

Justificativa

A Mata Atlântica e o Espírito Santo

Com a explosão do crescimento populacional humano a partir da revolução industrial e sanitária, as pressões sobre os ecossistemas nativos cresceram em níveis sem precedentes. A expansão da agropecuária, industrialização e a acelerada urbanização que ocorreu em todos os continentes do Planeta provocaram uma drástica redução dos ecossistemas nativos, trazendo conseqüências negativas para a própria espécie humana, como a contaminação ambiental, desertificação, alteração climática e empobrecimento dos solos.

As florestas tropicais ocupam cerca de 7% da superfície terrestre, mas detêm mais de 50% da biodiversidade do Planeta. O processo de destruição das florestas tropicais tem sido uma das maiores preocupações da comunidade científica internacional. Acredita-se que estamos provocando um processo de extinção em massa de espécies biológicas, sem precedentes na história evolutiva do Planeta.

A Mata Atlântica, reduzida a menos de 10% de sua área original, é o quinto mais importante dos “hotspots” de biodiversidade (áreas com grande riqueza de espécies, alto grau de endemismo e sob forte ameaça) (Myers *et al.*, 2000). A grande maioria das espécies brasileiras ameaçadas de extinção encontra-se nesse bioma, muitas das quais no Estado do Espírito Santo (Mendes *et al.*, em prep.).

O Estado do Espírito Santo é relativamente pequeno, se comparado à extensão territorial do Brasil. Entretanto, fatores históricos, climáticos e geomorfológicos dotaram essa pequena amostra do território brasileiro de uma pujante Mata Atlântica com extraordinária biodiversidade, numa paisagem privilegiada. Serra e mar, ora juntos, ora mais afastados, interagem de forma a criar ambientes distintos muito próximos entre si, permitindo uma riqueza de vida influenciada pela diversidade de fatores como umidade, temperatura, altitude e solos. Desta forma, o Estado representa uma amostra de boa parte do que ocorre na Mata Atlântica, o que explica os altos índices de biodiversidade já encontrados para espécies de árvores, orquídeas, bromélias, aves, borboletas, libélulas, mamíferos, anfíbios e certamente muitos outros grupos da flora e fauna ainda pouco conhecidos.

Toda essa exuberância paisagística e biológica foi fortemente abalada pela destruição dos ecossistemas nativos ocorrida, sobretudo, nos últimos 100 anos. A Mata Atlântica foi fragmentada e reduzida a pequenos remanescentes florestais suscetíveis a diversos tipos de perturbações e instabilidades. Os corpos d’água foram contaminados e assoreados e os solos erodidos e lixiviados. Esses impactos levaram ao desaparecimento local de vários representantes da flora e fauna nativas e colocaram quase 1.000 espécies sob risco de extinção no Estado.

Embora tenha perdido mais de 90% de seus ecossistemas nativos (Fundação SOS Mata Atlântica *et al.*, 1998), o Estado do Espírito Santo reúne em seus remanescentes florestais muitas espécies raras e ameaçadas, cuja ocorrência precisa ser mais conhecida e divulgada (Mendes, 1995). A importância desses remanescentes justificaram a inclusão do Espírito Santo no Sub-Programa Corredores Ecológicos, do Programa Piloto para as Florestas Tropicais Brasileiras (PPG-7). Isso significa que a proteção da Mata Atlântica neste Estado é uma prioridade nacional.

Os insetos aquáticos

Insetos aquáticos, aqueles que obrigatoriamente colonizam ambientes aquáticos em ao menos um estágio do ciclo de vida, são considerados elementos chave numa série de ecossistemas aquáticos, tanto lóticos como lênticos (Merritt & Cummins, 1996). Não só estão entre os componentes mais diversos e abundantes desses biótopos (Allan, 1995; Waters, 1995) como participam de uma série de funções que auxiliam a manutenção do ambiente, tais como processamento e reciclagem de nutrientes (*e.g.* Vannote *et al.*, 1980; Webster & Waide, 1982). Uma vez que fatores específicos determinam a distribuição destes organismos e perturbações ambientais geram rápidas alterações na estrutura da comunidade local, reduzindo a riqueza a poucos grupos tolerantes e generalistas (Guereschi, 2004), o conhecimento a respeito do grupo, desde que envolva aspectos taxonômicos, biológicos e ecológicos, permite a sua utilização eficaz em programas de gerenciamento de recursos hídricos. Dessa forma, insetos aquáticos são considerados excelentes indicadores biológicos, sendo utilizados com freqüência em programas de avaliação e monitoramento de impactos ambientais (Merritt & Cummins, 1996; Rosenberg & Resh, 1993; Metcalfe, 1989; Hellawell, 1986).

Dentre os insetos aquáticos, três ordens foram selecionadas para o presente projeto: Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera. Este grupo, o qual está entre os organismos mais utilizados em estudos de biomonitoramento, é conhecido habitualmente pela sigla EPT e apresenta uma série de características

que os tornam extremamente apropriados para o projeto: 1) estão entre os insetos aquáticos mais diversos e abundantes; 2) ocupam virtualmente todos os habitats aquáticos, de áreas de remanso a fortes correntezas, bem como todos os tipos de substratos; 3) apresentam uma grande diversidade de hábitos alimentares; 4) a maioria de suas espécies é pouco tolerante à poluição; 5) são facilmente amostrados nos estágios imaturos e adultos; 6) a identificação do grupo ao menos até o nível de gênero, mesmo no estágio imaturo, é viável e segura.

O estágio do conhecimento sobre os insetos aquáticos ocorrentes no Espírito Santo é ainda deficiente. Embora o estado esteja inserido na Região Sudeste, uma das áreas mais intensamente coletadas e estudadas do país, o número de táxons até o momento registrado para o Espírito Santo é consideravelmente inferior quando comparado aos demais do Sul e Sudeste brasileiro (e.g. Salles *et al.* 2004). De fato, o conhecimento a respeito desses organismos no Espírito Santo é comparável somente ao da Região Nordeste, a área menos documentada do país com relação à fauna de insetos aquáticos. Até mesmo um censo das espécies ou gêneros ocorrentes, mesmo que parcial, não está disponível para a grande maioria das ordens. Para os grupos, contudo, onde estudos visando o inventário da fauna em nível específico foi realizado, como são os casos de Odonata (Costa & Oldrini 2005), Hemiptera Gerromorpha (Moreira *et al.* no prelo) e Ephemeroptera (Salles *et al.* 2010), o estado se apresenta entre os mais diversos do país ou mesmo, como no caso de Ephemeroptera, da Região Neotropical.

Abordando especificamente EPT, são registradas 76 espécies de Ephemeroptera, duas de Plecoptera e 12 de Trichoptera (Salles *et al.* 2010, Salles dados não publicados). Obviamente, com relação aos dois últimos grupos, esse valor é consideravelmente inferior ao real, refletindo apenas a falta de estudos taxonômicos. Da mesma forma que para Ephemeroptera, onde cerca de 20 espécies novas foram descobertas ou descritas nos últimos quatro anos (Salles *et al.* 2010a), espera-se que estudos mais aprofundados a respeito de Plecoptera e Trichoptera revelem um número similar de espécies ainda não conhecidas pela Ciência.

A equipe do Laboratório de Diversidade de Insetos Aquáticos CEUNES/UFES desenvolve pesquisas a respeito do grupo desde 2007. Além de projetos aprovados e financiados por agências de fomento à pesquisa, como DIVERSIDADE E TAXONOMIA DA ORDEM EPHEMEROPTERA (INSECTA) EM DUAS ÁREAS DE CONSERVAÇÃO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (FAPES 36327263/2007, concluído), DIVERSIDADE DE BAETIDAE (INSECTA: EPHEMEROPTERA) NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (CNPQ 313117/2009-8, em andamento) e DIVERSIDADE DE BAETIDAE (INSECTA: EPHEMEROPTERA) NA REGIÃO SUDESTE COM ÊNFASE NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (FAPES 45429502/09 e CNPQ 470731/2009-5, em andamento), desde 2007 são desenvolvidos subprojetos de iniciação científica na UFES sob o projeto DIVERSIDADE DE INSETOS AQUÁTICOS DO ESPÍRITO SANTO (13 subprojetos concluídos e cinco em andamento). Dentre as áreas do Espírito Santo mais amostradas em função desses projetos destacam-se o Parque Nacional do Caparaó, as Reservas Biológicas de Sooretama, Augusto Ruschi e Córrego do Veado, além de algumas áreas particulares, não necessariamente preservadas, nos municípios de Santa Teresa, São Mateus, Conceição da Barra, Sooretama e Linhares.

Os peixes de riachos

Rios e riachos que atravessam remanescentes de Floresta Atlântica sofrem graus variáveis de perturbação (Esteves & Lobón-Cervia, 2001; Mazzoni & Iglesias-Rios, 2002; Hilsdorf & Petrere, 2002). Sistemas hídricos formam um dos maiores centros de diversidade do planeta (Myers *et al.*, 2000) e um dos ambientes mais ameaçados do país pela expansão demográfica, agrícola e industrial (Dean, 1996). Atualmente os trechos melhor preservados encontram-se dentro de algumas reservas biológicas ou em regiões de cabeceiras de difícil acesso (Camargo *et al.*, 1996).

A floresta costeira atlântica do sudeste do Brasil é de importância máxima quanto à biodiversidade por ainda restarem remanescentes florestais onde a alteração ambiental é mínima, sendo possível a observação da composição original de espécies (Sarmiento-Soares & Martins-Pinheiro, 2008). As características topográficas e fisionômicas da região proporcionam uma ampla gama de ambientes distintos, o que favorece a ocorrência de certo número de espécies, cada uma das quais adaptada a um subconjunto particular de ambientes. A diversidade de habitats pode contribuir para elevar o número de espécies endêmicas da área, e a predominância de cursos de água relativamente pequenos favorece a ocorrência de espécies de pequeno porte, com limitado potencial de dispersão espacial.

Nas regiões norte do Espírito Santo e sul da Bahia, existem espécies que habitam exclusivamente ambientes com denso sombreamento e cobertura vegetal, como *Mimagoniates sylvicola* e *Rachoviscus graciliceps* (Sarmiento-Soares & Martins-Pinheiro, 2006a; 2006b; Sarmiento-Soares et al., 2009a); outras espécies, como *Microglanis pataxo*, espécie endêmica dessas duas regiões (Sarmiento-Soares et al., 2006a), habitam águas correntes de pequenos córregos costeiros florestados; outras, ainda, estão confinadas a águas escuras e ácidas, localizadas em rios da restinga, como *Ituglanis cahyensis* (Sarmiento-Soares et al., 2006b).

O Projeto BIOdiversES vem realizando um detalhado levantamento da fauna de peixes de riachos do Espírito Santo fora das Unidades de Conservação, definindo a distribuição geográfica e localizando áreas de endemismo das espécies. A realização de levantamentos no interior das UCs e uma posterior comparação permitirão uma avaliação efetiva da eficiência das UCs como forma de preservação de peixes de água doce.

A Biologia da Conservação deveria tomar como base do planejamento, a preservação das bacias hidrográficas (Magnusson, 2001). A interdependência entre os meios aquático e terrestre é bem conhecida (Hynes 1970, Saunders et al. 2002), e neste sentido a bacia hidrográfica tem sido reconhecida como uma unidade de ecossistemas terrestres (Odum, 1971; Likens, 1984; Beeby, 1993).

A rede de drenagem formada pelos corpos hídricos continentais, especialmente rios e córregos, molda a paisagem, conferindo padrões previsíveis sobre sua topografia, geoquímica, clima e vegetação. À medida que a paisagem se torna fragmentada, cresce a importância das conexões hidrológicas entre seus diversos elementos. (Moulon & Souza, 2006). O estabelecimento de áreas protegidas é uma das soluções frente à degradação de habitats (Saunders et al., 2002).

A integridade biológica de uma reserva é afetada por alterações cumulativas de conectividade hidrológica e poluição dentro e fora dos seus limites (Moulon & Souza, 2006). Segundo os princípios da conectividade hidrológica, diversas formas de perturbação ambiental e seus efeitos podem ser transmitidos rio abaixo ou mesmo rio acima através do movimento de materiais e organismos pela água (Saunders et al., 2002; Moulon e Souza, 2006). Um crescente número de reservas biológicas localizadas nas áreas mais altas das bacias hidrográficas tem apresentado problemas relacionados aos distúrbios ocorridos em áreas à jusante (Pringle et al., 2000). Assim, as UCs poderão se localizar (i) nas cabeceiras (com possível avaliação da influência das atividades praticadas rio abaixo); (ii) fora dos limites ripários (o que não garante proteção alguma aos recursos aquáticos); e (iii) nas porções inferiores da bacia hidrográfica (com possível avaliação da influência das atividades rio acima).

Muitas espécies aquáticas permanecem pouco documentadas, tornando desafiadora a análise de lacunas em áreas protegidas. Neste sentido, estudos taxonômicos representam a base para conhecimento da biodiversidade, seguidos de outros trabalhos investigativos. Os peixes são organismos com características biológicas adequadas para estudos em modelagem ecológica (Langeani & Casatti, 2007). Há espécies com bom potencial para indicarem conservação física do habitat, como bagres e cascudos de pequeno porte habitantes de águas limpas e correntes como *Imparfinis minutus* e *Parotocinclus arandai*. Espécies de médio e grande porte associadas às calhas lóxicas e florestadas, como *Henochilus wheatlandii* e *Steindachneridion doceanum*, ou espécies lacustres, dependentes da vegetação ciliar, como *Crenicichla mucuryna* e *Potamarius grandoculis*. Uma das ameaças mais comuns à conservação da biodiversidade é a introdução de espécies exóticas, as quais podem ter vantagens na competição com espécies nativas (Moulon & Souza, 2006; Vitule et al., 2009). Espécies exóticas de peixes podem contribuir para a perda da biodiversidade aquática e deterioração da qualidade da água (Attayde et al., 2007).

A intensa degradação ambiental, fragmentação de habitats, poluição da água, ar e solo, introdução de espécies exóticas e consequente perda da diversidade biológica, são problemas ambientais para a conservação dos recursos naturais (Metzger & Casatti 2006). As soluções para esses problemas não são simples e o desafio atual é desenvolver indicadores eficientes capazes de avaliar o estado ambiental através da pesquisa científica. O uso de indicadores ecológicos, como certas espécies, que tem sua área de distribuição diminuída em resposta às alterações, pode gerar uma interpretação valiosa quando decisões relacionadas a questões ambientais necessitam ser tomadas (Dale & Beyeler 2001).

Identificar informações biológicas da ictiofauna que sejam relevantes para subsidiar estratégias de conservação ou restauração de áreas no Espírito Santo é uma das metas a serem atingidas através da presente proposta. A análise de lacunas avalia se as Unidades de Conservação são efetivas e representativas na proteção da biodiversidade, com ênfase em espécies endêmicas e ameaçadas. A abordagem de análise de lacuna usa mapas de vegetação e a distribuição dos taxa para localizar centros de riqueza de espécies fora das áreas protegidas.

A equipe de Ictiologia realizou o Projeto BioBahia “Diversidade, endemismo e análise biogeográfica de siluriformes em sistemas hídricos pouco explorados no extremo sul da Bahia (Osteichthyes: Ostariophysi)” entre os anos de 2004 e 2008, publicando 29 trabalhos que tem servido para definição de UCs na região. Este Projeto contou com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Proc. CNPq no. 154.358/2006-1) e do All Catfish Species Inventory Project. Um trabalho similar ao proposto no presente projeto foi realizado pela equipe no uso do método PAE (Parsimony Analysis of Endemism) nas bacias do descobrimento (Sarmento-Soares et al., 2009a) e no estabelecimento de áreas de endemismo no extremo sul baiano com o uso do NDM/VNDM (Relatório final de Pós Doutorado - CNPq). Em 2008, uma parcela da equipe transferiu-se para o Museu de Biologia Professor Mello Leitão (MBML), onde vem desenvolvendo atividades de pesquisa com peixes de água doce no estado, no âmbito do Projeto BIOdiversES “Distribuição e endemismo de peixes nas bacias hidrográficas do Espírito Santo”, através de parceria entre o MBML, Ictiologia do Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ) e com apoio financeiro do CNPq (Edital MCT/CNPq 14/2008 – Universal Processo 473749/2008-4). São ainda colaboradores outros profissionais no Espírito Santo e no Rio de Janeiro, que tem participado ativamente das atividades de campo e/ou laboratório. Em associação ao Projeto BiodiversES subprojetos de iniciação científica tem sido desenvolvidos desde 2009, atualmente cinco estudantes estão envolvidos em estudos com taxonomia (em andamento), ecologia (em fase de publicação) e etnozootologia (em andamento). Nossa equipe tem realizado expedições a diversos sistemas hídricos no Espírito Santo, com destaque para as regiões pouco amostradas, fora de unidades de conservação, nas bacias dos rios do sul (Itabapoana e Itapemirim) e norte do estado (rios Doce, São Mateus e Itaúnas). Durante este período já se logrou ampliar a amostragem do estado em quase 30% estando este material depositado nas coleções do MBML e MNRJ.

Os mamíferos de médio a grande porte

Os mamíferos contribuem para a manutenção do equilíbrio das populações e comunidades, influenciando na dinâmica dos ecossistemas onde estão inseridos (Pitman et al., 2002). Por serem mais exigentes em termos de espaço e suscetíveis à caça, as espécies de médio a grande porte tendem a desaparecer com a redução dos habitats naturais, levando à desestabilização ecológica.

No Espírito Santo a maioria dos mamíferos de médio e grande porte está sob o risco de extinção devido à perda de habitat, caça (Chiarello, 2000; Galetti et al., 2009) e fragmentação da paisagem (Galetti et al., 2009). Devido a essas ameaças, as UC's são áreas de grande importância na proteção desse grupo faunístico. Mas muitas UCs podem não ser grandes ou protegidas o suficiente para a manutenção de populações viáveis. Portanto, a presença de mamíferos de maior porte e ameaçados de extinção em geral é um bom indicador da efetividade da área protegida para a conservação da biodiversidade. Esses mamíferos funcionam com “espécies guarda-chuva”, uma expressão usada na biologia da conservação para designar espécies que para serem protegidas, também levam à proteção de toda a comunidade biológica.

Além disso, os médios e grandes mamíferos são facilmente reconhecidos e identificados por pessoas leigas, o que favorece o seu uso em levantamentos rápidos e o como espécies motivadoras de ações conservacionistas. Soma-se o fato de que temos uma boa base de dados sobre mamíferos do Espírito Santo, inclusive de coletas antigas, o que favorece uma comparação com os dados atuais. Portanto esse grupo taxonômico é bastante adequado na investigação da efetividade das UCs.

O coordenador do presente projeto é especialista em biologia da conservação de mamíferos, com ênfase em espécies da Mata Atlântica. Coordena o Laboratório de Biologia da Conservação de Vertebrados da UFES (LBCV), onde orienta pesquisas de alunos de graduação, mestrado e doutorado na área deste projeto. O Laboratório dispõe de infraestrutura e experiência necessária para o desenvolvimento das pesquisas com os mamíferos, organização de base de dados de biodiversidade e estudos na área de ecologia da paisagem.

Este projeto e as políticas públicas

O presente projeto está de acordo com os princípios da Política Estadual de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Espírito Santo (Lei nº 4.778 de 07 de junho de 1993), pois abrange atividades de interesse para o desenvolvimento científico e tecnológico do Estado, incluindo o desenvolvimento de um sistema de informações técnico-científicas na área estratégica de proteção à biodiversidade e sistema de unidades de conservação.

O Sistema Estadual de Unidades de Conservação do Espírito Santo (SISEUC) foi oficializado em 11 de junho de 2010 (Lei nº 9.462), que estabelece critérios e normas para criação, implantação e gestão de UCs estaduais, municipais e particulares no Estado. O sistema define os objetivos básicos das UCs, de acordo com as suas categorias, além de estabelecer que no entorno dessas áreas protegidas as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, para minimizar impactos sobre a unidade. Neste sentido, este projeto busca investigar a efetividade das UCs e seus entornos, contribuindo para o SISEUC.

O Decreto nº 1499-R de 13 de junho de 2005 declara as espécies de fauna silvestre ameaçadas de extinção no Estado, afirmando que compete ao Estado legislar concorrentemente sobre a conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais. Além disso, o decreto estabelece que é papel do Estado propor ações para localizar e mapear as áreas de ocorrência de espécies de fauna ameaçadas de extinção do Estado. Esta ação certamente será contemplada no desenvolvimento deste projeto.

O Decreto nº 2530-R, de 02 de junho de 2010, identifica as Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade no Estado. Define como áreas de extrema prioridade: áreas com alta riqueza de espécies endêmicas, ameaçadas e raras, ou com ocorrência de fenômenos biológicos ou processos ecológicos especiais. O Decreto define essas áreas como prioritárias para o desenvolvimento de atividades de pesquisa, inventários sobre biodiversidade e planejamento territorial. Como as UCs selecionadas neste projeto se sobrepõem a várias "Áreas Prioritárias para a Biodiversidade", as pesquisas e ações previstas neste projeto contribuirão, também, para o atendimento dessa demanda pública.