como na área de ruído natural. Isso nos permitirá determinar que aspectos do espaço acústico são alterados pela presença da atividade mineradora, e em que distância esses efeitos negativos persistem. As análises serão realizadas em um microcomputador utilizando-se um analisador de frequência, e/ou gráficos de espectros de potência, resultando em valores de intensidade para cada banda de frequência, e de seu nível resultante.

Impactos do Ruído na Comunicação sonora das Aves

Se por um lado o nível do ruído influi diretamente na comunicação sonora de uma ave, a determinação da influência do ruído sobre a detecção de um sinal acústico só se torna possível diante da compreensão das características físicas do próprio sinal, tal como sua frequência ou intensidade. Isso porque o mascaramento de um sinal ocorre quando este possui intensidade inferior a do ruído e frequências próximas (BACKUS 1977, DE MARCO 2002), ou pelo fato de que as características de propagação de um sinal tem uma estreita relação com suas características físicas (CHAPPUIS 1971, MORTON 1975, SUTHERLAND & DAIGLE 1998). Ainda, a questão tem de ser abordada espacialmente, dado que tanto o sinal, quanto o ruído variam sua intensidade no espaço, e diferentes características do meio podem alterar a propagação do som.

Levando-se em conta que a propagação sonora sofre diferentes efeitos de acordo com o estrato, uma análise da distribuição vertical das espécies e do ruído presente se faz necessária. O objetivo dessa seção é descrever a propagação

sonora do canto de algumas espécies, e o alcance de comunicação sob diferentes níveis de ruído.

A escolha das espécies-alvo

A escolha das espécies só poderá ser realizada de acordo com a determinação preliminar da composição da avifauna local. As espécies devem ser abundantes, e como um todo, utilizar diferentes estratos da vegetação. Devem possuir ainda uma comunicação ativa, de forma a possibilitar as medidas necessárias.

Descrição dos sinais

A propagação do som depende das características físicas do sinal analisado. A frequência dominante do sinal, por exemplo, tem relação direta na forma com que sua propagação se dá no espaço (CHAPPUIS, 1971; MORTON, 1975; WILEY E RICHARDS, 1978; RYAN & BRENOWITZ, 1985), forma que para que possamos resolver a propagação sonora no espaço se faz necessário que realizemos uma breve descrição das vocalizações escolhidas. Para tal, realizaremos gravações das vocalizações com o auxílio de uma parábola e um microfone dinâmico. Essas vocalizações serão analisadas por meio do Raven, um software de análise criado especialmente para análises de vocalizações. A partir das gravações iremos obter parâmetros físicos tais como: as frequências fundamentais máximas e mínimas, frequência dominante, modulações ou duração de cada vocalização (sinal). Esses dados nos permitirão realizar uma descrição mais fina da propagação sonora.

Descrição dos estratos utilizados

Realizaremos medidas do estrato utilizado por meio de um distanciômetro e um clinômetro. Esses equipamentos nos fornecerão dados de distância e ângulo das aves vocalizantes em relação ao observador, permitindo, por meio do uso de trigonometria, a estimativa da altura em que uma ave vocalizava. Essas medidas nos auxiliarão a identificar diferenças na utilização do estrato, e dessa forma, identificar a que efeitos negativos essas vocalizações estão submetidas, já que diferentes estratos sofrem diferentes efeitos.

A modelagem da propagação sonora

Por meio da realização de medidas de intensidade com distância controlada iremos obter pontos de distância e intensidade sonora dos cantos das diferentes espécies alvo. Essas medidas serão realizadas em diferentes alturas, por meio do uso de um *array* de microfones. Assim como discutido na seção 2 desse projeto, esses dados serão utilizados na determinação da equação de propagação do som das espécies alvo ao longo da mata (em diferentes estratos verticais), seguindo-se o modelo teórico descrito por de Araújo (2011). Uma vez estimados os valores de intensidade de canto e distância, ajustaremos as curvas de decaimento, obtendo com isso a melhor estimativa de como esses sinais se propagam em relação a distância (Figura 6). Utilizaremos os dados de intensidade obtidos no microfone mais próximo do estrato preferido da espécie, realizando a modelagem em relação a esse estrato.

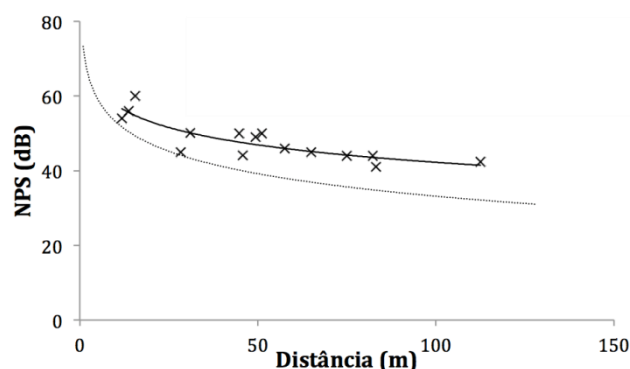


Figura 6: Modelagem do decaimento de intensidade sonora ao longo da distância. Adaptado a partir de Araújo (2011).

Por meio da seção 2 obteremos modelos que nos permitem prever como o ruído se comporta no espaço. Uma vez determinado o ruído naturalmente presente, será possível prever quando os valores se equivalem, e dessa forma quando o ruído passa a ter pouca influência na comunicação sonoras das aves (Figura 7).

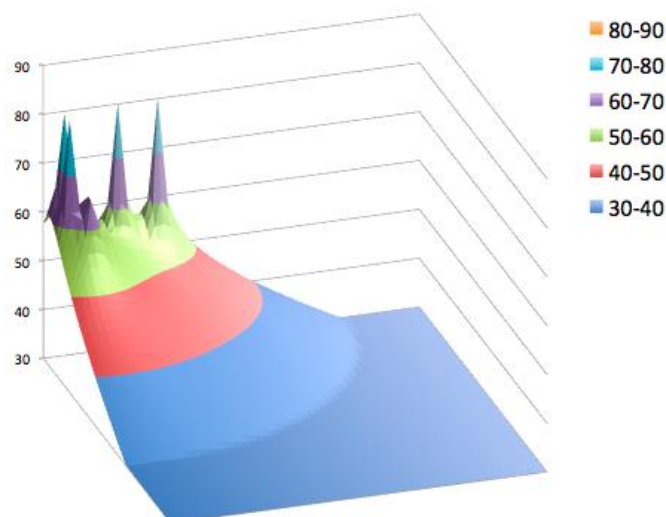


Figura 7: A propagação de seis fontes sonoras no espaço. O plano de 30 dB representa uma medida comum de ruído em áreas naturais.

Uma vez determinado o estrato preferencial das espécies-alvo, modelaremos a intensidade do sinal no espaço (Seção 3) em função estrato preferido. Esses dados nos permitem, levando em consideração o efeito *cocktail party*, estimar a distância de comunicação efetiva dessas aves. Esperamos que o ruído encontrado nas proximidades da mina seja maior que o encontrado em localidades inalteradas, impondo uma restrição maior a comunicação sonora. Dessa forma a metodologia permite não só avaliar em que distância o ruído provocado pela atividade mineradora pode ter efeitos na comunicação das espécies de aves estudadas, mas também determinar a redução de alcance provocado por cada nível de ruído (Figura 8).

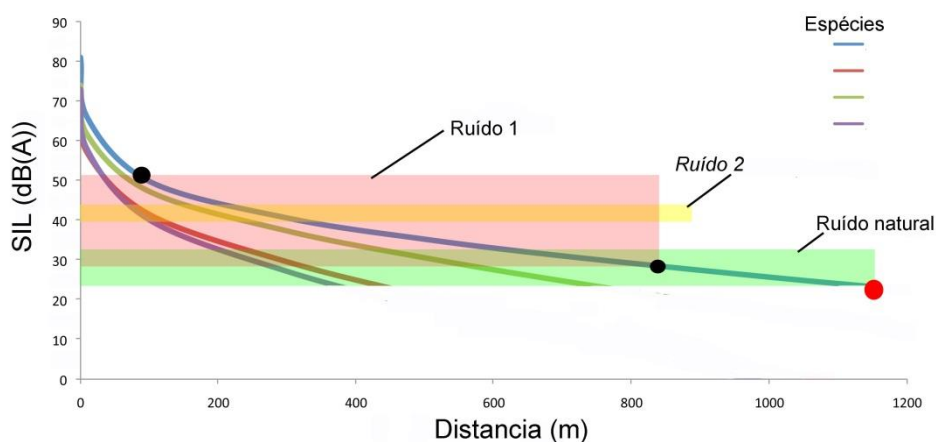


Figura 8: Figura ilustrativa apresentando os modelos de decaimento de quatro espécies hipotéticas (Linhas coloridas), submetidas a três níveis de ruído sonoro (corrigidos pela capacidade de detecção da espécie), sendo dois antropogênicos (ruído 1, ruído 2) e um natural (ruído natural). Os pontos representam a estimativa de alcance de comunicação da espécie azul, em um ambiente submetido aos valores máximos e mínimos de ruído 1 (pontos pretos), e o mínimo de ruído encontrado sem interferência humana (ponto vermelho).

3.1.1.6 Taxa de cobertura de plantas Herbáceas

A estrutura e composição da vegetação afeta diretamente os outros componentes da biodiversidade e, por isso, podem ser utilizados como indicadores da biodiversidade como um todo. Na área de vegetação de canga serão estabelecidos 6 transectos de 10x250m, onde serão delimitadas unidades amostrais de 1x5m, a cada 25m, totalizando 60 parcelas de 1x5m (Figura 9). Nestas unidades amostrais serão mensuradas as plantas herbáceas a partir de critérios a serem definidos após visita em campo.

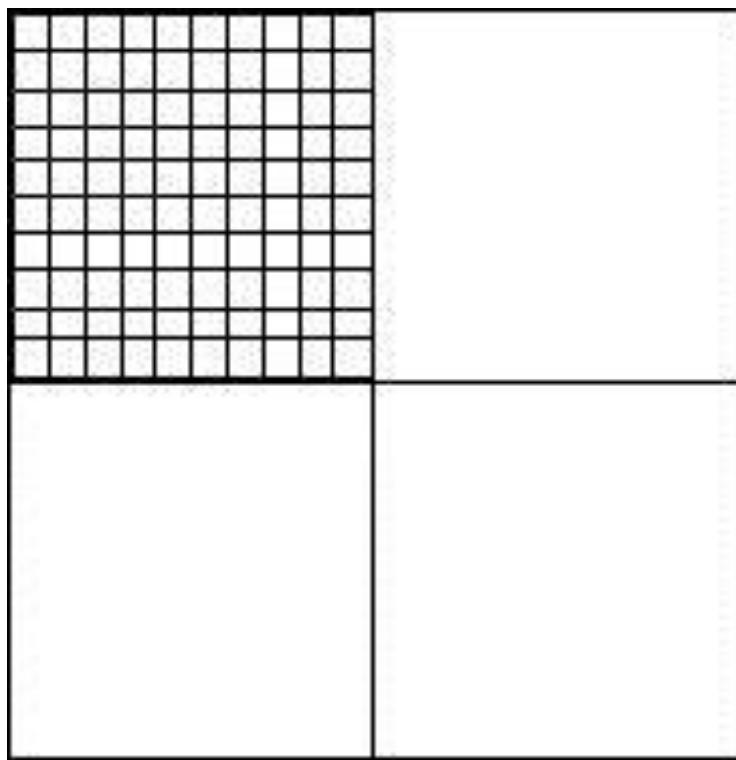


Figura 9: Quadrado de 1 x 1 m, subdividido em quatro quartos de 25 x 25 cm, um quarto subdividido em 5 x 5 cm., para ser utilizado na estimativa da taxa de cobertura da comunidade de plantas herbáceas em canga.

Serão coletadas amostras de plantas férteis (com flores e/ou frutos) conforme procedimentos de Fidalgo & Bononi (1989). Para cada material botânico fértil coletado, será preenchida uma ficha de campo contendo informações específicas sobre o ambiente e o espécime coletado. O material botânico será herborizado seguindo técnicas usuais em taxonomia, montado em cartolina e será incorporado ao Herbário BHCB do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Minas Gerais, com cópias para o Herbário da Flona Carajás. A identificação taxonômica das espécies será feita por meio de bibliografia específica, comparação com exsiccatas depositadas no Herbário BHCB e Flona Carajás, e através da contribuição de especialistas. A classificação taxonômica seguirá o sistema do *Angiosperm Phylogeny Group III* (APG III, 2009), baseando-se no site da Flora do Brasil, do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (Forzza *et al.*, 2012).

Para a área de estudo serão calculados parâmetros de riqueza e os parâmetros fitossociológicos de frequência, cobertura absolutas e relativas e o índice de valor de importância, de acordo com as equações tradicionais para o método de parcelas (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974; BROWER & ZAR, 1984). A análise da diversidade beta, ou similaridade entre amostras no espaço e no tempo (WHITTAKER, 1977; MAGURRAN, 1988), será realizada através da Análise de Coordenadas Principais (PCoA), técnica bastante robusta para dados que não são necessariamente normais e que possam apresentar “outliers” (CLARKE, 1993). As matrizes de dados utilizadas nas ordenações PCoA serão baseadas na presença-ausência de espécies nas amostras, com a medida de distância de Sorensen (TUOMISTO *et al.*, 2003; NASCIMENTO *et al.*, 2006, TER STEEGE *et al.*, 2006). Para a análise da mudança da riqueza de espécies ao longo do tempo será realizada a comparação através da rarefação dos indivíduos das espécies (GOTELLI & GRAVES, 1996; MORENO, 2001).

3.1.1.7 Abelhas

Abelhas são um grupo muito bem estudado em sistemas tropicais e um indicador direto da função de polinização em um sistema. Muitas espécies podem ser afetadas por contaminantes ambientais e representarem bons

indicadores desse impacto. As alterações do habitat por impacto também as afetam diretamente devido à suas necessidades de locais de nidificação e sua dependência de plantas como recursos. Bons protocolos de coletas estão disponíveis e o conhecimento de sua taxonomia está em estágio avançado.

Para abelhas a coleta de dados ocorrerá de forma padronizada, segundo a metodologia empregada por Silveira *et al.* (1993). Não será usado nenhum atrativo, pois o objetivo é saber quais abelhas utilizam os recursos disponíveis na canga, naturalmente. As amostragens serão feitas nas parcelas de 10x250m que serão percorridas a pé durante o horário de atividade das abelhas por dois coletores. Todas as plantas encontradas em flor serão examinadas em busca de abelhas, as quais serão coletadas com rede entomológica. Os dados referentes a dia, hora, local e plantas em flor serão anotados. Cada indivíduo de abelha coletado será disposto em frascos mortíferos, acondicionado em saquinho de papel. Estas amostragens serão realizadas dentro do horário de maior atividade das abelhas (8 às 16h). As abelhas coletadas serão montadas em alfinete entomológico, etiquetadas e depositadas na coleção de referência da UFMG ou do Museu Goeldi. Sua identificação será alcançada com a utilização de chaves taxonômicas e por comparação com abelhas identificadas previamente por especialistas e depositadas na coleção. A coleta para este grupo será semestral.

Análise dos Dados

Caracterização das faunas locais. Será feita com base na abundância populacional, na riqueza de espécies e na composição faunística, como em Silveira *et al.* (1993) e Silveira & Campos (1995). A abundância populacional será expressa pelo número de indivíduos capturados durante as coletas padronizadas, dividido pelo número de horas de coleta empregado. A riqueza relativa de espécies será medida pelo número esperado de espécies (Hurlbert, 1971) em uma amostra aleatória de pelo menos 400 indivíduos, de acordo com a recomendação de Cure *et al.* (1990).

Comparação entre as faunas locais. Será feita comparação das faunas de cada parcela com base nos parâmetros avaliados na caracterização das faunas (abundância, riqueza e na composição faunística). A contribuição de cada tribo

e gênero para o total de espécies e indivíduos coletados será utilizada para estimar a similaridade entre os vários locais a serem comparados. Tal estimativa será obtida com o emprego do índice de similaridade percentual de Renkonen (recomendado por Wolda, 1981 para amostras pequenas) e utilizada para agrupar as várias faunas locais de acordo com suas similaridades médias.

Impacto: Perda de habitat

Hipótese: A comunidade de abelhas será afetada com diminuição de diversidade e/ou sobreposição de nichos, na parcela imediatamente adjacente à mineração. Espera-se com os dados coletados, que a uma distância de 2Km essa comunidade não sofra influência da mineração em relação à perda de diversidade e sobreposição de nichos.

Neste caso é necessário saber se existe variação na composição da fauna ao longo do gradiente de distancia da mineração. Para isso deve-se analisar os dados de similaridade entre os pares de parcelas. Assim, se houver semelhança entre as parcelas próximas à mineração e as parcelas distantes, por exemplo, é porque a mineração teria pouca influencia na atividade das abelhas; ou o contrário.

3.1.1.8 Pequenos Mamíferos

Além da importância numérica, estudos recentes sobre a ecologia das espécies e das comunidades de pequenos mamíferos não-voadores mostram que este grupo exerce influência na dinâmica das florestas neotropicais através de predação de sementes e plântulas e da dispersão de sementes e fungos micorrízicos (JANOS, SAHLEY *et al.*, 1995; SANCHEZ-CORDERO & MARTINEZ-GALLARDO, 1998; MANGAN & ADLER, 2000). Ademais, são bons indicadores das alterações locais do hábitat, (JANOS, SAHLEY *et al.*, 1995; SANCHEZ-CORDERO & MARTINEZ-GALLARDO, 1998; MANGAN & ADLER, 2000), uma vez que algumas espécies de pequenos mamíferos apresentam especificidade no uso de microhabitats (VIEIRA E MONTEIRO-FILHO, 2003; LAMBERT, MALCOLM., 2005; LEITE, 2006; PARDINI & UMETSU, 2006).

Comparando as comunidades de pequenos mamíferos pode-se notar que algumas espécies são abundantes em determinados habitats e ausentes em outros, fato que possivelmente está relacionado com as características estruturais do ambiente, o que pode influenciar na distribuição e abundância das espécies (KELT, 2000). Assim, é de extrema importância para a conservação, trabalhos que compreendam a estrutura e a organização da mastofauna neotropical.

Este estudo visa a avaliar o impacto da diminuição de habitat ocasionado pela atividade mineradora na comunidade de pequenos mamíferos (Ordens Didelphimorphia e Rodentia), nas Cangas de Serra Sul (corpo A e D) da Floresta Nacional de Carajás.

Em cada canga estudada, os pequenos mamíferos não-voadores serão amostrados em três parcelas de 250m. As armadilhas serão alocadas em pares, em 15 pontos nas parcelas previamente e distantes entre si 18 m, totalizando 30 armadilhas em cada parcela. As armadilhas de contenção viva, dos tipos *Sherman* e *Tomahawk*, ficarão abertas durante cinco noites consecutivas.

As análises das comunidades e riquezas de pequenos mamíferos, serão realizadas levando-se em consideração as diferentes distâncias do impacto oriundo das atividades minerárias.

3.1.2 Parâmetros Físicos

Além das comunidades biológicas haverá coletas de dados de parâmetros físicos em cada ponto amostral que possam caracterizar variáveis ambientais e variáveis que definam os impactos analisados. O Monitoramento destes parâmetros ocorrerá no mesmo período do monitoramento biótico.

3.1.2.1 Ruído

O Ruído será monitorado concomitante com os estudos de bioacústica onde serão realizadas medidas de frequência, intensidade e duração dos ruídos, oriundos das atividades minerárias. Será realizada uma modelagem do ruído oriundo da mineração conforme metodologia descrita anteriormente.

3.1.2.2 Poeira

As medições de poeira serão obtidas através dos modelos de dispersão já executados na Flona de Carajás, no entorno das atividades de mineração.

3.1.2.3 Disponibilidade Hídrica

O balanço hídrico de cada microbacia monitorada será usado como indicador de disponibilidade hídrica para a comunidade biológica. O balanço hídrico pode ser entendido como a relação de demandas pela água *versus* suas respectivas utilidades, ou demandas. Assim, considera-se esse balanço como um sistema de entradas e saídas. A Figura 10 esquematiza simplificada o balanço hídrico como um sistema de entradas, sendo essas representadas pelos *inputs* (I), e saídas denotadas por (Q).

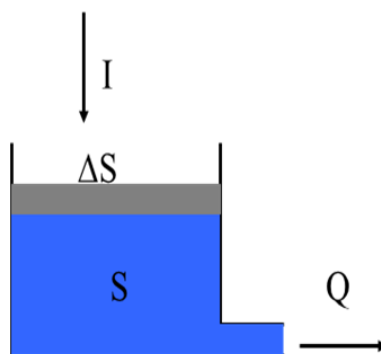


Figura 10: Esquema simplificado do balanço hídrico.

Assim, o esquema simplificado do balanço hídrico pode ser descrito matematicamente pela equação 1, a qual indica que a diferença entre os dados de entrada *I* e saída *Q* representam a variação do volume ao longo do tempo

$$\frac{dS}{dT}$$

$$I - Q = \frac{dS}{dT} \quad (1)$$

Desta forma, tem-se um sistema em equilíbrio, ou seja, o fluxo de água de entrada no sistema subtraído em relação ao fluxo de saída corresponde à zero (equação 2). Isolando-se a infiltração, ou recarga, como variável dependente nessa equação, têm-se o valor da variação do volume (ou disponibilidade hídrica) ao longo de um determinado período de tempo.

$$\sum I - \sum O = 0 \Rightarrow P - ES - ETP - R = 0 \Rightarrow R = P - ES - ETP \quad (2)$$

Onde:

P é a chuva média mensal;

ES é o deflúvio superficial médio mensal;

ETP é a evapotranspiração média mensal;

R é a recarga média mensal.

A precipitação mensal pode ser obtida pela análise dos dados disponibilizados pela Agência Nacional das Águas (ANA), enquanto os dados de evaporação serão obtidos pela consulta às Normais Climatológicas correspondentes aos registros observados no período de 1961 a 1990.

O cálculo do escoamento superficial será obtido por meio da adoção de um coeficiente de *runoff* (coeficiente de escoamento) estimado para a região, o qual será obtido por meio de consulta a trabalhos científicos já produzidos para a área de estudo.

Uma resposta importante que será obtida é que com a aquisição de dados será montado um histórico robusto do balanço hídrico antes da implantação do empreendimento, podendo servir de modelo de comparação com o balanço hídrico durante a operação do mesmo.

3.1.3 Análise de Dados

A abordagem estatística dos dados será dada através de duas linhas gerais: populacional e de comunidades. No início, com dados de curto prazo, a abundância de cada população poderá ser correlacionada com as variáveis ambientais estudadas, através de análises de regressão. Essa escolha é

adequada por permitir um maior poder dos testes mesmo com menor número de amostras, além de favorecer a interpretação de fenômenos locais (e.g. características físico-químicas do riacho) e regionais (e.g. distância da fonte poluidora) sobre o sistema. Como os pontos não foram escolhidos com distâncias que garantissem independência, todas as regressões incluirão um termo que representa a auto correlação espacial. A técnica utilizada será a SEVM-3 de acordo com Bini (2009). As variáveis relacionadas às hipóteses serão consideradas como variáveis explanatórias, mas outras variáveis relacionadas à variação ambiental serão também utilizadas como covariáveis nos modelos.

Com dados de longo prazo, além da abordagem de regressão, as análises também irão focar sobre as tendências das populações ao longo do tempo em cada área de amostragem: impactada e não impactada. Neste caso o objetivo será o de detectar declínios, estabilidade ou aumentos populacionais. Para se determinar a verdadeira mudança populacional, não basta verificar a mudança de um ano para outro, mas é necessário um conjunto de dados temporais de médio a longo prazo. Mudanças de um ano para outro podem significar apenas uma variação sazonal ou anual e não necessariamente tendências de declínio ou aumento populacional. Alguns programas podem ser usados para realizar estas análises, como o software MONITOR (GIBBS & ENE, 2010), que calcula a probabilidade de detecção de declínio ou aumento na população, em diferentes taxas anuais e sob diferentes esforços amostrais (anos de monitoramento e número de repetições).

A abordagem de comunidade será feita também com análises de regressão, entretanto permite um outro tipo de comparação entre comunidades. Quando dados de comunidade forem disponíveis, poderá ser testada a igualdade na riqueza de espécies entre áreas impactadas e não impactadas. É importante destacar que na comparação da riqueza entre duas comunidades quaisquer, não basta apenas padronizar as unidades amostrais, o número de redes, armadilhas ou tempo de coleta. O número de indivíduos amostrados influencia na comparação da riqueza entre duas áreas e deve ser anulado, sendo que a ferramenta recomendada para isso é o método de rarefação, com o software Past 3.0 (HAMMER *et al.*, 2001). Por outro lado também devemos admitir que,

embora duas áreas possam ter a mesma riqueza de espécies, as espécies podem não ser equivalentes, ou seja, elas podem ter o mesmo número de indivíduos e de espécies e não possuírem nenhuma espécie em comum (SIMBERLOF, 1978). Então é necessária uma análise de similaridade e para testar se existe similaridade taxonômica entre as comunidades testadas. Para esta análise deve ser usada uma técnica de ordenação.

A ordenação é um termo empregado para se referir às diferentes técnicas multivariadas. Estas técnicas fazem com que as unidades amostrais sejam arranjadas (ou ordenadas) geralmente em relação a dois eixos (ou variáveis), que conseguem capturar a maior parte dos padrões encontrados nos dados originais, de modo que as suas posições relativas aos dois eixos mostram as similaridades taxonômicas entre si.

Há diversas técnicas de ordenação e dentre elas destacam-se o Escalonamento Multidimensional (em inglês: Non-metric Multidimensional Scale - NMDS), a Análise de Coordenadas Principais (PCoA) e a Análise de Correspondência Destendenciada (DCA). Todas são baseadas em matrizes de distância (similaridade), sendo que o NMDS e o PCoA são mais robustas para dados não-normais e que apresentam ruídos e “outliers” (CLARKE, 1993), tais como dados advindos de comunidades tropicais. Assim, tanto o NMDS quanto a PCoA são considerados excelentes métodos para descrever gradientes ecológicos (FAITH et al., 1987). Outra vantagem destas duas técnicas é que, sendo baseadas em distâncias ordenadas, tendem a linearizar a relação entre a distância das unidades amostrais e a distância da composição, relevando assim o problema denominado “zero-truncation”, que é característico dos outros métodos de ordenação que usam dados heterogêneos (BEALS, 1983). No entanto, uma vantagem da PCoA é que, ao contrário do NMDS, produz eixos totalmente ortogonais e, assim, podem ser usados em análises inferenciais (ANDERSON & WILLIS, 2003), como por exemplo em Análises de Variância Multivariada (MANOVA).

4 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

4.1 MONITORAMENTO DOS BIOINDICADORES

4.1.1 Reconhecimento e Instalação das Unidades Amostrais

Responsáveis:	Beatriz Carvalho, Roberto Franco e Nathali Cardoso
Execução:	VALE/AMPLO
Equipe:	Victor Bergamaschi e Mayla Barbirato
Início:	03/10/2013
Final:	19/10/2013

4.1.2 Obtenção de licença

Responsáveis:	Beatriz Carvalho
Execução:	VALE
Equipe:	Victor Bergamaschi e Mayla Barbirato
Início:	01/09/2013
Final:	30/09/2013

4.1.3 Mobilização e Crachás

Responsáveis:	Paulo Maia, Beatriz Carvalho, Nathali Cardoso
Execução:	AMPLO
Equipe:	Nathali Cardoso, Débora Calixto, Fabiano
Início:	01/08/2013
Final:	12/10/2013

4.1.4 1ª Campanha de Campo – 1ª Estação Chuvosa

Responsáveis:	Samir Rolim e Beatriz Carvalho
Execução:	AMPLO
Equipe:	Samir Rolim, Beatriz Carvalho, Ulisses Galatti, Natália Ardente, Felipe Maerschner e Estefane Siqueira
Início:	04/11/2013
Final:	20/12/2013
Relatório:	20/02/2014

4.1.5 Manutenção das trilhas

Responsáveis:	Victor Bergamaschi, Beatriz Carvalho e Fabiano
Execução:	VALE/AMPLO
Equipe:	Victor Bergamaschi e Mayla Barbirato, Nathali Cardoso e Beatriz Carvalho
Início:	25/04/2014
Final:	25/05/2014

4.1.6 Vistoria pré-campo

Responsáveis:	Victor Bergamaschi, Beatriz Carvalho e Fabiano
Execução:	VALE/AMPLO
Equipe:	Victor Bergamaschi e Mayla Barbirato, Nathali Cardoso e Beatriz Carvalho
Início:	26/05/2014
Final:	31/05/2014

4.1.7 2ª Campanha de monitoramento 1ª Estação seca

Responsáveis:	Samir Rolim e Beatriz Carvalho
Execução:	AMPLO
Equipe:	Nathali Cardoso, Beatriz Carvalho, Marcos Bilate, Carlos Araújo, Leandro Juen, Ulisses Galatti, Natália Ardente, Felipe Maerschner e Estefane Siqueira
Início:	01/06/2014
Final:	30/07/2014
Relatório:	30/09/2014

Com o intuito de padronizar o período de amostragem, atenuar o número de pessoas circulando na mesma área e diminuir as despesas do estudo (passagens, deslocamento, aluguel de veículo, etc.), os pesquisadores monitorarão as quatro áreas estudadas em escala.





4.2 CRONOGRAMA DE CAMPO

4.2.1 Estação Chuvosa

Serviços / Equipe	novembro-13																													
	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
Monitoramento Biológico de Disponibilidade Hídrica																														
EPT e Odonata - 05 pessoas																														
Herpetofauna - Ulisses - 04 pessoas																														
Meio Físico - Diego e Mateus - 03 pessoas																														
Meio Físico - Edivane - 03 pessoas																														
Ictiofauna - 03 pessoas																														
Pteridófitas - 03 pessoas																														
Monitoramento Biológico de Poeira																														
Herpetofauna - Selvino - 04 - pessoas																														
Monitoramento Biológico de Ruído																														
Avifauna - 02 pessoas (Canuto)																														
Avifauna - 01 pessoas (Carlos)																														
Avifauna - 02 pessoas (Lincoln)																														
Herpetofauna Ruído - 03 pessoas																														
Monitoramento Biológico de Diminuição de Habitat																														
Apifauna - 03 pessoas																														
Taxa de cobertura de plantas herbáceas - 04 pessoas																														
Masofauna - Pequenos - 03 pessoas																														
Vistoria de Segurança																														
Técnico de Segurança - 01 pessoa																														
Efetivo em campo	13	14	14	14	14	13	13	13	13	13	13	13	05	05	05	03	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	06	06	06	

	dezembro-13													
Serviços / Equipe	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
Monitoramento Biológico de Disponibilidade Hídrica														
EPT e Odonata - 05 pessoas														
Herpetofauna - Ulisses - 04 pessoas														
Meio Físico - Solos - 03 pessoas														
Meio Físico - Água - 03 pessoas														
Ictiofauna - 03 pessoas														
Pteridófitas - 03 pessoas														
Monitoramento Biológico de Poeira														
Herpetofauna - Selvino - 04 - pessoas														
Monitoramento Biológico de Ruído														
Avifauna - 02 pessoas (Canuto)														
Avifauna - 01 pessoas (Carlos)														
Avifauna - 02 pessoas (Lincoln)														
Herpetofauna Ruído - 03 pessoas														
Monitoramento Biológico de Diminuição de Habitat														
Apifauna - 03 pessoas														
Taxa de cobertura de plantas herbáceas - 04 pessoas														
Masofauna - Pequenos - 03 pessoas														
Vistoria de Segurança														
Técnico de Segurança - 01 pessoa														
Efetivo em campo	06	14	15	15	15	15	14	14	14	14	14	14	14	14

Legenda




	Deslocamento
	Treinamento - Pré campo, trabalho em área remota e álcool e drogas
	Área Controle - Corpo A
	Área Impactada - Corpo D

4.2.2 Estação Seca

Serviços / Equipe	junho-14																											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
Monitoramento Biológico de Disponibilidade Hídrica																												
Ictiofauna - 03 pessoas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Meio Físico - Solos - 03 pessoas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Meio Físico - Água - 03 pessoas																		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Monitoramento Biológico de Poeira																												
Pteridófitas - 03 pessoas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Monitoramento Biológico de Diminuição de Habitat																												
Apifauna - 03 pessoas																		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Taxa de cobertura de plantas herbáceas - 04 pessoas																		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Masofauna - Pequenos - 03 pessoas																												
Vistoria de Segurança																												
Técnico de Segurança	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Efetivo em campo	10	10	10	10	09	09	09	09	09	09	06	06																
																		10	10	10	10	10	10	10	10	03	03	03

Serviços / Equipe	julho-14									
	28	29	30	01	02	03	04	05	06	
Monitoramento Biológico de Disponibilidade Hídrica										
Ictiofauna - 03 pessoas										
Meio Físico - Solos - 03 pessoas										
Meio Físico - Água - 03 pessoas										
Monitoramento Biológico de Poeira										
Pteridófitas - 03 pessoas										
Monitoramento Biológico de Diminuição de Habitat										
Apifauna - 03 pessoas										
Taxa de cobertura de plantas herbáceas - 04 pessoas										
Masofauna - Pequenos - 03 pessoas										
Vistoria de Segurança										
Técnico de Segurança										
Efetivo em campo	03	04	04	04	04	03	03	03	03	

Legenda

	Deslocamento
	Área Controle - Corpo A
	Área Impactada - Corpo D

5 EQUIPE TÉCNICA

NOME DO PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	CATEGORIA PROFISSIONAL	FUNÇÃO
Samir Rolim	Engenheiro Agrônomo	Master	Coordenador Geral
Tiago Dornas	Biólogo	Master	Coordenador do Meio Biótico
Maria Beatriz Andrade Carvalho	Bióloga	Pleno	Gestão do Projeto
Nathali Cardoso Costa	Bióloga	Pleno	Gestão do Projeto
Lucas Soares Vilas Boas Ribeiro	Biólogo	Pleno	Gestão do Projeto
Leandro Juen	Biólogo	Sênior	Coordenador Temático EPT-Odonata
Yulie feitosa Shimano	Biólogo	Pleno	Coleta de dados EPT-Odonata
José Max Barbosa de Oliveira	Biólogo	Pleno	Coleta de dados EPT-Odonata
Gilberto Nicacio Batista	Biólogo	Pleno	Coleta de dados EPT-Odonata
Thiago Pereira Mendes	Biólogo	Júnior	Coleta de dados EPT-Odonata
Fernando Geraldo de Carvalho	Biólogo	Júnior	Coleta de dados EPT-Odonata
Cláudio da Silva Monteiro Júnior	Biólogo	Júnior	Coleta de dados EPT-Odonata
Natália Ardente	Biólogo	Pleno	Coordenador Temático Pequenos Mamíferos
Airton Moura	Biólogo	Pleno	Coleta de dados Pequenos Mamíferos
Priscila Sanjuan de Medeiros	Bióloga	Pleno	Coordenadora Temática Pteridófitas
Crisvaldo Cassio Silva de Souza	Biólogo	Júnior	Coleta de dados de Pteridófitas
Gisele Teixeira da Silva	Bióloga	Júnior	Coleta de dados de Pteridófitas
Darley Calderaro Leal	Bióloga	Pleno	Coleta de dados de Pteridófitas
Carlos Araújo	Biólogo	Sênior	Coordenador Temático Avifauna
Lincoln Silva Carneiro	Biólogo	Pleno	Coleta de dados Avifauna
Marcus Canuto	Biólogo	Pleno	Coleta de dados Avifauna
Felipe Maerschner Aguiar Peixoto	Biólogo	Pleno	Coordenador Temático Cobertura vegetal
Priscilla Chaves	Biólogo	Pleno	Coleta de dados Cobertura vegetal
Luiz Carlos Batista Lobato	Técnico em Botânica		Coleta de dados Cobertura vegetal
Marcos Bilate	Biólogo	Sênior	Coordenador Temático Anfíbios-Ruído
Rafael Pontes	Biólogo	Pleno	Coleta de dados Anfíbios- Ruído
Estefane Siqueira	Biólogo	Pleno	Coordenador Temático Abelhas
Alysson Eustáquio Gurgel	Biólogo	Pleno	Coleta de dados Abelhas
Diogo França Dias Braulio Santos	Biólogo	Pleno	Coleta de dados Abelhas

NOME DO PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	CATEGORIA PROFISSIONAL	FUNÇÃO
Antonio Carlos Beaumord	Biólogo	Master	Coordenador Temático Ictiofauna
Thiago Kazuo Kitamura	Engenheiro Ambiental	Pleno	Coleta de dados Ictiofauna
Raquel Cleciane Cadore Silva	Bióloga	Pleno	Coleta de dados Ictiofauna
Helen Correa Cruz	Bióloga	Pleno	Coleta de dados Ictiofauna
Ulisses Galatti	Biólogo	Master	Coordenador Temático Anfíbios
André Ambrozio de Assis	Biólogo	Pleno	Coleta de dados Anfíbios
Caroline Angri	Biólogo	Pleno	Coleta de dados Anfíbios
Selvino Neckel de Oliveira	Biólogo	Sênior	Coleta de dados Anfíbios
João Fabricio de Melo Sarmento	Biólogo	Pleno	Coleta de dados Anfíbios
Douglas Lemos Farias	Ecólogo	Pleno	Coleta de dados Anfíbios
Larissa Zanette da Silva	Bióloga	Pleno	Coleta de dados Anfíbios
Diego Aniceto	Engenheiro Agrônomo	Pleno	Coordenador temático - Solos
Roberto Franco Júnior	Geógrafo	Pleno	Coleta de dados - Solos
Mateus Lanna Borges de Moraes	Engenheiro Agrônomo	Pleno	Coleta de dados - Solos
Edivânia Oliveira	Química	Pleno	Coordenadora Temática - Qualidade da Água
Cleiton Allan Fagundes da Rocha	Auxiliar em serviços de campo	-	Apoio nas atividades de Campo
Fabiano Miranda de Oliveira	Engenheiro de Segurança do Trabalho	Pleno	Saúde e Segurança
Mendelsohn Flaviano Silva da Conceição	Técnico Segurança do Trabalho		Saúde e Segurança
Ronald Lima da Silva	Técnico Segurança do Trabalho		Saúde e Segurança
Renilson Vasconcelos de Araújo	Técnico Segurança do Trabalho		Saúde e Segurança
José Mario do Nascimento Souza	Técnico Segurança do Trabalho		Saúde e Segurança
Aryclenes Lima Rego	Técnico Especializado		Apoio nas atividades de Campo
Carmelio de Brito Filho	Auxiliar em serviços de campo		Apoio nas atividades de Campo
Carlos Eduardo Souza Andrade	Auxiliar em serviços de campo	-	Apoio nas atividades de Campo
Otávio de Paula Filho	Auxiliar em serviços de campo	-	Apoio nas atividades de Campo
Cridiomar Alves da Silva	Auxiliar em serviços de campo	-	Apoio nas atividades de Campo
Fabricao Coelho	Técnico Segurança do Trabalho		Saúde e Segurança
Robson Brito dos Santos	Auxiliar em serviços de campo	-	Apoio nas atividades de Campo
Janaína de Mendonça Pereira	Técnico Segurança do Trabalho		Saúde e Segurança
Lalflane Silva Lucas	Técnico Segurança do Trabalho		Saúde e Segurança

6 PRODUTOS DO ESTUDO

Item	Produto	Data de Entrega
1	Plano de trabalho	06/09/2014
2	Relatório da primeira Campanha	20/02/2014
3	Relatório da segunda Campanha	30/09/2014
4	Relatório consolidado (Campanha1+Campanha2)	30/10/2014

7 CRONOGRAMA

MONITORAMENTO DE BIOINDICADORES DO PROJETO FERRO CARAJÁS S11D			
Atividade	Responsável /Execução	Início	Fim
Reconhecimento e Instalação das Unidades Amostrais - Monitoramento Bioindicadores			
Visita técnica - Avaliação dos acessos e reconhecimento das áreas de estudo	VALE - AMPLO/ Roberto Carvalho, Nathali Cardoso e Beatriz Carvalho	03/10/2013	19/10/2013
Obtenção de licença			
Obtenção e elaboração dos documentos necessários a obtenção de licença	VALE / Victor Bergamaschi e Mayla Barbirato	01/09/2013	30/09/2013
Manutenção das Trilhas			
Limpeza e Manutenção das trilhas pré-estabelecidas	VALE - AMPLO/ Nathali Cardoso e Beatriz Carvalho	25/04/2014	25/05/2014
Vistoria Pré-Campo- Monitoramento Bioindicadores			
Vistoria para aprovação SSO sobre a segurança dos profissionais envolvidos	VALE- AMPLO/ Victor Bergamaschi, Mayla Barbirato, Nathali Cardoso e Beatriz Carvalho	26/05/2014	31/05/2014
1°Campanha de Campo Monitoramento de Bioindicadores - Estação chuvosa I			
Coleta de dados Biológicos e Físicos	AMPLO / Beatriz Carvalho	04/11/2013	20/12/2013
1° Relatório Preliminar Monitoramento de Bioindicadores - Estação chuvosa I			
Apresentação dos dados consolidados obtidos no estudo	AMPLO / Samir Rolim, Beatriz Carvalho e Coordenadores temáticos	20/12/2013	20/02/2014
Vistoria Pré-Campo - Monitoramento Bioindicadores			
Vistoria para aprovação SSO sobre a segurança dos profissionais envolvidos	VALE- AMPLO/ Nathali Cardoso e Beatriz	26/05/2014	31/05/2014
2°Campanha de Campo Monitoramento de Bioindicadores - Estação seca I			
Coleta de dados Biológicos e Físicos	AMPLO / Beatriz Carvalho e Nathali Cardoso	01/06/2014	30/07/2014
2° Relatório Monitoramento de Bioindicadores - Estação seca I			
Apresentação dos dados obtidos no estudo	AMPLO /Beatriz Carvalho e Coordenadores temáticos	30/07/2014	30/09/2014
Relatório Consolidado Monitoramento de Bioindicadores			
Consolidação dos dados obtidos no estudo	AMPLO /Beatriz Carvalho e Coordenadores temáticos	30/09/2014	30/10/2014

8 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Abrunhosa, P.A., Wogel, H. & Pombal, J.P., JR., Anuran temporal occupancy in a temporary pond from the Atlantic Rain Forest, south-eastern Brazil. *Herpetological Journal* 16: 115-122, 2006.

Ab'Saber, A. Geomorfologia da região. Carajás: Desafio Político, Ecologia e Desenvolvimento, v. 5, p. 88-124, 1986.

Anderson, M.J. & Willis, T.J. Canonical analysis of principal coordinates: a useful method of constrained ordination for ecology. *Ecology*, 84, 511-525, 2003.

Angrisano EB Insecta Trichoptera. In: Lopretto EC and Tell G (eds), *Ecosistemas de aguas continentales: metodologias para su estudio*. pp. 1199-1237, Ediciones Sur, La Plata., 1995.

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161:105-121, 2009.

Azevedo-Ramos, W.E. Magnusson, e P. Bayliss. Predation as the key factor structuring tadpole assemblages in a savanna area in Central Amazonia. *Copeia*, 1999: 22-33, 1999.

Bachmann AO and Mazzuconi SA Insecta Heteroptera. In: Lopretto EC and Tell G (eds), *Ecosistemas de agua continentales: metodologias para su estudio*. pp. 1291-1301. Ediciones Sur, La Palta, 1995.

Backus, J. *The Acoustical Foundations of Music, Musical sounds: its properties, production, behavior, and reproduction*. W. W. Norton & Company: Nova Iorque, EUA, 1977.

Barbour MT, Gerritsen J, Snyder BD and Stribling JB. *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*. Environmental Protection Agency, Washington, p.-226, 1999.

Barinaga, M. Where have all the frogs gone? *Science* 247:1033-1034, 1990.

Beals, E. W. Bray-Curtis ordination: an effective strategy for analysis of multivariate ecological data. *Advances in Ecological Research*, 14: 1-55, 1984.

Bergallo, H.; Magnusson, W. Effects of weather and food availability on the condition and growth of two species of rodents in Southeastern Brazil. *Mammalia*, v. 66, n. 1, p. 17-32, 2002.

Bilate, M. *Biologia reprodutiva de *Physalaemus signifer* (Girard, 1853) (Amphibia, Anura)*. Tese (doutorado) – UFRJ/ Museu Nacional/ Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) 158 pp, 2012.

Bilate, M. Comportamento acústico de *Dendropsophus meridianus* (B. Lutz, 1954) (Amphibia, Anura). Dissertação (mestrado) – UFRJ/ Museu Nacional/ Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) 136, 2007.

Bilate, M., Wogel, H., Weber, L.N. & Abrunhosa, P.A. Vocalização e girino de *Leptodactylus spix* HEYER, 1983 (Amphibia – Anura – Leptodactylidae) Arquivos do Museu Nacional 64(3): 235-245., 2007 “2006”.

Bispo PC, Froehlich CG and Oliveira LG Spatial distribution of plecoptera nymphs in streams of a mountainous area of Central Brazil. Brazilian Journal of Biology 62:409-417, 2002.

Blaustein, A.R. & Wake, D.B. Declining amphibian population: a global phenomenon? Trends in Ecology and Evolution 5:203-204, 1990.

Bonvicino, C.; Oliveira, J. A. D.; D'Andrea, P. S. Guia dos roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseados em caracteres externos. Rio de Janeiro: Organização Pan-Americana da Saúde. pp120 .2011, 2008.

Borcard D and Legendre P All-scale spatial analysis of ecological data by means of principal coordinates of neighbour matrices. Ecological Modelling 153:51-68, 2002

Borcard D, Legendre P, Avois-Jacquet C and Tuomisto H Dissecting the spatial structure of ecological data at multiple scales. Ecology 85:1826-1832, 2004

Borges S. H. & Guilherme, E. Comunidades de aves em um fragmento florestal urbano em Manaus, Amazonas, Brasil. Ararajuba 8:17-23, 2000.

Brower, J.E.; Zar, J.H. Field & laboratory methods for general ecology. Dordrecht, W.C. Brown Publishers. 226p. 1984.

Brown AV and Brussock PP Comparisons of benthic invertebrates between riffles and pools. Hydrobiologia 220:99-108, 1991.

Brown Jr KS and Hutchings RW Disturbance, Fragmentation, and the Dynamics of Diversity in Amazonian Forest Butterflies. In: Laurance WF and Bierregaard RO, Jr. (eds), Tropical Forest Remnants - Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities pp. 91-110 The University of Chicago Press, Chicago, 1997.

Brumm, H. The impact of environmental noise on song amplitude in a territorial bird. Journal of Animal Ecology 73:434-440, 2004.

Busnel, R. G. e Mebes, H. D. Hearing and Communication in birds: The cocktail-party- effect in intraspecific communication of *Agapornis roseicollis*. Life Sciences 17: 1567-1570, 1975.

Buss DF, Baptista DF and Nessimian JL Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. Caderno Saúde Pública 19: 495-473, 2003.

Cabette HSR, Giehl NFS, Dias-Silva K, Juen L and Batista JD Distribuição de Nepomorpha e Gerromorpha (Insecta: Heteroptera) da Bacia Hidrográfica do Rio Suiá-Miçú, MT: Riqueza relacionada à qualidade da água e do hábitat. In: Santos JE, Galbiati C and Moschini LE (eds), Gestão e Educação Ambiental: Água, Biodiversidade e Cultura Vol 2 pp. 113-137. Editora Rima, São Carlos, 2010.

Cairns J, McCormick PV and Niederlehner BR A proposed framework for developing indicators of ecosystem health. *Hydrobiologia* 263:1-44, 1993.

Carle FL Environmental monitoring potential of the Odonata, with a list of rare and endangered Anisoptera of Virginia, United States. *Odonatologica* 8:319-323, 1979.

Chappuis, C Un exemple de l'influence du milieu sur les emissions vocales des oiseaux: l'evolution des chants en foretequatoriale. *Terre Vie* 118: 183-202, 1971.

Clarke, K. R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18:117-143, 1993.

Clarke, K.R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18:117-143, 1993.

Colwell, R. K. EstimateS, Version 8.0: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide). Freeware for Windows <http://viceroy.eeb.uconn.edu/Colwell>, 2006.

Crossland, M.R. Direct and indirect effects of the introduced toad Bufomarinus (Anura-Bufonidae) on populations of native anuran larvae in Australia. *Ecography*, 23: 283-290, 2000.

Davies D.A.L A synopsis of the extant genera of the Odonata. *Societas Internationalis Odonatologica* 3:1-59, 1981.

De Araújo C. B.. Psitacídeos do Cerrado: Sua alimentação, comunicação sonora e aspectos bióticos e abióticos de sua distribuição potencial. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas: Campinas, SP, 2011.

De Marco P and Vianna DM Distribuição do esforço de coleta de Odonata no Brasil: subsídios para escolha de áreas prioritárias para levantamentos faunísticos. *Lundiana* 6:13-26, 2005.

De Marco P, Latini AO and Resende DC Thermoregulatory constraints on behavior: patterns in a Neotropical dragonfly assemblage. *Neotropical Entomology* 34:155-162, 2005.

De Marco, C. S. Elementos de Acústica arquitetônica. São Paulo: Studio Nobel., 2002.

Dias, A. F. S., Braga, R., Gil, D., e Macedo, R. H. F. Southern House Wren and Rufous Hornero song pitch does not correlate with background noise level. 2011. 47th Annual meeting of the American Behavior Society - Program book.

Dias-Silva K, Cabette HRS, Juen L and De Marco PJ The influence of habitat integrity and physical-chemical water variables on the structure of aquatic and semi-aquatic Heteroptera. *Zoologia* 27:918-930, 2010.

Diniz-Filho JAF and Bini LM Modelling geographical patterns in species richness using eigenvector based spatial filters. *Global Ecology and Biogeography* 14:177-185, 2005.

Dominguez E, Hubbard MD and Peters WL Insecta Ephemeroptera. In: Lopretto EC and Tell G (eds), *Ecosistemas de aguas continentales* pp. 1069-1090. Ediciones Sur, La Plata, 1995.

Dominguez E, Hubbard MD, Pescador ML and Molineri C Ephemeroptera. In: Fernández HR and Dominguez E (eds), *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos* pp. 17-53. Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, 2001.

Dray S, Legendre P and Peres-Neto PR Spatial modelling: a comprehensive framework for principal coordinate analysis of neighbour matrices (PCNM). *Ecological Modelling* 196:483-493, 2006.

Duellman, W.D. & Trueb, L. *Biology of Amphibians*, 1994.

Espírito-Santo Filho K Efeito de distúrbios ambientais sobre a fauna de cupins (Insecta: Isoptera) e seu papel como bioindicador. UNESP - Rio Claro, 2005.

Ferreira-Peruquetti P and De Marco P Efeito da alteração ambiental sobre comunidades de Odonata em riachos de Mata Atlântica de Minas Gerais, Brasil. *Rev Bras Zool* 19:317-327, 2002.

Fidalgo, O; Bononi, V. L. R. Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. (Série Documentos). São Paulo, Instituto de Botânica (São Paulo), 62p. 1989.

Forzza, R.C.; Stehmann, J.R.; Nadruz, M. (Cordenadores) e 34 outros. Lista de Espécies da Flora do Brasil 2012 in <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012>.

Freitas AVL, Francini RB and Brown Jr KS Insetos como indicadores ambientais. In: Cullen Jr L, Valladares-Padua C and Rudran R (eds), *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre* pp. 125-151 Editora da UFPR, 2003.

Gascon, C. Population and community-level analyses of species occurrences of central amazonian rainforest tadpoles. *Ecology*, 75:1731-1746, 1991.

Gascon, C. Predator-prey size interaction in tropical ponds. *Revta. Bras. Zool.*, 6: 701-706, 1989.

Gerhardt, H. C. The evolution of vocalizations in frogs and toads. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, Lawrence, 25:293-324, 1994.

Gerhardt, H. C., Sound pattern recognition in some North American treefrogs (Anura: Hylidae): implications for mate choice. *American Zoology* 22:581-595, 1982.

Gerhardt, H.C. The evolution of vocalization in frogs and toads. *Annual Review of Ecology and Systematic* 25: 293-324, 1994.

Gibbs, J. P.; Ene, E. Program Monitor: Estimating the statistical power of ecological monitoring programs. Version 11.0.0, 2010

Gotelli, N. J. and Graves, G.R. *Null models in ecology*. Smithsonian Inst. Press. 1996.

Gotelli, N.J.; Entsminger, G.L. *EcoSim: Null models software for ecology*. Version 7.0. Acquired Intelligence & Kesey-Bear, 2001.

Griffith DA and Peres-Neto PR *Spatial Modeling in Ecology: The Flexibility of Eigenfunction Spatial Analyses*. *Ecology* 87:2603-2613, 2006.

Hammer, Ø.; Harper, D.A.T.; Ryan, P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp, 2001.

Hero, J.M., C. Gascon & W.E. Magnusson. Direct and indirect effects of predation on tadpole community structure in the Amazon rainforest. *Australian Journal of Ecology*, 23: 474-482, 1998.

Hero, J.M., W.E. Magnusson, C.F.D. Rocha, e C.P. Catterall. Antipredator defenses influence the distribution of amphibian prey species in the Central Amazon rain forest. *Biotropica*, 33: 131-141, 2001.

Janos, D. P.; Sahley, C. T.; Emmons, L. H. Rodent dispersal of vesicular-arbuscularmycorrhizal fungi in Amazonian Peru. *Ecology*, p. 1852-1858, 1995.

Juen L and De Marco PJr *Odonate beta diversity in terra-firme forest streams in Central Amazonia: On the relative effects of neutral and niche drivers at small geographical extents*. *Insect Conservation and Diversity* 4:265-274, 2011.

Junqueira MV, Amarante MC, França ES and Dia CFS *Biomonitoramento da qualidade das águas da bacia do Alto Rio das Velhas (MG/Brasil) através de macroinvertebrados*. *ActaLimnologicaBrasiliensia* 12:73-87, 2000.

Karr JR *Assessment of biotic integrity using fish communities*. *Fisheries* 6:21-27, 1981.

Kats, L.B., J.W. Petranka, e A. Sih. Antipredator defenses and the persistence of amphibian larvae with fishes. *Ecology*, 69(6):1865-1870.

Kelt, D. A. Small mammal communities in rainforest fragments in central southern Chile. *Biological Conservation*, v. 92, n. 3, p. 345-358, 2000.

Kevan PG, Greco CF and Belaoussoff S Log-normality of biodiversity and abundance in diagnosis and measuring of ecosystemic health: pesticide stress on pollinators on blueberry heaths. *J ApplEcol* 34:1122-1136, 1997.

Klump, G. M. Bird communication in the noisy world. In *Ecology and evolution of acoustic communication in birds*. eds D.E. Kroodsma, E.H. Miller, pp. 321-338, 1996. Cornell University Press: Ithaca, N.Y, 2011.

Kroodsma, D. E., Miller, E. H. *Ecology and evolution of acoustic communication in birds*. Cornell University Press: Ithaca, NY, 1996

Lambert, T. D.; Malcolm, J. R.; Zimmerman, B. L. Variation in small mammal species richness by trap height and trap type in southeastern Amazonia. *Journal of Mammalogy*, v. 86, n. 5, p. 982-990, 2005.

Legendre P, Spatial autocorrelation: trouble or new paradigm? *Ecology* 74:1659-1673, 1993.

Leite, R. Comunidade de pequenos mamíferos em um mosaico de plantações de eucalipto, florestas primárias e secundárias na Amazônia oriental. 52 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Tropical e Recursos Naturais) - Universidade Federal do Amazonas/Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM, 2006, 2006.

Littlejohn, M. J., Long-range acoustic communication in anurans: an integrated and evolutionary approach. Pp. 263-294 *In* D. H. Taylor and S. I. Guttman (Eds.), *The Reproductive Biology of Amphibians*. Plenum, New York, 1977.

Lohr, B., Wright, T. F. E e Dooling, R. J. Detection and discrimination of natural calls in masking noise by birds: estimating the active space of a signal. *Animal Behavior* 65: 763- 777, 2003.

Lyons J, Navarroperez S, Cochran PA, Santana E and Guzmanarroyo M Index of biotic integrity based on fish assemblages for the conservation of streams and rivers in west-central Mexico. *ConservBiol* 9:569-584, 1995.

Magnusson, W.E., e J.M. Hero. Predation and the evolution of complex oviposition behavior in Amazon rainforest frogs. *Oecologia*, 86:310-318, 1991, 1988.

Magurran, A.E. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp, 1988.

Mangan, S. A.; Adler, G. H. Consumption of arbuscularmycorrhizal fungi by terrestrial and arboreal small mammals in a Panamanian cloud forest. *Journal of Mammalogy*, v. 81, n. 2, p. 563-570, 2000.

Martins, I. A.1 and Jim, J. Bioacoustic analysis of advertisement call in *Hyla nana* and *Hylasaborni* (Anura, Hylidae) in Botucatu, São Paulo, Brazil. *Braz. J. Biol*, 63: 507-516, 2003.

Mazerolle, M.J.; Huot, M. & Gravel, M. Behavior of amphibians on the road in response to car traffic. *Herpetologica*, 61:380-388, 2005.

Melo AS Effects of taxonomic and numeric resolution on the ability to detect ecological patterns at a local scale using stream macroinvertebrates. Arch Hydrobiol 164:309-323, 2005.

Merritt, R.W. and Cummins KW. Na Introduction to Aquatic Insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, p.-862, 1996.

Moreno, C.E. Métodos para medir labiodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp. 2001.

Morin, P.J. Interactions between intraspecific competition and predation in an amphibian predator-prey sistem. Ecology, 67:713-720, 1986.

Morin, P.J. Predation, competition, and the composition of larval anuran guilds. Ecol. Monog., 53:119-138, 1983.

Morton, E. S. Ecological sources of selection on avian sounds. American Naturalist 109: 17-34, 1975.

Müeller-Dombois, D.; Ellenberg, H. Aims and Methods of Vegetation Ecology. New York: John Wiley Sons, 547p, 1974.

Nascimento, H.E.M.; Andrade, A.C.S.; Camargo, J.L.C.; Laurance, W.F.; Laurance, S.G.; Ribeiro, J.E.L. Effects of the surrounding matrix on tree recruitment in Amazonian forest fragments. Conservation Biology, 20:853-860, 2006.

Neboiss A Trichoptera. The insects of Australia: a textbook for students and research workers pp. 787-816, 1991. Division of Entomology, Cornell, Ithaca.

Nessimian JL, Venticinque E, Zuanon *Jet al.* Land use, habitat integrity, and aquatic insect assemblages in Central Amazonian streams. Hydrobiologia 614:117-131, 2008.

Nogueira DS, Cabette HRS and Juen L Estrutura e composição da comunidade de Trichoptera (Insecta) de rios e áreas alagadas da bacia do rio Suiá-Miçú, Mato Grosso, Brasil. Iheringia Série Zoológica 101:178-180, 2011.

Oliveira LG, Bispo PC and Sá NC Ecologia de comunidades de insetos bentônicos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), em córregos do Parque Ecológico de Goiânia, Goiás, Brasil. RevbrasZool 14:867-876, 1997.

Oliveira-Júnior JMB, Pinto NS, Juen L and Calvão LB Variações morfológicas de caracteres em *Erythrodiplax fusca* (Odonata: Libellulidae). Enciclopédia Biosfera 7:1-8, 2011.

Pardini, R.; Umetsu, F. Pequenos mamíferos não-voadores da Reserva Florestal do Morro Grande-distribuição das espécies e da diversidade em uma área de Mata Atlântica. Biota Neotropica, v. 6, n. 2, p. 1-22, 2006.

Pechmann, J.H.K., Scott, D.E., Semlitsch, R.D., Caldwell, J.P., Vitt, L.J. & Gibbons, W. Declining amphibian population: the problem of separating human impacts from natural populations. *Science* 253:892, 895, 1991.

Penna, M., Pottstock, H. & Velasquez, N. Effect of natural and synthetic noise on evoked vocal responses in a frog of the temperate austral forest. *Animal Behaviour* 70:639-651, 2005.

Pereira LR, Cabette HSR and Juen L Trichoptera as bioindicators of habitat integrity in the Pindaíba river basin, MatoGrosso (Central Brasil). *Annales de Limnologie International Journal of Limnology* 48:295-302, 2012.

Pescador ML, Rasmussen AK and Harris SC. Identification manual for the caddisfly (Trichoptera) larvae of Florida. Tallahassee, Florida, p.-193, 2005.

Pinto NS, Juen L, Cabette HSR and De Marco PJr Fluctuating Asymmetry and Wing Size of *Argiatinctipennis*Selys (Zygoptera: Coenagrionidae) in Relation to Riparian Forest Preservation Status. *Neotropical Entomology* 41:1-10, 2012.

Reis EFR, Pinto NS, Carvalho FG and Juen L Efeito da Integridade Ambiental sobre a assimetria flutuante em *Erythrodiplaxbasalis* (Libellulidae: Odonata) (Kirby). *EntomoBrasilis* 4:103-107,2011.

Rosenberg DM and Resh VH. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman & Hall, London, p.-488, 1993.

Ryan, M. J. e Brenowitz, E. A. The role of body size, phylogeny, and ambient noise in the evolution of bird song. *The American Naturalist* 126, 87-100, 1985.

Ryan, M.J. Sexual selection and communication in neotropical frog, *Physalaemus pustulosus*. *Evolution* 37(2): 261-272,1983.

Salles FF, Da-Silva ER, Serrão JE and Francischetti CN Baetidae Ephemeroptera na região sudoeste do Brasil: novos registros e chave para os gêneros no estágio ninfal. *Neotropical Entomology* 33:725-735, 2004.

Sanchez-Cordero, V.; Martinez-Gallardo, R. Postdispersal fruit and seed removal by forest-dwelling rodents in a lowland rainforest in Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, p. 139-151, 1998.

Santos AJ Estimativas de riqueza em espécies. In: Cullen Jr L, Rudran R and Valladares-Padua C (eds), Métodos de Estudos em Biologia da Conservação & Manejo da Vida Silvestre. pp. 19-41. Ed. da UFPR; Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, Curitiba, 2003.

Schwartz, J.J. & Wells, K.D. An experimental study of acoustic interference between two species of neotropical treefrogs. *Animal Behaviour* 31: 181-190,1983.

Schwartz, J.J. & Wells, K.D. Intra- and interspecific vocal behavior of the Neotropical treefrog *Hylamicrocephala*. *Copeia* 1985(1): 27-38, 1985.

Semlitsch, R.D. Relationship of pond drying to the reproductive success of the salamander Ambystomatalpoideum. Copeia, 1987: 61-69, 1987.

Semlitsch, R.D., e H.U. Reyer. Performance of tadpoles from the hybridogenetic Ranaesculenta complex: interactions with pond drying and interspecific competition. Evolution, 46: 665-676, 1992.

Shimano Y, Cabette HSR, Salles FF and JuenL. Composição e distribuição da fauna de Ephemeroptera (Insecta) em área de transição Cerrado-Amazônia, Brasil. Iheringia (Serie Zoologia) 100:1-3, 2010.

Sih. A., P. Crowley, M. Mcpeck, J. Petranka, e K. Strohmeier. Predation, competition and prey communities: a review of field experiments. Annual Review of Ecology and Systematics, 16:269-311, 1985.

Sinsch, U. Structure and dynamic of a natterjack toad metapopulation (Bufo calamita). Oecologia, 90: 489-499, 1992.

Slabbekoorn, H, & Peet, M. Birds sing at a higher pitch in urban noise. Nature 424: 267, 2003.

Smith, D.C. Adult recruitment in chorus frogs: effects of size and date at metamorphosis. Ecology, 68: 344-350, 1987.

Smith, D.C. Factors controlling tadpole population of the chorus frog (Pseudacris triseriata) on isle Royale, Michigan. Ecology, 64: 501-510, 1983.

Snodgrass, J.W., M.J. Komoroski, A.L. Bryan Jr., e J. Burger. Relationships among isolated wetland size, hydroperiod, and amphibian species richness: implications for wetland regulations. Conservation Biology, 14: 414-419, 2000.

Souza HML, Cabette HSR and JuenL, Baetidae (Insecta, Ephemeroptera) em córregos do cerrado matogrossense sob níveis de preservação ambiental. Iheringia (Serie Zoologia) 101:181-190, 2011.

Souza HML, Juen L and Cabette HSR Diversidade Beta de Baetidae (Ephemeroptera) em córregos da Bacia Hidrográfica do Rio Pindaíba (MT). In: Santos JE, Galbiati C and Moschini LE (eds), Gestão e Educação Ambiental: Água, Biodiversidade e Cultura Vol 3 pp. 109-123 Editora Rima, São Carlos - SP., 2012.

Sun, J.W.C. & Narins, P.M. Anthropogenic sounds differentially effect amphibian call rate. Biological Conservation 121:419-427, 2005.

Sun, J.W.C., Narins, P.M., Anthropogenic sounds differentially affect amphibian call rate. Biological Conservation 121:419-427, 2005.

Sutherland, L. C., e Daigle, G. A. Atmospheric Sound propagation. pp. 305-329 In: Handbook of Acoustics, Crocker, M. J. (ed). John Wiley & Sons, New York, NY , 1998.

TerSteege, H., Pitman, N.C.A., Phillips, O.L., Chave, J., Sabatier, D., Duque, A., Molino, J.F., Prévost, M.F., Spichiger, R., Castellanos, H., Von Hildebrand, P.,

Vásquez, R. Continental-scale patterns of canopy tree composition and function across Amazonia. *Nature*, 443:444-447, 2006.

Travis, J., W.H. Keen, e J. Jullianna. The effects of multiple factors on viability selection in *Hylagratiosa* tadpoles. *Evolution*, 39: 1087-1099, 1985.

Tuomisto, H., Ruokolainen, K., Aguilar, M., Sarmiento, A. Floristic patterns along a 43-km long transect in an Amazonian rainforest. *Journal of Ecology*, 91:743-756. 2003.

Vieira, E. M.; Monteiro-Filho, E. L. A. Vertical stratification of small mammals in the Atlantic rain forest of south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, v. 19, n. 5, p. 501-507, 2003.

Vieira, E. M.; Monteiro-Filho, E. L. A. Vertical stratification of small mammals in the Atlantic rain forest of south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, v. 19, n. 5, p. 501-507, 2003.

Vielliard, J. M. E. e Silva, M. L. Bioacústica: Bases teóricas e regras práticas de uso em ornitologia. pp. 313-326. In: Sandro Von Matter, Fernando Straube, Iury Accordi, Vitor Piacentini e José Flávio Cândido-Jr. (Org.). *Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento*. Rio de Janeiro: Technical books, 2010.

Ward D, Holmes N and José P. *The new Rivers & Wildlife Handbook*. RSPP, NRA e The Wildlife Trusts, Bedfordshire, p.-426, 1995.

Weaver, W.. Some Recent Contributions to the Mathematical Theory of Communication. In: *The Mathematical Theory of Communication*. Shannon, C. e Weaver, W. (eds). University of Illinois Press: Illinois, EUA, 1949.

Wells, K. D. *The ecology and behavior of amphibians*. The University of Chicago Press. Chicago and London. 1148pp, 2007.

Werner, E.E., e M.A. Mcpeek. Direct and indirect effects of predators on two anuran species along an environmental gradient. *Ecology*, 75: 1368-1382, 1994.

Whittaker, R.H. Evolution of species diversity in land plant communities. *Evol. Biol.*, New York, v.10:1-67, 1977.

Wiggins GB *Larvas of north american caddisfly genera Trichoptera*. University of Toronto Press, Toronto, p.-401, 1977.

Wilbur, H.M. Regulation of structure in complex systems: experimental temporary pond communities. *Ecology*, 68:1437-1452, 1987.

Wiley, R. H. e Richards, D. G. Physical constraints in acoustical communication in the atmosphere: Implications for the evolution of animal vocalizations. *Behavior Ecology and Sociobiology* 3:69-94, 1978.



Wogel, H. & Pombal Jr, J.P. Comportamento reprodutivo e seleção sexual em *Dendropsophus bipunctatus* (Spix, 1824) (Anura, Hylidae). *Papéis Avulsos de Zoologia* 47:165-174, 2007.

Wollerman, L. Acoustic interference limits call detection in Neotropical frog *Hyla ebraccata*. *Animal Behaviour* 57:529-536, 1999.



ANEXO 1 – MAPA DAS ÁREAS AMOSTRAIS

