

**Chamada CNPq/Capes/FAPs/BC-Fundo Newton nº 15/2016 – Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração - PELD**

**ANEXO I**

**MODELO ESTRUTURADO**

<b>TÍTULO DA PROPOSTA</b>	Dinâmica biológica e a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica do médio Rio Doce-MG, considerando os impactos do rompimento da barragem de rejeitos de Mariana-MG
<b>SIGLA DO SÍTIO PELD (máximo de quatro letras)</b>	MLRD
<b>COORDENADOR DA PROPOSTA</b>	Francisco Antônio Rodrigues Barbosa
<b>INSTITUIÇÃO EXECUTORA</b>	UFMG
<b>INSTITUIÇÃO (ÕES) COLABORADORA (S)</b>	UFOP, UFSJ, IFMG

**ATENÇÃO: FAVOR RESPONDER ÀS PERGUNTAS ABAIXO**

1. O Sítio já teve financiamento em Chamada(s) anterior(es) do PELD?

SIM  NÃO

Em caso positivo, especifique a(s) Chamada(s):

Edital 001/1997; Edital CNPq/PELD/2001; 59/2009; 34/2012

---

2. A área de estudo encontra-se em Unidade(s) de Conservação (UC) federal, estadual, municipal e/ou particular?

SIM  NÃO

Em caso positivo, citar a(s) UC(s) e sua(s) categoria(s), de acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e informar se o gestor integra a equipe do projeto:

Parque Estadual do Rio Doce – Unidade de Conservação Integral

---

3. O Sítio desenvolverá pesquisas sobre populações de espécies avaliadas como ameaçadas de extinção ou com dados insuficientes para avaliação (espécies Deficientes de Dados - DD)?

SIM  NÃO

Em caso positivo, citar a(s) espécie(s):

*Hoplias malabaricus*; *Panthera onca*;

---

São utilizadas para estudos comparativos áreas do entorno do PERD, notadamente lagos naturais localizados em área da Empresa Arcelor-Mithal (plantações de *Eucalyptus* spp) que sempre demonstrou interesse em nossos estudos e sempre nos permitiu o acesso para medições e amostragens.

4. Deseja concorrer a recursos financeiros da Fundação Estadual de Amparo à Pesquisa?

SIM  NÃO

Em caso positivo, especifique a FAP e preencha o item “o” deste Modelo Estruturado:

Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais – FAPEMIG

---

5. Deseja participar do componente Fundo Newton desta Chamada, conforme item 4.3 e Anexo II?

SIM  NÃO

Em caso positivo, preencha o item “p” deste Modelo Estruturado:

---

## DETALHAMENTO DA PROPOSTA:

- a) Apresentação das questões científicas a serem abordadas e justificativa para a realização de pesquisa em longo prazo;

### **RESUMO**

Mudanças ambientais tem ocorrido de uma forma acelerada, mesmo em áreas protegidas e um dos grandes desafios da atualidade é entender as causas e consequências destas mudanças sobre os ecossistemas, a biota e os grupos sociais residentes nas áreas onde ocorrem. O efeitos de tais mudanças variam enormemente entre grupos sistemáticos e espécies sistematicamente próximas, com reflexos sobre os processos ecológicos e comprometimento dos serviços ecossistêmicos. A proposta apresentada tem como foco principal a avaliação dos prováveis efeitos de alterações antrópicas (substituição da vegetação original; cortes regulares dos recursos madeireiros, uso prolongado e intensivo de insumos e defensivos agrícolas; introdução de espécies exóticas) sobre a biodiversidade, interações entre espécies e processos ecológicos, em uma importante Unidade de Conservação do Estado de Minas Gerais – Parque Estadual do Rio Doce (PERD) e áreas do entorno. Recentemente, a bacia do Rio Doce ganhou destaque mundial por ter recebido c. de 34 milhões m<sup>3</sup> de rejeitos de mineração de ferro derramados no Rio Doce após ruptura da barragem de rejeito de uma grande mineradora. Este foi considerado o maior desastre ambiental da história do Brasil, com prejuízos ecológicos ainda não quantificados. Contando com um grupo interdisciplinar de pesquisadores, esta proposta consta de 11 subprojetos. Um dos subprojetos pretende avaliar os efeitos da degradação ambiental gerada pelo derramamento do rejeito de mineração sobre os processos hidrodinâmicos e sedimentares do trecho do rio Doce conectado ao PERD, correlacionando com as variáveis climatológicas. Este estudo permitirá realizar previsões mais confiáveis sobre a capacidade do rio Doce de retornar às suas funções ecossistêmicas anteriores ao desastre. Com o desastre, aproximadamente 1.469 ha de vegetação nativa incluindo áreas de preservação ao longo do Rio Doce foram destruídas. Não se conhece ainda se espécies de mamíferos de médio e grande porte permanecem na região, ou no caso de seus desaparecimentos, quando voltarão a ocupar as áreas impactadas. Considerando que o PERD é provavelmente a maior área fonte de médios e grandes mamíferos para as áreas de Mata Atlântica da bacia do Rio Doce em Minas Gerais, é importante avaliar os efeitos das alterações provocadas pelo derramamento sobre a mastofauna de médio e grande portes e aspectos populacionais de onças na região. Abelhas euglossinas são os principais polinizadores de c. 650 espécies de orquídeas (Ackerman 1989), assim como de outras espécies de plantas (Dressler 1982) e consideradas como “bioindicadoras” do grau de antropização de ambiente florestal. A dinâmica populacional e distribuição de *Eg. marianae* e *El. marcii* em tempos passados (amostras coletadas em 2006) será comparada com a atual, através de marcadores genéticos (mitocondriais e microssatélites). Estudos anteriores mostraram que os processos de interação inseto-plantas nos dosséis formados pelas copas das árvores em ecótonos da floresta com lagos e rios do médio Rio Doce são similares com aqueles do interior da floresta. Estas relações interativas são importantes pois representam recursos das florestas para os ambientes aquáticos (alimento para peixes, por exemplo) e podem ter sido afetadas pelo rejeito lançado no rio e também por alterações climáticas. Os prováveis efeitos da substituição da vegetação original por espécies de eucaliptos e do manejo deste recurso madeireiro sobre a comunidade zooplanctônica (população ativa e dormente) serão avaliados através da análise de sedimentos antigos, datados com radioisótopos <sup>-210</sup>Pb e dos vestígios de organismos e estruturas ali preservadas. Para a comunidade fitoplanctônica a análise da diversidade beta será utilizada como um indicador de variações ambientais deletérias. No PERD a introdução de espécies exóticas em várias lagoas já comprometeu a riqueza de peixes, em pelo menos uma das lagoas estudadas. Avaliar os efeitos desta pressão sobre a reprodução das espécies de peixes nativas da Bacia do Rio Doce, torna-se fundamental para a proposição de políticas de manejo das espécies exóticas na região. Lagos são grandes emissores de gases de efeito estufa para a atmosfera. O lançamento de CO<sub>2</sub> na atmosfera

depende de processos como produção primária e respiração e o lançamento de CH<sub>4</sub> das taxas de metanogênese e de metanotrofia, processos realizados exclusivamente por procariotas. Estes dois processos serão avaliados para alguns lagos e também será feita a caracterização taxonômica e funcional de procariotas anaeróbicos que participam deles. Por fim, serão analisadas as dinâmicas da paisagem e social ao longo dos últimos 30 anos, caracterizando o uso e cobertura do solo das áreas de entorno do PERD e sua influência sobre os serviços ecossistêmicos. Um desafio será a garantia da preservação e promoção da biodiversidade dos sistemas naturais e a diversidade dos sistemas sócio-ecológicos e de sua sócio-biodiversidade. Um trabalho com os diferentes atores locais será realizado, no sentido da elaboração de estratégias de governança que permitam a implementação de cenários desejados para a região. Considerando a importância de aspectos climáticos para a manutenção da biodiversidade e dos processos descritos acima, um diagnóstico e monitoramento de aspectos climáticos regionais será realizado.

### **DESCRIÇÃO DE CADA SUBPROJETO:**

#### **Sub-projeto 1- Ciclagem do carbono**

Lagos emitem grandes quantidades de gases de efeito estufa na atmosfera (GEE). Eles são reatores ativos em que o carbono derivado das bacias hidrográficas pode ser armazenado, alterado quimicamente, utilizado ou lançado como CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> de volta para a atmosfera. A taxa e a direção de transporte de CO<sub>2</sub> a partir de lagos depende da relação da produção primária e a respiração ecossistêmica e taxa de transporte de CH<sub>4</sub> para a atmosfera depende das taxas de metanogênese e de metanotrofia. E são exatamente estes processos que serão tratados no nosso estudo e por isso a importância para a ecologia de ecossistemas. Existem lacunas teóricas importantes e esperamos que este nos permita avançar mais na compreensão dos fatores por trás dos fluxos de GEE por lagos tropicais e seja um catalizador de novas parcerias internacionais para o nosso grupo.

#### **Sub-projeto 2 – Ecótonos Floresta-ambientes aquáticos: insetos de dossel e herbivoria.**

Este sub-projeto testará as hipóteses de que os processos de interação inseto-planta nos dosséis formados pelas copas das árvores em ecótonos da floresta com lagos e rios do médio Rio Doce são similares com aqueles do interior da floresta. Entretanto, é previsto que estas relações sejam afetadas pela diminuição da pluviosidade e pelo impacto da lama da Samarco. Estas relações tem sido estudadas desde 1999, e neste momento temos uma base de dados vasta que nos permite entender os fundamentos das relações interativas neste ambiente. Portanto, podemos responder novas questões relacionadas com aporte de recursos das florestas para os ambientes aquáticos, bem como seu papel para a recuperação do rio Doce de seus recentes impactos.

#### **Sub-projeto 3 – Paleolimnologia: avaliação de distúrbios antrópicos do passado**

A comunidade das espécies zooplânctônicas encontradas no banco de ovos e carapaças nas lagoas Carioca e Jacaré anteriores aos respectivos distúrbios antrópicos (introdução de espécies invasoras e substituição da vegetação ripária) se diferem da comunidade pós distúrbio? Os ovos coletados no sedimento das três lagoas se mantêm viáveis?

Este trabalho contribuirá com informações inéditas do passado recente das lagoas Carioca, Gambazinho e Jacaré a partir da interpretação dos dados de sub-fósseis zooplânctônicos e ovos diápusicos. Pelo menos para o grupo Cladocera, será possível conhecer a composição em espécies nestas lagoas antes dos distúrbios citados e compará-la com a comunidade ativa atual avaliando, desta forma, o efeitos das alterações sobre o grupo. Os dados históricos podem ser o passo conclusivo para a implementação de medidas de conservação para restaurar a biodiversidade, pois é o passo decisivo para interligar as informações já obtidas referentes à introdução de espécies exóticas de peixes e mudança na vegetação circundante

dos lagos e suas atuais e futuras influências nas comunidades nativas.

#### **Sub-projeto 4 – Dinâmicas sócio ecológicas no entorno do Parque Estadual do Rio Doce (PERD): cenários e governança para futuros sociobiodiversos**

Quais os mecanismos de governança capazes de estimular transições sustentáveis no uso e cobertura do solo, invertendo as tendências de perda de habitat, nomeadamente de florestas naturais, mantendo-as e/ou recuperando-as de modo a que se mantenham estrutural e funcionalmente biodiversas? Como pode o manejo e planejamento das florestas plantadas ser operacionalizado para que elas sejam capazes de fornecer um conjunto de benefícios materiais e imateriais à sociedade?

Os estudos da dinâmica da paisagem e sua socio ecologia requerem pesquisas em longo prazo que sejam capazes de entender e prever os processos através dos quais as dinâmicas sociais e o meio ambiente vão se “moldando” ao longo do tempo e quais as consequências para um conjunto de bens e serviços que os ecossistemas florestais oferecem ao Homem. Os serviços ecossistêmicos florestais de biomas como Mata Atlântica, são de extrema importância para sua conservação e uso sustentado. Seu mapeamento e planejamento, aliados ao fomento de estratégias de governança para o manejo são essenciais para que sejam assumidas metas e compromissos da União, como promover a biodiversidade dos ecossistemas naturais e a diversidade dos sistemas sócio-ecológicos e de sua sócio-biodiversidade. Este subprojeto tem enfoque em tres questões chave 1. Quais os futuros possíveis “cenários” para a area de entorno do Parque Estadual do Rio Doce (PERD) nos próximos 30 anos? 2.Quais usos e coberturas do solo fazem parte da “história” de cada cenário e quais os Serviços Ecossistêmicos cada cenário favorece ou inviabiliza? 3. Que estratégias de governança são necessárias para implementar cenários “desejados” pelos diferentes atores locais e regionais (pescadores, pequenos agricultores e grandes empresas de mineração e silvicultura)?

#### **Sub-projeto 5 – Avaliação da degradação ambiental gerada pelo desastre de Mariana sobre os processos hidrodinâmicos e sedimentares do trecho do rio Doce conectado ao Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais**

O rompimento da barragem da Samarco em Mariana em novembro de 2015 causou severos impactos sociais, econômicos e ambientais. O rio Doce, que recebeu cerca de 50 milhões de m<sup>3</sup> de lama, sofreu alterações na sua estrutura física, química e biológica. Este projeto tem como objetivo realizar um raio-x sobre os processos hidrodinâmicos e hidrossedimentológicos do trecho do rio Doce conectado ao PERD (MG), correlacionando com as variáveis climatológicas. A partir desse estudo, poderemos realizar predições mais confiáveis sobre a capacidade do rio Doce de retomar às suas funções ecossistêmicas anteriores ao desastre.

Recentemente o Brasil vivenciou o maior desastre ambiental de sua história. Especificamente em 05 de novembro de 2015, uma barragem contendo aproximadamente 50 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração de ferro localizada no município de Mariana em Minas Gerais se rompeu, derramando aproximadamente trinta e quatro milhões de metros cúbicos de rejeitos no meio ambiente (Ibama 2015). Este problema ambiental foi classificado no Nível IV (último nível) conforme critérios da Defesa Civil como “desastre de muito grande porte” de acordo com sua intensidade, evolução e origem. Dentre os principais efeitos causados pelo derramamento da lama no Rio Doce, destacam-se o aumento da turbidez da água, destruição de aproximadamente 1.469 hectares de vegetação nativa incluindo áreas de preservação ao longo do Rio Doce, desestruturação drástica da cadeia trófica de peixes e toda biodiversidade aquática, e possível desaparecimento imediato de espécies de anfíbios, répteis, aves e mamíferos.

À margem deste desastre ambiental está a última grande extensão de Mata Atlântica preservada do estado de Minas Gerais, o Parque Estadual do Rio Doce (PERD) com seus 35.970 hectares. O PERD é provavelmente é a maior área fonte de médios e grandes mamíferos para as áreas de Mata Atlântica da bacia do Rio Doce em Minas Gerais. O PERD

tem aproximadamente 50 quilômetros do Rio Doce como seu limite leste sentido sul norte. O Rio Doce se configura como importante fonte de água e alimento, além de uma importante rota de passagem para a fauna local, sendo comuns os registros de antas (*Tapirus terrestris*) atravessando o rio (observação pessoal). Após o derramamento de lama, foi inclusive registrada a morte de uma anta “atolada” no rio (Fonte: IEF/PERD 2016). No PERD, apesar de ainda não ter sido realizado nenhum estudo sistematizado que amostrasse toda a extensão do parque, já foram registradas cerca de 77 espécies de mamíferos, sendo 20 espécies de mamíferos terrestres de médio e grande porte, além de diversas espécies de primatas (Stallings et al. 1991, Fonseca 2001). No entanto, no caso específico da fauna, ainda não é possível assegurar a dimensão do impacto causado pelo desastre do derramamento de lama e nem se as espécies anteriormente registradas permanecem na região, ou no caso de seus desaparecimentos, quando voltarão a ocupar as áreas impactadas (Ibama 2015). Esta é uma lacuna a ser ainda preenchida para se entender melhor a dimensão deste desastre para a fauna da região impactada, visto que, no Brasil, estudos que procurem entender, dimensionar, bem como o monitorar a recuperação de áreas e biota impactada por desastres deste porte ainda são raros

#### **Sub-projeto 6 – Monitoramento do impacto do derramamento de lama no Rio Doce sobre a mastofauna de médio e grande porte e aspectos populacionais de onças no Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais**

No PERD, apesar de ainda não ter sido realizado nenhum estudo sistematizado que amostrasse toda a extensão do parque, já foram registradas cerca de 77 espécies de mamíferos, sendo 20 espécies de mamíferos terrestres de médio e grande porte, além de diversas espécies de primatas (Stallings et al. 1991, Fonseca 2001). No entanto, no caso específico da fauna, ainda não é possível assegurar a dimensão do impacto causado pelo desastre do derramamento de lama e nem se as espécies anteriormente registradas permanecem na região, ou no caso de seus desaparecimentos, quando voltarão a ocupar as áreas impactadas (Ibama 2015). Esta é uma lacuna a ser ainda preenchida para se entender melhor a dimensão deste desastre para a fauna da região impactada, visto que, no Brasil, estudos que procurem entender, dimensionar, bem como o monitorar a recuperação de áreas e biota impactada por desastres deste porte ainda são raros.

#### **Sub-projeto 7- Monitoramento da dinâmica populacional de longo prazo de abelhas nativas com ênfase nas abelhas das orquídeas (Euglossina: Apini: Apidae)**

A dinâmica florestal é extremamente dependente da polinização, sendo que as abelhas nativas exercem um papel fundamental na sucessão e regeneração florestal, cujo papel em longo prazo é dependente da manutenção de populações polinizadoras de diferentes espécies (Tepedino 1979; Biesmeijer 2006). As espécies de abelhas que compõem a subtribo Euglossina são popularmente conhecidas como abelhas das orquídeas por causa da sua estreita relação com as espécies da família Orchidaceae. Os machos de abelhas euglossinas são os principais polinizadores de c. 650 espécies de orquídeas (Ackerman 1989), assim como de outras espécies de plantas (Dressler 1982). Essas abelhas também são consideradas como “bioindicadoras” do grau de antropização de ambiente florestal, possuindo dois grupos principais: i) espécies tipicamente associada a ambientes abertos, com forte influência antrópica – *Euglossa carolina* Nemésio, 2009, *Eulaema marcii* Nemésio, 2009, *El. nigrita* Lepeletier, 1841; e ii) espécies que tem forte preferência pelos maiores fragmentos de mata e pelos pontos mais internos da mata, sendo pouco comuns na borda ou próximo a esta – espécies do grupo *Euglossa analis* Westwood, 1840, *Eg. marianae* Nemésio, 2011 (Tonhasca et al. 2002; Nemésio & Silveira 2006). Nemésio e Silveira (2006) em um estudo sobre os efeitos de borda nas abelhas das orquídeas no Parque Estadual do Rio Doce (PERD) entre 1999 a 2000 constataram que embora *Eg. marianae* e *El. marcii* (tratadas como *Eg. analis* e *Eulaema cingulata* (Fabricius, 1804), respectivamente, pelos autores) fossem abundantes elas apresentavam distribuições contrastantes com relação ao hábitat. Os machos de *Eg. marianae* foram coletados em maior número no interior da mata, e os machos

de *El. marcii* foram mais comuns na borda ou próximo a esta. Neste subprojeto pretendemos comparar através de marcadores genéticos (mitocondriais e microsátélites) a dinâmica populacional no passado (amostras coletadas por Nemésio e Silveira (2006)) e no presente destes dois grupos de bioindicadores.

#### **Sub-projeto 8– Diversidade beta do plâncton como indicadora de mudanças ambientais**

Frente à velocidade na qual as mudanças ambientais estão ocorrendo há uma grande preocupação dos ecólogos e biólogos da conservação no que se refere aos efeitos dessas mudanças sobre a diversidade (Angeler e Drake, 2013). Embora os processos locais e regionais que moldam as meta-comunidades estejam inter-relacionados (Leibold et al., 2004), em termos de diversidade, as respostas locais (diversidade alfa) e regionais (diversidade beta) a uma dada mudança não seguem obrigatoriamente os mesmos padrões. Assim, ambos os componentes da diversidade devem ser monitoradas simultaneamente quando se visa embasar estratégias de manejo e conservação. Considerando que um dos efeitos dos impactos ambientais, como a eutrofização, pode ser a homogeneização das condições ambientais e, conseqüentemente, do fitoplâncton entre corpos de água relativamente próximos (ex. Maloufi et. al, 2016), a diversidade beta pode ser considerada um indicador de variações ambientais deletérias.

#### **Sub-projeto 9 - Biologia reprodutiva de espécies de peixes nativas e exóticas nas lagoas do Parque Estadual do Rio Doce**

A introdução de espécies invasoras tais como *Pygocentrus nattereri* (piranha-vermelha) *Pygocentrus piraya* (piranha preta) e *Cichla* sp. (tucunaré) na bacia do rio Doce tem promovido uma forte redução no número de espécies de peixes nativos e também mudanças em níveis tróficos inferiores (Pinto-Coelho et al., 2008; Fragoso-Moura et al. 2016). Neste sentido, o estudo da biologia reprodutiva de peixes nativos em ambientes onde há uma grande pressão ecológica de espécies invasoras tais como os Lagos Dom Helvécio e Carioca no Parque Estadual do Rio Doce (PERD), torna-se de grande importância para verificar os efeitos desta pressão sobre a reprodução das espécies nativas da Bacia do Rio Doce. Além disso, estudos de biologia reprodutiva das espécies e nativas invasoras nos lagos do PERD necessitam serem realizados, onde tais trabalhos servirão para criar políticas de manejo para as espécies exóticas na região.

#### **Sub-projeto 10- Caracterização taxonômica e funcional de procaríotos anaeróbicos envolvidos nos ciclos de carbono e enxofre**

Investigar as atividades metanogênica, metanotrófica, fotossintética anoxigênica e oxi-redução de enxofre realizadas por procaríotos nas águas profundas e no sedimento dos lagos do parque. Esses processos, que são exclusivamente realizados por procaríotos, têm grande importância para os ciclos biogeoquímicos, em especial o do carbono e a emissão de gases causadores do efeito estufa. A pesquisa justifica-se como de longo prazo por ser continuidade de estudos de procaríotos nos lagos do parque, os quais apontaram serem tais processos fundamentais à dinâmica de seus sistemas aquáticos.

#### **Sub-projeto 11 - Diagnostico e Monitoramento dos aspectos climáticos, através da rede de estações meteorológicas e de pluviômetros automáticos no Parque Estadual do Rio Doce – PERD e seu entorno**

O entorno e áreas próximas ao PERD tem sua economia baseada num mosaico de atividades: grandes projetos de mineração; silvicultura de eucaliptos; siderurgia de grande porte; geração de energia hidrelétrica; exploração de pedras preciosas e semipreciosas; pecuária de corte e leiteira; suinocultura; cana de açúcar; cafeicultura; além de atividades agrícolas de subsistência. Apesar dos vários avanços na questão ambiental da região, o rápido crescimento econômico e a melhoria da infraestrutura foram acompanhados por significantes impactos ambientais, como o aumento acelerado e insustentável da demanda de

recursos naturais, os altos índices de poluição atmosférica e hídrica e as perdas de solos, o que contribui para o assoreamento dos rios.” (CUPOLILLO, 2008). Agrega-se a estes fatos, os possíveis efeitos, da grande e recente tragédia do rompimento da barragem de Mariana, sobre o PERD.

Acredita-se que questionamentos devem ser respondidos por esta pesquisa, como: Quais os verdadeiros efeitos sentidos pelo PERD sob influências dos mecanismos atmosféricos que atuam no clima local, antes e depois o rompimento da barragem de Mariana? Como se comportou o PERD, perante a crise de 2013 a 2015?

- b) Descrição detalhada do sítio de pesquisa: área total estudada (polígono), coordenadas geográficas centrais da(s) área(s) de estudo proposta(s). Nos casos onde o sítio envolve um conjunto de áreas de pesquisa, é necessário justificar de que forma o conjunto de áreas de estudo integra-se para compor um sítio de pesquisa;

O Parque Estadual do Rio Doce-PERD e áreas do entorno abriga distintos ecossistemas constituídos pelo maior remanescente de Mata Atlântica de Minas Gerais entremeada por um conjunto de c. 300 lagos naturais exibindo diferentes níveis tróficos e variados graus de conservação, totalizando c. 36000 ha. A área de estudos (19° 29'24" – 19° 48'18"S; 42° 28'18" – 42° 38'30"W) abrange regiões de mata contínua (Parque Estadual do Rio Doce) e fragmentada (região do entorno), entremeada com plantações de *Eucalyptus* spp, pastagens e assentamentos urbanos (22 municípios no entorno do parque). São utilizadas para estudos comparativos áreas do entorno do PERD, notadamente lagos naturais localizados em área da empresa Arcelor-Mithal (plantações de *Eucalyptus* spp) que sempre demonstrou interesse em nossos estudos e nos permitiu o acesso para medições e amostragens.

O PERD é considerado o remanescente florestal mais significativo em termos de manutenção de uma grande diversidade de espécies animais de Mata Atlântica do estado de Minas Gerais (Fonseca 2001), tais como a onça-pintada, o tatu-canastra (*Priodontes maximus*) e o miqui (*Brachyteles hypoxanthus*). O clima da região é classificado como tropical úmido com invernos secos entre os meses de maio e setembro. A floresta é caracterizada como tropical sazonal úmida, com pluviosidade média anual de 1480,3 mm e temperatura anual média de 21,9°C (Gilhuis 1986, Godinho 1996). O entorno do parque, em sua maior parte, consiste em propriedades rurais compostas de pasto e de plantações de eucalipto. No entorno do PERD existem muitos relatos informais da predação de animais domésticos por onças.

Especificamente para o subprojeto **Ecótonos Floresta-ambientes aquáticos: insetos de dossel e herbivoria**, indivíduos de *Byrsonima sericea* previamente estudados continuarão sendo monitorados em três populações independentes que ocorrem nas seguintes áreas do Parque Estadual do Rio Doce: lagoa Antônio Anastácio, lagoa Bonita e lagoa Dom Helvécio. Ambientes transicionais de brejos destas mesmas lagoas serão estudados quanto à dinâmica de variação de fauna de formigas de solo e arbóreas. Para análise do impacto da lama da Samarco estudos serão conduzidos em seis áreas localizadas na parte norte do Parque Estadual do Rio Doce (PERD). A seleção das áreas considerou ecossistemas sob distintos efeitos do impacto da lama: duas áreas no rio Doce e uma no rio Mombaça onde houve percolação da lama sobre as margens da mata ciliar e outras três áreas que não foram afetadas serão o controle das primeiras: duas áreas no rio Turvo serão os controles das duas áreas do rio Doce e uma área a montante do rio Mombaça, controle da parte impactada.

As áreas de estudo do subprojeto **Dinâmicas sócio-ecológicas no entorno do Parque Estadual do Rio Doce (PERD): cenários e governança para futuros sócio-bio-diversos** compreendem o Parque Estadual do Rio Doce e sua zona de amortecimento. A zona de amortecimento do PERD em um raio de 10 km possui uma área total de 164.869,79 ha, compreendendo 13 municípios: Bom Jesus do Galho, Caratinga, Córrego Novo, Jaraguáçu, Pingo D'água, Raul Soares, São Pedro dos Ferros, São José do Goiabal, Antônio Dias, Coronel Fabriciano, Ipatinga, Santana do Paraíso e Vargem Alegre.



c) Objetivos geral e específicos;

#### **Objetivo geral**

O projeto engloba diversos subprojetos que abordam diferentes temas, conforme descrito abaixo. Dentre os principais objetivos, estão o de avaliar os processos ecossistêmicos que ocorrem no Parque Estadual do Rio Doce e seu entorno, bem como os impactos antrópicos (ex. espécies exóticas, plantações de eucalipto) e de variações ambientais e climáticas que influenciam a dinâmica dos processos ecológicos, a dinâmica de populações (bioindicadores) e dinâmicas sócio-ecológicas no passado e no presente, com vistas a gerar subsídios para o manejo, conservação e governança do PERD.

Neste edital, um objetivo adicional foi incorporado afim de identificar, quantificar e monitorar os impactos da degradação ambiental gerada pelo desastre de Mariana sobre o Rio Doce e a influência deste impacto nas dinâmicas ecológicas de alguns organismos para que se possa entender, dimensionar, bem como propor alternativas para recuperação das áreas e da biota que sofrem influencia do impacto.

#### **Objetivos específicos de cada subprojeto:**

##### **Sub-projeto 1 - Ciclagem do carbono**

Avaliar os efeitos de processos físicos, biogeoquímicos e climáticos na ciclagem do carbono, na regulação das taxas de produção primária e respiração ecossistêmica e na emissão de gases de efeito estufa em ecossistema lacustre do Médio Rio Doce.

##### **Sub-projeto 2– Ecótonos Floresta-ambientes aquáticos: insetos de dossel e herbivoria.**

Nosso objetivo é investigar qual é o papel da interação inseto-planta no avanço da floresta sobre áreas abertas. Especificamente, avaliaremos o efeito da presença de formigas predadoras na taxa de herbivoria e na diversidade de herbívoros. Avaliaremos o efeito da associação entre lianas e planta hospedeira no estabelecimento de formigas predadoras. Avaliaremos também os impactos sobre a mirmecofauna das áreas ciliares do Rio Doce afetadas pelo derramamento de lama proveniente da barragem de rejeitos de mineração da SAMARCO.

Os objetivos específicos são:

- 1 - Continuar avaliando os processos de herbivoria foliar e interação com formigas; dimensionar as contribuições do aporte de insetos terrestres para dentro dos lagos;
- 2 - Compreender a distribuição de espécies de formigas associadas às áreas estudadas (margens do Rio Doce afetadas pela lama vinda da barragem de rejeitos de mineração da SAMARCO);
- 3 - Comparar a fauna e os processos de dispersão de sementes por mirmecoria das áreas afetadas com aquela existente em tributários não afetados diretamente pela lama;

##### **Sub-projeto 3 – Paleolimnologia: avaliação de distúrbios antrópicos do passado**

Avaliar a riqueza, composição e abundância relativa de cladóceros fósseis de duas épocas distintas em três lagoas, e buscar entender as variações que ocorreram nesta comunidade nos últimos 100 anos, e os prováveis fatores responsáveis pelas mesmas.

##### **Sub-projeto 4– Dinâmicas sócio-ecológicas no entorno do Parque Estadual do Rio Doce (PERD): cenários e governança para futuros sócio-biodiversos.**

Mapear as dinâmicas sócio-ecológicas no passado e no futuro, dando subsídios para a governança socioambiental na área de entorno do PERD.

Os objetivos específicos são:

1 - \_ Analisar a dinâmica da paisagem na zona de amortecimento do PERD nos últimos 30 anos e simular diferentes cenários de manejo sustentável para compreensão da evolução nos próximos 30 anos (2050).

2 - Listar instrumentos de governança socioambiental que permitirão implementar diferentes cenários desejáveis pelos atores sociais locais. Para além da listagem do conjunto de políticas públicas e privadas capazes de implementar os cenários, workshops sobre governança irão abordar como essas políticas devem ser coordenadas em diferentes escalas de governança.

#### **Sub-projeto 5 – Avaliação da degradação ambiental gerada pelo desastre de Mariana sobre os processos hidrodinâmicos e sedimentares do trecho do rio Doce conectado ao Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais**

Avaliação da degradação ambiental gerada pelo desastre de Mariana sobre os processos hidrodinâmicos e sedimentares do trecho do rio Doce conectado ao Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais.

Os objetivos específicos são:

1 - Avaliar a evolução dos processos de assoreamento e variação temporal da taxa de sedimentação e vazão no rio Doce.

2 - Caracterização qualitativa do sedimento do rio Doce e análise da variação temporal e espacial do transporte de carbono do rio Doce.

#### **Sub-projeto 6 – Monitoramento do impacto do derramamento de lama no Rio Doce sobre a mastofauna de médio e grande porte e aspectos populacionais de onças no Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais**

Estimar a abundância e densidade populacionais da fauna de médios e grandes mamíferos e onças-pintadas e pardas na área do PERD.

Os objetivos específicos são:

1- Monitorar o impacto do derramamento de lama sobre a fauna de médios e grandes mamíferos do PERD; seguindo o gradiente crescente (pouco, médio, grande) de acordo com a distância em relação ao Rio Doce,

2- Acompanhar parâmetros populacionais, como abundância relativa, densidade, razão sexual de onças-pintadas e onças-pardas na região do Parque Estadual do Rio Doce, MG;

#### **Sub-projeto 7 - Monitoramento da dinâmica populacional de longo prazo de abelhas nativas com ênfase nas abelhas das orquídeas (Euglossina: Apini: Apidae)**

Comparar através de marcadores genéticos (mitocondriais e microssatélites) a dinâmica populacional no passado e no presente de dois grupos de abelhas bioindicadores.

Os objetivos específicos são:

1. Coletar espécimes de *Euglossina* nas áreas do PERD e seu entorno, em 10 pontos amostrais com fragmentos florestais em diferentes graus de sucessão.

2. Gerar sequências de DNA mitocondrial das abelhas coletadas.

3. Gerar genótipos de microssatélites das amostras de *Eg. marianae* e *Eg. carolina* coletadas em diferentes momentos, incluindo material de coleções.

4. Avaliar a dinâmica populacional atual e pretérita das populações de *Eg. marianae* e *Eg. carolina*, com foco nas análises demográficas.

#### **Sub-projeto 8 -Diversidade beta do plâncton como indicadora de mudanças ambientais**

Avaliar os efeitos das mudanças ambientais (fatores climáticos, disponibilidade de nutrientes, densidade de predadores) a longo prazo sobre a diversidade alfa, beta e gama das comunidades planctônicas de lagoas do PERD e entorno e avaliar a efetividade da diversidade beta do plâncton como indicadora de variações ambientais nos lagos do PERD e entorno.

### **Sub-projeto 9- Biologia reprodutiva de espécies de peixes nativas e exóticas nas lagoas do Parque Estadual do Rio Doce**

Avaliar a biologia reprodutiva de espécies de peixes nativas e exóticas em lagoas do Parque Estadual do Rio Doce através da determinação do ciclo e potencial reprodutivo de tucunarés, piranhas e traíras, verificação da influência de espécies exóticas (tucunarés e piranhas) no potencial reprodutivo de espécies nativas (traíras) para desenvolver estratégias de manejo das espécies exóticas.

### **Sub-projeto 10 - Caracterização taxonômica e funcional de procariotos anaeróbicos envolvidos nos ciclos de carbono e enxofre**

Caracterizar a estrutura e função das comunidades de bactérias e arqueias envolvidas na fase anaeróbica dos ciclos biogeoquímicos nos lagoas do parque.

Os objetivos específicos são:

Identificar as comunidades de águas anóxicas e de sedimento.

Detectar e quantificar as atividades metanogênicas e metanotróficas.

Descrever, usando metagenômica funcional, as vias metabólicas de ciclagem de carbono, fósforo, nitrogênio e enxofre nesses ambientes.

Determinar, através da correlação com parâmetros físico-químicos analisados, a importância das interações sintróficas entre procariotos para ciclagem desses elementos.

### **Sub-projeto 11 - Diagnostico e Monitoramento dos aspectos climáticos, através da rede de estações meteorológicas e de pluviômetros automáticos no Parque Estadual do Rio Doce – PERD e seu entorno**

Diagnosticar e monitorar os aspectos climáticos, através da rede de estações meteorológicas e de pluviômetros automáticos no Parque Estadual do Rio Doce – PERD e em seu entorno.

Os objetivos específicos consistem em:

1- analisar a climatologia anual para cada ano no período de 2005 a 2015, através dos dados das estações meteorológicas, em funcionamento, localizadas em seu entorno;

2-elaborar balanços hídricos decendiais, para cada ano, no período de 2005 a 2015;

3 -produzir mapas decendiais de pluviosidade, para cada ano no período de 2005 a 2015;

4- distribuir temporalmente a média das precipitações, para cada ano no período de 2005 a 2015;

5- analisar aspectos dinâmicos que influenciam na espacialização das chuvas, produzindo campos de linhas de corrente decendiais a 250 hPa e 850 hpa de altura, para cada ano no período de 2005 a 2015

6- monitorar os parâmetros meteorológicos, como estudo de caso já citados durante o ano de 2017, comparando-os com os resultados do período de 2005 a 2015 hídricos

d) Material e métodos a serem empregados para cada um dos objetivos específicos

### **Sub-projeto 1 - Ciclagem do carbono**

Será montada uma boia no centro da lagoa Carioca com sensores de alta-frequência que coletarão dados climatológicos (velocidade do vento, radiação, umidade relativa, pluviosidade, temperatura do ar) e dados de concentração de oxigênio dissolvido, temperatura e radiação subaquática em diferentes profundidades. Os dados armazenados pelas sondas serão descarregados em computador portátil mensalmente e estas serão limpas e calibradas para o seu perfeito funcionamento.

Durante as visitas mensais de manutenção da boia serão coletados dados de concentração de metano em perfil na coluna de água. Além disso, serão coletados dados de emissão de metano por ebulição e difusão em diferentes pontos da lagoa, além de coleta de água para análises de nutrientes totais e dissolvidos, caracterização da matéria orgânica dissolvida, clorofila-a e sólidos em suspensão.

Os dados coletados por essa boia serão incorporados ao banco de dados do PELD. Estes dados serão analisados conjuntamente com outros dados de metabolismo, emissão de gases do efeito estufa e de caracterização da matéria orgânica dissolvida já coletados nas lagoas do Médio Rio Doce. Dessa forma, será possível ampliar o entendimento do papel destes lagos na ciclagem de carbono e da influência dos fatores climáticos no processamento de carbono dos lagos.

Os processos físicos que estão ocorrendo no lago serão mensurados através de índices hidrodinâmicos. Entre os índices serão estimados: a profundidade da camada de mistura ativa (AML); as contribuições relativas do vento ( $u^*$  - escala de velocidade turbulenta devido ao vento de cisalhamento) e da perda de calor ( $w^*$  - escalas de velocidade turbulentas devido à convecção) à turbulência na camada de mistura superficial; o fluxo de calor de superfície efetivo; a intensidade de turbulência vertical na coluna de água, utilizando o coeficiente de Eddy difusividade ( $K_z$ ) e a estabilidade física da coluna de água, através do Lake Number. Os detalhes sobre as computações dos índices estão descritos em MacIntyre et al. 1999 e 2002. Além disso, serão feitas modelagens da estrutura térmica do lago visando estimar a ocorrência de fluxos horizontais de massas de água devido ao aquecimento e/ou resfriamento diferencial entre as regiões litorânea e pelágica.

As taxas metabólicas serão calculadas para diferentes estratos de profundidade do lago a partir da variação no oxigênio dissolvido, usando uma abordagem de balanço de massas modificado (Odum, 1956). Nesta abordagem, a produtividade líquida do ecossistema (PLE) é calculada de acordo com a equação  $PLE = ([OD]_{t+1} - [OD]_t) + Fatm/Z_{mix} + FZ_{mix} + FK_z/h^2$ , onde para cada intervalo de tempo a PLE é a mudança líquida no oxigênio dissolvido atribuída ao metabolismo biológico;  $[OD]$  é a concentração do oxigênio dissolvido medida no tempo  $t$  e  $t+1$ ;  $Fatm$  é o fluxo de oxigênio entre a atmosfera e a água;  $Z_{mix}$  é a profundidade da camada de mistura ativa;  $FZ_{mix}$  é o fluxo entre as camadas devido ao aprofundamento da camada de mistura;  $FK_z$  é o fluxo devido a Eddy difusividade; e  $h$  é a altura de cada estrato de profundidade. Além disso, serão selecionados dias de amostragem específicos para avaliar a influência de fluxos horizontais conduzidos pela densidade causados por aquecimento/resfriamento diferencial e de fluxos verticais causados pelo resfriamento noturno nas estimativas das taxas metabólicas.

### **Sub-projeto 2 – Ecótonos Floresta-ambientes aquáticos: insetos de dossel e herbivoria.**

1 - Para mensurarmos a taxa de herbivoria e a composição de herbívoros serão selecionados 68 indivíduos de *Byrsonima sericea*, 32 associados com lianas e formigas predadoras (*Azteca* sp Forel, 1878) e 34 indivíduos associados apenas com lianas. Serão coletadas folhas de toda a *B. sericea* para quantificar a taxa de herbivoria ocasionada pelos insetos herbívoros (Coleoptera, Orthoptera e Lepidoptera). As espécies de lianas que tem como planta hospedeira *B. sericea* também serão amostradas. Os insetos herbívoros mastigadores de vida livre também serão amostrados, seguindo o protocolo proposto por RIBEIRO et al (2005) e previamente utilizado no projeto. Será proposta metodologia adicional para coleta passiva de insetos que caem sobre as margens até a zona limnética dos três lagos estudados.

2 - A amostragem da mimercofauna será realizada nas distintas áreas controle, em comparação com áreas impactadas em diferentes graus. Para a coleta serão plotados dois transectos de 250 metros de extensão em cada uma das áreas amostrais, com 25 amostras equidistantes.

3 - Em cada uma das áreas serão selecionados frutos de plantas disponíveis (mirmercócicas ou dispersão secundária) no remanescente mais próximo da área afetada pela lama onde serão selecionadas espécies de plantas dos remanescentes próximos a área impactada. Alguns dos frutos/sementes mais removidos, serão coletados e levadas para experimento em condições de laboratório onde serão acompanhadas o tempo para germinação e desenvolvimento nos três diferentes tipos de solos impactados (altamente impactado, impactado e controle).

### **Sub-projeto 3 – Paleolimnologia: avaliação de distúrbios antrópicos do passado**

As coletas serão realizadas em três lagos dentro e no entorno do Parque Estadual do Rio Doce (Carioca, Gambazinho e Jacaré). Com a utilização de amostrador do tipo corer serão retirados, de cada lago, cinco perfis estratigráficos de 30 a 40cm de profundidade, que serão segmentados de 1 em 1cm ainda no campo. Um dos corers de cada lagoa será destinado para a datação radiométrica  $^{210}\text{Pb}$  e  $^{226}\text{Ra}$ , métodos que permitem, investigações geocronológicas de sedimentos límnicos com datações de até 120 anos. Os demais corers serão utilizados para identificação e contagem de carapaças de organismos zooplânctônicos e testes de eclosão dos ovos de resistência. As análises estatísticas serão realizadas pelo programa R.

#### **Sub-projeto 4 – Dinâmicas sócio-ecológicas no entorno do Parque Estadual do Rio Doce (PERD): cenários e governança para futuros sócio-biodiversos**

Análise da dinâmica da paisagem contemplará as seguintes etapas:

- mapeamento da vegetação da área do PERD e seu entorno (faixas de 10, 20 km e outras a estudar no entorno do parque);
- cálculo das métricas da paisagem, incluindo a área média e forma das parcelas de vegetação nativa (Mata Atlântica) e usos antrópicos como (urbano, agricultura/pastagens, plantações de eucalipto, solo exposto) e ambientes aquáticos;
- formulação por parte da equipe de projeto de possíveis cenários para o entorno do PERD, tendo como objetivo implementar paisagens sociobiodiversas. Cenários são entendidos como *possíveis futuros* que integram diferentes padrões de coberturas e usos do solo. A cada diferente padrão de uso/ocupação serão associados diferentes serviços ecossistêmicos. Por exemplo, florestas contíguas e estruturalmente diversas contribuem ativamente para uma mais eficiente retenção de água. Serão criadas “histórias” de futuros possíveis (cenários) para três localidades no entorno do parque;
- Com base em “histórias e critérios definidos em II serão elaborados modelos espacialmente explícitos usando análise multicritério para alocar os usos e ocupações do solo no entorno do parque nos próximos 30 anos;
- Engajamento com atores locais para entender, a partir de seu ponto de vista, quais as vantagens e desvantagens de cada cenário formulado pela equipe do projeto. Os ganhos e perdas de serviços ecossistêmicos em cada cenário serão analisados pelos participantes nos grupos focais (pescadores, agricultores, empresas).
- A partir da modelagem espacialmente explícita de cenários criados em II e III serão criadas imagens (fotomontagens e visualizações 3D) para discutir com os participantes os cenários futuros, pois “uma imagem vale mais do que 1000 palavras”. Este trabalho será feito em cooperação com a University of East Anglia no Reino Unido através da candidatura ao Newton Found.

Para atender o objetivo Governança multi-escala para implementar futuros sócio-biodiversos será trabalhado com enfoque em workshops sobre governança. Nos workshops serão discutidos quais os instrumentos de governança a nível global, nacional e regional (ex. pagamento de serviços ecossistêmicos de fundos internacionais e nacionais, políticas públicas e/ou iniciativas privadas) poderão tornar viáveis os cenários “desejados” pelos atores locais e regionais nas três comunidades locais em estudo. Nestes workshops sobre governança avaliam-se estratégias e modelos institucionais que possam viabilizar a implementação no terreno de cenários entendidos como desejáveis. Nestes workshops, pesquisadores convidados de outras universidades e institutos de pesquisa (INPA, INPE, EMBRAPA, CONAB), membros de ONGs (ISA, WWF, IMAFLORA etc.) trabalham em cenários “desejáveis” pelos atores locais. Se estuda quem serão os ganhadores e perdedores (“winners” e “losers”) em cada cenário. Analisam-se quais as “trade offs” que as populações estão querendo em termos de serviços ecossistêmicos e se as preferências das comunidades põem ou não em causa a provisão de serviços ecossistêmicos, como a biodiversidade.

#### **Sub-projeto 5– Avaliação da degradação ambiental gerada pelo desastre de Mariana**

### **sobre os processos hidrodinâmicos e sedimentares do trecho do rio Doce conectado ao Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais**

Será realizado um projeto piloto para levantamento batimétrico da área de estudo, utilizando o ecobatímetro ODOM CV-100 acoplado a um D-GPS Trimble. A batimetria prévia será utilizada para identificação dos seis pontos amostrais onde será realizado o estudo: um ponto à montante do parque, quatro pontos no trecho do rio que percorre o parque PERD e um ponto à jusante do parque. Serão realizadas quatro coletas anuais durante 3 anos consecutivos (2017 a 2019), totalizando 72 amostras em 12 coletas.

Com os pontos amostrais definidos, serão realizados transectos nos seis pontos amostrais utilizando o ecobatímetro ADCP para coleta de dados de vazão e morfometria. Com o auxílio de cordas, o equipamento será transpassado de margem a margem, até que sejam obtidos três transectos com valores equivalentes, dos quais será realizado a média. O acompanhamento do nível do rio deverá ser realizado a partir da instalação de réguas limnéticas.

A avaliação do assoreamento, vazão e mudanças morfométricas do sedimento, serão obtidas pela comparação dos transectos realizados nos mesmos locais, ao longo dos três anos de coleta. Informações sobre o uso do solo e o grau de degradação das matas ciliares, também serão consideradas para inferir sobre a influência tanto das atividades no entorno do rio quanto da destruição gerada após o desastre do rompimento da barragem de Mariana.

Experimentos para avaliação da taxa de sedimentação serão montados nos seis pontos amostrais, utilizando câmaras de sedimentação na proporção comprimento/diâmetro 3:1, a 70% de profundidade local, durante 24 horas.

Caracterização qualitativa do sedimento do rio Doce.

Para análise do sedimento serão coletadas amostras nos seis pontos pré-estabelecidos no levantamento batimétrico. As coletas de sedimento serão realizadas com o auxílio de barco, draga, potes de alumínio identificados, EPI's para coleta do material, GPS para localização exata do ponto amostral, planilha de campo.

O teor de matéria orgânica será determinado de acordo com metodologia proposta por Callisto (1998). A granulometria do sedimento será analisada de acordo com a metodologia proposta por Suguio (1973) e modificada por Callisto & Esteves (1996). Após secagem do sedimento por 48 horas a 60 °C, as amostras serão submetidas a uma série de peneiras para a separação das frações de seixo (16,00 mm), cascalho (4,00 mm), areia muito grossa (2,00 mm), areia grossa (1,00 mm), areia média (0,50 mm), areia fina (0,250 mm), areia muito fina (0,063 mm) e silte + argila (menor que 0,063 mm).

### **Sub-projeto 6 — Monitoramento do impacto do derramamento de lama no Rio Doce sobre a mastofauna de médio e grande porte e aspectos populacionais de onças no Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais**

1. Determinar o impacto do derramamento de lama sobre a fauna de médios e grandes mamíferos do PERD:

Utilizando o mesmo desenho amostral com as armadilhas fotográficas, a primeira etapa de análises para determinar o impacto do derramamento de lama será descritiva, compilando o número de espécies de mamíferos de médio e grande porte registradas nas estações (unidades amostrais) e gerar listas de diversidade destas espécies para a região do estudo. Na segunda etapa, focaremos na questão qualitativa das estações amostradas. Cada visita de um indivíduo à uma unidade amostral registrada será considerada como um registro independente, respeitando um intervalo de uma hora entre os registros. A maior parte das espécies de mamíferos alvo deste estudo não possui indivíduos com dimorfismo ou alguma característica morfológica que os possa individualizar visualmente e separá-los dos outros indivíduos da mesma espécie. Portanto é impossível diferenciar e estimar a abundância de indivíduos de uma mesma espécie. Desta forma, existe a possibilidade de um mesmo indivíduo visitar a mesma unidade amostral por mais de uma vez num intervalo de 24 horas. No entanto, cada visita deste suposto mesmo indivíduo, será considerada como um registro

independente, desde que feito com intervalos de uma hora. As visitas serão então contabilizadas por unidade amostral. Esta contabilização irá gerar um total de visitas por unidade amostral ao longo de estudo. Trataremos então cada visita registrada como um dado semelhante ao registro de um indivíduo de uma determinada espécie. Estes registros serão então somados para resultar num total de registros de cada espécie por área (centro-norte versus centro-sul). Feito isso, avaliaremos o uso das áreas utilizando o índice de diversidade de Shannon-Wiener (lista de espécies x número de visitas de indivíduos por espécie) para gerar um índice de “diversidade de visitas”.

Na terceira etapa das análises, focaremos na questão quantitativa das áreas de estudo (centro-norte e centro-sul). Respeitando os mesmos critérios de registro de indivíduos acima descritos, utilizaremos o total de registros por unidade amostral ao longo do estudo e calcularemos uma média de registros por área de estudo. Posteriormente, essas médias serão comparadas entre as áreas através de um teste *t* para determinar qual área possui um maior movimento de indivíduos.

Na quarta etapa de análises, focaremos na questão do gradiente de impacto do desastre do derramamento de lama sobre a fauna de médios e grandes mamíferos. Para tal, conduziremos uma análise de regressão linear simples. Utilizaremos como variável dependente o número de visitas de mamíferos de médio e grande porte a cada unidade amostral e como variável independente a distância de cada unidade amostral em relação ao Rio Doce.

Por fim, os resultados do número de espécies de cada amostragem serão comparados com trabalhos já publicados e entre si, para que possamos averiguar a presença/ausência de mamíferos terrestres de médio e grande porte no Parque Estadual do Rio Doce ao longo do tempo após a ocorrência do desastre ambiental.

## 2. Acompanhamento de parâmetros populacionais, como abundância, densidade, razão sexual de onças:

Como forma de estimar os parâmetros populacionais acima descritos, utilizaremos armadilhas fotográficas com sensores que são disparados em razão da movimentação do animal que eventualmente passa em frente à câmera (Karanth and Nichols 1998). Essa metodologia utiliza a probabilidade de detecção de um indivíduo de uma determinada espécie, estimada a partir da frequência em que determinado indivíduo é capturado repetidamente durante a amostragem (Karanth et al. 2010). A amostra de indivíduos registrada é utilizada para fazer inferências sobre toda a população.

Como este projeto será inserido dentro de um projeto maior que já está em andamento (Projeto Carnívoros do Rio Doce) no Parque Estadual do Rio Doce desde 2011, já dispomos das 60 armadilhas fotográficas necessárias para este estudo e já estamos realizando a primeira amostragem. Estabelecemos 18 áreas de coletas de dados graficamente representadas pela figura de um círculo de raio de 1,5 quilômetros (buffer). Este distanciamento é baseado no raio de um círculo equivalente ao tamanho da área de vida de uma onça-pintada fêmea. No PERD, um estudo anterior utilizando radio-telemetria, estimou a área de vida de uma onça-pintada fêmea em aproximadamente 20 km<sup>2</sup> (Rylands & Silva 1996). Embora o tempo de monitoramento tenha sido curto (quatro meses) e o tamanho amostral pequeno (apenas um indivíduo), este número servirá como indicativo do tamanho dos buffers utilizados nesta proposta. Baseado na premissa de estimativa populacional com armadilhas fotográficas, o distanciamento das câmeras deve evitar deixar espaços que possam ser ocupados por animais e estes não serem detectados (Maffei et al. 2011, Karanth et al. 2011, Tobler et al. 2013). Portanto, consideramos a área de vida de 15 km<sup>2</sup>, o que gera um distanciamento entre câmeras de aproximadamente 1,5 km. Desta forma, serão dezoito (18) buffers a cobrir toda a área do Parque. Nove (9) buffers serão localizados na porção centro-norte do PERD, de modo a amostrar uma metade do Parque, e nove (9) buffers serão localizados na porção centro-sul do PERD, de modo a amostrar a outra metade do Parque. Em cada um dos buffers foram estabelecidas três estações de coleta, sendo que cada estação tem duas armadilhas fotográficas dispostas frente a frente e distantes 3 a 4 metros uma da outra. Cada estação tem uma distância aproximada de 1,5

quilômetros de outras estações e serão localizadas de forma aleatória dentro do buffer. Portanto, cada buffer tem um total de 6 armadilhas fotográficas. Com o referido distanciamento entre câmeras, a área do Parque permite a instalação de aproximadamente 54 estações de captura, somando um total de 108 armadilhas fotográficas. A primeira amostragem, em andamento quando da submissão desta proposta, está sendo realizada em dois blocos com 27 estações cada, e seguiremos o mesmo desenho amostral para as futuras amostragens.

Cada estação será considerada uma unidade amostral. As armadilhas fotográficas serão instaladas nas estações em locais apropriados (trilhas, corredores de passagem de fauna, clareiras, etc.) e permanecerão ligadas e funcionando por um período de 40 a 45 dias. A contagem de funcionamento será iniciada (os dados que serão utilizados nas análises) a partir do início do funcionamento da última armadilha fotográfica instalada (Figura 1). Depois dos 40 a 45 dias, as armadilhas fotográficas serão desligadas e deslocadas para a região centro-sul do PERD. O deslocamento será feito em 15 a 20 dias. Depois todas as 54 armadilhas fotográficas serão novamente instaladas nos 9 buffers da região centro-sul seguindo a mesma metodologia acima descrita (Figura 1). Ao final de 40-45 dias as armadilhas fotográficas serão desligadas e os dados coletados para as análises. As onças-pintadas serão individualizadas pelas características de suas pelagens (padrões de malhas na pelagem dos animais). No caso das onças-pardas, marcas, sinais ou características físicas aparentes serão utilizadas para individualizar os animais registrados. Para a estimativa de abundância e densidade serão utilizados modelos espacialmente explícitos (Royle et al. 2009, Foster & Harmsen 2012, Tobler et al. 2013). Resultados dos registros das câmeras serão utilizados também para determinar a razão sexual das populações estudadas e a presença e quantidade de filhotes. Através dos dados da primeira amostragem já em andamento e das duas novas amostragens aqui propostas, será possível acompanhar os parâmetros populacionais das duas espécies.

### **Sub-projeto 7- Monitoramento da dinâmica populacional de longo prazo de abelhas nativas com ênfase nas abelhas das orquídeas (Euglossina: Apini: Apidae)**

#### Coleta dos espécimes

Em cada ponto amostral serão utilizadas doze iscas atrativas a machos de abelhas euglossinas (acetato de benzila, acetato de p-cresol, acetato de p-tolil, benzoato de metila, beta-ionona, cinamato de metila, cineol, dimetoxi-benzeno, escatol, eugenol, salicilato de metila e vanilina). Estas iscas serão expostas em pedaços de cotonete amarrados por barbantes nas ramagens da floresta, a distância de pelo menos um metro entre si e pelo menos um metro e meio acima do solo. As abelhas atraídas pelas iscas serão capturadas com redes entomológicas e sacrificadas em câmaras mortíferas contendo acetato de etila. A perna posterior direita de cada indivíduo será retirada e armazenada em álcool (etanol a 99%) para os estudos moleculares. As abelhas coletadas serão montadas em alfinete entomológico e secas em estufa para posterior identificação em nível específico. Todo o material coletado será tombado e depositado na Coleção Entomológica das Coleções Taxonômicas da Universidade Federal de Minas Gerais.

#### Extração e obtenção dos dados genéticos

A extração do DNA será feita através do protocolo de fenol-clorofórmio (Sambrook & Russel 2001). Para a amplificação de fragmentos específicos dos genes mitocondriais serão utilizados *primers* disponíveis na literatura. O sequenciamento será realizado no sequenciador ABI 3730xl. Após o sequenciamento, os cromatogramas serão analisados pelo software SeqScape v2.6. Para a obtenção dos dados de microssatélites serão utilizados *primers* disponíveis na literatura, para a espécie *Eg. carolina* (Souza et al. 2007), e *primers* desenvolvidos anteriormente por esse grupo de pesquisa para a espécie *Eg. marianae*. Os fragmentos serão amplificados e após a confirmação do resultado eles serão genotipados no sequenciador ABI 3730xl e verificados no programa Geneious 8.1.8.



### Análises dos dados populacionais

O programa jModeltest (Posada 2008) será utilizado para definir o modelo de substituição nucleotídica mais adequado. As relações filogenéticas entre os táxons, serão inferidas com emprego de diferentes programas, utilizando-se abordagens de Inferência Bayesiana (IB) no MrBayes 3.2.6 (Huelsenbeck & Ronquist 2001), Máxima Parcimônia (MP) no TNT (Goloboff *et al.* 2008) e Máxima Verossimilhança (ML) no RAxML (Stamatakis 2014). O tempo de divergência entre os táxons será estimado pelo programa BEAST v.2.1.3 (Bouckaert *et al.* 2014) e os outputs oriundos do BEAST e do MrBayes serão analisados usando o programa TRACER v.1.6 (Rambaut *et al.* 2014).

Os programas GENELAND v. 3.3 e Structure 2.3.4 serão utilizado para definir os agrupamentos populacionais geneticamente distintos (Pritchard *et al.* 2000; Guedj & Guillot 2011).

Após a definição dos agrupamentos populacionais geneticamente diferenciados, serão utilizados os programas: Arlequin 3.5 (Excoffier & Lischer 2010), DnaSP versão 5.10 (Librado & Rozas 2009) e o MEGA 7 (Kumar *et al.* 2016) para estimar parâmetros de diversidade intra e interpopulacionais.

Serão construídas redes de haplótipos com o algoritmo de median-joining network (Bandelt *et al.* 1999), disponível no software NETWORK 4.6.

### **Sub-projeto 8 -Diversidade beta do plâncton como indicadora de mudanças ambientais**

As variações na diversidade serão avaliadas a partir de dados recentes, com a continuidade do monitoramento sazonal nas lagoas Carioca, Dom Helvécio, Gambazinho e jacaré e dos dados pretéritos que vem sendo obtidos desde 2000 através do programa PELD.

A diversidade alfa e gama será considerada como o número de espécies registrados para o local e para a região. A diversidade beta será estimada pelo índice de dissimilaridade de Sorensen. A diversidade será particionada para determinar a porção da referente à substituição de espécies e o quanto se refere à variações na riqueza As análises serão realizadas utilizando o pacote 'betapart' da Ferramenta R (Beselga *et al.*, 2007).

### **Sub-projeto 9 Biologia reprodutiva de espécies de peixes nativas e exóticas nas lagoas do Parque Estadual do Rio Doce**

Objetivo específico (peixes): - coleta ictiológica: Exemplares adultos dos gêneros *Pygocentrus*, *Cichla* e *Hoplias* serão capturados trimestralmente nos lagos do PERD no período de março de 2017 a fevereiro de 2019. Os exemplares serão capturados utilizando-se 50 lances de tarrafa por hora e dois conjuntos de redes de emalhar com diferentes tamanhos (1,5 a 16 cm entre nós) deixadas na água por 14 horas e verificada a cada 4 horas. Cada exemplar será identificado taxonomicamente e deles serão obtidos dados biométricos para calculo de índices biológicos. Fragmentos de gonada serão coletados e fixados em Bouin para análise histológica. Determinação do ciclo será realizada por observações macro e microscópicas das gônadas de acordo com BAZZOLI (2003): 1) Estádio de repouso; 2) Estádio de maturação inicial; 3) Estádio de maturação avançada/maduro; 4) Estádio desovado/espermiado. Ovários de fêmeas em maturação serão coletados e utilizados para determinação da fecundidade. A fecundidade absoluta será determinada pelo número total de ovócitos. A fecundidade relativa (FR) é calculada através das seguintes formulas:  $FR=F/CT$ ,  $FR=F/PC$  e  $FR=F/PG$ , onde F = fecundidade absoluta, CT = comprimento total, PC = peso corporal (g) e PG = peso da gônada (g)

### **Sub-projeto 10 - Caracterização taxonômica e funcional de procariotos anaeróbicos envolvidos nos ciclos de carbono e enxofre**

Identificação das comunidades por sequenciamento do gene de RNA 16S em plataforma de alta processividade. Quantificação das atividades metanogênica e metanotrófica através de real time PCR. Construção do metagenoma funcional por sequenciamento *shotgun* em plataforma de alta processividade. Quantificação dos parâmetros físico-químicos por métodos analíticos diversos, incluindo cromatografia gasosa (metano), TOC analyzer (COD, TN, TP) e sonda multi-parâmetros in situ (pH, DO, temperatura).

### **Sub-projeto 11 - Diagnostico e Monitoramento dos aspectos climáticos, através da rede de estações meteorológicas e de pluviômetros automáticos no Parque Estadual do Rio Doce – PERD e seu entorno**

Os dados trabalhados nesta pesquisa irão analisar as estações chuvosa (outubro a março) e seca (abril a setembro), para cada ano no período de 2005 a 2015, e referem-se as estações meteorológicas de Ipatinga e PERD gerenciadas pelo IGAM e Timóteo e Caratinga pelo INMET.

Para maior detalhamento, do monitoramento climático do PERD necessário se faz, a instalação de uma rede de seis (6) estações meteorológicas automáticas nos municípios de Revés do Belém, Pingo d'água, Córrego Novo, São José do Goiabal, Dionísio e Marliéria e quatro (4) pluviômetros automáticos, distribuídos nos quatro quadrantes (Norte, Sul, Leste e Oeste).

Serão produzidos balanços hídricos decendiais de cada estação, mapas decendiais de pluviosidade, gráficos decendiais com a distribuição temporal das precipitações médias (CUPOLILLO, 2008) e campos de linhas de corrente decendiais a 250 hPa e 850 hpa de altura (CUPOLILLO et al, 2009).

e) Resultados e produtos esperados para cada um dos objetivos específicos;

### **Sub-projeto 1 - Ciclagem do Carbono**

1. Ampliação do conhecimento sobre o metabolismo ecossistêmico em corpos aquáticos tropicais

Entender o metabolismo ecossistêmico integrado de um lago tropical, através da colocação de sensores de alta frequência de oxigênio em toda a coluna de água. Isso nos permitirá entender o papel do metalímnio e hipolímnio no metabolismo ecossistêmico. Entender os fatores que levam à prevalência da heterotrofia em ecossistemas aquáticos tropicais. Ampliar o conhecimento sobre a influência de parâmetros climatológicos e limnológicos no metabolismo dos ambientes estudados.

**Produtos esperados:** uma dissertação de mestrado, uma monografia de graduação (TCC), duas apresentações de trabalhos em eventos científicos nacional e internacional e dois artigos científicos publicados em revista de relevância acadêmica reconhecida, Qualis A ou B.

2. Ampliação do conhecimento sobre a ciclagem do carbono em ecossistemas tropicais.

Entender os processos de entrada (fontes) e processamento biogeoquímico da matéria orgânica dissolvida (MOD) na coluna de água de lagos tropicais. Entender o papel da degradação fotoquímica sobre a biogeoquímica do DOM e seus efeitos sobre o funcionamento dos lagos tropicais (regime de circulação e penetração da luz na água)

**Produtos esperados:** uma monografia de graduação (TCC), duas apresentações de trabalhos em eventos científicos nacional e internacional e dois artigos científicos publicados em revistas de relevância acadêmica reconhecida, Qualis A ou B.

3. Ampliação do conhecimento sobre a liberação e o armazenamento de gases de efeito estufa (CO<sub>2</sub> e metano) em ecossistemas tropicais.

Entender como o clima e seus efeitos sobre a estratificação e a turbulência na coluna de água controlam a emissão e o armazenamento de gases de efeito estufa (GEE) em lagos tropicais. Os resultados obtidos deverão permitir um melhor entendimento sobre as taxas de emissão de gases de efeito estufa, notadamente metano e dióxido de carbono, para a atmosfera pelos

ecossistemas aquáticos tropicais. Outro resultado importante será a compreensão da contribuição do estoque de GEE no hipolimnio de um lago monomítico na emissão anual em lagos tropicais.

**Produtos esperados:** uma dissertação de mestrado, uma monografia de graduação (TCC), duas apresentações de trabalhos em eventos científicos nacional e internacional e dois artigos científicos publicados em revistas de relevância acadêmica reconhecida, Qualis A ou B.

### **Sub-projeto 2– Ecótonos Floresta-ambientes aquáticos: insetos de dossel e herbivoria.**

1 - Entender como a interação inseto-planta contribui para o avanço da floresta sobre áreas abertas formadas pelo encolhimento das lagoas. Entender o papel de formigas territorialistas nos processos de herbivoria e diversidade de insetos, em especial focando em espaços livre de inimigos. Padrões de herbivoria serão evidenciados e associados com a composição de herbívoros que estão presentes nos ecótonos e a contribuição desta biomassa nos fluxos de matéria para dentro das lagoas. Identificar o impacto das lianas nos ecótonos como enriquecedoras ambientais e reguladoras do crescimento e estrutura do dossel.

**Produtos esperados** – uma tese de doutorado, uma dissertação de mestrado, duas monografias de graduação, cinco publicações Qualis B1+.

2 - Espera-se compreender aspectos da distribuição de espécies de formigas associadas às áreas estudadas por meio da comparação da fauna das áreas afetadas pela lama com áreas controle, provenientes de nossos estudos prévios realizados dentro do mesmo ecossistema. Neste sentido serão apontadas as espécies, processos e/ou parâmetros da mirmecofauna indicadores da degradação e variáveis ambientais relacionadas com a presença destas espécies. Nomeadamente: granulometria e composição química do solo, incluindo a presença de metais pesados e chance de alagamento, inferida pelo desnível em relação ao leito do rio e a introdução de matéria orgânica, que pode contribuir para a mitigação da perturbação.

3 - Mediante medidas de presença de espécies de formigas potencialmente engenheiras do ambiente, sua dinâmica de variações populacionais e o valor de influência em processos como dispersão e estabelecimento de plântulas, espera-se contribuir para a consolidação de bases para o monitoramento da recuperação de áreas degradadas e conservação das áreas não afetadas.

**Produtos esperados:** uma tese de doutorado, duas monografias de graduação, 4 publicações Qualis B1+.

### **Sub-projeto 3– Paleolimnologia: avaliação de distúrbios antrópicos do passado**

Este trabalho contribuirá com informações inéditas do passado recente das lagoas Carioca, Gambazinho e Jacaré a partir da interpretação dos dados de subfósseis zooplânctônicos e ovos diapáusicos. Espera-se que a riqueza e densidade de espécies de Cladocera apresentem diferenças entre os anos avaliados, refletindo o efeito de possíveis impactos das alterações que ocorreram nas lagoas (introdução de espécies exóticas de peixes e substituição da mata por plantios densos de eucaliptos). Além disso, esta investigação abre perspectiva para estudar as potenciais mudanças genéticas sofridas ao longo dos anos em espécies do grupo Cladocera nas lagoas indicadas.

**Produtos esperados:** uma tese de doutorado, 2 artigos científicos e 1 artigo de divulgação.

### **Sub-projeto 4– Dinâmicas sócio-ecológicas no entorno do Parque Estadual do Rio Doce (PERD): cenários e governança para futuros sociobiodiversos**

Este subprojeto tem como objetivo criar, com rigor científico, mapas e imagens que podem servir de apoio na tomada de decisão e fornecer subsídios para a governança ambiental do entorno do PERD. Os dados levantados e as discussões previstas também podem contribuir significativamente para a atualização do Plano de Manejo do PERD.

Particularmente pretende avaliar a espacialização de diferentes serviços ecossistêmicos e

criar uma proposta de implementação de corredores ecológicos e funcionalidades para melhoria do fluxo da fauna local, principalmente em relação a mamíferos de médio e grande porte, e fazer uma análise de mudanças (cenários futuros) decorrentes das alterações do Novo Código Florestal e as Cotas de reserva ambiental e como está impactando a região.

Uma importante contribuição deste projeto será relacionar os serviços ecossistêmicos com a estrutura e espacialização da floresta. Outro resultado será o mapa de impactos dos conflitos de uso da terra (usos antrópicos e necessidade de preservação). O material compilado poderá subsidiar propostas de modelos de governança e tomada de decisão a nível local, regional e nacional. Publicações em revistas técnico-científicas qualificadas, publicação em capítulo de livro, bem como exposição em eventos-científicos internacionais e nacionais.

**Produtos esperados (ano da entrega do produto):**

Objetivo específico 1

- Mapas temáticos do uso/ocupação do PERD e zona de amortecimento para os anos de 1985, 2000, 2015 e 2050 (ano 1);
- Mapas temáticos para a compreensão do meio antrópico sobre o natural (intensidades dos usos na paisagem) no PERD e sua zona de amortecimento (ano 2).
- Análise da paisagem da zona de amortecimento em relação à fragmentação florestal, com um estudo sobre suas métricas (áreas, formas, distância e graus de conectividade) (ano 1);
- Proposição de técnicas de manejo e criação de corredores ecológicos, de acordo com cada fragmento florestal analisado e suas peculiaridades (ano 2);
- Elaboração de cenários futuros (30 anos) e diagnóstico das implicações da perda de matas e fragmentação florestal com outros serviços ecossistêmicos (sequestro de carbono etc.) (ano 3);

Objetivo específico 2

- listagem de possíveis políticas públicas e privadas que podem embasar a implementação de cenários desejáveis com ganhos de serviços ecossistêmicos (ano 3)
- recomendações de como melhorar essas políticas em diferentes escalas de governança (local, regional, nacional e internacional) para que os futuros possíveis possam ser implementados nas comunidades do entorno do PERD (ano 4).
- disponibilização dos dados empíricos coletados nos grupos focais e workshops de governança aos gestores ambientais, para a aplicação das propostas na revisão do plano de manejo do parque, como auxílio da recuperação ambiental das áreas envolvidas no estudo (anos 3 e 4).

**Sub-projeto 5 — Avaliação da degradação ambiental gerada pelo desastre de Mariana sobre os processos hidrodinâmicos e sedimentares do trecho do rio Doce conectado ao Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais**

1 – Entender o transporte de sedimentos na calha do rio Doce adjacente ao Parque Estadual do Rio Doce. Espera-se verificar o grau de assoreamento, o tipo de sedimento e a taxa de sedimentação, identificando as áreas críticas de deposição. Entender a variabilidade dos processos hidrodinâmicos, suas relações com os eventos climáticos e compreender sua diferenciação em relação aos dados históricos do Rio Doce.

**Produtos esperados:** uma monografia de graduação (TCC), duas apresentações de trabalhos em eventos científicos nacional e internacional e dois artigos científicos publicados em revista de relevância acadêmica reconhecida, Qualis A ou B.

**Sub-projeto 6 – Monitoramento do impacto do derramamento de lama no Rio Doce sobre a mastofauna de médio e grande porte e aspectos populacionais de onças no Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais**

1- Com relação aos danos à fauna de mamíferos de médio e grande porte causados pelo derramamento de rejeito de minério no Rio Doce, esperamos verificar se houve ou não mudanças quanto ao número de espécies de mamíferos terrestres de médio e grande porte

na região de estudo em comparações com informações já publicadas na literatura, e se há diferença na riqueza de espécies entre áreas mais próximas ou mais distantes do Rio Doce Estes resultados serão importantes para o dimensionamento do impacto do dano ambiental para a fauna do PERD, o que contribuirá para a elaboração de medidas de restauração ecológica na região.

**Produtos esperados:** três artigos científicos e uma dissertação de mestrado

2- Além disso, apesar das diversas pesquisas com a mastofauna realizadas no PERD nas últimas três décadas, nenhum estudo teve seu foco direcionado especificamente a investigar a população de mamíferos carnívoros silvestres, especificamente as onças. No PERD encontra-se talvez a última população de onças-pintadas de tamanho significativo ( $\geq 20$  animais) de Mata Atlântica do estado de Minas Gerais (Viana 2006), sendo esta população importante na manutenção do fluxo gênico com outras subpopulações menores do entorno do PERD e regiões mais afastadas. O conhecimento e acompanhamento de aspectos demográficos desta população é fundamental para traçar estratégias de manejo para a espécie na Mata Atlântica em Minas Gerais e até mesmo no bioma como um todo.

**Produtos esperados:** três artigos científicos e uma dissertação de mestrado

### **Sub-projeto 7- Monitoramento da dinâmica populacional de longo prazo de abelhas nativas com ênfase nas abelhas das orquídeas (Euglossina: Apini: Apidae)**

Este subprojeto pretende contribuir para a redução do impedimento taxonômico à conservação, manejo sustentável e estudo científico das abelhas, agindo em quatro frentes:

1. Geração de conhecimento taxonômico sobre elementos da fauna de abelhas do vale do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil;

2- Obtenção de dados genéticos de *Eg. marianae* e *Eg. carolina* no PERD e áreas do entorno para compreensão da dinâmica populacional atual e histórica, que possam servir de base para o monitoramento contínuo desta espécie e servir como subsídio para o monitoramento de longo prazo de várias outras espécies de abelha da Mata Atlântica;

3- Geração de conhecimento que possibilite a confirmação do status taxonômico das populações de *Eg. marianae* do estado de Minas Gerais, o que possibilitará a determinação do status de conservação dessa espécie, permitindo assim a elaboração de um plano de ação para a conservação da espécie; e

4 - Incremento e organização do acervo de abelhas das Coleções Taxonômicas da UFMG, aumentando a quantidade de dados disponíveis, nas instituições brasileiras, para os estudos de filogenia, taxonomia, biogeografia e conservação.

**Produtos esperados:** um artigo científico e um plano de ação para conservação da abelha *Eg. marianae*.

### **Sub-projeto 8 -Diversidade beta do plâncton como indicadora de mudanças ambientais**

Este estudo possibilitará a avaliação da efetividade de uma outra abordagem do plâncton como comunidade bioindicadora das variações ambientais, através da junção de dados novos e históricos obtidos nas duas primeiras fases do Programa PELD. Espera-se identificar a relação entre os componentes alfa, beta e gama da diversidade com as variações ambientais experimentadas pelo fito e zooplâncton nas diferentes lagoas estudadas, de modo a alimentar um modelo matemático preditivo tanto aplicável às lagoas protegidas dentro do Parque Estadual do Rio Doce quanto às impactadas por plantio de Eucalipto.

**Produtos esperados:** dois artigos científicos.

### **Sub-projeto 9- Biologia reprodutiva de espécies de peixes nativas e exóticas nas lagoas do Parque Estadual do Rio Doce**

Este estudo possibilitará a avaliação da biologia reprodutiva de espécies de peixes nativas e exóticas em lagoas do Parque Estadual do Rio Doce através da determinação do ciclo e potencial reprodutivo. Objetiva-se identificar o potencial reprodutivo de tucunarés, piranhas e

traíras, e assim determinar se há ou não influência de espécies exóticas (tucunarés e piranhas) no potencial reprodutivo de espécies nativas (traíras) para desenvolver estratégias de manejo das espécies exóticas. Isto será possível comparando um ambiente em que estas espécies co-habitam e um em que a traíra está sozinha. Assim, espera-se encontrar influência uma vez que elas são ocupantes de nichos semelhantes, concorrendo por recursos. Alterações na fecundidade, gametogênese e ciclo são esperadas.

**Produtos esperados:** Previsão de 2 artigos, 6 resumos e participações em congresso. Além disso, iniciações científicas (8) e trabalhos de conclusão de curso (4), dissertação de mestrado no Programa de Pós Graduação de Biotecnologia - UFSJ (2) poderão ser originadas da linha de pesquisa: Biotecnologia Industrial e Ambiental. Um PITCH deverá ser elaborado pela equipe para divulgação dos resultados obtidos

#### **Sub-projeto 10- Caracterização taxonômica e funcional de procariotos anaeróbicos envolvidos nos ciclos de carbono e enxofre**

Com a caracterização taxonômica das comunidades estudadas, a descrição de suas vias metabólicas e a quantificação de seus produtos metabólicos, espera-se mapear e conectar os ciclos biogeoquímicos aos grupos de microrganismos responsáveis, bem como detectar as interações entre eles e seus produtos.

**Produtos esperados:** artigos, resumos e pôsteres para divulgação em eventos diversos, relatório e formação de recursos humanos.

#### **Sub-projeto 11 - Diagnostico e Monitoramento dos aspectos climáticos, através da rede de estações meteorológicas e de pluviômetros automáticos no Parque Estadual do Rio Doce – PERD e seu entorno**

Espera-se maior Variabilidade Climática no PERD:

- obtendo-se maior detalhamento no comportamento do padrão de chuvas, através de mapas decendiais e gráficos temporais, como ocorre nos decêndios: 2° de outubro, 2° e 3° de novembro, 1°, 2° e 3° de dezembro, 1° e 2° de janeiro, 2° de fevereiro e 2° de abril, numa escala cartográfica menor, já verificados por Cupolillo (2008) em uma escala cartográfica maior;

- balanços hídricos obtidos por Cupolillo (2008), mostraram o aumento de decêndios secos no período de 1973 a 2003, espera-se obter um maior aumento dos decêndios secos para o período de 2005 a 2015, e com cada ano do mesmo período .

- quando comparar a média temporal das precipitações de 1973 a 2003, com a distribuição temporal da média das precipitações, para o período de 2005 a 2015, e com cada ano do mesmo período .

- quando comparar os aspectos dinâmicos que influenciam a espacialização das chuvas, comparando-os com campos de linhas de corrente decendiais a 250 hPa e 850 hpa de altura, do período de 1973 a 2003 com o período de 2005 a 2015 e com cada ano do mesmo período.

**Produtos esperados:** mapas pluviométricos, gráficos demonstrando o início e o final da estação chuvosa e seca, balanços hídricos, mapas de linhas de correntes da atmosfera em altos (250 hPa) e baixos (850 hPa) níveis, gerados decendialmente, a cada ano monitorado.

f) Estratégia de integração da equipe, destacando os papéis do coordenador, vice-coordenador, gestor de dados e responsável pela divulgação científica do projeto;

Serão organizados pelo coordenador e vice-coordenador do projeto dois workshops de acompanhamento e avaliação dos resultados, sendo o 1° workshop interno ao final do 1° ano de medições, amostragens e experimentos e o 2° workshop ao final do 3° ano de andamento do projeto, com a participação de especialistas convidados para procederem a uma avaliação externa dos resultados obtidos. Os dois workshops serão realizados no PERD com a finalidade de envolver participantes da administração do PERD, de guarda-Parques, da

Polícia Militar Ambiental e membros da sociedade civil da região.

O gestor de dados é pesquisador treinado pela equipe do SiBBr/MCTI e tem a responsabilidade de organizar e supervisionar a alimentação do banco de dados do projeto a ser disponibilizado para o SiBBr.

A equipe técnica envolvida definirá uma comissão de divulgação científica do projeto que terá a responsabilidade de organizar e traduzir a informação científica obtida pelas pesquisas para ser repassada às comunidades local/regional. As atividades previstas são a elaboração de cartilhas, mapas temáticos e uso de novas mídias (tablets e telefones celulares) a serem demonstrados para grupos organizados da sociedade (escolas, empresas, prefeituras, etc)

- g) Caso a proposta envolva pesquisa em Unidades de Conservação (UC's), indicar se há participação do(s) gestor(es) na equipe do projeto;

O gestor do Parque Estadual do Rio Doce, Biólogo e Turismólogo Vinicius de Assis Moreira integra a equipe do projeto

- h) Estratégia de divulgação científica, entendida como um conjunto de ações para democratização do conhecimento junto à sociedade desde o início da pesquisa, de modo adequado aos diferentes públicos (gestores ambientais, comunidades locais, formuladores de políticas públicas, entre outros);

Haverá um bolsista de IC orientado por pela professora Paulina Maria Maia Barbosa, que será responsável por elaborar um cronograma de divulgação onde estarão previstos workshops, seminários, textos de divulgação para o boletim do PERD (Boletim Muriqui), pitches, entre outros. Cada subprojeto fornecerá o material para o IC com informações sobre os principais resultados. O IC será também responsável por manter e divulgar as informações do PELD em uma página do Facebook e/ou Twitter ou outras mídias sociais, permitindo o acesso a comunidades diversas sobre o projeto PELD. Os resultados obtidos acerca do impacto do derramamento de rejeitos no Rio Doce serão compartilhados com o Ministério Público de Minas Gerais e com o Instituto Estadual de Florestas, de forma a fornecer subsídios para que estes órgãos possam melhor avaliar o impacto deste desastre ambiental.

Especificamente, o **subprojeto 4 “Dinâmicas sócio-ecológicas no entorno do Parque Estadual do Rio Doce (PERD): cenários e governança para futuros sócio-bio-diversos”** terá participação e envolvimento da comunidade local desde o início. Além disso, serão realizados no âmbito do trabalho, em formato digital e impressos, mapas, fotomontagens e visualizações 3D que serão fornecidos ao Parque e aos gestores ambientais da região de estudo e o subprojeto 6 – “Monitoramento do impacto do derramamento de lama no Rio Doce sobre a mastofauna de médio e grande porte e aspectos populacionais de onças no Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais”- disponibilizará informações sobre onças-pintadas e onças-pardas para integrar futuros Planos de Ação Nacionais (PAN) para estas espécies. Além destes, fotos e dados sobre as espécies registradas serão disponibilizados ao IEF-PERD para que sejam usados nas atividades de educação ambiental que já ocorrem no parque.

- i) Orçamento detalhado e justificado;

#### **Sub-projeto 1 - Ciclagem do Carbono**

##### **Itens de Despesa - Custeio**

**Diárias: R\$ 5.000,00** - O recurso cobrirá os gastos com alimentação e hospedagem para no mínimo 3 pessoas por viagem por 3 dias.

**Justificativa:** Nessas viagens coletaremos amostras de água, descarregaremos os dados dos sensores na boia e na água. Além disso, faremos a necessária manutenção dos equipamentos e as mensurações para determinação da emissão e estoque de metano na Lagoa Carioca.

**Total: R\$ 5.000,00**

**Recursos Humanos:** 12 meses de IC e 12 meses de PD

**Total Geral do subprojeto 1: R\$ 63800**

### **Sub-projeto 3 – Paleolimnologia: avaliação de distúrbios antrópicos do passado**

#### **Itens de Dispêndio - Custeio**

**Diárias: R\$ 6.240,00-** O recurso cobrirá os gastos com alimentação e hospedagem para no mínimo 3 pessoas por viagem por 3 dias. Faremos 4 viagens aos lagos durante os dois primeiros anos de estudos.

**Justificativa:** Nessas viagens coletaremos amostras de sedimento e água nas Lagoas Carioca, Gambazinho e Jacaré, para datação e testes de eclosão e identificação de ovos de resistência

**Serviços de terceiros: R\$ 6.200,00 –** Aluguel de veículo e Tradução/Revisão de manuscrito

**Justificativa:** Esse valor será utilizado para aluguel de um veículo utilizados em campo, bem como para manutenção dos equipamentos necessários para as análises em laboratório e tradução de artigos científicos.

#### **Itens de Dispêndio – Capital**

**Equipamento: R\$ 2.500,00 -** Geladeira refrigerador

**Justificativa:** A geladeira será utilizada na universidade para conservar amostras e ovos de resistência isolados. É necessária para manter a viabilidade dos organismos.

**Material de consumo de campo e laboratório: R\$ 1.962,00 –** material de consumo e câmara de sedweek-rafter.

**Justificativa:** Recurso necessário para compra de material de consumo de laboratório (conservantes, placas de petri, etc); material de consumo de campo (frascos, luvas, etc).

**Total: R\$ 16902,00**

**Recursos Humanos:** 1 bolsas de 12 meses de IC e 12 meses de PD.

**Total Geral do subprojeto 3: R\$ 75702,00**

### **Sub-projeto 4 – Dinâmicas sócio ecológicas no entorno do Parque Estadual do Rio Doce (PERD): cenários e governança para futuros sociobiodiversos**

#### **Itens de Dispêndio – Custeio**

**- Material de consumo de campo R\$ 6000,00**

**Justificativa:** Recurso necessário para a compra de materiais de consumo no trabalho de campo para a realização das entrevistas com os pescadores, pequenos agricultores e empresas da região. Este material inclui material de consumo folders banners para a organização das discussões de grupo. Esse material inclui papel fotográfico, impressão de mapas e fotografias em formato poster (1200 reais). Será utilizado ainda no custeio do combustível para o deslocamento entre as áreas comunidades do entorno do parque. Estima-se que a equipe passará 60 dias em campo aplicando entrevistas semiestruturadas com atores locais, para organizar os grupos focais e workshops de governança, com um custo de transporte de R\$ 150,00 por deslocamento (total transporte 9000 reais).

**- Serviços de terceiros: R\$ 5.760,00**

**Justificativa:** Este valor será destinado ao pagamento de trabalho especialista para edição das fotografias e fotomontagens em photoshop que serão usadas para fomentar as discussões de grupo. Estas fotomontagens serão criadas a partir dos modelos espacialmente explícitos criados pela equipe do projeto. Com base nos mapas fotografias reais serão



editadas de forma a incluir as dinâmicas da paisagem nos diferentes cenários criados pela equipe do projeto e discutidos pelos atores locais.

**- Diárias: R\$ 10000,00**

**Justificativa:** Este trabalho construção de cenários com engajamento dos atores e comunidades locais requer deslocamentos constantes por parte dos bolsistas e dos professores que integram a equipe do projeto. Estima-se que a equipe (dois membros) vá ao campo de dois em dois meses no decorrer dos 48 meses do projeto (valor da diária R\$ 320,00).

**Itens de Dispêndio – Capital**

**Equipamento e material permanente: R\$19 200,00**

**Justificativa:** Recurso destinado para a compra de equipamentos permanentes necessários para a execução do projeto,

**Total: R\$ 40960,00**

**Recursos Humanos:** 2 bolsas de M de 24 meses cada uma e uma bolsa de M de 12 meses.

**Total Geral do subprojeto 4: R\$ 130960,00**

### **Sub-projeto 7- Monitoramento da dinâmica populacional de longo prazo de abelhas nativas com ênfase nas abelhas das orquídeas (Euglossina: Apini: Apidae)**

**Itens de Dispêndio – Custeio**

**Diárias- R\$ 10000,00**

**Justificativa:** referente a despesas com alimentação e transporte para as expedições de coleta nas localidades do PERD. Necessário para a realização da coleta.

**Material de consumo** - R\$ 20.000,00, referente as reagentes Acetato de etila, Agarose em pó, Álcool, BigDye® Terminator v1.1 & v3.1 5X, BigDye® Terminator v3.1 Cycle, Hi-Di™ Formamide, Marcador de Peso molecular, POP-7™ Polymer for 3500Dx/3500xL Dx, etc. Reagentes fundamentais para a amplificação e sequenciamento dos fragmentos dos genes mitocondriais e amplificação e genotipagem dos microssatélites. Primers necessários para a amplificação e sequenciamento dos genes e mitocondriais para a amplificação dos microssatélites, MicroAmp® Optical 96-Well Reaction, Ponteiras, tubos, etc. Material necessário para procedimento de laboratório (tubos de plásticos, pontas para ponteiras, placas, etc.).

**Total: R\$30000**

**Recursos Humanos:** 21 meses de IC

**Total Geral do subprojeto 7: R\$38400,00**

### **Sub-projeto 8–Diversidade beta do plâncton como indicadora de mudanças ambientais**

**Itens de Dispêndio – Custeio**

**Diárias: R\$ 10000,00**

**Justificativa:** diárias a serem utilizadas nas coletas para o monitoramento periódico de fitoplâncton, zooplâncton, produtividade primária e variáveis ambientais

**Material de consumo R\$ 8236,00** computadores

**Justificativa:** para análises de imagem, de bioinformática e para armazenamento dos dados.

**Passagens R\$ 6000,00:** Passagens de Frutal a Belo Horizonte, considerando uma ida e volta mensal durante um ano.

**Justificativa:** Deslocamento da coordenadora do subprojeto, profa. Cristiane Barros, para participação em reuniões mensais na UFMG com os demais componentes do subprojeto e

com o coordenador geral.

**Total: R\$29236,00**

**Recursos Humanos:** 12 meses IC e 12 meses de PD

**Total Geral do subprojeto 8: R\$ 88036,00**

**Sub-projeto 9- Biologia reprodutiva de espécies de peixes nativas e exóticas nas lagoas do Parque Estadual do Rio Doce**

**Itens de Dispêndio – Custeio**

**- Material de consumo de campo e laboratório: R\$ 420,00**

**Justificativa:** Recurso necessário para a compra de materiais de laboratório tais como potes de plástico que são utilizados para armazenamento e fixação por imersão de fragmentos órgãos coletados pós-dissecação de peixes e de bombonas plásticas para armazenamento de exemplares inteiros de peixes coletados em campo destinados para coleção taxanômica ou posterior investigação em laboratório.

**- Serviços de terceiros: R\$ 4.000,00**

**Justificativa:** Este valor será destinado ao pagamento dos serviços profissionais para coleta ictiológica. Um pescador por coleta – R\$ 500,00 – por coleta – oito coletas trimestrais. A presença deste tipo de profissional é essencial para o sucesso da coleta ictiológica.

**- Diárias: R\$ 10.000,00**

**Justificativa:** Oito campanhas de coletas ictiológicas equipe em campo por no mínimo 5 dias. Este recurso será destinado para a alimentação e hospedagem para no mínimo 3 pessoas por 5 dias/trimestrais. Esta periodicidade também é justificada pela metodologia de estudo da biologia reprodutiva dos teleósteos Neotropicais (Lagos: Dom Helvécio, Carioca e Gambazinho).

**Itens de Dispêndio – Capital**

**- Equipamento e material permanente: R\$ 1.000,00**

**Justificativa:** 4 Conjuntos de redes ictiológicas. Recurso destinado para a compra de apetrechos de pesca utilizados na coleta ictiológica.

**Total: R\$: 14.420,00**

**Recursos Humanos:** 12 meses IC e 12 meses de PD

**Total Geral do subprojeto 9: R\$ 82632,00**

**Sub-projeto 10- Caracterização taxonômica e funcional de procariotos anaeróbicos envolvidos nos ciclos de carbono e enxofre**

**Itens de Dispêndio – Custeio**

**- Material de consumo de campo e laboratório: R\$ 34850,00**

**Justificativa:** para obter o metagenoma são requeridas diversas etapas: extração de DNA (kit de extração de DNA), construção das bibliotecas metagenômicas (primers, enzimas, ponteiras, placas, kit nextera , barcodes) e sequenciamento (flowcell).

**Total Geral do subprojeto: R\$ 34850,00**

**Recursos Humanos:** 12 meses de PD

**Total Geral do subprojeto 9: R\$88850,00**

**Sub-projeto 11 - Diagnostico e Monitoramento dos aspectos climáticos, através da rede de estações meteorológicas e de pluviômetros automáticos no Parque Estadual do Rio**

## **Doce – PERD e seu entorno**

### **Itens de Dispêndio – Custeio**

#### **- Serviços de terceiros:**

Upgrade de estação Campbell desatualizada **R\$ 26.480,00**

#### **Justificativa:**

Limpeza, verificação de problemas, conserto e resolução dos mesmos.

### **Itens de Dispêndio – Capital**

#### **- Equipamento e material permanente:**

SOFTWARE LOGGERNET, **R\$ 2152,00**

#### **Justificativa:**

Programa de computador destinado à programação, recepção de dados meteorológicos e tratamento dos mesmos.

**Total Geral do subprojeto: R\$ 28.632,00**

**Recursos Humanos:** 12 meses de PD

**Total Geral do subprojeto 10: R\$82632,00**

## **ORÇAMENTO TOTAL DO PROJETO:**

**Material de Custeio e Consumo: R\$ 200000,00**

**Material de Custeio e Consumo (FAP): R\$ 200000,00 (item “o”)**

**Bolsas: R\$ 600000,00**

**TOTAL: R\$1000000,00**

j) Disponibilidade efetiva de infra-estrutura e apoio técnico por parte das instituições executora e parceiras para o desenvolvimento do projeto;

### **Sub-projeto 1 – Ciclagem do Carbono**

O LIMNEA (ICB/UFMG) possui a infraestrutura necessária para a análise da qualidade da água (por exemplo nutrientes dissolvidos, clorofila-a) e também para medições *in situ* (por exemplo sonda multiparâmetros Hydrolab MS-5, sensores de oxigênio dissolvido, temperatura e radiação subaquática). Possui também equipamentos para a medição das concentrações de matéria orgânica - analisador de TOC (Shimadzu TOC-5000), cromatógrafo gasoso (Shimadzu 1240), cromatógrafo de íons, espectrômetro óptico com indução de plasma, espectrofotômetro (Shimadzu 1700) e de sedimentos (forno e balança de precisão). A logística de campo inclui barco e motor de popa e laboratório equipado no Parque Estadual do Rio Doce. Todos esses itens já foram adquiridos e integram a infraestrutura disponibilizado pelo Limnea/ICB-UFMG.

### **Sub-projeto 2– Ecótonos Floresta-ambientes aquáticos: insetos de dossel e herbivoria.**

#### **Espaço físico**

1 - Laboratório de Ecologia Evolutiva de Insetos de Dossel: Total de 70,6m<sup>2</sup>:

2 - Coleção zoológica do Departamento de Biodiversidade e Evolução: Total 141 m<sup>2</sup>:

#### **Principais equipamentos**

- 1 microscópio Zeiss Primo Star Microscópio Trinocular Com Iluminação Transmitida De 30w E Led Para Campo Claro, Com Objetivas Planacromáticas De 4x, 10x, 40x, 100x.Oculares De

10x / 20 Condensador Móvel, Charriot Do Lado Direito.

- 1 Câmera Digital Axiocam Erc 5s, acoplada ao equipamento acima. Câmera Digital Com 5mp De Resolução Interface Usb E Software De Análise De Imagem Com Possibilidade De Fazer Medidas De Área, Ângulo E Distância.

- 1 Estereomicroscópio binocular da marca Leica MZ75 (aumento máximo de 140x)

- 2 Estereomicroscópios binoculares da marca Leica ES2 (aumento máximo de 90x)

- 1 Estereomicroscópio binocular da marca Leica EZ4(aumento máximo de 45x)

- 5 Estereomicroscópios binoculares da marca Coleman (aumento máximo de 40x)

- 3 Freezers horizontais de 500 l

- 1 B.O.D.

- 1 estufa simples

- 5 laptops de 1Tb, 8 Gb memória RAM

### **Sub-projeto 3 – Paleolimnologia: : avaliação de distúrbios antrópicos do passado**

O LIMNEA (ICB / UFMG) possui a infraestrutura necessária para a identificação e quantificação de organismos e carapaças dos mesmos (microscopia óptica). Possui também equipamentos para secagem do material coletado e incubação dos ovos de resistência para os testes de eclosão. A logística de campo inclui barco e motor de popa e laboratório equipado no Parque Estadual do Rio Doce. Todos esses itens já foram adquiridos e são parte da coleção do Limnea

### **Sub-projeto 4– Dinâmicas sócio-ecológicas no entorno do Parque Estadual do Rio Doce (PERD): cenários e governança para futuros sociobiodiversos**

O PERD disponibiliza estrutura de campo para pernoites, local para alimentação e laboratórios para utilização nas pesquisas. O IGC possui especialistas em estudos com paisagem e modelagem, onde serão realizadas parcerias na troca de experiência para elaboração de mapas de usos da terra e elaboração de cenários futuros. O programa de análise e modelagem de sistemas ambientais dará apoio quer na modelagem quer na organização dos workshops de governança para a gestão da paisagem.

O ICB conta com profissionais com experiência em gestão de áreas protegidas e em planejamento participativo, que podem atuar como facilitadores das reuniões. O laboratório de sistemas sócio-ecológicos conta com equipamento para registro de imagens, como máquina fotográfica / filmadora, e equipamentos de suporte às reuniões, como Datashow, álbum seriado, gravador, caixas de som, microfone, dentre outros.

### **Sub-projeto 5– Avaliação da degradação ambiental gerada pelo desastre de Mariana sobre os processos hidrodinâmicos e sedimentares do trecho do rio Doce conectado ao Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais**

O LIMNEA (ICB / UFMG) possui os equipamentos necessários para a realização de coletas de plâncton (barco e motor de popa, disco de Secchi, garrafa de van Dorn) e para a realização da análise dos parâmetros indicadores da qualidade ambiental em laboratório como alcalinidade e concentração de nutrientes totais e dissolvidos, como TOC (Shimadzu TOC-5000), Cromatógrafo gasoso (Shimadzu 1240), espectrofotômetro (Shimadzu 1700). Também estão disponíveis neste laboratório os sensores para medições *in situ* (sonda multiparâmetros Hydrolab MS-5, sensores de oxigênio dissolvido, temperatura e radiação sub-aquática). Para as identificação dos organismos, o laboratório conta com microscópio invertido da marca Zeiss e microscópio óptico trinocular acoplado a equipamento de análise de imagens, permitindo o registro fotográfico dos espécimes. O laboratório de estudos ambientais da UEMG/ Unidade Frutal, onde serão realizadas parte das análises microscópicas, também conta com microscópio trinocular equipado com analisador de imagens, da marca Motic.

**Sub-projeto 6 – Monitoramento do impacto do derramamento de lama no Rio Doce sobre a mastofauna de médio e grande porte e aspectos populacionais de onças no Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais**

Laboratório de Pesquisa (LACON/UFSJ – Laboratório de Biologia da Conservação);

- A. Alojamento e apoio logístico (empréstimo de barcos, disponibilidade de funcionários para apoio em atividades de campo) – IEF/PERD;
- B. Bolsa de doutorado CAPES para membro da equipe do projeto Ricardo Corassa Arrais – UFMG (4 anos a partir de maio de 2016).
- A. Veículo caminhonete Mitsubishi L-200 4X4; R\$80.000,00
- B. Bote e motor de popa: R\$ 1.000,00
- C. GPS (2): R\$ 2.600,00
- C. Rádios HT (3): R\$ 2.000,00
- D. Câmera fotográfica Canon: R\$ 1.500,00
- E. Armadilhas fotográficas Bushnell (60): R\$ 60.000,00

**Sub-projeto 7- Monitoramento da dinâmica populacional de longo prazo de abelhas nativas com ênfase nas abelhas das orquídeas (Euglossina: Apini: Apidae).**

O subprojeto de monitoramento de abelhas será realizado no Laboratório de Biodiversidade e Evolução Molecular (LBEM) do Departamento de Biologia Geral do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG em Belo Horizonte, MG com apoio logístico do Centro de Coleções Taxonômicas da UFMG.

O LBEM possui quase infraestrutura adequada para o trabalho com biologia molecular e análises pretendidas. Possui um sequenciador automático de DNA ABI3130XL que será bastante utilizado durante este projeto tanto para sequenciamento (DNAm<sub>t</sub> e loci autossômicos) quanto genotipagem (microsatélites, SNPs), e também um PCR RealTime 7900HT que poderá ser também utilizado para genotipagem de SNPs espécie-específicos. O LBEM também possui uma infraestrutura mínima de bioinformática com servidores próprios e softwares instalados para análise dos dados genéticos gerados. Além disto, conta com equipamentos disponibilizados pelos laboratórios multiusuários de sequenciamento de DNA e bioinformática do ICB, UFMG.

**Sub-projeto 8–Diversidade beta do plâncton como indicadora de mudanças ambientais**

O LIMNEA (ICB / UFMG) possui os equipamentos necessários para a realização de coletas de plâncton (barco e motor de popa, disco de Secchi, garrafa de van Dorn) e para a realização da análise dos parâmetros indicadores da qualidade ambiental em laboratório como alcalinidade e concentração de nutrientes totais e dissolvidos, TOC (Shimadzu TOC-5000), Cromatógrafo gasoso (Shimadzu 1240), espectrofotômetro (Shimadzu 1700). Também estão disponíveis neste laboratório os sensores para medições *in situ* (sonda multiparâmetros Hydrolab MS-5, sensores de oxigênio dissolvido, temperatura e radiação sub-aquática). Para a identificação dos organismos, o laboratório conta com microscópio invertido da marca Zeiss e microscópio óptico trinocular acoplado a equipamento de análise de imagens, permitindo o registro fotográfico dos espécimes. O laboratório de estudos ambientais da UEMG/Unidade Frutal, onde serão realizadas parte das análises microscópicas, também conta com microscópio trinocular equipado com analisador de imagens, da marca Motic.

**Sub-projeto 9- Biologia reprodutiva de espécies de peixes nativas e exóticas nas lagoas do Parque Estadual do Rio Doce**

Laboratório de Processamento de Tecidos Animais (LaPROTEC) da Universidade Federal de São João Del Rei (Campus Centro Oeste - Divinópolis, MG). O laboratório apresenta área de aproximadamente 80 m<sup>2</sup>, com infraestrutura de bancadas com estações para a técnica

histológica de rotina, pias e salas que permitem a realização de atividades de imunohistoquímica, de *western blot* e outras técnicas de biologia molecular. Abaixo equipamentos disponíveis para execução do plano de trabalho no LaPROTEC (Tabela 1)

**Tabela 1.** Equipamentos disponíveis no LaPROTEC do Campus Centro Oeste da UFSJ

<b>Equipamento</b>	<b>Qtde</b>	<b>Utilidade no Projeto</b>
Aagitador Magnético	2	Preparo de Soluções
Balança Analítica	1	Preparo de Soluções
Balança Semi-analítica	3	Preparo de Soluções
Banho Maria	2	Técnica histológica de rotina
Central de Inclusão em parafina	1	Técnica histológica de rotina
Cuba de Eletroforese Horizontal	2	Estudo do DNA e Proteínas
Destilador de Água (10L/h)	1	Preparo de Soluções
Estufa de histológica	1	Técnica histológica de rotina
Estufa de esterilização e Secagem de vidraria	2	Diversos
Fonte de Eletroforese 1000W	2	Estudo do DNA e Proteínas
Forno de Microondas	1	Preparo de Soluções
Freezer Vertical 200 L	1	Armazenamento de Amostras e Reagentes
Geladeira duplex 320 L	1	Armazenamento de Amostras e Reagentes
Histotécnico (Processador Histológico Automático)	1	Técnica histológica de rotina
Microcomputador	3	Análises Estatísticas, Levantamento Bibliográfico e elaboração de relatórios
Micrótomo semi-automático rotativo	2	Obtenção de cortes histológicos
Lupa estereomicroscópica	2	Dissecação de pequenos animais
Microscópio Binocular Comum	2	Análises Histológica
Microscópio trinocular equipado com câmera fotográfica e software analisador de imagem	1	Análises Histológica, fotodocumentação e morfometria
Microscópio trinocular equipado com Tablet e software analisador de imagem	1	Análises Histológica, fotodocumentação e morfometria
pHmetro de bancada	2	Preparo de soluções

**Sub-projeto 10- Caracterização taxonômica e funcional de procaríotos anaeróbicos envolvidos nos ciclos de carbono e enxofre**

O Laboratório de Genética de Microrganismos (LGM) conta com todos os equipamentos necessários para as análises, entre os quais 4 termocicladores, freezers, geladeiras, microcentrifugas, espectrofotômetro (*NanoDrop 2000/Thermoscientific*), capelas de fluxo laminar, além de um servidor para as análises de bioinformática. Vale destacar que a infraestrutura disponível é baseada não apenas nos equipamentos presentes no LGM como também nos pertencentes ao Programa de Pós-Graduação em Genética e do Laboratório de Marcadores Moleculares do Departamento de Biologia Geral, entre os quais um termociclador em tempo real e dois sequenciadores *Miseq (Illumina)*.

**Sub-projeto 11 - Diagnostico e Monitoramento dos aspectos climáticos, através da rede de estações meteorológicas e de pluviômetros automáticos no Parque Estadual do Rio Doce – PERD e seu entorno**

Os dados meteorológicos, inicialmente, serão obtidos para geração de produtos utilizando as estações meteorológicas do INMET nos municípios de Timóteo e Caratinga e do IGAM localizados em Ipatinga e no PERD.

A manutenção dos equipamentos terá o apoio do INMET e do IGAM. O IFMG dará o apoio através de seu pesquisador da área de climatologia

- k) Indicação de colaborações ou parcerias já estabelecidas com outros grupos de pesquisa nacionais e internacionais, em particular com outros sítios PELD/ILTER;

**Sub-projeto 1 - Ciclagem do Carbono**

1) Peter Anton Staehr – Universidade de Aarhus, Dinamarca. O pesquisador tem auxiliado na análise de dados e redação de artigos científicos relacionados aos estudos do metabolismo dos lagos do Rio Doce

2) Dra. Sally MacIntyre e Dr. John Melack – Universidade da Califórnia Santa Bárbara, EUA. Os pesquisadores estão auxiliando no aprimoramento das análises de dados de alta-frequência de temperatura e oxigênio para estudos de processos físicos que atuam na variação do oxigênio dissolvido na água e suas implicações nas estimativas de metabolismo ecossistêmico.

**Sub-projeto 6 – Monitoramento do impacto do derramamento de lama no Rio Doce sobre a mastofauna de médio e grande porte e aspectos populacionais de onças no Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais**

BRASIL - Universidade Federal de São João del Rei (UFSJ), representada pelo Prof. Dr. Fernando Cesar Cascelli de Azevedo, além de alunos de mestrado do programa de pós-graduação em Ecologia e diversos alunos de iniciação científica.

INTERNACIONAIS - Para a pesquisa de densidade de onças-pintadas, temos colaborações em andamento e sendo estabelecidas com a Trent University no Canadá, especificamente com o Dr. Dennis Murray e seus colaboradores e com a Washington State University nos Estados Unidos da América, especificamente com o Dr. Daniel Thornton.

- l) Evidência da vinculação da proposta a programas de pós-graduação (PPGs), que pode ser apresentada na forma de uma declaração formal de apoio ao projeto pela coordenação do PPG em questão;

O projeto e sua equipe técnica está diretamente vinculado aos Programas de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre – ECMVS do ICB/UFMG, Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais do IGC-UFMG e Ecologia de biomas tropicais da UFOP, conforme **Declarações anexas**.

- m) Apoio institucional explícito da instituição executora para a manutenção do sítio de pesquisa e desenvolvimento da pesquisa proposta, com indicação da infra-estrutura, equipamentos e pessoal disponível;

Através de um acordo de cooperação firmado entre a UFMG e o IEF-MG em 2001 o sítio de pesquisa Mata Atlântica e Sistema Lacustre do médio Rio Doce-MG (MLRD) oferece uma infra-estrutura adequada para a garantia das atividades aqui propostas, composta dos seguintes itens principais: 2 alojamentos com capacidade para 12 pessoas/cada; 4 apartamentos com capacidade para 2 pessoas/cada; laboratório multiuso com 30 m<sup>2</sup> equipado com 2 freezers, bancadas, sala de cultivo de organismos, microscópio estereoscópico, espectrofotômetro de duplo-feixe, balança semi-analítica; sala multiuso com 30 m<sup>2</sup>; cozinha dotada de fogão, geladeira, freezer, micro-ondas, 4 barcos e 3 motores de popa.

Do programa de pós-graduação em análise e modelagem participam os seguintes

professores:

Sônia Maria Carvalho Ribeiro (cenários participativos); Úrsula Ruckys e Márcia Machado (geo diversidade); Britaldo Soares Filho (modelagem de sistemas ambientais); Raoni Rajão (governança ambiental); Braulio Magalhães Fonseca, Marcelo Nero e Rodrigo Nóbrega (geoprocessamento e desenho de corredores ecológicos);

Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre: Francisco Barbosa (Coordenação do projeto), José Fernandes Bezerra Neto (vice-coordenador do projeto), Paulina Maia-Barbosa, Maria Auxiliadora Drumond.

Programa de Pós-Graduação em Genética do ICB/UFMG: Andrea Maria Amaral Nascimento, Fabrício Rodrigues dos Santos, Francisco Lobo.

Programa de Pós-Graduação em Ecologia de biomas tropicais da UFOP: Sérgio Pontes Ribeiro

n) Estimativa de recursos financeiros aportados por outras fontes, sejam elas públicas ou privadas;

**Sub-projeto: Biologia reprodutiva de espécies de peixes nativas e exóticas nas lagoas do Parque Estadual do Rio Doce**

Objetivo específico (peixes):

1) ANÁLISE DE ALTERAÇÕES HISTOFISIOLOGICAS NO SANGUE PERIFÉRICO, NAS BRÂNQUIAS E NAS GÔNADAS EM PEIXES DE UM RIO URBANO DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO: UM ESTUDO EXPERIMENTAL E DE CAMPO.

- Financiador: FAPEMIG Demanda Universal (Processo: CVZ - APQ-02180-14)

-Valor Financiado: R\$ 27.918,18 (VINTE E SETE MIL, NOVECIENTOS E DEZOITO REAIS E DEZOITO CENTAVOS)

2) AVALIAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL EM PEIXES DE UM RIO URBANO DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO: ANÁLISE DE ALTERAÇÕES HISTOFISIOLOGICAS EM CÉLULAS SANGUÍNEAS, BRÂNQUIAS E FÍGADO.

- Financiador: CNPq Demanda Universal (Processo: 479535/2013-2)

-Valor Financiado: R\$ 29.880,00 (VINTE E NOVE MIL E OITOCENTOS E OITENTA REAIS)

o) Caso pertinente, orçamento específico para a FAP e justificativa da relevância da pesquisa para o desenvolvimento científico e tecnológico do estado;

**Sub-projeto 2- Ecótonos Floresta-ambientes aquáticos: insetos de dossel e herbivoria.**

**Relevância da Pesquisa:**O recente caso da contaminação do Rio Doce com a lama da barragem rompida de Fundão, dada a extensão deste vazamento, surge como um fato típico em que impactos sutis no subsolo podem não ser notados na vegetação (onde a lama não arrancou árvores, como é o caso das margens dentro do Parque Estadual do Rio Doce). Exatamente para estes casos, o uso de bioindicação com invertebrados, especialmente artrópodes, surge como um grande aliado até para formação de evidências de dano ambiental e decorrente recuperação da área degradada. A composição de espécies e a dominância de algumas espécies vai variar em função do efeito sutil da percolação da lama nos solos das margens.

Espera-se redução na diversidade biológica e espécies com menor exigência de habitat devem predominar. Similarmente, a colonização primária das áreas completamente destruídas e cobertas por toneladas de lama se dará por componentes da fauna de invertebrados - engenheiras de ecossistemas e transformadoras do solo - portanto necessárias para a entrada posterior da vegetação. Ainda assim, a sucessão natural após certos impactos não deve retornar ao estado de equilíbrio original, mas sim a um novo estado



ecossistêmico desconhecido

No presente caso, grupo proponente tem anos de estudos anteriores em ambientes de ecótonos preservados dentro do Parque Estadual do Rio Doce e do Itacolomi (Campos *et al.* 2006a,b; Coelho & Ribeiro 2006; Castro *et al.* 2012) para fundamentar análises imediatas do impacto sobre a fauna original. Além disso, nosso modelo de estudo em andamento e parte das metodologias do PELD (Pesquisas Ecológicas de Longa Duração)/CNPq, se tornam em grande parte um controle ideal sobre quais são as dinâmicas ecológicas mais afetadas pelo impacto da lama, e assim entender a direção das mudanças para o futuro.

## **ORÇAMENTO**

### **Itens de Dispêndio – Custeio**

#### **- Material de consumo de campo e laboratório: R\$ 2450,00**

**Justificativa:** Recurso necessário para a compra de materiais de laboratório tais como frascos tipo J10, potes de plástico, álcool 98%, placa de Petri, pisseta e alfinetes entomológicos. Será utilizado ainda no custeio do combustível para o deslocamento entre as áreas de amostragens.

#### **- Serviços de terceiros: R\$ 37220,00**

**Justificativa:** Este valor será destinado ao pagamento de análises de metais pesados e análises químicas nas amostradas coletadas (solo, plantas e formigas). Será destinado ainda ao pagamento de serviços prestados por mateiros para acessar locais remotos das áreas de estudo.

#### **- Diárias: R\$ 20480,00**

**Justificativa:** Este recurso será destinado para a alimentação e hospedagem para no mínimo sete pessoas por oito dias/mensais. Faremos viagens periódicas ao Parque para coletarmos formigas e solo, bem como a amostragem de folhas e herbívoros. Esta periodicidade também é justificada pela necessidade de mantermos as árvores amostradas livres de lianas, sendo necessária a manutenção mensal das áreas (Lagoas Bonita, Dom Helvécio e Antônio Anastácio).

### **Itens de Dispêndio – Capital**

#### **- Equipamento e material permanente: R\$ 761,00**

**Justificativa:** Recurso destinado para a compra de equipamentos permanentes necessários para a execução do projeto, tais como: tesoura de poda, máquina fotográfica, binóculo, corta galho (podão), guarda chuva entomológico, GPS e trena à laser.

**Total: R\$ 60911,00**

**Recursos Humanos:** 24 meses de M e 12 meses de IC

**Total Geral do subprojeto 2: R\$ 101711,00**

### **Sub-projeto 5– Avaliação da degradação ambiental gerada pelo desastre de Mariana sobre os processos hidrodinâmicos e sedimentares do trecho do rio Doce conectado ao Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais**

**Relevância da Pesquisa:** O rompimento da barragem da Samarco em Mariana em novembro de 2015 causou severos impactos sociais, econômicos e ambientais. O rio Doce, que recebeu cerca de 50 milhões de m<sup>3</sup> de lama, sofreu alterações na sua estrutura física, química e biológica. Este projeto tem como objetivo realizar um raio-x sobre os processos hidrodinâmicos e hidrossedimentológicos do trecho do rio Doce conectado ao PERD (MG), correlacionando com as variáveis climatológicas. A partir desse estudo, poderemos realizar predições mais confiáveis sobre a capacidade do rio Doce de retomar às suas funções ecossistêmicas anteriores ao desastre.

## **ORÇAMENTO**

### **Itens de Dispêndio – Custeio**

**Despesas acessórias com importação: R\$ 7000,00** - Despesas alfandegárias.

**Justificativa:** Recurso essencial para a importação dos equipamentos

**Diárias: R\$ 38.309,00** - Serão 4 coletas anuais (trimestrais) de dados por três anos (três pesquisadores em cada coleta), com a duração de 4 dias cada viagem. Além disso será realizada uma coleta de levantamento batimétrico de todo o trecho do rio Doce adjacente ao PERD (com duração de 5 dias).

**Justificativa:** As coletas trimestrais de dados hidrossedimentológicos (caracterização do sedimento e taxas de sedimentação) e hidrodinâmicos (vazão e velocidade de corrente) são fundamentais para uma avaliação segura dos processos de transporte de sedimentos no rio Doce.

**Serviços de terceiros: R\$ 12.450,00** - Manutenção de equipamentos.

**Justificativa:** Esse valor será utilizado na manutenção dos equipamentos utilizados em campo (ecobatímetro, ADCP e sondas multiparâmetros) e 2 assinaturas anuais de satélite para correção de dados do DGPS a ser utilizado em todos os trabalhos de campo.

**Itens de Dispêndio - Capital**

**Equipamento e material permanente – R\$ 32.150,00** - Estação climatológica com os sensores de pluviosidade, direção e velocidade do vento, temperatura, umidade e radiação. Equipamentos para coleta e processamento de sedimento: sistemas múltiplos de filtração, bomba à vácuo, câmaras de sedimentação e garrafa de Van Dorn horizontal

**Total: R\$ 89909,00**

**Recursos Humanos:** 12 meses de IC e 12 meses de PD

**Total Geral do subprojeto 5: R\$ 148709,00**

### **Sub-projeto 6– Monitoramento do impacto do derramamento de lama no Rio Doce sobre a mastofauna de médio e grande porte e aspectos populacionais de onças no Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais**

**Relevância da Pesquisa:** Recentemente o Brasil vivenciou o maior desastre ambiental de sua história. Em 05 de novembro de 2015, uma barragem contendo aproximadamente 50 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração de ferro localizada no município de Mariana em Minas Gerais se rompeu, derramando aproximadamente trinta e quatro milhões de metros cúbicos de rejeitos no meio ambiente. Dentre os principais efeitos causados pelo derramamento da lama no Rio Doce, destacam-se o possível desaparecimento imediato de espécies de anfíbios, répteis, aves e mamíferos. No entanto, ainda não é possível assegurar a dimensão do impacto causado pelo desastre e nem se as espécies anteriormente registradas permanecem na região. Esta é uma lacuna a ser ainda preenchida para se entender melhor a dimensão deste desastre para a fauna da região impactada. O presente estudo tem como objetivo identificar, quantificar e monitorar o impacto do derramamento de lama sobre a fauna de médios e grandes mamíferos do PERD, visto que, no Brasil, estudos que procurem entender, dimensionar, bem como o monitorar a recuperação de áreas e biota impactada por desastres deste porte ainda são raros.

### **ORÇAMENTO**

**Itens de Dispêndio – Custeio**

**- Material de consumo de campo e laboratório: R\$ 22780,00**

**Justificativa:** Recurso necessário para o pagamento de combustível (1700 litros) que permitirá o deslocamento da equipe de carro na área de estudo, para viagens até o Parque Estadual do Rio Doce e deslocamento com barco nas lagoas do Parque. Além do combustível, o recurso será utilizado para aluguel de veículo para o ano de 2018. Em 2018 o

projeto provavelmente não terá mais veículo próprio disponível e terá que alugar veículo. Além destes itens, o recurso será utilizado para compra de pilhas AA alcalinas (960) e cartões de memória SD 16 Gb (60) que para o funcionamento de câmeras-trap do projeto.

**- Serviços de terceiros: R\$ 7.200,00**

**Justificativa:** Este valor será destinado ao pagamento de mateiros que ajudarão na abertura e manutenção de picadas e trilhas no interior do Parque, bem como para carregar equipamentos de trabalho durante a instalação e monitoramento de câmeras-trap.

**- Diárias: R\$ 19.200,00**

**Justificativa:** Este recurso será destinado para a alimentação e hospedagem para no mínimo cinco pessoas por campanhas semestres que duram em torno de quinze dias. Serão realizadas duas expedições de aproximadamente 30 dias cada para instalação de aproximadamente sessenta (60) cameras-trap. As câmeras serão instaladas em 60 pontos devidamente marcados em toda a área do Parque.

**Total: R\$ 49.180,00**

**Recursos Humanos:** 12 meses de IC e 12 meses de PD

**Total Geral do subprojeto 6: R\$ 107980,00**

- p) Caso pertinente, informações sobre a parceria com o Reino Unido: pesquisador responsável no Reino Unido, instituição(ões) envolvida(s), histórico e atividades a serem desenvolvidas em parceria, justificativa da importância dessa parceria com o Reino Unido para o sítio PELD e aderência às linhas de interesse do Fundo Newton (definidas no Anexo II).

**Sub-projeto 4 – Dinâmicas sócio ecológicas no entorno do Parque Estadual do Rio Doce (PERD): cenários e governança para futuros sociobiodiversos**

Parceria com University of East Anglia (UEA) no Reino Unido- Professor Andrew Lovett, e professor Tim O’Riordan School of Environmental Sciences.

Os professores Andrew Lovett e Tim O’Riordan foram supervisores do doutorado da pesquisadora Sônia Maria Carvalho Ribeiro. Durante os trabalhos de doutorado foram realizados cenários e visualizações que foram publicados em Jornais internacionais. Este subprojeto vem na mesma linha de trabalhos e pretende continuar as parcerias com o Reino Unido.