



# **Edital - Bolsa Pós-Doutorado**

## **Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração - Sítio Restingas e Lagoas Costeiras do Norte Fluminense (PELD-RLaC)**

---

O Prof. Francisco de Assis Esteves, Coordenador do Sítio Restingas e Lagoas Costeiras do Norte Fluminense (PELD-RLaC) do Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração, faz saber que estão abertas as inscrições do processo seletivo simplificado para seleção de Bolsista de Pós-Doutorado para atuar no âmbito do PELD-RLaC, cuja proposta foi recentemente aprovada pela Chamada CNPq/CAPES/FAPs/BC-Fundo Newton-Pesquisa Ecológica de Longa Duração-PELD N° 15/2016.

### **Sobre o Sítio PELD–RLaC – Projeto: Mudanças climáticas globais e o funcionamento dos ecossistemas costeiros da Bacia de Campos: uma perspectiva espaço-temporal**

Esta proposta resulta de um esforço multidisciplinar conduzido por pesquisadores, estudantes e técnicos da UFRJ e do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (PARNA Jurubatiba), experientes no estudo da biodiversidade e processos ecossistêmicos em ambientes costeiros (Restingas e Lagoas Costeiras).

O objetivo geral do PELD–RLaC é avaliar o histórico da influência das mudanças ambientais globais na ciclagem do carbono e na diversidade biológica em ecossistemas costeiros, e as interferências antrópicas atuais e locais nesta relação, utilizando o ecossistema de restinga e as lagoas do PARNA Jurubatiba como modelos.

O projeto atual PELD–RLaC dá continuidade aos estudos iniciados em 1999 em versão anterior do PELD, mas amplia a escala de abrangência espacial de forma a contemplar toda a extensão do PARNA Jurubatiba. Nesse contexto, as pesquisas pelos próximos 48 meses no Sítio RLaC têm como objetivos principais: 1) investigar o efeito da variação anual e pluri-anual da precipitação e temperatura sobre os processos ecossistêmicos de ciclagem de carbono, e 2) a dinâmica de populações e invasões biológicas dos ambientes de restingas e lagoas costeiras.

As amostragens sistematizadas de fito e zooplâncton, insetos terrestres, crustáceos semi-terrestres, peixes, anfíbios, répteis e mamíferos acontecerão concomitantemente ao incremento de metodologias abrangentes e que permitam uma compreensão mais integrada das relações ecológicas e o papel de espécies invasoras.

O Projeto PELD–RLaC também visa atingir não somente o público especializado (por meio de publicações de artigos científicos, livros, dissertações e teses), mas também divulgar para a sociedade informações sobre esse ecossistema fortemente ameaçado pelas transformações nos ambientes costeiros e contribuir diretamente para a gestão do PARNA Jurubatiba.

Segue a este edital o arquivo da proposta aprovada na Chamada CNPq/CAPES/FAPs/BC-Fundo Newton-Pesquisa Ecológica de Longa Duração-PELD N° 15/2016.

### **I. Do Número de Vagas e Período de Inscrição**

- I.1. Será oferecida uma bolsa de Pós-Doutorado com vigência de 12 meses nesta seleção;
- I.2. Os candidatos serão submetidos a processo seletivo simplificado único;
- I.3. Período de inscrição para a seleção da Bolsa de Pós-Doutorado: de 06/03/2017 a 17/03/2017.

### **II. Dos Candidatos Aptos a se inscreverem para o Processo Seletivo Simplificado**

Os candidatos deverão ser portadores de título de Doutor quando da implementação da bolsa (Março de 2017), obtido em cursos avaliados pela CAPES e reconhecido pelo CNE/MEC. Em caso de diploma obtido em instituição estrangeira, o mesmo deverá estar validado por Programa de Pós-Graduação Nacional. Demais requisitos e atribuições dos candidatos devem se adequar às normas da Portaria CAPES 86, de 03 de julho de 2013.

### III. Da Inscrição e Documentação

Ao se inscrever para o processo seletivo, o candidato deverá apresentar os seguintes documentos à Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Conservação (PPG-CiAC) da Universidade Federal do Rio de Janeiro – *campus* Macaé:

- III.1. Ficha de Inscrição e declaração de conhecimento e aceite das normas de seleção (conforme modelo - Anexo I);
- III.2. Cópia do diploma de Doutorado em curso superior realizado em instituição oficial, nacional ou estrangeira, ou documento comprobatório oficial da instituição atestando a condição de doutor;
- III.3. *Curriculum vitae* (formato Lattes completo);
- III.4. Memorial resumido, enfatizando as atividades de maior relevância desenvolvidas até a presente data e as perspectivas de atuação no âmbito das pesquisas do Sítio PELD-RLaC (ver item VI);
- III.5. Projeto de Pesquisa de Pós-Doutorado (mínimo 5 páginas) a ser desenvolvido no âmbito do PELD-RLaC, enfatizando a capacidade de integrar diferentes sub-áreas de pesquisa que compõem o PELD-RLaC, assim como potenciais abordagens inéditas do Projeto de Pesquisa de Pós-Doutorado, a partir do projeto vigente no Sítio PELD-RLaC (projeto completo – Anexo II);
- III.6. Carta de recomendação assinada por pesquisador/docente integrante do Sítio PELD-RLaC.

### IV. Do Local, Horário, e Forma de Inscrição

As inscrições deverão ser feitas de **06/03/2017** até **17/03/2017**, entre 9:00 e 16:00, na Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Conservação (PPG-CiAC), situada no **Núcleo em Ecologia e Desenvolvimento Socioambiental de Macaé (NUPEM/UFRJ)** - Av. São José do Barreto 764 (atrás do Centro de Convenções), Bairro São José do Barreto, Macaé-RJ - ou **pelo e-mail [peld.rlac@gmail.com](mailto:peld.rlac@gmail.com)**, anexando a documentação descrita no item III nos formatos .doc, .pdf e/ou .jpg. No caso de inscrição por e-mail, aguardar a confirmação de recebimento. Em caso de dúvidas, os Professores Rodrigo Lemes Martins e Ana Cristina Petry podem ser acessados pelos respectivos telefones (22) 2141 3978 e (22) 2141 3958.

### V. Do Local e Data de Realização do Processo Seletivo

A seleção ocorrerá no Núcleo em Ecologia e Desenvolvimento Socioambiental de Macaé, Universidade Federal do Rio de Janeiro, situado à Av. São José do Barreto 764, São José do Barreto, Macaé-RJ, na seguinte data:

- 23/03/2017** (9:00-12:00h): Análise do currículo;  
**24/03/2017**: Análise de Memorial, Projeto e Carta de Recomendação.

### VI. Das Etapas do Processo de Seleção

O processo seletivo **não é presencial**, sendo conduzido por Comissão nomeada pelo Coordenador do PELD – RLaC, Professor Francisco de Assis Esteves a partir dos documentos apresentados, nas seguintes etapas:

- i. Análise de Currículo - (eliminatória e classificatória). Os currículos deverão ser fornecidos conforme Plataforma Lattes. Será analisada a experiência prévia do candidato em pesquisa ecológica e inovação. O candidato deverá obter nota igual ou superior a 6,0 (seis) na Análise do Currículo.
- ii. Análise do Memorial - (eliminatória e classificatória). Será analisada a experiência em pesquisa científica, bem como as perspectivas de atuação junto ao PELD-RLaC, incluindo:

a) informações que demonstrem inserção efetiva ou potencial do candidato em um ou mais grupos de pesquisa que atuam no Projeto;

b) perspectivas de geração de Produção Intelectual e Divulgação Científica em parceria com docentes e discentes do Programa. O candidato deverá obter nota igual ou superior a 6,0 (seis) na Análise do Memorial.

iii. Análise do Projeto e Carta de Recomendação - (eliminatória e classificatória). Será dada ênfase à viabilidade de execução do plano proposto, seus méritos científicos, e sua interação com o maior número possível de linhas de pesquisa atualmente desenvolvidas pelos pesquisadores no âmbito do PELD-RLaC. Será analisada também a inovação científica que o projeto pretende gerar e seu potencial de publicação e divulgação. O candidato deverá obter nota igual ou superior a 6,0 (seis) no Projeto e Carta de Recomendação.

## **VII. Classificação e número de vagas**

VII.1. Candidatos que atingirem a nota mínima nas três etapas da seleção serão considerados aptos à receber a Bolsa de Pós-Doutorado do PELD-RLaC por 12 meses, respeitando-se a ordem de classificação e a única bolsa disponível.

VII.2. A convocação dos candidatos aprovados seguirá a ordem de classificação, no caso de desistências.

## **VIII. Divulgação dos Resultados**

Os resultados do processo seletivo serão divulgados no site e no mural do PPG-CiAC no NUPEM/UFRJ a partir de **27/03/2017**.

## **IX. Recursos**

A interposição de recursos será aceita até as 12:00h (meio dia) de **28/03/2017** e deverá ser efetuada através de carta substanciada assinada pelo candidato, entregue pessoalmente na Secretaria do PPG-CiAC, ou enviada para o e-mail: **peld.rlac@gmail.com**

## **X. Vigência e Relatórios**

O período de duração da bolsa será de 12 (doze) meses, prazo no qual o bolsista deverá apresentar Relatório Científico das Atividades e Produtos desenvolvidos, demonstrando o cumprimento das metas estabelecidas no âmbito do Projeto Proposto (Item III.5.).

Por decisão de comissão de avaliação de metas do Sítio PELD-RLaC, formada por indicação do Coordenador do Sítio, a bolsa poderá ser renovada por período igual (12 meses), mediante apresentação de novo projeto complementar à abordagem desenvolvida na proposta original aprovada nesta seleção.

## **XI. Casos Omissos**

Casos omissos serão avaliados por Comissão formada por indicação da Coordenação do Sítio PELD-RLaC.

**ANEXO I**

**Nome completo:**

**RG:**

**Data de Emissão:**

**Org. Emissor/UF:**

**CPF:**

**Data nascimento:**

**Naturalidade:**

**Nacionalidade:**

**Estado Civil:**

**Sexo:**

**Passaporte (se estrangeiro):**

**Endereço Residencial:**

**Bairro:**

**Cidade:**

**UF:**

**CEP: e-mail:**

**Cx. Postal:**

**Telefone (DDD):**

**Pessoa para contato urgente:**

**Fone do contato:**

**Possui vínculo empregatício? SIM\_ NÃO\_**

**Modo de inscrição: e-mail\_\_\_ ou presencial \_\_\_**

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2017

Declaro conhecimento dos termos do edital e aceito as normas da seleção de Bolsista de Pós-Doutorado (Sítio PELD-RLaC) nele explicitado.

**Assinatura do Candidato**

## **ANEXO II**

**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>	Mudanças climáticas globais e o funcionamento dos ecossistemas costeiros da Bacia de Campos: uma perspectiva espaço-temporal
<b>SIGLA DO SÍTIO PELD (máximo de quatro letras)</b>	RLaC
<b>COORDENADOR DA PROPOSTA</b>	Francisco de Assis Esteves
<b>INSTITUIÇÃO EXECUTORA</b>	Universidade Federal do Rio de Janeiro Núcleo em Ecologia e Desenvolvimento Sócio Ambiental de Macaé –NUPEM/UFRJ
<b>INSTITUIÇÃO (ÕES) COLABORADORA (S)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Instituto Chico Mendes de Conservação da Diversidade Gestor do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba</li><li>• Universidade Estadual de Maringá – Sítio PIAP</li><li>• Universidade Federal do Rio Grande - Sítio ELPA</li><li>• Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental – Sítio BROA</li><li>• Universidade Federal de Juiz de Fora</li></ul>

**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):**

nº 001/1997

nº 59/2009

nº 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 Nacional da Restinga de Jurubatiba

Parque Nacional

Sim, o gestor integra a equipe do projeto.

**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):**

*Cerradomys goytaca* (Em Perigo de Extinção)

*Puma yagouaroundi* (Vulnerável)

*Atlantirivulus jurubatibensis* (Quase Ameaçado)

*Ameivula littoralis* (Em Perigo de Extinção)

*Leposternon scutigerum* (Em Perigo de Extinção)

*Trinomys eliasi* (Em Perigo de Extinção)

**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 Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro

**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;

### **Breve Histórico das Mudanças Ambientais Globais**

A Terra tem experimentado nos últimos 150 anos um dos períodos mais significativos de degradação ambiental (IPCC, 2007; Willis & Bhagwat, 2009). A Revolução Industrial implicou no consumo e na queima exacerbados dos combustíveis fósseis. O crescimento acelerado da população mundial desde esse período tem resultado na mudança da cobertura e uso do solo, com a transformação de áreas florestais em pastagens, contaminação dos mananciais hídricos e perda de áreas alagadas. Estes processos desencadearam aumentos exponenciais nas concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera, reduções na camada de ozônio, e perda de áreas naturais e a consequente eliminação e fragmentação de sistemas florestais, especialmente daqueles situados próximos a assentamentos humanos (Khatiwala et al., 2009). Em nível global, mudanças climáticas afetam organismos em todos os biomas e ecossistemas (Sinervo et al., 2010). Dentre as mudanças resultantes do desenvolvimento da população humana, a mais preocupante é o aquecimento global em função da alteração na concentração de gases do chamado efeito estufa, como o dióxido de carbono e o metano. Organismos, populações e comunidades ecológicas não são diretamente afetados por alterações na temperatura média global, mas por mudanças climáticas regionais que se apresentam distribuídas ao longo do planeta de forma muito mais heterogênea (Walther et al., 2002). Algumas das consequências ambientais previstas e/ou confirmadas para o cenário global são: 1) a redução dos índices pluviométricos nas regiões tropicais, 2) a redução na área das geleiras e glaciares, 3) alterações drásticas nos padrões globais de circulação atmosférica e das correntes oceânicas e, conseqüentemente, 4) a perda de ecossistemas inteiros tanto marinhos (e.g., recifes de coral) como continentais (e.g., desertificação da caatinga) e 5) a alteração de ciclos reprodutivos e declínio de populações animais e vegetais estenoécios, ou seja, com pequena tolerância a modificações ambientais (Perry et al., 2005; Graham et al., 2006; da Costa et al., 2009; Sykes, 2009; Thompson et al., 2009).

Além das fontes primárias apresentadas acima, as reduções na camada de ozônio na estratosfera atuam de forma sinérgica no desencadeamento do efeito estufa, através da fotodegradação do carbono orgânico dissolvido (COD). A tênue camada de ozônio que diminuiu a penetração de raios ultravioleta (UV) na biosfera foi severamente reduzida durante o século passado, devido à reação com clorofluorcarbonetos (CFCs) liberados por alguns tipos de eletrodomésticos e aerossóis. Recentemente, foram confirmadas as hipóteses de que a mobilização mundial contra a emissão de CFCs contribuiu para uma gradativa recomposição da

camada de ozônio em relação aos níveis detectados no final da década de 1990. Esta tendência, porém, não pode ser generalizada para todo o globo terrestre, e atualmente uma maior quantidade de radiação UV tem alcançado a superfície do planeta (Kvalevåg et al., 2009; Xenopoulos et al., 2009). Além de potencialmente mutagênica e cancerígena, a radiação UV, caracteristicamente muito energética, atua na quebra das moléculas do COD na água, sendo reconhecida como um potencial formador de CO<sub>2</sub> nos ecossistemas aquáticos (Schindler, 2001). Considerando que o COD representa um dos maiores estoques de carbono no planeta (Steinberg et al., 2006), sua degradação e transformação em CO<sub>2</sub> representam uma etapa importante no ciclo do carbono e na exportação de CO<sub>2</sub> dos ambientes aquáticos para a atmosfera (Schindler et al., 1996; Suhet et al., 2007).

Diversos estudos demonstram que mudanças globais no clima são, direta ou indiretamente, responsáveis por alterações nos padrões de distribuição e abundância das espécies, podendo ocasionar eventos de extinção local ou global (e.g. Pounds & Puschendorf, 2004; Thomas et al., 2004; Lips et al., 2005; Sinervo et al., 2010). De acordo com Dirzo & Raven (2003), a biosfera está experimentando o sexto evento de extinção biológica em massa na história da Terra. Este fato é especialmente alarmante, pois além da taxa atual de extinção ser mais elevada e catastrófica do que os eventos precedentes, as extinções têm sido sistematicamente relacionadas às atividades humanas (Thomas et al., 2004). Vários experimentos mostram que a diversidade de espécies e de grupos funcionais (constituídos por espécies com função ecológica semelhante) têm forte relação com a magnitude dos processos e atributos dos ecossistemas (Carpenter et al., 1995; Schindler, 1998; Xenopoulos et al., 2009), tais como a produção primária, a ciclagem de nutrientes e a decomposição (Schindler, 2001; De Deyn et al., 2008; Sykes, 2009). Nesse contexto, é fundamental conhecer os efeitos de alterações na pluviosidade e eventos de intrusão de água marinha em ecossistemas costeiros. Estas mudanças ambientais podem influenciar os ciclos do carbono e de vida dos organismos em ecossistemas tanto aquáticos quanto terrestres, especialmente quando são considerados processos-chave tais como a produção primária (incorporação de CO<sub>2</sub>) e a decomposição (liberação de CO<sub>2</sub> e gás metano CH<sub>4</sub>). De caráter mais local, porém não menos importantes, estão as intervenções antrópicas nos ecossistemas, que promovem profundas alterações na forma da ciclagem de nutrientes, como por exemplo, o carbono (Schindler et al., 1996). Portanto, estudos sobre o funcionamento dos ecossistemas têm despertado grande interesse da comunidade científica internacional (Carpenter et al., 1995), especialmente quando contemplam o efeito das mudanças ambientais globais tanto na ciclagem de nutrientes (Schindler et al., 1996; Schindler, 2001; De Deyn et al., 2008) quanto na regulação da diversidade biológica (Durner et al., 2009; Willis & Bhagwat, 2009).

Alguns países signatários do protocolo de Kyoto se comprometeram em reduzir em até

40% suas emissões de gases do efeito estufa em relação ao que emitiam em 1990 até 2020. Isso provavelmente aumentará as pressões sobre nações em desenvolvimento, no sentido de intensificar o controle deste tipo de poluição (Dietz et al., 2009). Assim, países como o Brasil além de serem possivelmente os maiores responsáveis pelo aumento das emissões futuras de gases do efeito estufa, serão também aqueles sujeitos aos efeitos econômicos mais severos das mudanças climáticas (Guan, 2009). Estima-se que países em desenvolvimento necessitarão de enormes auxílios financeiros (um total de US\$100 bilhões) para ajustar seus modelos de crescimento econômico ao cenário de um desenvolvimento sustentável, fundamentado em reduções nas emissões de carbono (PEMC, 2009).

### **Ciclagem do Carbono em Ecossistemas Terrestres e Aquáticos**

Na Terra, o carbono é encontrado em cinco grandes reservatórios: atmosfera, oceanos, rochas sedimentares, combustíveis fósseis e biomassa. Nas etapas de seu ciclo, enquanto muda sua localização entre esses reservatórios, o carbono altera suas afinidades químicas e seu estado físico. Muito esforço tem sido dispensado pela comunidade científica para melhor entender o ciclo do carbono nos diferentes ecossistemas, especialmente na identificação dos compartimentos que funcionam como emissores ou sumidouros desse nutriente, em escalas temporais que podem variar de minutos a milhões de anos (Schindler et al., 1996; De Deyn et al., 2008; Luysaert et al., 2008).

O CO<sub>2</sub> é a forma de carbono assimilável pela enzima rubisco no processo de fotossíntese executado pelos produtores primários. A fotossíntese permite a transformação do carbono na sua forma inorgânica à forma orgânica. O sequestro de carbono, ou seja, a fixação biológica do carbono e seu acúmulo na forma orgânica nos ecossistemas têm despertado interesse mundial como uma solução para a redução de dióxido de carbono em excesso presente na atmosfera. Em ambientes aquáticos, apesar do CO<sub>2</sub> se constituir na principal forma, o carbonato (HCO<sub>3</sub>), que pode ter origem do CO<sub>2</sub> atmosférico ou de rochas como calcário, carbonato de cálcio e dolomita, também pode ser uma fonte de carbono para a fotossíntese. Este pode se converter em CO<sub>2</sub> em solução aquosa, num processo acelerado pela anidrase carbônica, enzima presente nos organismos fotossintéticos. Assim como ocorre no ambiente terrestre, a fotossíntese realizada pelas plantas aquáticas permite a transformação do carbono na sua forma inorgânica à forma orgânica. O carbono é transferido para os diferentes níveis tróficos da cadeia alimentar através dos consumidores primários e secundários, e através da respiração dos organismos e dos processos de decomposição retorna como CO<sub>2</sub> para a coluna d'água (para os ambientes aquáticos) e para a atmosfera (no caso do ambiente terrestre) (De Deyn et al., 2008; Xenopoulos et al., 2009). Comparativamente, estes processos vêm sendo muito mais investigados em ecossistemas

terrestres do que nos aquáticos (De Deyn et al., 2008; Sykes, 2009). O conhecimento do balanço do carbono nos ecossistemas aquáticos é imprescindível para identificar o papel desempenhado por esses sistemas. Apesar das pesquisas relacionadas ao ciclo do C, pouco se sabe sobre a quantificação das entradas e saídas deste elemento em ecossistemas aquáticos. Portanto, não há informações que esclareçam se ecossistemas aquáticos continentais são sequestradores ou emissores de C. Esses dados são relevantes para países como o Brasil, detentor de uma das maiores reservas de águas continentais do planeta.

Em ambientes aquáticos lacustres, o aporte de C que se destaca é aquele na forma orgânica dissolvida (COD), através da excreção, lixiviação e decomposição de vegetais aquáticos (C de origem autóctone) e através da percolação do COD do ambiente terrestre adjacente (C de origem alóctone) através do lençol freático. O COD pode ser consumido por microrganismos heterotróficos, bem como ser fotodegradado pela ação da luz, conforme mencionado anteriormente. Em ambos os casos, o CO<sub>2</sub> é liberado para a coluna d'água, onde pode ser reutilizado por produtores primários ou até mesmo difundir-se para a atmosfera (Xenopoulos et al., 2009) quando há saturação deste elemento na água. Já o C fixado pelos organismos tende a se depositar nos sedimentos límnicos após a morte desses. Uma importante fração do C estocado nos solos e sedimentos poderá ser exportada para a atmosfera através da emissão de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>. A produção microbiana de CH<sub>4</sub> (metanogênese) é o último estágio conhecido da decomposição do carbono em ambientes anaeróbios, sendo este processo responsável pelo acúmulo de CH<sub>4</sub>, principalmente no compartimento bentônico. Parte do CH<sub>4</sub> produzido em ecossistemas aquáticos é incorporada à biomassa de microrganismos (metanotrofia) gerando CO<sub>2</sub>. Este processo é um importante mecanismo de transformação do CH<sub>4</sub>, reduzindo suas concentrações no sedimento e na coluna d'água. A metanotrofia (oxidação do CH<sub>4</sub>) pode ser considerada como um processo que pode reduzir as emissões de C para a atmosfera, já que ao ser incorporado à biomassa de microrganismos, parte dele é transferida aos níveis tróficos superiores através das interações tróficas, permanecendo na biomassa dos organismos do ecossistema aquático. Neste sentido, a quantificação de microrganismos metanogênicos e metanotróficos permite uma melhor compreensão a respeito da produção e consumo do CH<sub>4</sub> em ecossistemas aquáticos e o efeito destes sobre as emissões de CH<sub>4</sub> para a atmosfera. Em um ambiente aquático, a liberação de CH<sub>4</sub> para a atmosfera pode ocorrer por difusão em meio aquoso, através de bolhas, bem como através do sistema lacunar das plantas aquáticas. Portanto, em ambientes aquáticos tais como lagoas, regiões alagadas ou úmidas, o C pode ser transferido para a atmosfera nas formas de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>, importantes gases do efeito estufa.

Todo transporte, transformação e estocagem de carbono em ecossistemas aquáticos pode ser controlado pelos volumes hídricos das diversas etapas do ciclo hidrológico que ocorre

neste ecossistema. Exemplificando, a transferência do C da bacia de drenagem para as lagoas e a capacidade de diluição ou concentração da massa d'água das lagoas pode estipular as concentrações e consequentes taxas de transformação e difusão para a atmosfera. Deste modo, o ciclo de C deve ser entendido de forma integrada ao ciclo hidrológico, visto que cenários de mudanças de variáveis tais como a pluviosidade podem acarretar em mudanças nas taxas de emissão de gases estufa pelas lagoas (Schindler et al., 1996). Em função do balanço de entrada e saída de carbono, os ecossistemas aquáticos podem ser considerados emissores (exportam C), quando a saída de C para a atmosfera é superior ao seu aporte, ou sequestradores de carbono (estocam C), quando a entrada de C é superior ao que é exportado para a atmosfera. Processos físicos e/ou químicos (e.g., radiação, produção de metabólitos secundários, concentração de nutrientes, tipo de solo) e biológicos (fotossíntese, respiração, decomposição e estocagem por sedimentação) são importantes no balanço de C e determinam se o ecossistema é considerado emissor ou estocador de C. Os dados obtidos na primeira fase do PELD Sítio RLaC relacionados à emissão e sequestro do carbono demonstram que a área litorânea, ocupada por vegetação aquática, é o principal sítio de acúmulo de carbono e a região pelágica é a principal exportadora deste elemento. De acordo com os resultados, os fluxos variam mais em escala espacial que temporal. Entretanto, ambas escalas afetam significativamente os fluxos de C na interface água-atmosfera.

Em ecossistemas terrestres, o carbono é fixado primariamente pelos processos fotossintéticos dos vegetais, sendo posteriormente disponibilizados através da queda de resíduos da parte aérea da vegetação, que irá formar a serapilheira, e de sua posterior decomposição, sendo reabsorvidos pelas plantas ou por outros organismos do sistema (Fassebender, 1993). Estima-se que a serapilheira corresponda a 90% da produtividade primária líquida de um ecossistema, configurando-se como a principal via de retorno de nutrientes e de matéria orgânica ao solo (Moraes et al., 1993; Pagano & Durigan, 2000). A serapilheira inclui folhas, caules, ramos, frutos, flores, e outras partes da planta, bem como restos de animais e material fecal que estão depositados sobre o solo em estado de decomposição, com a liberação eventual dos elementos minerais que compõem os tecidos orgânicos (Golley et al., 1978; Barbosa & Faria, 2007). Uma série de fatores bióticos e abióticos influencia na deposição de serapilheira, destacando-se o tipo de vegetação, estágio sucessional, latitude, altitude, temperatura, precipitação, herbivoria, disponibilidade hídrica, estoque de nutrientes, umidade do solo e intensidade dos ventos, fatores fortemente relacionados ao grau de perturbação das áreas (Araújo et al., 2002). Assim, compartimentos aquáticos e terrestres podem ser considerados importantes estocadores e processadores de C (Schindler et al., 1996; De Deyn et al., 2008).

### **Restingas e Lagoas Costeiras da Bacia de Campos neste contexto**

O ecossistema costeiro foco deste estudo, que inclui a restinga e lagoas costeiras do PARNA Restinga de Jurubatiba, é caracterizado por um conjunto de feições de origem lagunar ou estuarina (ambientes parálicos) formando planícies arenosas bem drenadas entremeadas de canais em depressões naturais que recebem água continental por meio do lençol freático ou por pequenas bacias de drenagem, que dão origem as lagoas costeiras.

Ao longo dos últimos anos, o programa PELD no Sítio RLaC elucidou muito sobre a transferência dos minerais acumulados na biomassa vegetal para o solo, por meio da decomposição da serapilheira (Fassebender *et al.*, 1993) e sobre a disponibilidade de nutrientes. Estes estudos demonstraram também que as lagoas são ecossistemas com altíssimas concentrações de carbono dissolvido, entre as mais elevadas já registradas na literatura (Farjalla *et al.*, 2009). Estas concentrações são resultado de mecanismos integrados de deposições históricas em camadas de sedimento, decomposição de material terrestre recente e lixiviação (ou lavagem) do material pela ação das chuvas.

O acoplamento hidrogeoquímico entre as lagoas costeiras, as águas de seu subsolo e as formações vegetacionais da restinga funcionam como um *continuum*, produzindo um sistema emergente de compartimentos ecologicamente integrados por imperativos geológicos e hidrológicos. Assim, a produtividade primária tanto de lagoas como das restingas estão na dependência de processos de acumulação de biomassa morta e liberação de nutrientes, que variam temporalmente, reguladas primariamente pelo nível das lagoas e do lençol freático. Alterações nos níveis de pluviosidade, portanto, resultarão em modificações nos processos de lavagem de material do ecossistema terrestre e nas camadas sedimentares, causando profundas alterações na concentração deste elemento nos ecossistemas aquáticos, em seu balanço com a atmosfera e na estrutura das comunidades aquáticas, altamente influenciadas pelas altas concentrações de carbono.

Projeções acerca das mudanças climáticas evidenciam sua forte relação com o ciclo da água. Estima-se que nas próximas décadas o sudeste brasileiro experimentará uma redução de 10 a 20% nos índices pluviométricos e a elevação do nível do oceano (IPCC, 2007). Cenários de reduções de pluviosidade, como em secas prolongadas, uma sequência de anos secos, ou aumento na incidência de intrusões marinhas, podem causar respostas diferenciadas da biota, resultando primeiramente em extinções locais e posteriormente na redução de componentes da diversidade nas áreas costeiras planas.

As lagoas costeiras, que apresentam uma produtividade comparável aos estuários e zonas de ressurgência, estabelecem contato esporádico com o mar, seja de forma natural, em períodos de elevada pluviosidade, ou pelo rompimento da barreira arenosa que separa estes

ecossistemas do ambiente marinho adjacente. Assim, esses ambientes aquáticos representam o limite de distribuição de espécies que em função de sua história filogenética e do histórico evolutivo fortemente associado ao isolamento e formação das bacias de drenagem, diferem amplamente em aspectos ecológicos e fisiológicos, tais como a tolerância à salinidade (Myers, 1938; Araújo & Azevedo, 2001; de Pinna, 2006). De fato, a salinidade é um dos principais fatores reguladores da distribuição da ictiofauna em metacomunidades costeiras e a variabilidade temporal na conectividade hidrológica determina alterações marcantes na estrutura das comunidades, em especial na composição específica (Felice, 2014; Macedo-Soares et al., 2010). Desta maneira, as adaptações, estratégias de aclimação e facilitação entre as espécies determinam a persistência das populações nos ambientes costeiros e alterações no regime hidrológico na região podem causar profundas alterações na estrutura dessas comunidades (Ventura, 2015; Weinstein et al., 2009).

Dentre os grupos com características de história de vida (e.g. desenvolvimento, reprodução, distribuição espacial, dinâmica de populações e interações interespecíficas) mais relacionadas às condições ambientais estão os anfíbios e répteis (Walther et al., 2002). Além da baixa capacidade de dispersão, os anfíbios possuem pele altamente permeável e ocupam tanto habitats aquáticos quanto terrestres, sendo mais sensíveis que outros vertebrados terrestres ao efeito de toxinas ou a padrões de alterações de temperatura e pluviosidade (Alford & Richards, 1999), assim potencialmente atuando como bioindicadores. Também várias espécies de répteis podem ser caracterizadas como espécies indicadoras devido à sua posição no topo das cadeias alimentares, sendo que a persistência dessas espécies reflete a integridade das populações de suas presas (Moura-Leite et al., 1993). Ainda que os resultados obtidos sejam positivos em termos de estimativa da riqueza de espécies de determinada região, principalmente em relação à fauna de lagartos, existem determinados táxons que possuem baixa vagilidade e densidade populacional, ocupam substratos diversificados e são difíceis de capturar em curtos períodos de tempo, em especial diversas espécies de serpentes (Strüssmann et al., 2000), o que pode ocasionar uma subestimativa da riqueza local.

Mudanças climáticas vêm sendo apontadas como razões para o declínio em algumas populações de anfíbios Neotropicais, principalmente no que diz respeito a alterações nos padrões de temperatura e umidade que afetam diretamente a ecologia, fisiologia e o comportamento destes animais, uma vez que devem manter a pele úmida para realizar trocas gasosas e iônicas (Lips et al., 2005). Além disso, o aumento observado nas temperaturas diurnas mínimas (Walther et al., 2002) afeta diretamente o modo de vida de animais ectotérmicos, principalmente dos lagartos heliófilos que regulam suas temperaturas corporais através de determinados períodos de exposição à radiação solar. Para evitar a morte por temperaturas corporais excessivamente altas, estes lagartos buscam refúgios que apresentem

temperaturas mais amenas, reduzindo os períodos de forrageamento ao longo dos dias. *Tropidurus torquatus*, uma espécie presente nas restingas do sudeste brasileiro, incluindo a restinga de Jurubatiba (Rocha & Van Sluys, 2007). Essa espécie é um dos alvos do presente estudo, principalmente pelo fato de dispormos de uma quantidade substancial de informações sobre a mesma para áreas de cerrado e na região Sul do Brasil (Wiederhecker et al., 2003; Vieira et al. 2011). Porém tais aspectos não foram explorados em populações de *Tropidurus torquatus* de restingas do sudeste brasileiro com um potencial enorme para realização de estudos relacionados à dinâmica populacional, estrutura etária, razão sexual, entre outros relacionados ao risco de extinção em um cenário de mudanças climáticas (Sinervo et al., 2010).

Considerando a projeção IPCC 2014 aponta para um cenário de aumento da frequência de eventos extremos como tempestades, ondas e ciclones que afetarão diretamente áreas costeiras e transicionais, investigações de longo prazo, que incrementem a compreensão dos mecanismos que regulam a composição e distribuição das espécies, são indispensáveis para a proposição e inferência acerca de cenários futuros (Hewitt & Thrush 2007; Litzow et al. 2016). Um dos componentes importantes para essa avaliação é a macrofauna bentônica das lagoas do PARNA Jurubatiba. A macrofauna é tradicionalmente utilizada como ferramenta indicadora de mudanças ambientais devido ao fato de serem, em geral, organismos sésseis ou de pouca mobilidade e responderem de maneira direta a distúrbios que podem ser detectados utilizando-se níveis taxonômicos supra específicos (Warwick, 1993; Simboura & Zenetos, 2012). Para o caso específico PARNA Restinga de Jurubatiba, destaca-se a necessidade de estudo dos Polychaeta, pois é um dos grupos mais abundantes nas lagoas de Jurubatiba sobre o qual existe um considerável conhecimento sobre a diversidade e biologia das espécies adquirido no âmbito das pesquisas realizadas no âmbito do PELD RLaC.

Destaca-se também outro grupo bastante peculiar o dos anfípodos semi-terrestres. Estes organismos são importantes componentes dos ecossistemas aquáticos e semi-aquáticos com sua função de decompositores e detritívoros de matéria orgânica vegetal, e no caso dos semi-terrestres, estes também podem dar conta da matéria orgânica animal. Nas lagoas costeiras do PARNA Restinga de Jurubatiba e nas regiões de praia adjacentes a estas lagoas ocorrem duas espécies de anfípodos, *Quadrivisia lutzi* e *Atlantorchestoidea brasiliensis*, respectivamente. Nas margens das lagoas ocorrem espécies do gênero *Platorchestia*, as quais vem sendo investigadas taxonomicamente para a definição das espécies. Deste 2012, os anfípodos *Q. lutzi* e *A. brasiliensis* vem sendo estudados no referente a sua variação populacional em relação a fatores ambientais. Para *Q. lutzi*, os dados sugerem que as lagoas representam corpos fechados para o fluxo gênico, sendo possível que esta diversidade possa ser representada em organismos aquáticos por um conjunto de espécies crípticas alocadas nas diferentes lagoas e portanto sensíveis a mudanças ambientais, inclusive dentro de uma mesma lagoa. Já para *A.*

*brasiliensis*, os dados do monitoramento têm evidenciado perda da pigmentação do olho com o aumento do tamanho dos indivíduos e variação cíclica da quantidade de pigmentação. Determinar como mudanças ambientais podem influenciar a perda de pigmentação nesta espécie, considerando seus requerimentos e tolerância ambiental precisa ser investigado.

Os impactos da perda de biodiversidade de invertebrados têm recebido menos atenção e os dados são extremamente limitados. Cerca de 1% das aproximadamente 1.400.000 espécies de invertebrados descritas foram avaliadas como ameaçadas segundo a União Internacional para Conservação da Natureza (Collen & Baillie, 2010; Collen et al., 2012; IUCN, 2013). No entanto, os dados existentes sugerem que as taxas de declínio em números e extinção de espécies entre os invertebrados terrestres são pelo menos tão severas como entre os vertebrados (Collen & Baillie, 2010; Collen et al., 2012). Dados de distribuição de espécies a longo prazo, realizado na Europa para cinco ordens de insetos mostraram que uma proporção substancial de espécies experimentaram reduções graves nas últimas décadas (Fox et al., 2014). Globalmente, dados de monitoramento a longo prazo, em uma amostra de 452 espécies de invertebrados, indicaram que houve um declínio geral na abundância de indivíduos desde 1970 (Dirzo et al., 2014).

A polinização por insetos é de vital importância para os ecossistemas terrestres e para agricultura. Dados apontam que cerca de 75% das espécies cultivadas são polinizadas por insetos (Klein et al., 2003), representando um serviço ecossistêmico de cerca de 215 bilhões de dólares para a produção de alimentos (Gallai et al., 2009). Nas últimas décadas, queda no rendimento de algumas culturas, devido a polinização inadequada, tem estimulado o desenvolvimento de pesquisas e ampliado a discussão sobre uma "crise de polinização" (Holden 2006; Gross, 2008). Para a maioria das regiões globais ainda não existem dados suficientes para avaliar a extensão e as causas de declínio dos polinizadores.

A mudança climática é amplamente aceita como uma das maiores ameaças à biodiversidade em todo o mundo. Entretanto, prováveis impactos sobre polinizadores e polinização não são bem compreendidos. A fenologia de polinizadores pode divergir a partir das plantas que polinizam, podendo gerar potencial desastroso em ambos, mas há pouca evidência sobre o impacto do aquecimento sobre a fenologia da fauna e flora apícola (Wilmmer, 2012). Outro efeito potencial da mudança climática é a possibilidade de provocar incompatibilidade espacial entre plantas e polinizadores (Alaux, 2010; Willians 2009). De fato, perda de espécies de abelhas selvagens tem sido relatados, por exemplo, na Europa, quatro espécies são ameaçadas de extinção em todo o continente (Goulson et al, 2008; Kosior et al., 2007). Na América do Norte, espécies como *Bombus terricola* e *B. occidentalis*, anteriormente muito abundantes, tem demonstrado grande declínio desde o final dos anos 1990 (Willians 2009, Willians et al., 2014). Na América do Sul, a introdução da espécie *B. terrestris* está causando

quedas vertiginosas na espécie nativa *B. dahlbomii* (Schmid-Hempel et al., 2013). Estudos de monitoramento da fauna apícola, envolvendo respostas sazonais e a flutuação populacional a longo prazo, avaliando fatores bióticos e abióticos, são incipientes em áreas de restinga.

Nas restingas, um dos elementos faunísticos mais peculiares é composto pelos mamíferos. As primeiras abordagens sobre a mastofauna das restingas apontavam-na como um subgrupo de espécies típicas da Mata Atlântica, pobre em diversidade e endemismos, devido à sua história relativamente recente de dispersão e colonização destes ecossistemas (Cerqueira et al., 1993; Cerqueira, 2000). Contudo, estudos recentes têm revelado níveis significativos de diferenciação regional das comunidades de restingas, seja através do reconhecimento de mamíferos endêmicos a estas formações (Pessoa & Reis, 1993; Tavares et al. 2011) ou pela elevada riqueza de espécies registrada (Lemos et al. 2015), colocando estes ecossistemas como detentores de uma expressiva singularidade biótica. Na restinga de Jurubatiba é possível reconhecer pelo menos dois grupos ecológicos de espécies, um incluindo espécies que preferencialmente habitam formações abertas e o outro compreendendo espécies tipicamente florestais que se restringem a habitats mais úmidos na restinga, estruturalmente similares às florestas de baixada da Mata Atlântica (Bergallo et al., 2005; Bergallo et al., 2004). O roedor *Cerradomys goytaca* exemplifica uma espécie do primeiro grupo, preferencialmente habitando a formação aberta de moitas dominadas por Clusiaceae e Ericaceae e constituindo um dos poucos mamíferos residentes desta fisionomia típica das restingas da região, uma vez que sua abundância se torna bastante reduzida em ambientes mais florestais e úmidos. Como exemplo de espécies do segundo grupo, destacam-se a cuíca lanosa *Marmosa paraguayana* e o rato-d'água, *Nectomys squamipes*, espécies limitadas a formações florestais mais úmidas e com dispersão bastante limitada por espaços mais áridos e abertos (Pires et al. 2002; Quental et al. 2001). Como espécies tão ecologicamente distintas assim responderiam a variações climáticas de médio e longo prazo nas restingas se constitui numa das questões centrais que motivam a continuidade dos estudos com a mastofauna do Sítio RLaC.

### **Histórico da Formação dos Ambientes Costeiros da Bacia de Campos**

As feições costeiras da Bacia de Campos são produtos das oscilações isostáticas e/ou eustáticas que se instalaram do Pleistoceno superior ao recente. Estes sedimentos que representam o balanço entre a deposição deltaica e o retrabalhamento e erosão marinhos de 123.000 anos são litoestratigraficamente associados ao Macrocompartimento Bacia de Campos, representando os depósitos mais recentes desta unidade (Guerra & Cunha, 2006).

A geomorfologia costeira da região é marcada por feições regressivas de cristas de praia, lagoas costeiras alimentadas por rios e afetadas por oscilação freática, restingas e lagunas. Os

depósitos sedimentares que formam estas feições são resultado da incorporação de sedimentos da plataforma continental, fornecidos por sistemas fluviais de grande porte em direção à costa, tendo como fonte principal o Rio Paraíba do Sul (Dominguez et al., 1981; Dias & Silva, 1984; Flexor et al., 1984). Durante a deposição do delta do Rio Paraíba do Sul, entre o Pleistoceno e o Recente (mais precisamente nos últimos 123 mil anos), grandes volumes de sedimentos fluviais chegaram à costa, depositando-se à frente da desembocadura, e foram carregados por correntes de deriva litorânea e ação de mares em direção sul ao longo da costa, em nível de mar alto, com mais de nove metros acima do atual, sedimentando primeiramente a baía onde na atualidade se encontra o maior corpo lântico fluminense, a Lagoa Feia.

Em um primeiro período, provavelmente entre 123 mil e 17 mil anos atrás, desenvolveu-se uma planície costeira periodicamente alagada por inundações fluviais e, mais próximo, ao mar, um conjunto de cordões arenosos paralelos a linha de costa, que são produto de seguidas cristas de praia abandonadas pelo mar que recua. O processo de formação destes cordões se iniciou com a migração em direção ao continente dos sedimentos arenosos do Rio Paraíba do Sul, que represam a descarga de bacias fluviais de drenagem das áreas de planície costeira. Por ação da corrente de deriva litorânea e a queda do nível do mar (regressão), formaram-se cristas de praias com orientação longitudinal, paralelas à linha de costa. Com a contínua queda do nível do mar a bacia de drenagem da planície costeira avançou, fazendo incisões mais profundas. A drenagem então foi capturada pela orientação longitudinal do cordão, que deu origem a lagoas alongadas transversalmente em relação ao mar com braços longitudinais, associados ao barramento e afloramento nas depressões entre as cristas.

Entre 17 e 5,1 mil anos atrás, em um contexto de nível do mar ascendente (transgressivo, com máximo de cinco metros acima do atual), instalaram-se inicialmente lagunas, lagoas e pequenos corpos d'água (tanto doce quanto salgada) entre os cordões arenosos. Posteriormente, ocorreu a submersão dos mesmos e a completa inundação marinha da costa, que foi parcialmente erodida e remobilizada. Na fase seguinte, entre 5,1 mil anos e tempo atual, ocorreu uma pequena regressão que reinstalou o sistema de cordões e pequenas lagoas e lagunas com forte influência fluvial com eventuais depósitos marinhos de tempestade nas lagunas e cordões, ou de abertura de barra nas lagoas.

Atualmente, com o prognóstico de ascensão do nível do mar, o sistema experimenta um regime transgressivo, onde a inundação marinha dos cordões e a forte influência da água salgada se farão sentir nas lagoas e lagunas. As lagoas mais próximas ao oceano estão sob influência marinha mais intensa, tanto em subsuperfície, com a ação de cunhas de água salgada frente ao lençol freático, em superfície, com invasão de água salgada em marés de

tempestade ou ressacas, como também na própria existência. A lagoa mais distante do oceano ( $\approx 2\text{km}$ ), a Lagoa Feia, é predominantemente de água doce. Um canal artificial de comunicação entre o Rio Paraíba do Sul e o estuário do Rio Macaé, atravessa algumas das lagoas do PARNA Restinga de Jurubatiba (Paulista, Carapebus e Jurubatiba), além da Lagoa Feia. A dinâmica marinha, com a progressiva erosão de barras de desembocadura e eventos de intervenção antrópica rompem ou extravasam os cordões que separam as lagoas do mar, permitindo invasão de água salgada e salinização da lagoa. Modelos recentes indicam que a contínua subida do nível do mar acarretará na destruição das feições, sendo estas submersas, erodidas e retrabalhadas ao longo da costa. Sendo assim, ações humanas indiretas como emissão exacerbada de  $\text{CO}_2$  e  $\text{CH}_4$  na atmosfera e o subsequente incremento do efeito estufa, e diretas como a abertura de barras ou redirecionamento de bacias fluviais promovem profundas mudanças na dinâmica destes ambientes, levando eventualmente a sua desestruturação (Suguio et al., 1985; Suguio & Martin, 1987; Martin & Suguio, 1989; Martin et al., 1997).

### **Referencial Teórico e Fundamentação**

Regiões costeiras são resultantes da inter-relação entre componentes da geosfera (continente, bacias marginais, tectonismo), hidrosfera (oceano), biosfera (comunidades vegetais) e atmosfera (clima e padrão de ventos), constituindo áreas de intensa troca de energia e matéria. O equilíbrio existente entre os diferentes processos físicos atuantes é frágil, pois estes ambientes são verdadeiros compartimentos de transição aninhados entre os ambientes continental e marinho. Além disso, a complexidade e a diversidade de ecossistemas presentes, como praias, manguezais, recifes de corais, entre outros, fazem com que ambientes costeiros sejam caracterizados como áreas de elevada vulnerabilidade à degradação de seus recursos naturais, frente às atividades humanas inadequadas. Os processos geológicos ativos nessas regiões, fundamentalmente relacionados às variações do nível relativo do mar, aos padrões de circulação litorânea de sedimentos que causam erosão ou propagação da linha de costa, e à remobilização eólica de volumes de areia, estão sendo modificados por fatores antrópicos. Portanto, é imprescindível conhecer seus padrões de morfogênese e alterações de uso de recursos e espaços naturais que estes padrões vêm sofrendo ao longo do tempo histórico humano.

Aproximadamente 70% das linhas de costa do mundo foram afetadas pela erosão marinha na segunda metade do século XX e início do século XXI. Tal fenômeno tem sido amplamente discutido por numerosos pesquisadores e a maioria deles advoga que a subida acelerada do nível relativo do mar, atualmente em curso, seria a causa mais importante. Se as previsões de subida do nível do mar para as próximas décadas se confirmarem, setores do

litoral brasileiro, agora submetidos a processos erosivos, serão bem mais impactados, pois as taxas de erosão serão fortemente aceleradas (Silva, 2008). Em adição, mundialmente os ecossistemas costeiros estão fortemente ameaçados pela exploração imobiliária, drenagem, contaminação por efluentes domésticos e industriais (Gelwick et al., 2001; Lorenz & Serafy, 2006; IPCC, 2007; Dennison, 2008). Na costa sudeste do Brasil, em especial, o histórico de colonização e desenvolvimento urbano especialmente nos últimos 200 anos tem contribuído sobremaneira para a redução drástica dos alagados nas áreas planas e da vegetação (Dean, 1995).

Os ambientes aquáticos continentais rasos, como lagoas costeiras, também são influenciados pelo regime pluviométrico, historicamente estacional, que determina alterações temporais nos fatores locais, como a disponibilidade de nutrientes, concentração de sais e oxigênio dissolvido, e regionais, como a dispersão através da conexão entre ambientes adjacentes. Estes fatores se refletem na história de vida da biota e em suas adaptações e, conseqüentemente, na própria biodiversidade (Farjalla et al., 2002; Cucherousset et al., 2007; Davey & Kelly, 2007; Petry et al., 2016). Dessa forma, além das alterações diretas promovidas pelo crescimento das populações humanas, as mudanças ambientais globais também podem alterar dinâmicas locais, como a redução das concentrações de nutrientes ou frutificação em anos secos, e regionais, como na redução da produtividade secundária em períodos de déficit pluviométrico (Chase, 2007; Lindholm & Hessen, 2007).

Quanto à flora terrestre, respostas de curto e médio prazo às variações ambientais anuais se dão em nível fisiológico, alterando as taxas fotossintéticas, os ritmos de crescimento e reprodução das plantas (i.e., fenologia e produção de detrito). Quanto ao detrito orgânico terrestre, a produção média total da serapilheira varia muito entre diferentes ecossistemas (Pires et al., 2006). Geralmente, ecossistemas florestais tropicais apresentaram o período seco do ano como o período de maior produção de serapilheira e/ou folhas (Golley et al., 1978; Pagano, 1989; Silva, 1984; Vital et al., 2004), sugerindo que a queda da serapilheira e/ou folhas seja uma resposta direta ao estresse hídrico. Segundo dados obtidos para o Sítio RLaC, as restingas não apresentam variação na produtividade associada com a pluviosidade, porém os dados sugerem que o nível do lençol freático pode ser um dos fatores determinantes da produção. Um acompanhamento sistemático do nível do lençol e da produção poderia permitir inferências mais precisas sobre variações climáticas de longa escala. Em longo prazo, tais variações podem se refletir na diversidade (específica e funcional), estrutura e dinâmica da vegetação (Sykes, 2009; Xenopoulos et al., 2009). Para o PARNA Restinga de Jurubatiba, os dados sobre produção de serapilheira levantados desde 2009, assim como decomposição, detalham o papel de cada fitofisionomia na fixação e ciclagem de nutrientes, principalmente C e N, considerando, inclusive, o papel de *Clusia hilariana*, uma espécie facilitadora (Dias et al.,

2005, 2006). Porém, dados sobre a diversidade funcional, ainda em fase de levantamento, poderão definir os cenários futuros relacionados às mudanças climáticas, mudanças essas que podem ser determinantes para a entrada e permanência de espécies invasoras na área do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba.

Os eventos fenológicos monitorados desde 2009, como floração e frutificação, são determinantes para compreender padrões sazonais previsíveis para as espécies utilizadoras desses recursos. Dessa forma, o PELD Sítio RLaC, na temática das mudanças climáticas globais e o funcionamento do sistema, implementado em 2009, busca compreender a dinâmica das populações de espécies aquáticas, semi-terrestres e terrestres, influenciada pela produção dos ecossistemas terrestres e correlacionando seus ciclos anuais e plurianuais de reprodução e crescimento e estabelecendo sua relação com modificações climáticas e ambientais ocorridas neste intervalo de tempo.

A análise dos dados de monitoramento realizadas até o presente momento revela ainda o risco eminente causado pela entrada de plantas e animais invasoras, sendo crucial detectar quais mudanças ecológicas podem estar afetando suas vias de entrada e como estas afetam processos ecológicos, a biodiversidade e a viabilidade da restinga de Jurubatiba. Por exemplo, é possível que numa escala de tempo inferior a uma década, a perda de espécies prevista em um cenário de alteração ambiental seja compensada pelo aumento de espécies alienígenas, mais tolerantes às mudanças ambientais, de forma a não se detectar um efeito proporcionalmente regulador da biota na ciclagem de nutrientes (Schindler, 1998; Walther et al., 2009). No Brasil, a ocorrência de espécies invasoras em Unidades de Conservação (UCs) é um contexto relativamente ainda pouco estudado (Sampaio e Schmidt, 2013). Embora os dados sejam esparsos e insuficientes, uma investigação do *Global Invasive Species Programme*, apoiado pela *International Union for Conservation of Nature* (IUCN), aponta que praticamente todas as UCs do globo apresentam certo grau de invasão biológica, mesmo as localizadas em zonas remotas. Devido à carência de dados, até a atualidade as estimativas da amplitude do impacto foram realizadas somente para a América do Norte, Europa e Austrália. O documento atesta que, dado a grande lacuna de conhecimento, a presença de espécies invasoras em estado de latência e as mudanças climáticas globais, é previsto que o número de invasões e de UCs infestadas cresça muito nos anos seguintes ao estudo. Dados sistematizados por Sampaio & Schmidt (2013) sobre a ocorrência de espécies exóticas invasoras (EEI) no interior de UCs federais revelaram 144 invasoras presentes em 125 UCs, sendo a maioria de plantas (106 espécies), 11 espécies de peixes, 11 de mamíferos, 5 de moluscos, 3 de répteis, além de anfíbios e invertebrados. Segundo o estudo, a Mata Atlântica é o bioma que abriga a maioria das UCs com registros, assim como a maior quantidade de EEI. Este bioma também comporta a maior parte das 10 UCs com maiores números de EEI, embora o Parque Nacional de Brasília,

no Cerrado, possua os maiores registros. Os autores atestam que a lista é incompleta e que existe grande desconhecimento acerca do assunto mesmo em UCs próximas de centros urbanos, chance de invasões biológicas tende a ser alta. De acordo com Sampaio & Schmidt (2013), existe uma tendência de maior número de registros de espécies invasoras em UCs onde foram realizados estudos direcionados ao tema e que, portanto, levantamentos cuidadosos e voltados à detecção de tais espécies nas UCs federais elevariam consideravelmente os números registrados. Esses autores concluem que este cenário impede ações proativas para a prevenção, controle e erradicação das mesmas, “as quais são urgentes na perspectiva de evitar perdas ainda maiores que se acumulam com o tempo de não-ação”.

Ao longo dos últimos 36 meses (2014-2016) a abundância e distribuição dessas espécies invasoras tem sido monitorada, fornecendo indícios de que estas espécies causam impactos ambientais preocupantes na mastofauna silvestre (Xavier, 2016). Por exemplo, os saguis introduzidos (*Callithrix* spp.) podem competir com pássaros e morcegos que dependem dos mesmos recursos limitados que eles (Soares de Castro e Araújo, 2007; Pinheiro e Mendes Pontes, 2015). Neste caso, a capacidade de utilizar goma de árvores como um recurso adicional na restinga pode fornecer um a vantagem competitiva a essa espécie invasora (Stevenson e Rylands, 1988; Ruiz-Miranda *et al.*, 2006; de Moraes Jr *et al.*, 2008). Em áreas onde essas espécies invasoras ocorrem em altas densidades, há a possibilidade de exclusão de populações de flora e fauna nativas (Sampaio e Schmidt, 2013). Considerando que ecossistemas costeiros são fortemente afetados pelas invasões biológicas (Plucênio *et al.*, 2013), a presente proposta visa contribuir com o entendimento deste problema através da investigação dos fatores intrínsecos das comunidades invadidas, da biologia das espécies exóticas invasoras, e variáveis em escala local e de paisagem potencialmente relacionadas com o sucesso da invasão.

Em suma, esta proposta de continuidade da temática lançada em 2009 com abordagens que integram processos e elementos resultantes das pesquisas especialmente nos últimos sete anos pode ser considerada pioneira (e.g., invasões biológicas), pois contempla padrões e processos que ocorrem em ampla escala temporal na restinga e em lagoas costeiras, buscando avaliar conceitos ecológicos desenvolvidos e testados em outros ecossistemas em escala temporal comparável (e.g., Carpenter *et al.*, 1995; Schindler *et al.*, 1996; Schindler, 1998). Nesta proposta é particularmente relevante o caráter de estudo ecossistêmico. Isto é, a integração dos estudos de ciclagem de nutrientes com organismos aquáticos e terrestres em sistemas adjacentes. Teorias gerais sobre a ciclagem de nutrientes e fatores reguladores da biodiversidade são formuladas principalmente em estudos em ecossistemas replicados no tempo e no espaço, e com organismos com diversos níveis de complexidade, suscetibilidade a variações nas condições ambientais e capacidades de dispersão, sendo que esta abordagem é

contemplada na proposta do Sítio RLaC (e.g. Carpenter et al., 1995; Beisner et al., 2006; Figueiredo-Barros et al., 2009).

Nos últimos anos, a modelagem dos efeitos de mudanças climáticas globais sobre a diversidade tem sido empregada como uma ferramenta importante em estudos que reportam cenários alarmantes (Carpenter et al., 1995; Durner et al., 2009; Thompson et al., 2009; Xenopoulos et al., 2009). Recentemente, porém, Willis & Bhagwat (2009) demonstraram que a ausência de sucesso de alguns modelos na predição da eliminação de espécies em função de mudanças globais está relacionada à questão da escala. Ou seja, os modelos produzidos a partir de dados empíricos, porém nem sempre realistas, foram elaborados em sua maioria a partir de cenários de reduzidas escalas espaço-temporais (Schindler, 1998). Isso ressalta ainda mais a importância da continuidade das pesquisas ecológicas desenvolvidas no Sítio RLaC, na temática das mudanças climáticas globais e o funcionamento do sistema.

- 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;

As flutuações do nível relativo do mar, especialmente no decorrer do Quaternário (de 2 milhões de anos atrás até o Recente), foram e são os principais fatores controladores dos padrões de sedimentação e erosão marinhos, e responsáveis pela elaboração das planícies costeiras brasileiras no passado, incluindo a porção continental da Bacia de Campos. As feições de restinga, cordões arenosos e lagoas costeiras são produtos geomorfológicos das dinâmicas fluvial e marinha em contexto de variação cíclica de nível de mar local. Apresentam uma história de construção e erosão complexa, pluri-episódica, que só pode se desenvolver ao longo de intervalos de tempo fora do alcance do tempo histórico. De maneira geral, é possível afirmar que o processo de formação das lagoas ortogonalmente orientadas em relação à costa se iniciou com a desembocadura de rios de grande carga sedimentar, que ao chegarem à costa constroem planícies costeiras alagadas e deltas. A deposição dos sedimentos fluviais na costa e seu retrabalhamento por processos marinhos (ondas, maré, ventos e oscilação isostáticas e/ou eustáticas) desenvolveram feições de construção intrincada, apenas compreendidas como consequência serial de múltiplos eventos de transporte, deposição, erosão e retrabalhamento sedimentar.

Em 14.860 ha de área no norte do Estado do Rio de Janeiro, na região da Bacia de Campos, um mosaico de ecossistemas terrestres e aquáticos constitui desde 1998 o único parque nacional protegido na forma de restinga, o PARNA Restinga de Jurubatiba que é delimitado a norte e a sul por dois corpos d'água de grande interesse em termos de

conservação e valoração socioambiental (Lagoa Feia e Lagoa Imboassica) (Vértices do Polígono: 1 (-41,866758; -22,414679); 2 (-41,438931; -21,948339); 3 (-41,258435; -21,894774); 4 (-41,179387; -22,118887); 5 (-41,840408; -22,427388). A temperatura média anual na região é de 22,6 °C e a precipitação é de 1164 mm. A distribuição de chuvas é sazonal, sendo o verão a estação com maior índice pluviométrico, 189 mm em janeiro (FIDERJ, 1978). Nos meses mais secos - junho, julho e agosto - o solo apresenta deficiência hídrica e de outubro a janeiro ocorre reposição de água no solo (Henriques et al., 1986). O Parque estende-se por uma faixa de 60 km de comprimento por 10 km de largura (Araújo et al., 1998) (Fig. 1). Os depósitos de areia dos diferentes eventos de glaciação formam cordões arenosos paralelos à costa. Os cordões são entrecortados pelo Canal Campos-Macaé, aberto no século XIX para facilitar o escoamento do açúcar produzido na região, além de duas dezenas de lagoas que em função da origem e aporte hídrico diferem substancialmente entre si quanto à morfometria, propriedades físico-químicas e, conseqüentemente, composição biótica (Rocha et al., 2004; Petry et al., 2016). Entre os cordões arenosos existem áreas que são permanentemente inundadas por projeções das lagoas e áreas periodicamente inundadas em função da variação do lençol freático e do regime de chuvas. Uma das maiores características destes ecossistemas aquáticos são as altíssimas concentrações de COD apresentados por muitos destes ecossistemas, que refletem diretamente sobre o balanço de C destes com a atmosfera na estruturação das comunidades aquáticas (Farjalla et al., 2009).

Estudos no PARNA Restinga de Jurubatiba registram cerca de 588 espécies de plantas vasculares e a ocorrência de 10 comunidades vegetais (Araújo et al., 1998) associadas a condições ambientais específicas como oligotrofia, grau de dessecamento, temperatura, salinidade e grau de inundação (Scarano et al., 2005). Dentre as comunidades listadas para a área estão a Formação de Mata Permanentemente Inundada, Formação de Mata Periodicamente Inundada, Formação de Mata de Cordão Arenoso, Formação Halófila-Psamófila Reptante, Formação Herbácea Brejosa, Formação Arbustiva Fechada de Pós-praia, Formação Arbustiva Aberta de Clusia, Formação Arbustiva Aberta de Ericacea, Formação Arbustiva Aberta de Palmae e Vegetação Aquática (Araújo et al., 1998). A fauna na área de estudo também é bastante diversificada, incluindo jacarés do papo amarelo, cachorros do mato, tamanduás, além de aves migratórias e uma centena de espécies de peixes marinhos e de água doce (Di Dario et al., 2013; Xavier, 2016). Acredita-se que a preservação da área se deu pela falta de acesso, pelo mar bravio e turvo e pelo desinteresse governamental em relação aos ecossistemas continentais da Bacia de Campos. Porém, dado a relativamente recente conversão do sistema em UC (1998) e o histórico de ocupação humana das planícies costeiras do Sudeste que antecede à colonização europeia, os ecossistemas da região, incluindo as restingas e lagoas costeiras experimentam há séculos os impactos antrópicos pelo

desenvolvimento de atividades agrícolas, queimadas, caça e pesca (Folharini, 2015). Especificamente na área do Sítio RLaC ocorrem três vilarejos habitados por comunidades tradicionais, e atividades agropecuárias são desenvolvidas em propriedades da área do entorno da UC (Folharini, 2015). O PARNA Restinga de Jurubatiba ocupa parte dos municípios de Macaé, Carapebus e Quissamã, sendo que este último detém 65% do território da unidade de conservação.

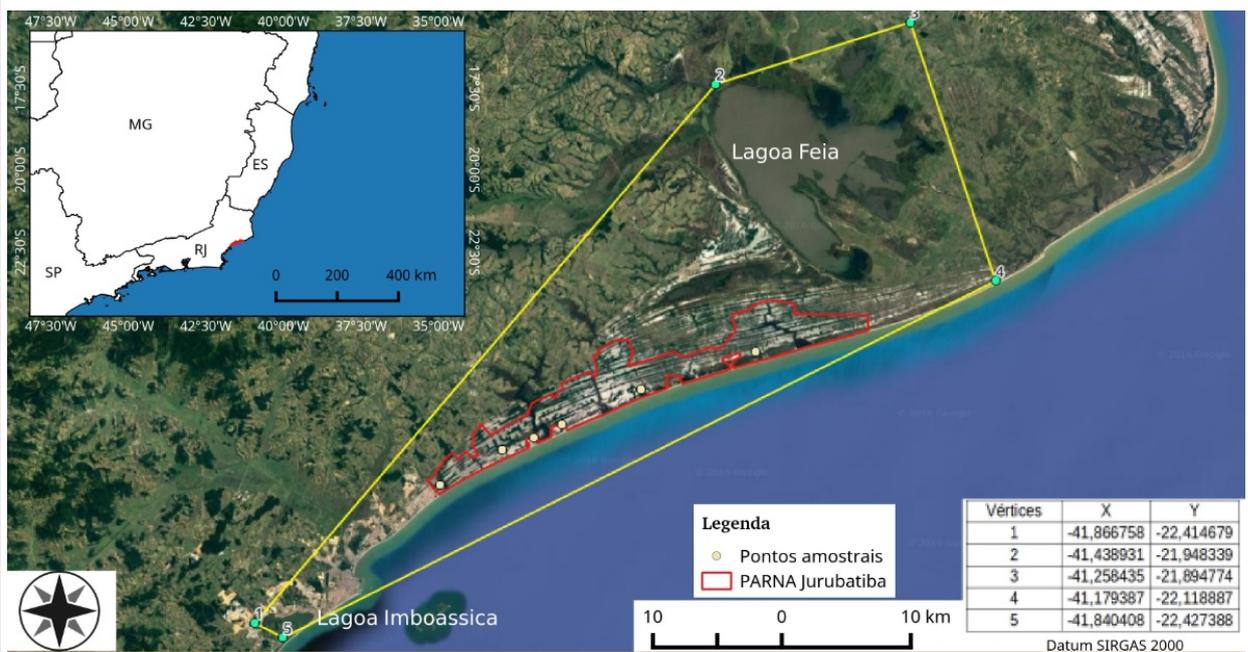
Por quase duas décadas (1999-atualidade) este ecossistema é alvo e integra um programa de pesquisa da rede internacionalILTER (PELD Sítio RLaC), que nos seus primeiros 10 anos investigou os efeitos de perturbações antrópicas e naturais nos processos ecológicos dos ecossistemas da restinga (Chamada 001/1997) (Rocha et al., 2004a). Um enfoque de mudanças ambientais globais, em escala espacial e temporal amplas (de microcosmos a ecossistemas inteiros; em intervalos de dias a tempo geológico), e uma abordagem unificada e comparativa entre organismos com diferentes níveis de organização e história de vida, são aspectos que passaram a ser contemplados a partir de 2009 (Chamadas 59/2009; 34/2012; presente proposta).

As lagoas do PARNA Restinga de Jurubatiba permanecem isoladas do mar por uma faixa de aproximadamente 30 m de areia e além da percolação, recebem aporte de água marinha apenas em eventos de ressaca e ocasionalmente pelo rompimento da barra arenosa. Em virtude da proximidade e influência marinha, a região da barra de areia dessas lagoas é pobremente estruturada, e plantas aquáticas e gramíneas ocupam tanto os braços laterais, bem como a porção intermediária e do fundo dos ecossistemas. A área dessas lagoas (de 0,02 a 4,11 km<sup>2</sup>) sofre contração devido ao forte dessecamento no período de Estiagem (abril a setembro) e expansão pelo aumento da pluviosidade no período Chuvoso (outubro a março), quando temperaturas mais elevadas são registradas (Hollanda-Carvalho et al., 2003). Além disso, essas lagoas possuem diferentes concentrações de COD (Farjalla et al., 2009), constituindo excelentes laboratórios naturais para estudos de seu efeito no balanço de carbono com atmosfera e na estrutura das comunidades aquáticas.

Na presente proposta de estudo, além das 18 lagoas costeiras na área do PARNA e duas em suas áreas limítrofes (<10km, Imboassica e Feia), serão monitoradas cinco áreas na restinga de forma a contemplar o gradiente litoral-continente nos ecossistemas terrestres e aquáticos, em um período de amostragem de 48 meses (Fig. 1). Um esforço amostral padronizado, com frequência quinzenal, mensal, trimestral ou semestral (ver seção de Cronograma de Atividades) contempla a replicação do fator sazonalidade pluviométrica, seguindo os critérios estabelecidos por Eberhardt & Thomas (1991) de acordo com as sub-áreas abaixo descritas. Assim, em 2009 foram selecionadas três parcelas permanentes de 6 ha

de restinga, caracterizadas por diferentes formações vegetacionais: Formação aberta de *Clusia* (FACL), Formação aberta de *Ericácea* (FAER), porções de Mata periodicamente inundada (MPIN) e um fragmento de Mata seca de restinga (FMSR), quatro pontos de amostragem na lagoa Cabiúnas e dois pontos na lagoa Comprida (Fig. 1). Estas vem sendo periodicamente monitoradas. Com a aprovação da presente proposta em seu orçamento global, a área de estudo será ampliada, de forma a contemplar outros sistemas límnicos do PARNA Restinga de Jurubatiba e as duas lagoas localizadas em sua área limítrofe. As amostragens conjuntas da equipe técnica permitirão a produção de dados de maneira a suportar inferências mais amplas sobre o funcionamento dos ecossistemas e o monitoramento da dinâmica biológica nos ambientes terrestres e aquáticos. Assim, com a finalização desta terceira etapa do projeto na temática estabelecida em 2009, pelo menos onze ciclos hidrológicos anuais serão contemplados nas análises.

Além do tamanho das lagoas, da distância mínima dessas com o oceano adjacente e da cobertura vegetal, diversas variáveis ambientais serão registradas quando da amostragem da biota, em cada um dos seis e dois pontos amostrais nas lagoas ortogonal e paralelamente orientadas em relação ao mar: profundidade do disco de Secchi, temperatura, pH, oxigênio dissolvido e profundidade máxima. Amostras de água servirão para determinação das concentrações carbono orgânico dissolvido, nutrientes ( $P_{total}$  e  $N_{total}$ ) e coloração da água. No campo será avaliada ainda a pressão parcial de  $CO_2$ , para estimativa do balanço deste elemento com a atmosfera e serão instaladas câmaras de sedimentação para estimativas de acúmulo de carbono no sedimento.



**Figura 1. Área de estudo no PARNA Restinga de Jurubatiba (Sítio RLac) e ecossistemas aquáticos limítrofes (Lagoa Feia e Lagoa Imboassica). No PARNA, além das 18 lagoas costeiras, os pontos amostrais em amarelo indicam a localização dos ecossistemas**

**terrestres sob investigação.**

c) Objetivos geral e específicos;

O objetivo geral do estudo proposto é *avaliar o histórico da influência das mudanças ambientais globais na ciclagem do carbono e na diversidade biológica em ecossistemas costeiros, e as interferências antrópicas atuais e locais nesta relação*, utilizando o ecossistema de restinga e as lagoas do PARNA Restinga de Jurubatiba como modelo.

Os objetivos específicos deste projeto são:

1. Avaliar como mudanças nos padrões pluviométricos influenciam os mecanismos de aporte, estocagem e exportação de carbono nas lagoas Jurubatiba e Comprida;
2. Avaliar padrões temporais na contribuição relativa das espécies vegetais, relacionados a sua fenologia e ao clima, na magnitude do aporte de detritos a serapilheira num ecossistema de restinga;
3. Avaliar, através de ensaios em microcosmos, o efeito do compartimento bentônico sobre o fluxo de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> na interface sedimento-água nas lagoas Jurubatiba e Comprida;
4. Quantificar a decomposição de longo prazo e, portanto, a dinâmica C, nas restingas costeiras por meio de um protocolo comum de uso global, prevendo integrar dados globais para cenários climáticos futuros, previstos para o mundo;
5. Verificar como as características funcionais das espécies estão relacionadas às variáveis ambientais como a disponibilidade de água, assim como outras variáveis ambientais que caracterizam o ecossistema de restinga;
6. Avaliar os efeitos do lençol freático na disponibilidade de nutrientes nos ambientes arenosos da formação aberta de *Clusia* em correlação com as lagoas e verificar seus efeitos sobre a vegetação;
7. Descrever variações anuais e plurianuais nos parâmetros demográficos de espécies (fitoplancton, zooplancton, gramíneas, artrópodes, peixes, répteis, anfíbios e mamíferos) e na estrutura de comunidades em função de variações climatológicas e verificar a ocorrência de espécies ameaçadas, endêmicas ou de interesse conservacionista que podem servir como parâmetros para a inferência do grau de conservação dos diferentes pontos amostrais da área de estudo;
8. Avaliar a dinâmica de espécies-alvo e monitorar parâmetros de interesse, que permitam comparações espaciais e temporais, visando a identificação de padrões e flutuações relacionadas a mudanças climáticas;
9. Avaliar os efeitos do impacto antrópico na distribuição, abundância e riqueza de

espécies focais na área de estudo e monitorar a distribuição e abundância de espécies invasoras e exóticas (gramíneas, artrópodes, peixes e mamíferos) no PARNA Restinga de Jurubatiba.

10. Descrever variações anuais e plurianuais na abundância de espécies-alvo em função de variações temporais em elementos do clima (precipitação, umidade, temperatura e insolação) e a fenologia de plantas da restinga que possam produzir recursos alimentares aos consumidores.
11. Modelar a resposta de grupos alvo a mudanças ambientais de curto (anual) e longo-prazo (plurianual) e a estruturação espacial e temporal de populações.
12. Avaliar a variação da composição genética da população de anfípodas aquáticas e semi-terrestres, determinando possíveis eventos de especiação em relação a eventos paleogeográficos, além de elucidar efeitos e mecanismos de resposta às variações ambientais locais.
13. Avaliar a percepção das comunidades locais quanto ao reconhecimento de espécies nativas e exóticas do PARNA Restinga de Jurubatiba, às consequências das invasões biológicas, aos usos e importância dessas espécies, bem como seu histórico de introduções.
14. Divulgar a informação produzida no projeto à população local, de modo a integrá-la na conservação dos ambientes de restinga.

A hipótese de trabalho a ser testada é de que *variações ambientais determinam mudanças na estrutura e dinâmica do ciclo do carbono e na diversidade biológica nos ecossistemas de restinga e lagoa costeiras na Bacia de Campos*. A pluviosidade, que reconhecidamente é a característica sazonal mais conspícua na região, afeta o ciclo do carbono no ambiente de lagoa e a dinâmica dos organismos na restinga e nas lagoas de forma diferenciada em anos marcados por diferentes regimes pluviométricos. Espera-se que, independentemente do grupo taxonômico considerado (vegetação rasteira e arbustiva, insetos, crustáceos, peixes, anfíbios, répteis e mamíferos), respostas em diversos níveis de organização (indivíduos-populações-comunidades-ecossistemas) serão percebidas a longo prazo. A confirmação dessa predição possibilitará a elaboração de modelos preditivos sobre as respostas das restingas e lagoas costeiras às mudanças climatológicas locais e globais. Particularmente, esta linha de investigação visa fornecer subsídios para a modelagem e predição das consequências ecológicas das aceleradas variações ambientais na biota de ecossistemas fortemente dependentes do regime pluviométrico. Parte desses frágeis ecossistemas aquáticos costeiros e de restinga está protegida pelo PARNA Restinga de Jurubatiba e tem sido alvo das pesquisas ecológicas iniciadas na região pelo proponente e seu

grupo de pesquisa há cerca de 20 anos, especialmente por conta da área se encontrar sob forte efeito da exploração imobiliária decorrente do desenvolvimento da indústria petrolífera *offshore* na Bacia de Campos.

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

#### **Objetivo 1**

As lagoas costeiras usadas como modelo de ecossistema para o presente estudo serão Jurubatiba e Comprida, localizadas no norte do Estado do Rio de Janeiro, na área do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (PNRJ) que abrange parte dos municípios de Macaé, Quissamã e Carapebus. Oito campanhas serão realizadas ao longo dos 4 anos. As coletas serão realizadas no final dos períodos chuvoso e de estiagem. Serão monitoradas cinco estações amostrais na lagoa Jurubatiba e três estações na lagoa Comprida, incorporando a região limnética e litorânea. Em cada estação serão coletadas amostras do sedimento ( $n=5$ ) e amostras de água na superfície e no fundo ( $n=5$ ) para determinar as concentrações de metano e carbono orgânico e inorgânico. Amostras de gás emitidas por cada lagoa também serão coletadas para verificar a emissão de metano e dióxido de carbono para a atmosfera. Os parâmetros limnológicos físico-químicos serão mensurados (profundidade máxima e do disco de secchi, temperatura, pH e oxigênio dissolvido). O estoque de carbono será determinado pela taxa de sedimentação. Que será obtido através de armadilhas, denominadas coletores de partículas sedimentáveis, por período de 24 horas de exposição nas lagoas, essas ferramentas serão instaladas no sedimento das lagoas em todos os pontos amostrais, o conteúdo das armadilhas será filtrado em membrana de fibra de vidro, depois passará para as estufas onde será seco e posteriormente pesado no analisador de carbono. As emissões de  $\text{CH}_4$  e  $\text{CO}_2$  serão determinadas através de três métodos diferentes em relação ao compartimento foco. Os dois primeiros serão para verificar a emissão das duas formas na coluna d'água, através do fluxo difusivo e ebulitivo. A terceira para determinar a contribuição das macrófitas aquáticas na emissão dos gases. O fluxo difusivo ( $n=5$ ) será captado com o uso de câmaras flutuantes de acrílico contendo septos de borracha para introdução da agulha causando perda mínima de gases. As amostras de ar serão coletadas em tempos regulares, a cada 5 minutos em séries de 20 minutos. O ar será armazenado em seringas de 5ml com válvula de proteção. O fluxo ebulitivo ( $n=5$ ) será captado através de funis de alumínio invertidos que permanecem submersos com o frasco de aprisionamento dos gases emersos localizado na parte superior dos funis. O aparato permanece por 24 horas nas lagoas para captar o fluxo proveniente do sedimento. Ele será colocado com auxílio de bóias e poitas para controlar sua flutuação e fixação mantendo sua localização na lagoa (Figueiredo-Barros, 2008). A emissão através das macrófitas ( $n=5$ ) será verificada pela câmara de difusão adaptada para comportar um pequeno

fragmento do banco desses vegetais. As amostras serão coletadas a cada 4 horas em séries de 15 minutos. Os gases serão armazenados da mesma forma do fluxo difusivo. O material será analisado através de cromatografia gasosa que possibilita separar e analisar diferentes misturas de gases. O modelo do aparelho será o CG Star 3400 (Varian) com injetor “looping” de 250µL. As condições da cromatografia serão: coluna Poropak-Q (60/100 mesh) a 85°C, injetor a 120°C e detector FID a 200°C, usando o gás de arraste nitrogênio.

## **Objetivo 2**

Para a determinação da importância relativa das espécies vegetais para a dinâmica do aporte de detritos a serapilheira, serão realizadas coletas em parcelas distribuídas em intervalos de 20 m ao longo de 3 transectos de 200 m, estabelecidos na restinga. A coleta de folhas senescentes será realizada através de armadilhas de folhço. Essas armadilhas consistem de coletores de madeira com uma tela de nylon de 2 mm no fundo, medindo de 50 cm de lado (área = 0,25 m<sup>2</sup>) posicionados sobre o solo, dispostos sobre o solo ou sobre a vegetação rasteira (bromélias, etc) e nas extremidades moitas, sempre na direção do vento predominante na região (NE). Assim, um total de 30 coletores serão distribuídos ao longo das 30 parcelas, totalizando uma área amostrada de 6 m<sup>2</sup>. As armadilhas de folhço serão monitoradas quinzenalmente. Todo o material nelas disposto será coletado, acondicionados em sacos plásticos e levados para o laboratório, onde as folhas serão separadas dos demais componentes vegetais que eventualmente aportem aos coletores (galhos, ramos, estruturas reprodutivas, material triturado, etc). Posteriormente, serão secas (em estufa a aproximadamente 50°C, até a obtenção do peso constante da matéria seca), pesadas e identificadas, para estimar a contribuição de cada espécie para o aporte de detrito. As coletas quinzenais se estendem por um ano, de forma a ser possível avaliar a importância da fenologia das espécies para o aporte de detritos no ambiente de estudo.

Informações climáticas (precipitação diária e temperaturas médias, mínimas e máximas diárias e acumuladas em quinze dias) serão obtidas a partir do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), estação Macaé - RJ. As taxas de aporte de cada espécie serão calculadas quinzenalmente (Kg/ha/ano) na forma da razão entre a soma da massa de detritos de todos os coletores em que a espécie contribuiu pela área total amostrada e pelo intervalo de tempo (expresso em anos). Assim, a contribuição total da espécie para o aporte de detritos ao longo do ano será calculada através da soma das taxas mensais de aporte da espécie ao longo do período de coleta (12 meses – 24 amostragens). Desta forma, será possível avaliar a variação temporal nas taxas de aporte e também estimar a contribuição total anual de cada espécie para o aporte de detritos na área de estudo.

A relação da contribuição de todas as espécies e de cada espécie individualmente para o

aporte de detrito a serapilheira será comparada com os dados climáticos através de regressão simples, sendo os valores acumulados de precipitação e temperaturas médias, mínimas e máximas nos 15, 30 e 45 dias anteriores à cada coleta serão utilizados como preditores da produção de serapilheira. Análises de séries temporais como modelos autorregressivos integrados de médias móveis (ARIMA) também poderão ser aplicados ao conjunto de dados para se avaliar a relação das taxas de aporte com as variáveis climáticas. Importante ressaltar que esta medida de quantificação do aporte leva em consideração conhecimento prévio em relação as características dos indivíduos em relação a fenologia de produção de flores, frutos e folhas e características estruturais da comunidade, como o tamanho populacional da espécie na área estudada, estimada por Pimentel et al (2007). Os resíduos das análises de regressão e da ARIMA, estabelecidas para avaliar padrões no aporte de cada espécie serão utilizados para testar o acoplamento entre o aporte previsto e observado a partir do conhecimento prévio dos aspectos fenológicos.

### **Objetivo 3**

Amostras de sedimento serão coletadas através de um busca-fundo do tipo “Kajac” com um tubo de acrílico acoplado que permitirá a obtenção de microcosmos contendo a interface sedimento-água dos ecossistemas aquáticos em questão. Cada microcosmo com a interface sedimento-água terá aproximadamente 10 cm de sedimento e 10 cm de água em um tubo de acrílico de aproximadamente 20 cm de comprimento. Os microcosmos serão obtidos para cada estação amostral das lagoas Jurubatiba e Comprida sendo 5 réplicas por estação. Os microcosmos ficarão em caixas plásticas com água da lagoa sob oxigenação para que os mesmos permaneçam supersaturados de oxigênio. Após isso serão retiradas alíquotas de água para determinação da concentração inicial de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>. Posteriormente os microcosmos serão lacrados com uma tampa onde nesta continham septos para coleta de água no final da incubação (com auxílio de seringa e agulha). Uma hélice acoplada a um motor garantirá a homogeneização no interior do tubo para que não ocorra estratificação química no interior do tubo.

Durante aproximadamente 18 horas de incubação, os microcosmos serão mantidos no escuro e com temperatura constante de aproximadamente 25°C. O tempo de duração do experimento será determinado a partir de um monitoramento da concentração de oxigênio em alguns tubos extras. Após esse período, alíquotas de ar serão retiradas do *headspace* para quantificar o CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> final. Depois os microcosmos serão abertos e retiradas amostras de água para mensurar valores de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> finais. Assim será possível a determinação dos fluxos de carbono entre o sedimento e a água. O CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> serão determinados a partir de análise em cromatografia gasosa utilizando um cromatógrafo (CG 2010 - Shimadzu) no qual

utiliza o Nitrogênio como gás de arraste.

#### **Objetivo 4**

A decomposição da liteira representa um dos maiores fluxos no ciclo do carbono terrestre global e já diversos experimentos de decomposição de grande escala foram incidindo sobre este processo fundamental do solo. No entanto, estes são mais frequentemente realizados seguindo metodologias específicas de comparação entre sítios em um mesmo estudo, representando diferentes experiências locais e, portanto, com grande dificuldade de integração. A falta de protocolos comuns é o maior obstáculo a uma abordagem global que compreenda a importância do processo de decomposição. O método do saco de chá (Keuskamp et al., 2013) é uma técnica simples que, por suas vantagens de acesso e de baixo custo, pode ser padronizada para produção de dados em curto espaço de tempo (4 anos).

Para essa estratégia global de entendimento do padrão de decomposição e sua importância em diferentes biomas, os sacos de chá utilizados são de um mesmo lote e comportam o mesmo tipo de liteira, reduzindo qualquer variação relacionada com as diferenças de usuário na preparação. O sítio RLAC, por meio desse projeto integrará a iniciativa TeaComposition, sob a coordenação da Dra. Ika Djukic, do austríaco Ecosystem Research & Environmental Information Management que pretende estudar a decomposição de material de longo prazo e, portanto, a dinâmica C, nos seus principais processos presentes e cenários climáticos futuros, previstos para o mundo. O método TeaComposition se constitui numa modificação da proposta de Keuskamp et al. (2013), com o objetivo de executar a incubação de chá ao longo do período de 3 anos, com vários amostragens. Executando a experiência ao longo dos anos, ao invés de meses, pretende-se superar o problema com a sazonalidade e tempo.

A iniciativa TeaComposition procura utilizar as infra-estruturas existentes de redes globais de pesquisa e suas bases de dados para a compreensão e abordagem de processos de decomposição, sendo avaliadas como custo-eficientes.

#### **Objetivo 5**

Serão escolhidas, aleatoriamente, 75 moitas, distribuídas em grupos de 15, presentes nas cinco áreas de pesquisa e distribuídas em intervalos de 7 quilômetros pelo maior eixo de extensão PARNA Restinga de Jurubatiba (extremo sul ao extremo norte). O levantamento da vegetação será realizado através do método cover pin frame, que proporciona um dado de cobertura relativa obtido através da divisão da cobertura de uma determinada espécie pela cobertura total da vegetação. O levantamento é realizado a cada m, com auxílio de uma haste graduada com 1 cm de diâmetro. Em cada ponto, o número de toques por espécie é

quantificado e o valor relativo a cada uma é usado para a determinação de sua cobertura em relação ao número de toques de todas as espécies de uma moita.

Dentro de cada moita, as seguintes variáveis ambientais serão mensuradas:

(a) Características ambientais: capacidade de campo, pH, P, Na, K, Ca, Al, matéria orgânica, capacidade de troca catiônica, % de areia fina/silte/argila (variáveis edáficas mesuradas em um perfil de 30 cm de substrato), abundância de cactos/bromélias/palmeiras e área da moita. A área das moitas será obtida através dos vértices do polígono formado com o método cover pin frame, e o cálculo será realizado usando as funções coordinates e gridded (sp package – R software), raster e rasterToPolygons (raster package – R software) e gArea (rgeos package – R software). Os valores relativos às variáveis edáficas e luminosidade serão obtidos da análise de amostras compostas de solo e valores médios (3 réplicas/moita, no sentido borda interior). As variáveis edáficas serão mensuradas segundo o protocolo descrito em EMBRAPA (2009).

(b) Características funcionais (3 amostras por indivíduo; 1 indivíduo/espécie/moita): área foliar, que reflete o balanço de água e energia da folha; área foliar específica, correlacionada com a taxa de crescimento relativo e máxima taxa fotossintética; conteúdo foliar de água, correlacionado à densidade média do tecido foliar e à longevidade das folhas (espécies que exibem folhas mais resistentes tendem a possuir maior conteúdo foliar de água); densidade básica da madeira, que representa um trade-off central entre a taxa relativa de crescimento e defesa contra patógenos, herbivoria e danos físicos causados por fatores abióticos; espessura da casca, que provê proteção de tecidos vitais contra a seca, patógenos e herbivoria; relação entre pressão máxima de turgor e conteúdo foliar de água, que reflete indiretamente o potencial hídrico da planta; fixação de nitrogênio, sendo o nitrogênio um recurso limitante para o crescimento e reprodução de plantas; massa da semente, correlacionada às reservas disponíveis no propágulo (quão maior a massa, maior a contribuição para a sobrevivência e estabelecimento de plântulas; Cornelissen et al., 2003).

A diversidade funcional (pesada pela cobertura reativa de cada espécie) será calculada usando a função dbFD (FD package – R software) e métrica adotada será a distância em relação ao centroide. A comparação entre moitas com e sem *Clusia* será feita com um teste-t.

## **Objetivo 6**

A avaliação do lençol será feita em áreas adjacentes a lagoa de Carapebus, lagoa essa que, além de ser objeto de monitoramento dos diferentes grupos envolvidos nessa proposta, possui uma maior bacia de drenagem e, portanto, com variações diversas no volume de água e no aporte de nutrientes. O nível do lençol freático será registrado por meio do equipamento WT-HR 1000 (TruTrack, Nova Zelândia), em intervalos de 30 minutos. Cinco unidades de

medição serão instaladas considerando um gradiente de distância da lagoa e altura do terreno. Os equipamentos irão medir a altura da água ao longo de uma coluna de medição (por contato elétrico) de 2.3 m, assim como a temperatura da mesma. Estes tubos serão colocados ao longo de um gradiente com diferentes estruturas de vegetação. As colunas de medição serão afixadas paralelamente a um tubo de PVC, que permitirá a coleta de água diretamente do lençol e a avaliação de parâmetros químicos da água (Salinidade, pH, Condutividade, Carbono total, Carbono Orgânico Dissolvido, Nitrogênio e Fósforo). Os tubos de PVC permitirão uma análise complementar do nível do lençol visando aferir as medições do equipamento em períodos regulares. Para validação de dados, os níveis de água de cada registrador de dados foram comparados com as medidas tomadas manualmente.

Os níveis de água medidos processados e validados serão traçadas como séries de tempo em um gráfico de linhas. As medidas de lençol e a sazonalidade nos níveis serão utilizados para explicar a ocorrência de espécies em moitas de vegetação previamente estudadas e de composição conhecida. O nível do lençol e seus parâmetros físicos serão correlacionados com o regime de chuvas e com a flutuação no nível de lagoas. Adicionalmente mapas de contorno de águas subterrâneas serão feitos, visando representar direção do fluxo de água.

## **Objetivo 7**

*7.1 – Fitoplâncton:* As amostras serão coletadas manualmente na camada subsuperficial da lâmina d'água e fixadas com lugol. É importante ressaltar que não necessariamente a comunidade amostrada é exatamente fitoplanctônica, uma vez que organismos com outras características (aderidos ao fundo, a outros substratos) acabam por ser quantificados como fitoplanctônicos. Mais acertadamente, devemos dizer que será feita uma análise das algas coletadas na massa d'água. As algas serão contadas em microscópio invertido Zeiss Oberkochen, modelo Axiovert 10, com aumento de 400 vezes, sendo os indivíduos (colônias, células, filamentos), contados em campos aleatórios.

*7.2 – Zooplâncton:* As amostras quantitativas serão coletadas com auxílio de um balde de 15 litros, e posteriormente filtradas em rede de 50  $\mu\text{m}$  (volume filtrado de 100L) e através de arrasto vertical na massa d'água. As amostras serão coradas com uma solução de rosa de bengala e fixadas com 5 ml de formol tamponado, a uma concentração final de aproximadamente 4%. Em laboratório as amostras serão triadas para identificação dos organismos presentes. As amostras quantitativas serão analisadas através de contagem total dos organismos ou subamostragens quando o número de organismos for elevado. As contagens serão realizadas em câmaras abertas e em microscópio estereoscópico para microcrustáceos e em câmaras de Sedgewick-Rafter e no microscópio para os rotíferos. Serão

contados pelo menos 250 indivíduos e nunca menos que três subamostras de cada amostra.

*7.3 – Gramíneas:* Desde março de 2016 as espécies de Poaceae que habitam a região marginal das lagoas costeiras são inventariadas a partir de levantamentos efetuados percorrendo todo o perímetro das lagoas paralelas (50 m a partir do limite de água na margem) e, no caso das ortogonais, todo o perímetro contíguo até o segundo cordão arenoso. Do segundo cordão arenoso para o interior da restinga, acompanhando o eixo longitudinal das lagoas, as vistorias nas lagoas ortogonais são realizadas com a utilização de embarcação, com a descida em 25 pontos pré-estabelecidos por imagens de satélite, sendo neles vistoriados 100 m de extensão de margem. Este compreende o primeiro esforço em levantar as espécies de Poaceae que ocorrem no PARNA Restinga de Jurubatiba. O material coletado é seco em estufa a 60 °C e preparado para depósito no acervo científico do sub-herbário do RFA do Instituto de Biologia, Centro de Ciências da Saúde, da UFRJ (RFA-Mac). Estão previstas para implementação em janeiro de 2016, num intervalo curto de tempo (30 dias), amostragens sistematizadas nas 18 lagoas do PARNA Restinga de Jurubatiba, de forma a avaliar a variação na composição e biomassa de Poaceae que existe dentro e entre lagoas. Para isto, serão estabelecidos quatro transectos de 50 m de extensão, perpendiculares à margem em cada uma das 18 lagoas. Nas lagoas paralelas a orientação de dois transectos será no sentido paralelo e dois em sentido ortogonal à linha de costa, em direções opostas; nas lagoas ortogonais, dois transectos adicionais contemplam seu eixo fluvial, em algumas (Carapebus, Paulista, Preta) situado na zona de amortecimento da UC. Em cada transecto serão sorteados cinco quadrats de 1 m<sup>2</sup>. A parte aérea das espécies de Poaceae de cada quadrat será removida e acondicionada separadamente por espécie ainda em campo, em sacos de papel, para posterior secagem em estufa a 60 °C e determinação da massa seca. Por ocasião dos trabalhos de campo, amostras de solo de cada transecto serão tomadas para a determinação da granulometria, capacidade de campo, teor de matéria orgânica total, pH e nutrientes (N, P, K, Ca e Mg). A pluviosidade mensal acumulada e as variáveis do solo serão utilizadas em análises diretas (regressões múltiplas, análise de redundância) e indiretas (gradiente) a fim de verificar se e como a precipitação e condições edáficas locais estão relacionadas com a composição de Poaceae nos cordões arenosos da restinga.

*7.4 – Insetos:* A amostragem das abelhas será feita mensalmente perfazendo 3 coletas por estação do ano. Serão realizadas duas metodologias de coletas: ativa com redes entomológicas e passiva com a utilização de ninhos-armadilhas. As coletas ativas serão realizadas mensalmente das 8:00 as 17:00 percorrendo um transecto de 2000 m e amostrando todas as espécies floridas. Cada coletor permanecerá 10 minutos em cada planta florida. Os ninhos armadilhas consistem de tubos de papelão com diâmetros de 6, 9, 12, 15 e 20 mm por 100 mm de comprimento. Dentro de cada orifício serão colocados tubos de cartolina preta a fim

de facilitar a retirada dos ninhos ocupados. Dentro de cada parcela serão instalados 50 ninhos-armadilhas divididos igualmente entre os diâmetros escolhidos e instalados na árvore mais central a 1,5 metros de altura, áreas de vegetação arbórea também terão a mesma quantidade de ninhos-armadilhas instalados a 6 m de altura. Os ninhos-armadilhas ocupados serão levados para laboratório e outros com o mesmo diâmetro serão colocados no mesmo lugar, a fim de se obter sempre a mesma quantidade de ninhos em cada local.

No laboratório os ninhos serão colocados em frascos individuais, identificados e deixados à temperatura ambiente até que ocorra a emergência dos adultos para posterior identificação. Os indivíduos coletados em campo com redes e os nascidos em laboratório serão mortos em câmara mortífera, montados e identificados até o nível taxonômico possível e depositados na coleção entomológica da UFRJ. Para cada espécie vegetal que não for identificada em campo, exsiccatas com materiais pertinentes serão montadas para posterior identificação junto ao herbário da UFRJ. Todas as análises estatísticas utilizadas no presente trabalho serão realizadas como ajuda do software R Development Core Team.

*7.5 – Peixes:* As amostragens da fauna de peixes nas 18 lagoas costeiras do PARNA Restinga de Jurubatiba e nas lagoas Imboassica e Feia ocorrerão semestralmente, de forma a contemplar o período chuvoso e a estiagem em 2017-2018, empregando diversos aparelhos de pesca (jogo com sete redes de espera de malha variando de 1,5 a 4,5 cm de entre-nós de malha instaladas as 16h e retiradas as 7h, de arrasto e tarrafa, peneiras e puças). Nas lagoas ortogonais, este esforço de captura será replicado nas regiões próximas à barra arenosa, nos braços laterais, no corpo central da lagoa e na porção distal em relação à barra arenosa, enquanto nas lagoas paralelas o esforço de captura ocorre na região da barra arenosa e na porção mais distal em relação ao mar. Para a Lagoa Feia, o esforço buscará maximizar a heterogeneidade ambiental de sua extensa área, contemplando seis pontos de amostragem (o maior corpo lântico fluminense).

Os espécimes coletados serão eutanasiados e fixados em solução de formalina a 10%, e subsequentemente armazenados em solução alcoólica a 70%. A chave de identificação elaborada por Di Dario et al. (2013), assim como consultas às coleções de peixes do NUPEM (NPM) e do Museu Nacional (MNRJ) e os taxonomistas da equipe proponente procederão com a identificação dos espécimes indeterminados. As capturas permitirão (a) atualizar a composição de espécies do PARNA sistematizada por Di Dario et al. (2013); (b) efetuar uma análise contemplando as variações intra (estiagem e período chuvoso) e interanuais (variações marcantes na pluviosidade) nas quase duas décadas de amostragens realizadas no Sítio RLaC e Lagoa Imboassica e que foram marcadas por dois fortes eventos de estiagem prolongada e dessecação de diversas lagoas paralelas; (c) contemplar e integrar as amostragens em um dos ecossistemas aquáticos menos investigado do sudeste brasileiro, a Lagoa Feia, que de

acordo com os estudos no Sítio RLaC tem se mostrado de extrema relevância para a manutenção dos estoques das populações de peixes de água doce de seu complexo de lagoas. Durante as coletas serão registrados parâmetros limnológicos, incluindo: concentração de clorofila-a, carbono orgânico dissolvido, nitrogênio e fósforo totais, temperatura, pH, oxigênio dissolvido (mg/l e saturação), transparência da água, salinidade e condutividade elétrica. Variáveis em escala de paisagem também serão levantadas, utilizando-se técnicas de geoprocessamento: área da lagoa, profundidade média, distância dos vilarejos, acessos existentes por via terrestre e aquática, comunicação com o mar.

Descritores das comunidades (riqueza de espécies, abundância e composição e distribuição das espécies) serão analisados através de curvas de rarefação, índices de diversidade e equidade, técnica de Ordenamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS), com a finalidade de avaliar a variação espacial na composição das comunidades, considerando uma matriz de presença-ausência e outra de abundância. Uma análise de Componentes Principais (ACP) será empregada com a finalidade de resumir as matrizes de dados ambientais de fatores locais e em nível de paisagem, na busca por gradientes nas unidades amostrais. Os eixos das ACPs que explicarem a maior parte da variabilidade dos dados ambientais serão regredidos aos valores de riqueza, diversidade, equidade e os principais eixos da NMDS com o objetivo de compreender possíveis relações entre as variáveis preditoras (sumarizadas na ACP) e as dependentes. Adicionalmente, uma análise de redundância parcial será aplicada às matrizes de composição das espécies (biótica), variáveis ambientais (abiótica) e espacial (matriz de distância entre os corpos lênticos), com o objetivo de verificar a importância relativa de fatores locais e regionais na estrutura das comunidades de peixes.

*7.6 – Répteis:* O monitoramento da herpetofauna vem realizado nestas áreas através de trabalhos de campo com sete dias de amostragem contínua ao longo de quatro campanhas a cada ano (intercaladas por intervalos de três meses) desde 2013. Em cada uma das áreas foram montadas armadilhas de interceptação e queda (“pitfall traps”). Estas armadilhas, que consistem na colocação de fojos equidistantes e interligados por cercas plásticas, têm sido bem-sucedidas em amostrar sistematicamente espécies de répteis de pequeno porte que dificilmente são registradas por técnicas tradicionais de captura, e. g. busca ativa (Cechin & Martins, 2000), sendo complementar para o inventário de anfíbios (Rocha et al., 2004). Em 2013 foram instaladas sete linhas com quatro baldes de 60 L em cada uma das três áreas amostrais, totalizando um esforço de 28 baldes/área ou 84 baldes no total. Cada balde ficou separado do balde adjacente por uma distância média de 5 metros. Cada linha de armadilha foi disposta preferencialmente em forma de “Y” porém, de acordo com as peculiaridades de cada terreno e para maximizar a amostragem de diferentes microhabitats encontrados nas diferentes áreas, as linhas sofreram modificações a partir deste padrão em “Y” original. Estas armadilhas

de interceptação e queda têm servido tanto para amostragem de répteis e anfíbios de folhedo como também para pequenos mamíferos em geral (Franco et al., 2002).

De forma complementar, são efetuadas buscas ativas através do método de localização visual (Animal Focal) como descrito por Vitt e Vangilder (1983), e por meio da manipulação de folhedo, deslocamento de troncos ou pedras, inspeção de ocos e ramos de árvores ou bromélias, manipulação de arbustos ou buracos e escavação do solo em determinadas áreas úmidas propícias à ocorrência da fauna de répteis (e.g., proximidade de raízes de árvores de grande porte), com o objetivo de amostrar espécimes não ativos ou em repouso nos seus possíveis abrigos, sítios de termorregulação ou postura. As coletas por busca ativa são importantes principalmente para a caracterização da composição específica da comunidade de répteis, uma vez que a utilização exclusiva de armadilhas de interceptação e queda limitaria a amostragem às espécies que possuem determinados hábitos de vida (e.g. terrícolas, fossoriais ou semi-fossoriais), enquanto outros táxons de hábitos distintos (e.g. arborícolas ou semi-arborícolas) são preferencialmente e/ou exclusivamente registrados por busca ativa.

*7.7 – Anfíbios:* Para o monitoramento de anfíbios, são empregados os métodos de Inventário completo de espécies e transectos em sítios reprodutivos, conforme descritos por Heyer et al. (1994), ambos testados como os mais eficientes para registro da anurofauna em ambientes de restinga (Rocha et al., 2004). O método de transectos em sítios reprodutivos consiste na busca de anfíbios nas imediações de sítios reprodutivos. Têm sido percorridos transectos ao redor de lagoas permanentes e poças temporárias, no período noturno, para o registro dos anuros detectados. O uso de transectos em sítios reprodutivos é importante, pois através desse método é possível registrar o período de atividade reprodutiva das espécies de anfíbios encontradas através de gravações de suas vocalizações.

De modo complementar, são registrados os anfíbios capturados nas armadilhas de interceptação e queda, dispostas conforme descrito anteriormente. Embora Rocha et al. (2004) tenham evidenciado a baixa eficiência desse método de levantamento para anfíbios em uma Restinga, ele tem se mostrado fundamental para complementar o inventário de espécies, uma vez que possibilita o registro de táxons que não utilizam corpos d'água como sítio reprodutivo e, ainda, espécies com período reprodutivo muito curto. Esses se constituem nos mais improváveis de serem registradas através dos transectos em sítios reprodutivos.

*7.8 - Mamíferos:* Os marsupiais e pequenos roedores serão amostrados em dois habitats distintos dentro do PARNA Restinga de Jurubatiba, a formação aberta de moitas de *Clusia* e as formações florestais ciliares ou periodicamente inundadas. Os dois tipos de formações já vinham sendo estudados nas edições anteriores do PELD Sítio RLaC (2010-2016) e representam fisionomias estruturalmente distintas, abrigando diferentes conjuntos de espécies

de pequenos mamíferos (Bergallo et al., 2004). Na formação florestal serão mantidos dois transectos lineares, cada um composto por 20 estações de captura, cada estação munida de uma armadilha do tipo Sherman (8x8x26 cm) e outra do tipo Tomahawk (15x15x32 cm) armadas no solo em meio à vegetação herbácea ou em galhos a 1-2m do solo (Voss & Emmons, 1996). O espaçamento entre estações de captura será de 20 m, amostrando de forma homogênea o transecto linear de 400m de extensão dentro da formação florestal. Já na formação aberta, serão mantidos quadrantes compostos por 10 transectos paralelos com 10 estações cada um, distantes 20 m entre si. As campanhas de amostragem de pequenos mamíferos terrestres serão realizadas trimestralmente e terão duração de 7 dias (6 noites) ao longo dos trimestres de projeto.

Os indivíduos capturados serão identificados em nível específico, tendo suas medidas, sexo, idade relativa e condição reprodutiva anotados, sendo por fim marcados por um brinco metálico individual numerado. Após processamento em campo, os exemplares marcados serão liberados no ponto de captura, salvo no caso de espécimes com identificação taxonômica duvidosa. Neste último caso, os exemplares serão trazidos ao laboratório preparados como espécimes-testemunho, permitindo identificações mais precisas com base em caracteres morfológicos e genéticos. Os parâmetros demográficos de abundância (tamanho populacional), sobrevivência e taxas de crescimento/declínio populacional das espécies de pequenos mamíferos terrestres e voadores serão estimadas a partir dos históricos de capturas e recapturas dos indivíduos marcados ao longo do período de estudo (Krebs, 1966). Os tamanhos populacionais serão estimados através do número mínimo de indivíduos sabidamente vivos (MNKA; Krebs, 1966), as taxas de sobrevivência e crescimento populacional através do método Jolly-Seber (Jolly, 1965; Seber, 1965). As correlações entre parâmetros demográficos e climático-ecológicos serão quantificadas e testadas por meio de modelos lineares representando diferentes hipóteses sobre a relação entre os dois tipos de parâmetros.

Os mamíferos silvestres de médio e grande porte serão monitorados por meio de armadilhas-fotográficas distribuídas ao longo de toda a área do Parque. As câmeras permanecerão ativas durante 24 horas do dia e serão revistas a cada 30 dias, em média, para manutenção e backup de imagens registradas (Srbek-Araujo & Chiarello, 2007). Os registros fotográficos serão triados por espécie, pontos, tipos de formação vegetal, data e hora. Com base nos dados dos registros serão realizados cálculos de riqueza (número de espécies), abundância e composição (quais espécies) de espécies, avaliando também possíveis diferenças entre formações distintas. Assumindo o pressuposto de que os registros fotográficos das espécies provavelmente apresentam uma relação linear com sua abundância real na área de estudo (Wilson et al., 1996), as estimativas de abundância a partir da incidência das espécies nos pontos de amostragem foram feitas pelo Índice de Abundancia Relativa (IAR;

Nunes et al., 2012). A eficiência do método para estimativa da riqueza de espécies será avaliada através de curvas de acúmulo de espécies geradas no programa EstimateS 9.1.0 (Colwell, 2013).

### **Objetivo 8**

A espécie-alvo dinâmica populacional se manterá monitorada é o lagarto *Tropidurus torquatus*. Em cada uma das campanhas os animais coletados nas armadilhas de interceptação e queda durante sete dias são marcados de acordo com as técnicas de captura, marcação e recaptura utilizadas em Wiederhecker et al. (2003) e Vieira et al. (2011). O ponto em que o exemplar foi capturado é anotado e são tomadas medidas referentes ao comprimento rostro-cloacal (CRC), o comprimento da cauda do exemplar, através de régua metálica com precisão de 1 mm, além do comprimento e largura da cabeça, tomado com paquímetro digital com precisão de 0,1 mm. A massa dos indivíduos é aferida através de pesolas de 10, 30 ou 500 g, com precisão de 0,25 g e 0,5 g para a última. Os indivíduos têm sido categorizados em duas classes de idade, juvenis e adultos, com base no tamanho reprodutivo mínimo da espécie de acordo com Pinto et al. (2005) (machos com CRC > 70 mm e fêmeas CRC > 65 mm). O sexo é determinado de acordo com Pinto et al. (2005), sendo que machos apresentam o ventre e região do fêmur com manchas pretas ou amareladas.

### **Objetivo 9**

9.1 – *Gramíneas*: A dinâmica populacional do capim-fura-chão (*Paspalum repens* – identificação taxonômica a confirmar) será monitorada durante 18 meses (2017-2018), a partir da implementação de um experimento que visa testar três métodos de manejo da espécie. Dessa forma, será possível caracterizar atributos de sua história de vida em ambientes invadidos. Esta demanda atende a um dos anseios da Chefia do PARNA Restinga de Jurubatiba, que busca identificar os principais problemas instalados em áreas de interesse e que são incorporadas à UC, porém que apresentam um histórico de intenso impacto antrópico que compromete a distribuição e ocorrência das espécies nativas. A área selecionada localiza-se na margem direita da Lagoa Carapebus, onde se localizava a Fazenda Retiro. Há mais de uma década realizava-se o cultivo de *Cocos nucifera* (coco-da-praia) nessa área, sob condições de enriquecimento e irrigação do solo. Um experimento controlado com o objetivo de identificar o melhor manejo de eliminação do invasor *P. repens* será instalado em 1,203 km<sup>2</sup> de área, e contará com 4 níveis de tratamento. A área amostral será subdividida em 200 unidades de 100m<sup>2</sup>, destinadas aos seguintes tratamentos (8 réplicas de quadrats de 1m<sup>2</sup>: (a) controle, (b) supressão da parte aérea, (c) supressão das partes aérea e terrestre, (d) supressão das partes aérea e terrestre com substituição do solo local por outro retirado de área com formação natural e que, portanto, não recebeu adubação inorgânica – neste caso as bordas serão

isoladas com fins de evitar a entrada de rizomas e estolões. Na implementação do experimento, a parte aérea das espécies de Poacea de cada quadrat será removida com tesoura de poda e acondicionada separadamente por espécie ainda em campo, em sacos de papel, para posterior secagem em estufa a 60 °C e determinação da massa seca. Oito amostras de solo serão tomadas para a determinação da granulometria, capacidade de campo, teor de matéria orgânica total, pH e nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) de forma a verificar se as diferenças encontradas podem ser atribuídas à heterogeneidade das condições edáficas. A partir da implementação do experimento, mensalmente os 32 quadrats serão mensalmente vistoriados e fotografados na centroeide, de forma a garantir a mensuração na mudança na cobertura do solo pelos 18 meses subsequentes. Decorrido este intervalo de tempo, toda a parte aérea será removida dos 32 quadrats com tesoura de poda e acondicionada separadamente por espécie ainda em campo, em sacos de papel, para posterior secagem em estufa a 60 °C e determinação da massa seca. A variação na riqueza de espécies e a diferença na massa seca de gramíneas serão consideradas as variáveis resposta a serem analisadas através de análises de variância de medida repetida, considerando os quatro níveis do tratamento como o fator principal e o tempo como a variáveis repetida.

9.2 – *Peixes*: Uma atualização da ocorrência e distribuição das espécies exóticas de peixes para as lagoas do PARNA Restinga de Jurubatiba, de Imboassica e da Lagoa Feia resultará das amostragens semestrais previstas no objetivo 8. Considerando as amostragens semestrais sistematizadas realizadas desde 1999 nas 18 lagoas e Imboassica, será possível avaliar a persistência dos registros de espécies exóticas e as tendências de sua representatividade no tempo. O levantamento da fauna da Lagoa Feia e uma análise de decaimento da similaridade da composição das espécies exóticas de peixes nas demais lagoas em relação à distância com a Lagoa Feia pode indicar a contribuição dessa em fornecer propágulos para os ambientes do PARNA Restinga de Jurubatiba.

9.3 – *Mamíferos*: O monitoramento de mamíferos silvestres e exóticos terrestres realizado por meio de armadilhas-fotográficas permitirá a estimativa de abundância a partir da incidência das espécies nos pontos de amostragem. Dessa forma, as espécies registradas nas imagens serão classificadas entre os status de raras ( $IAR < 0,30$ ), comuns ( $0,31 < IAR < 0,99$ ) e abundantes ( $IAR > 1$ ), no intuito de se investigar a sensibilidade das espécies a impactos antrópicos no PARNA Restinga de Jurubatiba. As relações de riqueza serão avaliadas com base em alguns parâmetros descritores de impactos antrópicos por meio de modelos lineares generalizados.

Com relação a espécies arborícolas, a técnica de play-backs será utilizada para localizar e realizar um censo de *Callithrix* spp. no PARNA Restinga de Jurubatiba. O método de play-back consiste em reproduzir chamadas de longa distância da espécie de estudo, com o objetivo

de atrair os animais existentes na área amostrada, facilitando sua contagem. Esta técnica foi previamente descrita e utilizada com sucesso para determinar a distribuição de *Callithrix* spp. dentro da APA São João / Mico-Leão-Dourado (de Morais Jr., 2010). Resumidamente, o Sítio RLaC será dividido em quadrantes, estabelecendo transectos sistemáticos dentro de cada um. Uma a cinco visitas anuais serão realizadas em cada quadrante. A ocupação de cada quadrante será determinada por vocalizações e aproximações de saguis em resposta aos play-backs de chamadas de longa distância. Os play-backs serão efetuados por uma ou duas pessoas, ao longo de transectos, tocando as chamadas de longa distância dos saguis cada 100 m. As chamadas de um macho e uma fêmea vão ser acionadas em quatro direções, repetindo cada três vezes em intervalos de três minutos. O número de indivíduos e composição do grupo avistado serão registrados durante a aproximação do grupo. Quando apenas vocalizações são ouvidas, um observador deixará o transecto por não mais do que 10 mins tentando avistar o grupo ou indivíduo vocalizando. Se vocalizações ou avistamentos de saguis são registrados num transecto do quadrante, a presença de saguis será registrada como positivo para todo o quadrante. Ausência de saguis em um quadrante será atribuída sempre que nem avistamentos nem vocalizações foram registradas após cinco visitas ao ano em todos os transectos do quadrante. O equipamento utilizado será um CD player portátil e um altofalante de campo portátil (altofalante campo SME). Um método de play-back semelhante também tem sido utilizado para o levantamento de micos-leões-dourados (Kierulff & Rylands, 2003). Devido à alta ocorrência de falsos negativos com essa metodologia, play-backs estão sendo repetidos em áreas em que avistamentos ou vocalizações não são registrados.

A ocorrência, frequência e importância das espécies exóticas de Poacea, ictio e mastofauna serão avaliadas por abordagens similares envolvendo o efeito relativo (regressões logísticas e lineares) de potenciais preditores de seu sucesso na invasão e colonização, como distâncias da praia, da lagoa mais próxima, de vilarejos, de trilhas e estradas, ocorrência de canais, além de variáveis de paisagem, como compartimento do relevo, classes de declividade e de solo, considerando-se os pesos atribuídos por Crepani et al. (2001). Os procedimentos de geoprocessamento e a elaboração de mapas serão realizados em QGIS, um Sistema de Informações Geográficas livre e de código aberto. A distribuição espacial e ocupação (i.e. abundância) por Poaceae, peixes e mamíferos exóticos e invasores serão visualizadas através de mapas interativos que permitirão avaliar as áreas mais suscetíveis à invasão e instalação de dessas espécies, a serem disponibilizados à Chefia da UC e aos visitantes do Site do Sítio RLaC.

#### **Objetivo 10**

Os padrões de variação temporal nos tamanhos populacionais das espécies de pequenos

mamíferos serão contrastados com os padrões de oscilação climática (temperatura, pluviosidade, insolação) e ecológica (produtividade e fenologia de espécies vegetais chave) registrados para o período. As espécies-alvo para a avaliação da disponibilidade de recursos vegetais serão: *Allagoptera arenaria*, *Byrsonima sericea*, *Humiria balsamifera*, *Manilkara subsericea*, *Myrcia lundiana*, *Ocotea notata* e *Protium icicariba*. Outras espécies podem ser inseridas na observação. Serão monitorados mensalmente de 10-15 indivíduos, escolhidos aleatoriamente, de cada espécie selecionada. As fenofases de floração, frutificação e mudança foliar são divididas em etapas de fenômenos característicos para cada uma delas (Alencar et al., 1979; Magalhães & Alencar; 1979; Alencar, 1988).

### Objetivo 11

A proposta de modelagem possui ênfase particular nos anelídeos Polychaeta, pois é um dos grupos mais abundantes nas lagoas de Jurubatiba e pelo fato de existir um considerável conhecimento pretérito sobre a diversidade e biologia das espécies. Além disso, a esse grupo é tradicionalmente utilizado como ferramenta indicadora de mudanças ambientais devido ao fato de serem, em geral, organismos sésseis ou de pouca mobilidade e responderem de maneira direta a distúrbios. A combinação de métodos estatísticos clássicos, como análises canônicas que incorporam diretamente a heterogeneidade de habitats, a métodos de análises espaciais, que utilizam modelos de conectividade, é uma abordagem promissora e vem sendo eficientemente empregada para investigar padrões de distribuição (Dray et al. 2012). A manutenção da conectividade espacial é determinante para a manutenção da diversidade (Gotelli & Taylor, 1999; Almany et al. 2009) e, portanto, esta abordagem torna-se particularmente importante quando além da heterogeneidade, consideramos a estrutura espacial biológica e ambiental das áreas/localidades/pontos investigados, podendo incorporar de maneira explícita na hipótese a presença de autocorrelação.

A amostragem da fauna bentônica e do sedimento será realizada na Lagoa Visgueiro, em intervalos de dois meses. Será adotado um grid amostral equidistante de dimensões 5 x 10 totalizando 50 amostras em cada campanha (um total de 1200 ao longo de quatro anos). Como a fauna bentônica possui uma íntima relação com as características do sedimento (Snelgrove & Butman, 1994), medidas tradicionais (ex. tamanho médio de grão, porcentagem de lama, matéria orgânica total) serão utilizados como proxy de heterogeneidade ambiental.

Para modelar a estruturação espacial da lagoa iremos utilizar mapas de autovetores de Moran (Moran's eigenvector maps –MEM, Dray et al. 2006). MEM geram funções de autovetores de uma matriz resultante do produto entre duas matrizes que descrevem a conectividade entre os pontos amostrados. A primeira é uma matriz binária que é codificada com (1) para pares de pontos vizinhos/conectados e (0) para pares de pontos não conectados.

Diversos modelos de conectividade (ex. triangulação de Delaunay, conexões definidas por distâncias máximas) serão testados. A segunda é uma matriz de pesos que define a intensidade de conexão entre pares de pontos ( $w$ ) definida pela função  $f(w) = 1 - (d/d_{\max})^{\alpha}$  onde  $d$  é a distância Euclidiana entre cada par e  $d_{\max}$  é a maior distância entre pares do grid. A matriz espacial final será gerada pelo produto de Hadamard entre a matriz binária e a matriz de pesos. Distintos valores podem se atribuídos para  $\alpha$  e o “melhor modelo” será selecionado utilizando-se o Critério de Informação Akaike (AIC). Para separar as parcelas de explicação oriundas da heterogeneidade ambiental e/ou da estruturação espacial iremos partilhar a variabilidade utilizando análises de redundância (RDA) (Borcard et al. 1992; Borcard & Legendre, 2002). A rotina é utilizada quando duas ou mais hipóteses de explicação são propostas para explicar a variabilidade da matriz resposta e consiste na aplicação de RDA's parciais utilizando uma matriz resposta  $Y$  regredida contra uma matriz preditora  $X$ , controlando-se o efeito de uma terceira matriz  $Z$  (Legendre, 2008). A parcela total da variabilidade explicada, representada pelos valores ajustados de  $R^2$ , pode ser dividida nas seguintes parcelas: [a+b] explicação ambiental não controlada pela explicação espacial; [b+c] explicação espacial não controlada pela explicação ambiental; [a] explicação puramente ambiental; [b] explicação da variabilidade ambiental espacialmente estruturada; [c] puramente espacial; [d] resíduo. Além do erro, esta última parcela pode indicar qualquer tipo de variável preditora não incluída no modelo. A rotina será aplicada para cada campanha de coleta ao longo de quatro anos ( $n=24$ ). Desta maneira, a variabilidade das magnitudes de explicação das parcelas ambiental e espacial será investigada em múltiplas escalas temporais. Para investigar os padrões de variabilidade de anelídeos poliquetas na escala “inter-lagoas” uma rotina semelhante será aplicada. MEM serão extraídos utilizando-se as coordenadas geográficas de 18 lagoas amostradas por Ferreira (2012) nos anos de 2010 e 2011. Os parâmetros granulométricos bem como a porcentagem de matéria orgânica total serão utilizados para representar a matriz ambiental (heterogeneidade). A partilha da variabilidade será aplicada para ambos os anos de amostragem. Esta rotina possibilitará: i) comparar os valores de explicação das forçantes ambientais e da estruturação espacial na escala intra-lagoa e inter-lagoas em anos distintos. O mesmo delineamento será repetido uma vez a quatro anos possibilitando assim uma comparação na escala inter-lagoas entre anos distintos. Este procedimento é fundamental para compreender padrões de variabilidade que operam em escalas temporais de anos.

### **Objetivo 12**

Com relação aos estudos de genéticas, a presente proposta focará no anfípodas semi-terrestres, para os quais protocolos específicos de estudos já foram desenvolvidos no âmbito das chamadas anteriores. Serão realizadas duas amostragens por ano nos locais de coletas

indicados e amostras dos anos anteriores também serão utilizadas para as análises genéticas, como os genes mitocondriais e nucleares já obtidos para *Q. lutzi*. Estes serão amplificados com primers específicos por PCR e sequenciados. Após conhecer as sequências para análises populacionais de comparação no espaço e tempo será utilizada a técnica de RFLP. A diferenciação específica (se for o caso) será inicialmente constatada por linhagens mitocondriais diferentes, somente confirmadas com genes nucleares. Não havendo, diferenças específicas, serão realizados bioensaios de exposição a diferentes salinidades com o intuito de registrar em que qual fase da ontogenia e salinidade os mecanismos osmorreguladores passam a ser acionados em *Q. lutzi*.

No referente à perda de pigmentação do olho em *A. brasiliensis*, será estudada a produção de pigmento e o gene que determina a pigmentação do olho na espécie. Serão estudadas alterações do gene e serão correlacionadas com o grau de pigmentação. Será dada continuidade ao estudo da estrutura do olho, na busca de estruturas danificadas e fatores ambientais (presença de patógenos, poluentes, etc..) que possam estar determinando a perda a pigmentação e a ciclicidade.

### **Objetivo 13**

A percepção dos habitantes nas áreas limítrofes com a UC com relação a aspectos envolvidos nas introduções biológicas será avaliada através de questionários semi-estruturados aplicados aos habitantes dos vilarejos Praia de Carapebus, João Francisco e Visgueiro. Os questionários serão dotados de ferramentas com a finalidade de identificar a capacidade de reconhecimento das espécies de gramíneas e peixes teleósteos invasores e exóticos, sua utilização, potencial impacto no ambiente e conhecimento sobre o histórico de introdução. Após a tabulação dos dados serão promovidas reuniões com os moradores, com o objetivo de fornecer um retorno das informações registradas e abordar as diferenças entre espécies nativas, exóticas e invasoras, e consequências das invasões biológicas.

Essas reuniões serão realizadas em locais públicos, como a sede da associação de moradores, e incluirão uma parte introdutória, com os resultados do estudo realizado através dos questionários, utilizando a projeção de imagens que servirão de estímulo à reflexão. O objetivo desta etapa é informar o resultado do levantamento com questionários. Na sequência, os participantes serão estimulados a participar da elaboração de um Mapa Falado, uma ferramenta de representação gráfica construída com elementos móveis (e.g., flanela, fitas coloridas, barbante), a serem disponibilizados pelos moderadores, permitindo identificar relações mantidas com as espécies exóticas e invasoras com ocorrência registrada no PARNA Restinga de Jurubatiba, assim como eventuais origens de introduções na área, problemas decorrentes e propostas de soluções para os mesmos. Todas as atividades desenvolvidas nas

reuniões serão fotografadas com o objetivo de compor relatórios dos eventos e materiais de educação ambiental, os quais serão disponibilizados à Chefia da UC. Filmagens das atividades e depoimentos também serão utilizadas com o mesmo objetivo. Todas as atividades relacionadas à interação com a comunidade local estão condicionadas à autorização do Comitê de Ética em Pesquisa nas Ciências Humanas e Sociais da UFRJ, bem como à anuência formal dos participantes.

#### **Objetivo 14**

Serão realizadas atividades com alunos e professores das escolas da região visando discutir sobre a biodiversidade no PARNA e na região da Bacia de Campos, sua importância e impactos ligados às mudanças ambientais globais e regionais. Os dados gerados pelo projeto serão apresentados e discutidos em primeira mão com os alunos da rede escolar e com as comunidades do entorno do PARNA. São previstas duas formas de interação com as comunidades, uma consistindo em oficinas desenvolvidas nas próprias escolas ou na sede administrativa do PARNA, e outra em um evento reunindo pesquisadores, gestores da unidade de conservação e as comunidades do entorno do PARNA. As oficinas serão desenvolvidas para sensibilizar o público utilizando técnicas lúdicas e recursos audiovisuais, que busquem promover vivências significativas para os alunos e professores. Nestas oficinas os saberes científicos e populares serão compartilhados e sistematizados sob uma perspectiva dialógica e participativa (Freire, 1979). Os recursos audiovisuais utilizados nas oficinas serão produzidos pelo núcleo de Arte, Mídia e Educação do NUPEM/UFRJ, que já vem produzindo uma série de materiais de divulgação consagrados em Mostras de Cinema Ambiental, como o Festival Internacional de Cinema Ambiental, Filmambiente 2016 e Circuito Tela Verde dos ministérios de meio ambiente e da cultura (<https://vimeo.com/search?q=cuca%20bio>). Outra forma de interação será o evento Festival da Restinga a ser realizado durante o aniversário do PARNA (28 de abril). Neste evento serão apresentadas diferentes manifestações artísticas abordando a biota do PARNA. Alguns exemplos destas manifestações constituem em exposições de fotografias do PARNA, animais taxidermizados, desenhos, pinturas, músicas, poesias, teatro e vídeos de cunho ambiental, ecológico ou biológico. A arte pode ser uma linguagem de intermediação entre a população e os pesquisadores, é baseado nisso que os extensionistas deste projeto pretendem atuar.

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

Desde 2009, o Sítio RLaC busca testar a hipótese de que variações ambientais determinam mudanças na estrutura e dinâmica do ciclo do carbono e na diversidade biológica nos ecossistemas de restinga e lagoa costeiras na Bacia de Campos. Para grande parte das

variáveis-resposta elencadas, as predições foram confirmadas e um forte ajuste entre parâmetros populacionais e processos foram relacionados às variações na precipitação. No entanto, para alguns grupos, essas respostas se dão em múltiplas escalas. Especificamente estimamos que para cada objetivo será possível:

### **Objetivo 1**

1.1 - Identificar o papel de Lagoas costeiras (Jurubatiba e Comprida) como emissoras de carbono após eventos de elevadas precipitações devido a mortandade de bancos de plantas aquáticas e podem ser estocadoras de carbono em tempos de estiagens.

1.2 – Produzir dados relevantes e recursos humanos capaz de compreender e divulgar informações científicas sobre o ciclo do carbono frente as mudanças climáticas.

### **Objetivo 2**

2.1 - Identificar variações temporais relacionadas a aspectos fenológicos relativos a produção de folhas e ao trade-off entre a produção de folhas e frutos.

2.2 - Identificar variações temporais na produção de liteira pelas diferentes espécies, relacionadas a variações climáticas (regimes de chuva, máximos de temperatura, etc) e mecanismos denso-dependentes como mediadores da contribuição das espécies para o aporte de detritos, como resultado do valor de importância de cada espécie na área.

### **Objetivo 3**

3.1 – Confirmar a importância do compartimento bentônico como principal fornecedor de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> para a água nas lagoas costeiras (Jurubatiba e Comprida) através dos processos de decomposição da matéria orgânica e respiração do sedimento.

### **Objetivo 4**

4.1 - Tirar conclusões gerais sobre o impacto do clima na decomposição e sobre as emissões de gases com efeito de estufa, bem como o armazenamento de carbono do solo em diferentes ecossistemas em todo o mundo.

4.2 - Participar da iniciativa de estabelecimento de uma métrica comum, que se configurará em uma ferramenta forte para comparações de sítios dentro da rede, bem como com outras redes globais.

4.3 - Participar de publicações conjuntas de alto impacto para o entendimento de padrões globais de decomposição de detrito vegetal e aplicação e validação de modelos comuns.

### **Objetivo 5**

5.1 - Identificar grupos de espécies de plantas lenhosas a partir da semelhança entre atributos funcionais, bem como relacioná-los às variáveis abióticas limitantes em ambientes de restinga.

5.2 - Relacionar atributos funcionais de grupos identificados com as variáveis ambientais mensuradas, corroborando hipóteses de redundância funcional entre sítios/moitas.

5.3 - Obter associações entre espécies com características específicas para colonização de ambientes de restinga ou que facilitem a entrada de outras através da facilitação e consequente emergência de novos nichos.

#### **Objetivo 6**

6.1 – Descrever padrões de organização e desenvolvimento da vegetação em função do nível do lençol e sua composição química.

6.2 – Descrever a resposta da vegetação às chuvas nas bacias hidrográficas que abastecem as lagoas do PARNA.

6.3 – Modelar o fluxo de nutrientes nos ecossistemas de restinga.

#### **Objetivo 7**

7.1 - Encontrar novos registros de artrópodes, peixes, anfíbios e répteis para a área de estudo.

7.2 – Avaliar o grau e a extensão que anos recorrentes de baixos índices pluviométricos causam nas comunidades de fitoplâncton, zooplâncton e peixes das lagoas costeiras do PARNA Restinga de Jurubatiba.

7.3 - Confirmar as expectativas de que as lagoas que apresentam uma riqueza de espécies de peixes inferior ao esperado para sua área sejam aquelas mais sujeitas aos processos decadais de extinção local de espécies, via dessecamento.

7.4 – Determinar para a Lagoa Feia o papel de principal fonte de peixes de água doce para os peixes das lagoas do PARNA Restinga de Jurubatiba, dadas as conexões naturais, via intercordões arenosos, e antrópicas, via Canal Campos-Macaé, e contribuir para o aumento do conhecimento da composição ictiofaunística do maior corpo lântico fluminense, limítrofe ao Sítio RLaC.

7.5 – Caracterizar, pela composição e abundância das populações de peixes, as lagoas costeiras do PARNA Jurubatiba que funcionam como fontes e sumidouros de organismos, pelas diferenças em seu hidroperíodo, condições físicas e químicas e conexões hidrológicas, de forma a prover subsídios ao manejo e conservação desses sistemas e espécies que os habitam.

7.6 - Identificar espécies de anfíbios e répteis associadas às três diferentes áreas estudadas

(espécies associadas à área de mata seca de restinga, à área intermediária e à formação aberta de *Clusia*).

7.7 - Verificar a resposta de artrópodes, anfíbios e répteis a variações ambientais, testando a hipótese de que ocorre correlação positiva entre o número de espécies em atividade e a temperatura e pluviosidade.

7.8 - Testar a hipótese de ocorrência de segregação espacial e temporal de anuros em sítios reprodutivos, identificando as espécies de reprodução explosiva e prolongada.

7.9 - Aumentar o registro de espécies de mamíferos reportadas para o PARNA Restinga de Jurubatiba com o aumento cumulativo de esforço amostral e diversificação de técnicas de registro de espécies (e.g. buscas ativas, *playbacks*). Essa expectativa é embasada pelo resultado dos esforços continuados de inventário do projeto (2010-2016), que têm revelado inúmeros novos registros de mamíferos. Dentre as descobertas mais marcantes neste sentido trata-se da descrição de uma nova espécie (o ratinho-goytaca *Cerradomys goytaca*) (Tavares et al. 2011), na adição de seis novos registros de roedores e marsupiais por meio da análise de pelotas de coruja suindara (Lemos et al., 2015), e no registro da paca (*Cuniculus paca*) e do gato-mourisco (*Puma yagouaroundi*) (Xavier, 2016).

#### **Objetivo 8**

8.1 - Estimar capacidade de deslocamento de indivíduos de *Tropidurus torquatus* nas três diferentes fisionomias, além de estimar tamanho populacional, estrutura etária, razão sexual e a taxa de crescimento dos indivíduos ao longo dos anos.

8.2 - Avaliar a taxa de recrutamento de *T. torquatus* ao longo de sete anos contínuos de amostragem, considerando os resultados preliminares para os três primeiros anos (implementado em 2013).

#### **Objetivo 9**

9.1 - Produzir uma lista de espécies invasoras presentes dentro do PARNA Jurubatiba e um diagnóstico do impacto ambiental, quantificando os efeitos que as espécies invasoras causam nos processos ecológicos (sucessão, regeneração, predação e competição) e na biodiversidade do PARNA Jurubatiba.

9.2 – Elaborar mapas de distribuição das espécies invasoras no PARNA Restinga de Jurubatiba em Sistema de Informações Geográficas livre e de código aberto, apontando a suscetibilidade dos ecossistemas da UC às invasões e os principais preditores do processo de introdução e estabelecimento das espécies invasoras.

9.2 - Determinar espécies exóticas estabelecidas no PARNA Jurubatiba e sua potencial

mudança para uma invasão biológica, demandando ações de manejo e/ou controle.

9.3 - Determinar quando o controle de espécies invasoras é necessário e quais as formas de controle será mais eficaz, reduzindo os potenciais impactos negativos sobre as plantas e animais nativos.

#### **Objetivo 10**

10.1 - Determinar como fatores climáticos (e.g., a pluviosidade e a temperatura) afetam a produtividade primária de espécies vegetais e a disponibilidade de recursos alimentares e a repercussão da abundância de recursos no tamanho das populações de pequenos mamíferos da restinga com limitada capacidade de dispersão.

10.2 - Reconhecer eventuais diferenças entre espécies ecologicamente distintas em relação a suas respostas populacionais aos pulsos de chuvas nos possibilite identificar a vulnerabilidade diferencial destas espécies a mudanças climáticas (*sensu* Meserve et al. 2011).

#### **Objetivo 11**

11.1 - Adquirir uma melhor compreensão sobre as forças estruturadoras das comunidades da macrofauna bentônica das lagoas do PARNA Jurubatiba, em especial da Lagoa Visgueiro.

11.2 - Distinguir entre explicações oriundas das características ambientais, da estruturação espacial ou, das características ambientais espacialmente estruturadas, e estimar qual o papel de cada parcela na geração da variabilidade encontrada. Devido ao fato de a Lagoa Visgueiro ser um ambiente de relativo baixo hidrodinamismo, esperamos que a parcela de explicação proveniente de estruturação espacial seja maior do que a explicação puramente ambiental. Por outro lado, prevemos que a explicação ambiental espacialmente estruturada possua papel fundamental na geração de variabilidade na macrofauna bentônica.

11.3 - Inferir sobre a estruturação espacial na escala inter-lagoas ao longo de anos, entendendo o papel da conectividade nos padrões de distribuição da macrofauna bentônica e subsidiando programas de manejo de longo prazo.

11.4 - Aumentar a base de dados sobre a distribuição e diversidade da macrofauna bentônica e características sedimentares das lagoas do PARNA Restinga de Jurubatiba.

#### **Objetivo 12**

12.1 - Determinar variações temporais da composição genética dos anfípodes do PARNA, identificação de períodos de extinção e recolonização associados às variações ambientais no tempo e espaço.

#### **Objetivo 13**

13.1 - Produzir material impresso e audiovisual com a finalidade de instrumentalizar ações de Educação Ambiental com foco na prevenção de introduções biológicas intencionais no PARNA Restinga de Jurubatiba.

#### **Objetivo 14**

14.1 - Promover a disseminação do conhecimento científico gerado para a comunidade dos municípios fronteiriços ao PARNA Restinga de Jurubatiba (Macaé, Carapebus e Quissamã), através de oficinas ambientais com abordagem de conceitos básicos de educação ambiental e material informativo impressos na forma de website, panfletos, cartilhas, folders, faixas e outdoors que ajudem na divulgação das atividades científicas desenvolvidas no PARNA Restinga de Jurubatiba.

Se aprovado o orçamento global deste projeto científico, dentro deste contexto, cada pesquisador desta proposta se compromete pelos próximos 48 meses em:

1. Dar continuidade às amostragens iniciadas e treinar os discentes no processamento do material biológico e análise de dados e contribuir com a coordenação na elaboração dos relatórios de acompanhamento e avaliação do andamento do projeto.
2. Promover a disseminação do conhecimento científico gerado para a comunidade dos municípios fronteiriços ao PARNA Restinga de Jurubatiba (Macaé, Carapebus e Quissamã), gestores públicos e Chefia da unidade de conservação através participação como membros consultores das câmaras técnicas instituídas pelos comitês de gestão e parceira estabelecida com o ICMBio na presente proposta;
3. Atuar diretamente na capacitação do corpo docente do ensino fundamental e médio com a produção de animações e vídeos de curta duração sob a forma de multimídia como material audiovisual de suporte para as atividades curriculares e de divulgação científica.
4. Estreitar as cooperações científicas e parcerias com outros grupos de pesquisa dentro da UFRJ (Limnologia, Ecologia de Peixes, Sistemática, Botânica, Genética, Zoologia) e de outras Universidades (UFJF, UEM, FURG) e outros Sítios PELD (ELPA, PIAP).
5. Estabelecer novas linhas de pesquisa em ecologia de populações, comunidades e processos no *campus* UFRJ-Macaé, com forte caráter de integração intra e interinstitucional, de forma a fomentar o desenvolvimento científico dessa unidade fora da sede e sua inserção no desenvolvimento da Bacia de Campos.
6. Publicar trabalhos científicos de alta qualidade em periódicos internacionais de alto

índice de impacto, um livro e vídeos de divulgação científica abordando os resultados da última década de estudos, contribuindo com o conhecimento científico a partir do conhecimento obtido no Sítio RLaC.

7. Divulgar os resultados obtidos, bem como apresentar resultados do projeto em eventos científicos de âmbito local, regional, nacional e internacional, buscando atingir de forma direta um público de 3.000 pessoas e indiretamente através da divulgação dos vídeos um público nacional e internacional de mais de 10.000 pessoas.
8. Continuar contribuindo no desenvolvimento do repositório de dados da rede PELD no SIBBR, ampliando o banco de dados para todos os subgrupos do Sítio RLaC.
12. Fortalecer no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Conservação o programa de pesquisas ecológicas de longo prazo e seus produtos no ensino e pesquisa na Bacia de Campos, Estado do Rio de Janeiro.

Em 22 anos de existência como precursor do *campus* avançado da UFRJ em Macaé, o NUPEM/UFRJ vem funcionando como um centro de referência para diversas instituições de ensino e pesquisa, empresas e poder público dos municípios da Bacia de Campos. Seus pesquisadores investigam os aspectos taxonômicos, ecológicos, químicos e de aplicação farmacológica de grande parte dos recursos biológicos dos ecossistemas marinhos, de mata atlântica e de restinga do entorno. Assim, os conhecimentos científicos gerados por estas pesquisas servem de subsídios para o gerenciamento de áreas e manejo de espécies dos ambientes costeiros da Bacia de Campos. Parcerias para a elaboração do plano de manejo do arquipélago de Santana, uma área de proteção municipal de Macaé, o programa de monitoramento da biota e limnologia no plano de expansão do parque industrial de Cabiúnas (Transpetro) e a atuação direta nas análises críticas efetuadas aos EIA/RIMA do processo de licenciamento do Terminal Portuário em Macaé TERPOR são exemplos recentes da atuação de alunos e dos pesquisadores do Sítio RLaC na construção do desenvolvimento regional.

A amostragem sistematizada na restinga e nas lagoas costeiras contempladas pela presente proposta de pesquisa contribuirá:

- Com exemplares para as coleções de referência dos organismos dos ecossistemas costeiros da Bacia de Campos localizadas no NUPEM/UFRJ (Coleção de Peixes, de Mamíferos, Herbário). Essas coleções compreendem um complexo idealizado como um dos maiores centros de desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro que atende às demandas de pesquisadores, órgãos ambientais e sociedade, além de possibilitarem a permuta e consulta por outras instituições Brasileiras.
- Com descrição da fauna, flora e microbiota dos ambientes terrestres e lênticos da Bacia

de Campos, o presente projeto e pesquisa permitirá o reconhecimento do papel das restingas e lagoas costeiras na conservação de sua biota, além do papel desempenhado pelos ambientes aquáticos na ciclagem do carbono.

- Com a quantificação do balanço entre os processos de entrada, estocagem e exportação de carbono nos ecossistemas do PARNA Restinga de Jurubatiba e destes com a atmosfera numa abordagem que integra uma rede internacional de experimentação em diversos biomas.
- Com a previsão do impacto que as oscilações climáticas como a pluviosidade tanto a curto (reflexo do regime multianual de chuvas), quanto a longo prazo (escassez de chuvas prevista para a região em decorrência das mudanças climáticas globais) exercerá sobre a ciclagem de nutrientes, sobre a dinâmica e estabilidade de populações e diversidade de espécies.
- Com a modelagem da persistência de populações de acordo com cenários que variam na intensidade das mudanças decorrentes de alterações climáticas.
- Com avaliação inédita que prevê o desenvolvimento de ferramentas que permitam diagnosticar, identificar e manejar áreas com ocorrência de invasões biológicas, bem como ações que envolvam a sociedade nessa temática.

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

O coordenador (Prof. Francisco de Assis Esteves) supervisionará as atividades gerais de cada grupo temático dentro da proposta, monitorando o cumprimento das metas e resultados esperados e mantendo uma visão integrada e atualizada dos avanços do projeto. O desempenho destas funções possibilitará ao coordenador delinear junto à equipe da proposta os formatos e conteúdos de produtos científicos que incluam análises integradas dos dados de longo-prazo de diversos grupos taxonômicos ou sistemas ecológicos. O coordenador desempenhará também a função de representação da equipe executora em reuniões científicas no CNPq e em outras instituições.

O vice-coordenador (Prof. Rodrigo Lemes Martins) atuará na gestão dos recursos financeiros do projeto, gerenciando gastos conforme as demandas estabelecidas na proposta. Além disso, compartilhará com o coordenador uma visão integrada dos avanços do projeto, auxiliando nas funções de supervisão das atividades e do cumprimento de metas pelos grupos temáticos de pesquisadores.

O Gestor de dados do Sítio RLaC (servidor da UFRJ na área de TI, Emerson L. F. Borges) desempenha a função desde a Chamada no. 34/2012. Neste período participou da

capacitação realizada em Brasília em novembro de 2015 e em reuniões quinzenais de trabalho junto à vice-coordenação vem desenvolvendo estratégias para facilitar a preparação e obtenção dos registros de ocorrência e eventos dos sub-grupos para montagem do banco de dados do Sítio RLaC e sua posterior destinação ao sistema SIBBR. Paralelamente, Emerson vem fazendo uso do primeiro pacote de dados do Sítio RLaC a ser disponibilizado na base SIBBR como tema de sua dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas Computacionais na Universidade Federal Fluminense, intitulada: Proposta de um sistema para padronização de dados brutos da biodiversidade de peixes utilizando recursos da Web Semântica. Para a presente chamada o gestor de dados ainda se propõe à elaboração e manutenção de um novo site do Sítio RLaC na web. Consideramos que a integração de um servidor da universidade na equipe proponente é um diferencial do Sítio RLaC.

A responsável pela divulgação científica (Profa. Christine Ruta) coordenará a elaboração das oficinas de divulgação científica e educação ambiental, além dos eventos previstos de integração entre pesquisadores, gestores e comunidades locais do PARNA. Como estratégia de integração da equipe e desta com os gestores do PARNA Restinga de Jurubatiba o grupo se propõe realizar workshops anuais com ampla participação de pesquisadores de diferentes instituições de pesquisas visando reunir informações para consolidação do Programa de Pesquisa Científica da unidade e conseqüentemente, embasar de forma integrada ações relacionadas aos programas: de Proteção e Manejo das Espécies de Fauna e Flora; de Recuperação de Áreas Degradadas; de Proteção e Manejo das Lagoas; de Monitoramento e de Educação e Interpretação Ambiental.

Os dados serão apresentados em oficinas por meio de uma metodologia participativa que permitirá uma ampla consulta das informações básicas produzidas para o PARNA da Restinga de Jurubatiba e da comunidade científica. Os produtos dessas reuniões serão consolidados em documentos Técnicos atentando para os objetivos centrais do Programa de Pesquisa Científica da unidade.

O documento final será apresentado a reunião do Conselho Gestor da UC e para todos os grupos de interesse (comunidades locais, empresários, órgãos públicos municipais, escolas locais etc.) que o solicitarem, com o objetivo de dar publicidade e um maior entendimento sobre o resultado do trabalho.

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

Sim. O Gestor do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba é o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio/MMA).

O representante é o Analista Ambiental Marcos Cezar dos Santos, Chefe Substituto da unidade e Vice Presidente do Conselho Consultivo da referida UC.

- 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);

Os resultados da pesquisa serão divulgados por meio de produtos bibliográficos e atividades de extensão. A produção bibliográfica compreenderá artigos científicos publicados em periódicos internacionais, relatórios técnicos e a publicação de um volume especial do “Cadernos do NUPEM” dedicado à fauna de restingas e direcionado ao público geral.

*Comunidade local:* As atividades de extensão envolverão a exposição de um acervo de mamíferos da restinga no museu Espaço Ciência do NUPEM (<http://www.macaue.ufrj.br/nupem/index.php/extensao/projetos-e-atividades/33-espaco-ciencias>), tendo como público-alvo estudantes e professores da rede-pública do Norte Fluminense. O projeto e todas as notícias ligadas a ele serão frequentemente divulgados na página do próprio NUPEM e do Sítio RLaC, sendo que este último passa por uma fase de reformulação e readequação para ampliar sua capacidade de armazenamento de informações para disponibilização de instrumentos de Divulgação Científica e Educação Ambiental.

A tradução para a sociedade dos resultados alcançados pela Educação Ambiental e Divulgação Científica para além da esfera Universidade-Escola-PARNA Restinga de Jurubatiba será também apresentada no evento que nomeado *Festival da Restinga*. Esse evento terá como base científica os resultados alcançados durante as atividades de pesquisa dos pesquisadores-educadores e a base cultural construída a partir dos saberes da população potencializados e trabalhados no decorrer das oficinas e debates promovidos pela equipe de divulgação científica. O *Festival da Restinga* pretende mobilizar toda a comunidade do entorno do PARNA em prol de um *escape* para o lazer através da expressão de sua cultura que por sua vez estará conectada à Ciência. Assim, a população será estimulada a desenvolver técnicas e produtos apresentados no festival nas mais diferentes expressões culturais e de lazer, como músicas, vídeos, teatros, fotografias, poesias e gastronomia. Buscar uma forma alternativa de lazer com consciência ecológica e fundamentação científica para a comunidade do entorno do PARNA Restinga de Jurubatiba será o principal foco e desafio do *Festival da Restinga*. Pretendemos lançar o *Festival da Restinga* no dia da comemoração da criação do PARNA (dia 28 de abril) em espaço adequado no centro de visitantes da UC, e novas edições do evento serão promovidas na vigência da presente proposta (1999 a 2016-2020). Neste evento serão apresentadas diferentes manifestações artísticas expressadas pela população do entorno do PARNA Restinga de Jurubatiba e dos municípios próximos. Alguns exemplos destas

manifestações: exposição de fotografias do PARNA Restinga de Jurubatiba; desenhos e pinturas do PARNA Restinga de Jurubatiba e músicas, poesias, teatro e vídeos de cunho ambiental, ecológico ou biológico. Para este festival acontecer com o máximo de êxito, a presente equipe deverá estimular ao longo dos meses previsto no cronograma deste projeto de pesquisa, por exemplo através de cursos, palestras e oficinas, que as expressões artísticas sejam emanadas da população local e, então, concomitantemente difundir a importância do PARNA Restinga de Jurubatiba, a sua beleza natural, a influência dos impactos antrópicos e como o PARNA pode ser uma fonte de lazer. Este evento também incluirá oficinas com a população que debatam a problemática de espécies exóticas introduzidas e invasoras no PARNA Restinga de Jurubatiba, elaborando um Mapa Falado. Assim, esperamos valorizar e desenvolver a questão que é crítica nesta UC e cujas medidas de manejo e implementação dependem da aceitação e conscientização popular acerca do papel das espécies invasoras exóticas.

*Comunidade local, gestores públicos e ambientais:* Será dada continuidade à realização dos painéis temáticos acerca do PARNA Restinga Jurubatiba no evento regional Feira de Responsabilidade Social Empresarial Bacia de Campos, que a exemplo de sua 9ª. edição, contou com debates envolvendo acadêmicos, gestores públicos e sociedade.

*Gestores e coordenação de Sítios PELD, públicos e ambientais:* em parceria com o Sítio BROA, liderado pelo Prof. José Galizia Tundisi, a coordenação do Sítio RLaC está organizando um seminário de dois dias para a segunda quinzena de março de 2017, marcando o início da fase vigente do Programa PELD. O seminário, intitulado *Pesquisas Ecológicas de Longa Duração: Bases para Formulação de Políticas Públicas Voltadas para a Conservação e Restauração de Ecossistemas*, tem como objetivos principais discutir as possibilidades de utilização dos resultados das pesquisas realizadas no Programa PELD na formulação de políticas públicas voltadas à gestão, uso racional, manejo e recuperação dos ecossistemas brasileiros. Além disso, este evento se propõe a despertar junto à comunidade acadêmica a consciência de que é urgente e necessária a contribuição social das pesquisas produzidas sobre os ecossistemas brasileiros. Entre os patrocinadores deste evento estão a FAPERJ, Academia Brasileira de Ciências e UFRJ e o CNPq.

i) Orçamento detalhado e justificado;

CUSTEIO		
Material de Consumo		
Item	Descrição/Justificativa	Valor Total
Combustível (Gasolina e Diesel)	Para funcionamento de Caminhonete 4X4 (Diesel), automóvel e embarcação (gasolina) utilizado nos trabalhos de campo e atividades de extensão (Educação Ambiental e Divulgação Científica)	R\$ 20.000,00
Filtros fibra de vidro (GF1 - 47mm)	Filtragem de amostra de água e análise de carbono orgânico dissolvido e clorofila a	R\$ 1.780,00

Material plástico descartável	Utilizados em análises laboratoriais moleculares	R\$ 9.000,00
Armadilhas fotograficas	Registro de mamíferos silvestres e exóticos de médio e grande porte	R\$ 5.000,00
Vidraria	Processamento e conservação de material biológico	R\$ 1.000,00
Suprimento de informática	CDs, DVDs, extensão de memória para armazenamento de videos e dados	R\$ 2.000,00
Material de papelaria	Papel, varetas e tecido para confecção de material para as atividades de divulgação científica	R\$ 1.000,00
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 39.780,00</b>
<b>Despesas acessórias</b>		
Taxa de importação	Importação de registradores automáticos de lençol freático	<b>R\$ 3.333,00</b>
<b>Pagamento de Terceiros</b>		
<b>Item</b>	<b>Descrição/Justificativa</b>	
Transporte e coleta de amostras	Apoio de técnico de campo habilitado a conduzir veículo tracionado e embarcações	R\$ 11.000,00
Aluguel de veículo	Para realização das coletas em campo e atividades de Educação Ambiental e Divulgação Científica nos municípios de Macaé, Carapebus e Quissamã	R\$ 14.000,00
Análises moleculares	Serviço de sequenciamento de DNA	R\$ 2.000,00
Análises de solo	Análise de parametros físico-químicos do solo	R\$ 18.300,00
Manutenção de Equipamentos e troca de peças	Cromatógrafo gasoso, HPLC e Carbon Analyzer (TOC), Espectrofotômetro e artefatos de pesca	R\$ 18.000,00
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 63.300,00</b>
<b>Diárias e Passagens</b>		
<b>Quantidade</b>	<b>Descrição/Justificativa</b>	
420 diárias de R\$150,00	Manutenção de equipe em trabalho de campo (alimentação e hospedagem).	R\$ 63.000,00
2 passagens	Rio de Janeiro-Brasília-Rio de Janeiro, para participação nas reuniões de acompanhamento do projeto no CNPq e Frankfurt-Rio de Janeiro-Frankfurt para visita técnica de colaborador alemão	R\$ 4.000,00
		<b>R\$ 67.000,00</b>
<b>CAPITAL</b>		
<b>Equipamentos e Material Permanente</b>		
<b>Justificativa</b>		
Tru-track data logger	Para avaliação de parâmetros do lençol freático(13320+3333,00)	R\$ 13.320,00
Microscópio	Para análises de identificação de invertebrados	R\$ 8.000,00
Kit vara de manobra telescópica	Equipamento para coleta de material vegetal arbóreo	R\$ 2.600,00
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 23.920,00</b>
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>R\$ 197.333,00</b>

O Orçamento (Total R\$ 197.333,00) representa os recursos mínimos necessários para garantir as necessidades básicas do desenvolvimento das pesquisas ecológicas de longa duração na área do PARNA Restinga de Jurubatiba por 48 meses. Neste projeto de pesquisa se prevê a continuidade do monitoramento dos parâmetros relacionados a ciclagem de materiais e das populações. Estudos com grupos até então pouco contemplados (e.g. insetos, poliquetas) passam a integrar a presente proposta, uma vez que a minimização dos gastos com atividades de campo sincronizadas e com o mínimo de pessoal possível passam a ser priorizadas. Cabe salientar que grande parte deste orçamento será investido na contratação de serviço de terceiro para transporte das equipes para as campanhas regulares. O exíguo valor do recurso não possibilita a compra de um veículo tracionado, o qual é essencial para acessar as áreas de vegetação de restinga e a margem das lagoas costeiras, distantes de rodovias. O

pagamento pelo sequenciamento molecular de amostras, análise de solo e manutenção regular dos equipamentos dos Laboratórios Integrados de Ecologia Aquática e Genética Molecular também estão previstos.

Dessa forma, este orçamento prevê a compra de insumos para transporte das equipes, coleta e manutenção das amostras biológicas, material para processamento das amostras de água, pequeno aumento no número de armadilhas fotográficas, e material para as atividades de divulgação científica e educação ambiental. As diárias serão empregadas na manutenção da equipe no campo, cobrindo os gastos com hospedagem e alimentação, uma vez que amostragens de dez dias seguidos de campo se fazem necessárias para os vertebrados e outras mais breves, porém mais frequentes para os estudos de fenologia. O valor destinado à compra de passagens visa garantir o transporte do coordenador do Sítio RLaC para as duas reuniões de acompanhamento do projeto no CNPq, bem como a vinda de um pesquisador alemão, que está auxiliando na implementação dos estudos do efeito do lençol freático nos processos de decomposição da biomassa vegetal na restinga. Sua visita anterior, em 2014, foi custeada por outras fontes.

Os três equipamentos a serem adquiridos serão empregados em três abordagens diferenciadas do projeto: na implementação das pesquisas com a variação do lençol freático (*data loggers* a serem importados), microscópio para identificação taxonômica da fauna de Polychaeta, e estrutura para coleta de material vegetal arbóreo.

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

De acordo com seu Regimento (Resolução de Março de 2006), o NUPEM/UFRJ tem por objetivos, através da abordagem integrada e multidisciplinar nas áreas das Ciências Ecológicas e Ambientais, criar, desenvolver, fortalecer e difundir as atividades de pesquisa, de extensão e de treinamento de interesse da Universidade Federal do Rio de Janeiro ou de instituições públicas ou privadas, com foco nas regiões de abrangência do Município de Macaé – RJ e adjacências. Assim, suas ações estão voltadas para a melhoria da qualidade de vida e para o crescimento sustentável da Bacia de Campos, uma região que nas últimas décadas tem sido fortemente impactada pela indústria petrolífera. O primeiro curso de graduação da UFRJ no interior do Estado do Rio de Janeiro foi implementado em 2006 no NUPEM/UFRJ, antes mesmo da consolidação do *campus* UFRJ-Macaé, através do Instituto de Biologia. Para sua implantação dentro do plano de expansão do MEC, o NUPEM/UFRJ e o Instituto de Biologia buscaram parcerias com a prefeitura municipal de Macaé e com a iniciativa privada, principalmente com a Petrobras. Estas parcerias têm sido de extrema relevância para o sucesso do processo de interiorização do Ensino Público Superior no Estado do Rio de Janeiro,

uma vez que contemplam os pilares indissociáveis da Universidade: a pesquisa, o ensino e a extensão.

Atualmente, o NUPEM/UFRJ se constitui num centro multidisciplinar do *campus* UFRJ-Macaé, com atuação expressiva na formação de profissionais na área sócioambiental, além de ter se tornado um elemento indispensável para o estabelecimento de políticas públicas nos municípios da Bacia de Campos, que atravessam uma fase de profundas transformações econômicas, sociais e em especial ambientais. Um exemplo concreto da atuação dos pesquisadores foram os subsídios científicos levantados durante anos de pesquisas nos ecossistemas da região e que motivaram a criação do PARNA Restinga de Jurubatiba em 1998. Pesquisas em áreas de proteção municipais, tais como Arquipélago de Sant'Anna, o Parque Atalaia, Reserva Biológica União, as lagoas costeiras da Bacia de Campos, o monitoramento da biota e limnologia na área do Terminal de Cabiúnas (Transpetro) e adjacências, as análises críticas efetuadas sobre os EIA/RIMA da licença do Terminal Portuário de Macaé TEPOR, previsto para instalação na zona de amortecimento com o PARNA Restinga de Jurubatiba, e participação no Conselho do PARNA Restinga de Jurubatiba e Conselho Municipal de Meio Ambiente de Macaé são apenas alguns dos exemplos atuais das áreas de inserção dos integrantes da equipe proponente na demanda ambiental da região.

Além dos cursos de Graduação em Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas nos períodos Vespertino-Noturno e integral, respectivamente, e dos cursos de Mestrado e Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Conservação, criado em 2011, o NUPEM/UFRJ oferece uma série de atividades e cursos de extensão que visam à formação continuada de educadores do Ensino Fundamental e Médio. A atuação do NUPEM/UFRJ através destes mecanismos tem contribuído fortemente para a formação da consciência ambiental, da cidadania plena e de divulgação científica com o recém criado Espaço Ciência, originalmente financiado pela FAPERJ através do edital "Difusão e Popularização da Ciência e Tecnologia no Estado do Rio de Janeiro", de 2007. Dentre as atividades desenvolvidas pelo corpo docente e seus estagiários destacam-se aquelas voltadas aos jovens, nas quais são transmitidos conceitos de Ecologia e de cidadania de forma inovadora e considerando as características dos ecossistemas da Bacia de Campos. Também merecem destaque os cursos ministrados a professores da rede municipal e estadual e que visam sua capacitação através de conceitos ecológicos inseridos na abordagem regional.

Criado como órgão suplementar do Centro de Ciência da Saúde (Resolução 14/2005), desde março de 2006, o NUPEM/UFRJ localiza-se numa área de 12.000 metros quadrados doados pela Prefeitura Municipal de Macaé à UFRJ. Sua sede de 2.888 metros quadrados abriga catorze laboratórios multiusuários, um laboratório integrado de Química, um laboratório

de microscopia equipado com microscópios ópticos e estereoscópicos, um biotério aquático, um biotério para organismos terrestres sendo finalizado, salas de aula, de estudos e de multimídia, auditório, biblioteca, sala de coleções (zoológica e botânica), gabinetes de trabalho (docentes, pesquisadores visitantes e funcionários administrativos), alojamento para pesquisadores (80 leitos), o Espaço Ciência NUPEM/UFRJ, sanitários, cozinha, refeitório, quadra poliesportiva e garagem. Parte das disciplinas de outros cursos da UFRJ do *campus* avançado Macaé tais como Farmácia, Nutrição, Medicina, e Licenciatura em Química têm utilizado estas instalações (especialmente laboratórios e salas de aula).

Para a realização do presente projeto de pesquisa científica, o apoio de cinco técnicos de laboratório, dois biólogos, e a infraestrutura laboratorial, equipamentos para análises e realização das coletas serão disponibilizados pelo NUPEM/UFRJ (detalhados abaixo), adquiridos no âmbito do projeto PELD e através de outros projetos de pesquisa.

1. Zoologia: 2 Balanças, 5 Lupas, 3 Microscópios, Armadilhas Sherman e Tomahawk, armadilhas fotográficas; GPS, 2 Binóculos, Redes de neblina, Redes de arrasto, Tarrafas, Redes de espera, Freezers;
2. Genética: Autoclave, 1 Geladeira, 1 Freezer, Balança semi-analítica, Capela exaustora, 2 Centrífugas, 1 Vortex, 1 *Shaker*, 1 Forno de microondas, 1 *Cross-linker*, Blocos de aquecimento, 1 Estufa bacteriológica, 1 Estufa de incubação, 1 BOD, 1 Estufa de esterilização, 1 Estação de PCR, 1 Termociclador, 1 Câmara de fluxo laminar, Placas de aquecimento e agitação, Fontes e cubas de eletroforese, 1 Transiluminador, 1 Fotodocumentador de géis.
3. Físico-química da água: 2 Analisadores de Carbono (TOC-500 Shimadzu) e de Nitrogênio; 2 Bombas a vácuo, 4 Câmaras para captura de gases para análise de emissão, 2 Coletores de sedimento, 2 Condutivímetros eletrônicos portáteis (Metrohm Herisau), 1 Correntômetro (ADP – Acoustic Doppler Profiler), Cromatógrafo (ICS100 Dionex), 2 Cromatógrafos gasosos (Varian Star 3400 & Shimadzu), 1 Deionizador de água, 2 Destiladores de água, 2 Discos de Secchi, 1 Ecobatímetro, 2 Espectrofotômetros (Cary 50 Bio), Espectrofluorímetro (Varian), 2 Estereomicroscópios, 2 Estufas, FIA (Flow Injection Analyzer, Ismatec), Freezers (2 unidades), Kit de filtração (3 unidades), Microscópio (2 unidades), 1 Mufla, Notebook, 2 Oxímetros (ISY), 3 pHmetros portáteis (Digimed), 2 Redes de plâncton, 2 Refrigeradores, Termômetro eletrônico (Cole Parmer), Oxímetro portátil (YSI-95), Termosalinômetro portátil (YSI), 2 Turbidímetros (LaMotte 2008).
4. Divulgação Científica e Educação Ambiental: *No-breaks* de 1 kva, *scanner* de mesa de 300 DPI de resolução real (Não – interpolada), Impressora jato de tinta EPSON, Impressora laser HP, Microfone profissional, 1 Box Vídeo-Captura Game Show, 1

Projeto multimídia de 1800 lúmens e 1 Caixa de som amplificada cicotron pop-line 120, Mesa digitalizadora e Mesa de edição de vídeo.

5. Gestão dos dados e alimentação do repositório SIBBR: um desktop adquirido na chamada anterior.
6. Material de consumo: Reagentes para análises de nutrientes, Vidraria;
7. Transporte: 2 Embarcações com motor de popa, 1 reboque para embarcação.

Bolsas de Iniciação Científica, Mestrado e Doutorado dos alunos participantes do projeto são financiadas pelo CNPq, CAPES, FAPERJ, Extensão PR5-UFRJ e FUNEMAC (órgão municipal de fomento à educação de Macaé).

As instituições parceiras (UEM Sítio PIAP; FURG Sítio ELPA), contam com equipamentos e recursos similares, capazes de processar o material de amostragens realizadas em regime de colaboração.

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

São listadas abaixo as parcerias estabelecidas, que contribuirão para o desenvolvimento do presente projeto:

***Parcerias Estabelecidas e compromisso de interações com outros Sítios PELD:***

. Universidade Estadual de Maringá (Sítio PIAP) – Parceira nas análises da composição das comunidades zoobentônicas dos ambientes lênticos estabelecida com a coordenadora Dra. Claudia da Costa Bonecker.

. Universidade Federal do Rio Grande (Sítio ELPA) – Parceria nas análises de dinâmica populacional de espécies de peixes em lagoas costeiras, estabelecidas com o Dr. Alexandre Miranda Garcia.

***Parcerias Estabelecidas com Outros Centros de Pesquisa da Área:***

. Laboratório de Ecologia de Peixes/UFRJ.

. Laboratório de Limnologia/UFRJ.

. Institut für Ökosystemforschung / Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Germany

***Colaborações Estabelecidas entre Pesquisadores:***

Prof. Ilzimar Bandeira Rodriguez (Prefeitura Municipal de Macaé) – O Prof. Ilzimar coordena o Projeto 127 na comunidade fronteira ao PARNA Restinga de Jurubatiba e que envolve a produção de vídeos educativos com alunos da rede pública de ensino, colaborando com o Prof. Rafael Nogueira.

Prof. Dr. Marco Antonio Teixeira Gonçalves (IFCS/UFRJ) – O Dr. Marco Antonio colabora com

a Profa. Christine Ruta na investigação de linguagens capazes de formular novas possibilidades para veicular o conhecimento através de imagens nas Ciências Sociais.

Prof. Dr. Joachim Schrautzer, Dept. Applied Ecology/ Institute for Ecosystem Research, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Germany – O referido professor colabora com o Prof. Rodrigo Lemes Martins no sentido de orientar e avaliar os dados de medição do lençol freático em correlação com os estudos de comunidade vegetal.

Prof. Dr. Nathan Oliveira Barros (UFJF) – O Dr. Nathan vem desenvolvendo, em parceria com o Dr. Marcos Paulo Barros, os estudos da dinâmica temporal do ciclo do carbono e metano em lagoas costeiras.

Dra. Ika Djukic, Ecosystem Research & Environmental Information Management - Österreich/Austria – A Dra. Ika coordena o experimento global conhecido como “TeaComposition initiative” que será desenvolvido pelo professor Prof. Rodrigo Lemes Martins e pelo doutorando Anderson da Rocha Gripp.

Dr. Francesco de Bello, Institute of Botany, Department of Botany, Faculty of Sciences, University of South Bohemia České Budějovice, Czech Republic – O professor colabora diretamente nos estudos de ecologia funcional da vegetação de restinga e seus processos adaptativos cooperando com o Professor Rodrigo Lemes Martins e com o estudante de doutorado Luís Eduardo Guerra domingos Nogueira.

- 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;

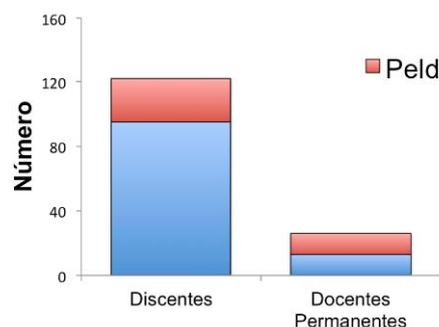
Historicamente, o desenvolvimento do Programa PELD teve forte vínculo com importantes Programas de Pós-Graduação em Ecologia no país, como o Programa de Pós-Graduação em Ecologia da UFRJ (PPGE/UFRJ, Conceito 6 na Avaliação da CAPES). Neste programa, diversas dissertações de Mestrado e teses de Doutorado foram desenvolvidas baseadas em estudos das populações, comunidades e ecossistemas do PARNA Restinga de Jurubatiba desde a implantação do Sítio RLaC, em 1999. Na presente proposta, o vínculo com programa de pós-graduação da UFRJ mencionado será mantido, pois vários professores participantes estão credenciados e orientam atualmente mestrandos e doutorandos cujas dissertações e teses versam sobre o projeto PELD Sítio RLaC:

- . Dra. Ana Cristina Petry
- . Dra. Érica Pellegrini Caramaschi
- . Dr. Francisco de Assis Esteves
- . Dr. Reinaldo Luis Bozelli

Em 2011, um anseio dos pesquisadores do PELD Sítio-RLaC e do Núcleo em Ecologia

e Desenvolvimento Sócioambiental de Macaé foi concretizado: o lançamento do programa de Mestrado Interdisciplinar em Ciências Ambientais e Conservação (PPGCiaC), coordenado pelo Prof. Pablo Rodrigues Gonçalves, integrante do PELD Sítio-RLaC. Em sua sexta turma de Mestrado e terceira de Doutorado (ambos Conceito 4 na Avaliação da CAPES), o PPG-CiAC contabiliza 27 de 122 dissertações e teses realizadas no âmbito do Sítio RLaC, sendo que 50% do quadro de professores do quadro permanente do programa (13 de 26) compõe a equipe proponente desta proposta:

- . Dr. Francisco de Assis Esteves
- . Dra. Ana Cristina Petry
- . Dra. Christine Ruta
- . Dra. Érica Pellegrini Caramaschi
- . Dr. Fabio Di Dario
- . Dra. Laura Isabel Weber da Conceição
- . Dra. Lísia Mônica de Souza Gestinari
- . Dr. Marcos Paulo Figueiredo de Barros
- . Dr. Michael Maia Mincarone
- . Dr. Pablo Rodrigues Gonçalves
- . Dr. Reinaldo Luiz Bozelli
- . Dr. Rodrigo Lemes Martins
- . Dra. Tatiana Ungaretti Paleo Konno



**Figura 2. Inserção do projeto PELD (vermelho) no número de alunos que desenvolvem suas dissertações e teses e professores do quadro permanente no Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Conservação da UFRJ Macaé, criado em 2011.**

Outros cinco Programas de Pós-Graduação terão vínculo com esta proposta: os Programas de Pós-Graduação Ecologia da UFJF (PPGE-UFJF), Botânica e Zoologia do Museu Nacional/UFRJ, Ecologia da UFJF (PPGE-UFJF) e Ciências Ambientais da UEM (PEA).

- . Dra. Ana Cristina Petry – PPGE/UFRJ
- . Dra. Christine Ruta - PPGZOO/MN/UFRJ
- . Dra. Tatiana U P Konno – PPGE/UFJF



PPG-CIAC - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
**CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
E CONSERVAÇÃO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - CAMPUS MACAÉ

Macaé, 08 de setembro de 2016.

Para Prof. Dr. Francisco de Assis Esteves  
Coordenador proponente da Chamada CNPq/Capes/FAPs/BC-Fundo Newton/PELD no.  
15/2016.

**DECLARAÇÃO**

Em nome do "Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Conservação", Universidade Federal do Rio de Janeiro, manifesto total apoio e concordância com o Projeto "*Mudanças Climáticas Globais e o Funcionamento dos Ecossistemas Costeiros da Bacia de Campos: Uma Perspectiva Espaço-Temporal*" coordenado pelo Prof. Francisco de Assis Esteves e submetido à Chamada CNPq/Capes/FAPs/BC-Fundo Newton/PELD no. 15/2016.

Ressalto que este é um dos projetos estruturantes e fundamentais ao nosso Programa de Pós-Graduação, pois dele participam diversos docentes credenciados no Programa e discentes de Mestrado e Doutorado, que desenvolvem suas dissertações e teses relacionadas à temática central do projeto.

Cordialmente,



Prof. Dr. Fabio Di Dario  
Coordenador, PPG-CiAC/UFRJ

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:

**NUPEM/UFRJ**  
Núcleo em Ecologia e Desenvolvimento Sócio-Ambiental de Macaé

---

Macaé, 08 de Setembro de 2016.

Ao Coordenador do PELD Sítio-RLaC  
Prof. Dr. Francisco de Assis Esteves

REF.: Chamada CNPq/Capes/FAPs/BC-Fundo Newton/PELD no. 15/2016 Pesquisa Ecológica de Longa Duração

**CARTA DE APOIO**

Na qualidade de instituição executora e visando garantir as condições para a manutenção do Sítio PELD RLaC, o Núcleo em Ecologia e Desenvolvimento Socioambiental de Macaé (NUPEM/UFRJ) se compromete em apoiar o desenvolvimento do projeto de pesquisa "MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS E O FUNCIONAMENTO DOS ECOSISTEMAS COSTEIROS DA BACIA DE CAMPOS: UMA PERSPECTIVA ESPAÇO-TEMPORAL", submetido ao CNPq em referência a Chamada CNPq/Capes/FAPs/BC-Fundo Newton/PELD no. 15/2016 (Apoio a projetos no âmbito do Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração (PELD)) a ser executado no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ, Sítio RLaC desde 1999.

Para isto, os pesquisadores do referido projeto contarão com a estrutura física de:

- 1- Um biotério aquático: para manutenção e experimentação animal.
- 2- Doze laboratórios multiusuários: para processamento das amostras.
- 3- Um laboratório de imagens e aparelho de raio x: para fotodocumentação do material.
- 4- Um laboratório de multimídia: para a produção de material cinematográfico.
- 5- Coleções Zoológica e Botânica: para depósito de material biológico.
- 6- Espaço Ciência: para exposição e realização de atividades de educação ambiental e divulgação científica.
- 7- Auditório, biblioteca, laboratório de informática, salas de aula, alojamento para pesquisadores (80 leitos), sanitários, cozinha, refeitório e garagem.

Os equipamentos instalados nesses laboratórios, que foram adquiridos desde 2006 a partir dos projetos de pesquisa desenvolvidos pelos pesquisadores do NUPEM/UFRJ estarão à disposição da equipe do Sítio-RLaC. Estes envolvem balanças, lupas e microscópios, armadilhas para peixes e pequenos mamíferos, armadilhas fotográficas, redes para coleta de fito e zooplâncton, dragas, freezers, autoclaves, geladeiras, microondas, estufas e estação de PCR, cromatógrafos líquidos e gasosos, analisadores de Carbono e Nitrogênio, bombas, medidores multiparâmetros limnológicos eletrônicos portáteis, deionizadores e destiladores de água, espectrofotômetros, espectrofluorímetro, kits de filtração, filmadora e câmeras fotográficas.

Adicionalmente, o NUPEM/UFRJ se compromete em disponibilizar o apoio de quatro técnicos de laboratório e dois biólogos para auxiliar nas atividades laboratoriais e campo nas pesquisas desenvolvidas no âmbito do Sítio-RLaC, além de duas embarcações motorizadas e reboque para os deslocamentos nos ambientes aquáticos.

Atenciosamente,

  
Prof. Dr. Rodrigo Nunes da Fonseca  
Diretor do NUPEM/UFRJ

---

Avenida São José do Barreto, S/N, Barreto, Macaé/RJ (atrás do Centro de Convenções)  
CEP: 27971-550, Caixa Postal: 119.331, Tel.: (22) 2759.3431 / 2762.9313 / 2579.3420

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

privadas;

- 1 - Projeto: Mapeamento da sensibilidade ambiental ao óleo na Bacia Marítima de Campos  
Órgão Fomento: CNPq  
Valor: R\$ 570.000,00
- 2 – Projeto: Apoio emergencial à manutenção e conservação da Coleção de Peixes do NUPEM (UFRJ-Macaé)  
Órgão Fomento: FAPERJ (APQ4 - Apoio à Infraestrutura de Acervos)  
Valor: R\$ 34.500,00
- 3 - Projeto: Uso de indicadores biológicos e do manejo da macrófita aquática *Typha domingensis* Pers. na mitigação de impactos antrópicos e na recuperação das condições ambientais de bacias hidrográficas de lagoas costeiras  
Órgão de Fomento: CNPq  
Valor: R\$ 569.417,20
- 4 - Projeto: CAPES/NOVOS TALENTOS/Processo 2263/2013 - Universidade e Escolas Públicas no Interior do Rio de Janeiro: Implementação de Novas Redes Regionais na Difusão do Conhecimento Científico.  
Valor: R\$ 199.935,65
- 5 - UFRJ/PR5/PROCULTURA/2016 - 10 do Scientificarte - Observar para Conhecer: Construção de um modelo didático a partir do qual se possa pensar a arte enquanto forma de conhecimento, em particular na sua inspiração profunda com os seres vivos.  
Valor: R\$ 4.950,00
- 6 - UFRJ/PR5/PROCULTURA/2016 - Ações integradas do Espaço Ciência para a promoção do desenvolvimento socioambiental no Norte Fluminense.  
Valor: R\$ 5.340,00

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

<b>CUSTEIO</b>		
<b>Material de Consumo</b>		
<b>Item</b>	<b>Descrição/Justificativa</b>	<b>Valor Total</b>
Combustível (Gasolina e Diesel)	Para funcionamento de Caminhonete 4X4 (Diesel), automóvel e embarcação (gasolina) utilizado nos trabalhos de campo e atividades de extensão (Educação Ambiental e Divulgação Científica)	R\$ 10.500,00
Gases especiais (Oxigênio, ar sintético, hidrogênio, nitrogênio e CO <sub>2</sub> )	Análise de Carbono em amostras de água, sedimentos lacustres e de emissão de CO <sub>2</sub> e CH <sub>4</sub> .	R\$ 20.000,00
Potes de vidros com tampa de rosca e disco de plexan	Necessários para a estocagem dos exemplares coletados no projeto	R\$ 8.450,00
Etanol, Metanol, Solventes, padrões e pigmentos	Preservação de espécimes nas coleções e análises laboratoriais	R\$ 12.000,00
Sacos e potes de plástico	Para armazenamento de amostras de material biológico em processamento de identificação e transporte.	R\$ 1.000,00
Material de Curadoria	Processamento de amostra zoológica e botânica	R\$ 7.500,00
Filtros MiliQ (Kit)	Kit de filtragem utilizados no sistema de purificação de água destinada a análise laboratorial	R\$ 6.000,00
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 65.450,00</b>
<b>Pagamento de Terceiros</b>		
<b>Item</b>	<b>Descrição/Justificativa</b>	

Transporte e coleta de amostras	Apoio de técnico de campo habilitado a conduzir veículo tracionado e pequenas embarcações como botes infláveis e voadeiras (25HP)	R\$ 22.500,00
Aluguel de veículo	Para realização das coletas em campo e atividades de Educação Ambiental e Divulgação Científica nos municípios de Macaé, Carapebus e Quissamã	R\$ 15.000,00
Manutenção de Equipamentos e troca de peças	Cromatógrafo gasoso, HPLC e Carbon Analyzer (TOC), Espectrofotômetro, entre outros e artefatos de pesca	R\$ 20.500,00
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 58.000,00</b>
<b>Diárias e Passagens</b>		
<b>Quantidade</b>	<b>Descrição/Justificativa</b>	
350 diárias de R\$150,00	Manutenção de equipe em trabalho de campo (alimentação e hospedagem).	R\$ 52.500,00
Passagens aéreas	Para quatro visitas técnicas de colaboradores	R\$ 6.500,00
		<b>R\$ 52.500,00</b>
<b>CAPITAL</b>		
<b>Equipamentos e Material Permanente</b>		
<b>Justificativa</b>		
Termistor	Medição de parâmetros abióticos em campo (OD, Salinidade, Temperatura)	R\$ 15.000,00
Estufa	Secagem de material biológico (material vegetal e musculo)	R\$ 7.500,00
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 22.500,00</b>
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 198.450,00</b>

O Orçamento (Total R\$ 198.450,00) representa uma parcela de recursos necessários para complementar o orçamento básico do projeto, a ser suprido pelo CNPq, de forma a garantir a manutenção das pesquisas ecológicas de longa duração na área do PARNA Restinga de Jurubatiba pelos próximos 48 meses. O Sítio RLaC representa o mais antigo sítio de pesquisas de longo prazo no âmbito do programa PELD no Estado do Rio de Janeiro. Dessa forma, se prevê a continuidade do monitoramento dos parâmetros relacionados à ciclagem de materiais e das populações, que são desenvolvidos nos últimos 17 anos. Contando com o recurso aportado pela FAPERJ esta proposta ampliou os táxons monitorados, a despeito da redução drástica dos recursos previstos. Para isto, buscará minimizar ainda mais as despesas com as atividades de campo, buscando sincronia na estadia das equipes e maximização dos esforços empreendidos em campo.

O orçamento prevê campanhas de campo sincronizadas e com o mínimo de pessoal possível. Uma parte relevante deste orçamento será investido na contratação de serviço de terceiro para transporte das equipes para as campanhas regulares, uma vez que esta FAP não prevê a aquisição de veículo, além do valor exíguo do CNPq, que não comporta a compra de um veículo tracionado, o qual é essencial para acessar as áreas de vegetação de restinga e a margem das lagoas costeiras, distantes de rodovias. A manutenção regular dos equipamentos dos Laboratórios Integrados de Ecologia Aquática e Genética Molecular também está prevista. Os insumos a serem adquiridos servirão para transporte das equipes, coleta e manutenção das amostras biológicas e processamento das amostras de água. As diárias serão empregadas na

manutenção da equipe no campo, cobrindo os gastos com hospedagem e alimentação, uma vez que amostragens de dez dias seguidos de campo se fazem necessárias para os vertebrados e outras mais breves, porém mais frequentes para os estudos de fenologia. O valor destinado à compra de passagens visa garantir o transporte de quatro pesquisadores colaboradores, um a cada evento anual de integração e avaliação parcial do andamento do projeto, a ser realizado na sede do PARNA Restinga de Jurubatiba. Os dois equipamentos a serem adquiridos, um deles para o registro de parâmetros aquáticos e outro para o dessecamento de material animal e vegetal serão compartilhados pela equipe de pesquisadores.

Por fim, cabe ressaltar que a inclusão de dois sistemas aquáticos limítrofes ao PARNA Restinga de Jurubatiba, a Lagoa Feia, o maior corpo lântico do Estado do Rio de Janeiro e a Lagoa Imboassica, a lagoa costeira com o maior número de investigações científicas do Brasil só será possível com o apoio da FAPERJ a este projeto de pesquisa. Considerando que ambientes desempenham papéis ecossistêmicos e socioambientais complementares, se faz necessária a implementação de estudos (no caso da Lagoa Feia) e a continuidade dos mesmos (no caso da Lagoa Imboassica). Os estudos com a fauna de peixes das lagoas costeiras do Sítio RLaC realizados até o presente contemplaram a ocorrência de dois períodos extensos de estiagem, com o dessecamento de uma dezena de corpos lânticos. Infelizmente, compreender o papel relativo da Lagoa Feia como a mais provável fonte dos indivíduos colonizadores desses sistemas nos períodos de maior precipitação depende de estudos sistemáticos de ictiologia nesse corpo d'água do Norte Fluminense. Esta constatação destoa do grande conhecimento do funcionamento da Lagoa Imboassica, situada no limite urbano do município de Macaé e sujeita aos mesmos impactos antrópicos (e.g. abertura da barra arenosa, lançamento de efluentes in natura, edificações nas margens, crescimento desordenado em sua microbacia) que experimentaríamos as lagoas do PARNA Restinga de Jurubatiba, caso estas não estivessem inseridas na área de conservação, representando um controle passível de comparações.

- 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).

NA.

**q) Referências**

Alford, R.A. S.J. Richards. 1999. Global amphibian declines: a problem in applied ecology. Annual Review of Ecology and Systematics. 30, 133-165.

- Alaux, J., L. Brunet, C. Dussaubat, F. Mondet, S. Tchamitchan, M. Cousin, J. Brillard, A. Baldy, L. P. Belzunces, Y. Le Conte. 2010. Interactions between *Nosema* microspores and a neonicotinoid weaken honeybees (*Apis mellifera*). *Environ. Microbiol.* 12, 774–782.
- Alencar, J. C. 1988. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* Hayne - Leguminosae, na Amazônia Central. IV. Interpretação de dados fenológicos em relação a elementos climáticos. *Acta Amazônica* 18, 199-209.
- Alencar J. C., R. A. Almeida, N. P. Fernandes. 1979. Fenologia de espécies florestais em Floresta Tropical Úmida de Terra Firme na Amazônia Central. *Acta Amazônica* 9, 163-198.
- Almany G.R., S. R. Connolly, D. D. Heath, J. D. Hogan, G. P. Jones, L. J. McCook, M. Mills, R. L. Pressey, D. H. Williamson. 2009. Connectivity, biodiversity conservation and the design of marine reserve networks for coral reefs. *Coral Reefs* 28(2), 339–351.
- Araújo, D.S. D., F. R. Scarano, C. F. C. SÁ, B. C. Kurtz, H. T. L. Zaluar, R. C. M. Montezuma, R. C. Oliveira. 1998. Comunidades vegetais do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. In: Esteves, F. A., L. D. Lacerda (eds). *Ecologia de restingas e lagoas costeiras*. Rio de Janeiro: Nupem-UFRJ. Pp. 39–62.
- Araújo, F. G., M. C. C. Azevedo. 2001. Assemblages of southeast-south Brazilian coastal systems based on the distribution of fishes. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 52, 729–738.
- Araújo, R. S., F. C. M. Pina-Rodrigues, F. Frazão, M. Machado, C. Duarte. 2002. Deposição de serapilheira em três modelos de revegetação de áreas degradadas, na reserva biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, RJ. Rio de Janeiro: Departamento de Ciências Ambientais, USU/RJ.
- Barbosa, J. H., S. M. Faria. 2007. Aporte de Serrapilheira ao Solo em Estágios Sucessionais Florestais na Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. In: Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu.
- Beisner, B. E., P. R. Peres-Neto, E. S. Linstrom, A. Barnett, M. L. Longhi. 2006. The role of environmental and spatial processes in structuring lake communities from bacteria to fish. *Ecology* 87, 2985-2991.
- Bergallo, H. G., F. Martins-Hatano, D. Raíces, T. T. L. Ribeiro, A. G. Alves, J. L. Luz, R. Mangolin, M. A. R. Mello. 2004. Os mamíferos da restinga de Jurubatiba. In: Rocha, C. F. D., F. A. Esteves, F. R. Scarano (eds). *Pesquisas de Longa Duração na Restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação*. São Carlos: RiMa. Pp. 215-230.

- Borcard, D, P. Legendre, P. Drapeau. 1992. Partialling out the spatial component of ecological variation. *Ecology* 73, 1045–1055.
- Borcard, D, P. Legendre. 2002. All-scale spatial analysis of ecological data by means of principal coordinates of neighbour matrices. *Ecol Modell* 153, 51–68.
- Bondavalli, C., A. Bodini, G. Rossetti, S. Allesin. 2006. Detecting stress at the whole-ecosystem level: the case of a mountain lake (Lake Santo, Italy). *Ecosystems* 9, 768-787.
- Bradley, N. L., A. C. Leopold, J. Ross, W. Huffaker. 1999. Phenological changes reflect climate change in Wisconsin. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96, 9701-9704.
- Brown, K. S. 1997. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. *Journal of Insect Conservation* 1, 25-42.
- Campbell, H. W., S. P. Christman. 1982. Field techniques for herpetofaunal community analysis. Pp. 193-200. In: Scott, M. Jr. (Ed.). *Herpetological communities*. U. S. Fish Wild Serv. Wildl. Res. Rep. 13, vi + 239p.
- Cangiano T., M. Dellagrecia, A. Fiorentino, M. Isidori, P. Mònaco, A. Zarrelli. 2001. Lactone diterpenes from the aquatic plant *Potamogeton natans*. *Phytochemistry* 56, 469-473.
- Cavas L., K. Yurdakoc. 2005. A comparative study: Assessment of the antioxidant system in the invasive green alga *Caulerpa racemosa* and some macrophytes from the Mediterranean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 321, 35–34.
- Cechin S. Z., M. Martins. 2000. Eficiência de armadilhas de queda (pitfall traps) em amostragens de anfíbios e répteis no Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 17, 729-740.
- Cerqueira R. 2000. Biogeografia das restingas. In: Esteves, F. A., L. D. Lacerda (eds). *Ecologia de restingas e lagoas costeiras*. Rio de Janeiro: Computer & Publish. Pp. 65-75.
- Cerqueira R. 2005. Fatores ambientais e a reprodução de marsupiais e roedores no leste do Brasil. *Arquivos do Museu Nacional* 63, 29-39.
- Cerqueira, R., R. Gentile, F. A. Z. Fernandez, P. S. D'Andrea. 1993. A five-year population study of an assemblage of small mammals in Southeastern Brazil. *Mammalia* 57: 507-517.
- Bergallo, H.G., Luz, J.L., Raíces, D.S., Hatano, F.H., Martins-Hatano, F. 2005. Habitat use by *Oryzomys subflavus* (Rodentia) in an open shrubland formation in Restinga de Jurubatiba National Park, RJ, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 65: 583–588.

- Carpenter, S. R., S. W. Chrisholm, C. J. Krebs, D. W. Schindler, R. F. Wright. 1995. Ecosystems experiments. *Science* 269, 324-327.
- Cechin, S.Z., M. Martins. 2000. Eficiência de armadilhas de queda (pitfall traps) em amostragens de anfíbios e répteis no Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 17, 729-740.
- Chase, J. M. 2007. Drought mediates the importance of stochastic community assembly. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104, 17430-17434.
- Collen, B., J. E. M. Baillie, 2010. *Science* 329, 140.
- Collen, B., M. Böhm, R. Kemp, J. Baillie, 2012. *Spineless: Status and Trends of the World's Invertebrates* (Zoological Society of London, London).
- Cornelissen, J. H. C., S. Lavorel, E. Garnier, S. Díaz, N. Buchmann, D. E. Gurvich, P. B. Reich, H. Steege, H. D. Morgan, M. G. A. Van der heijden, J. G. Pausas, H. Poorter, 2003. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* 51, 335–380.
- Colwell, R.K. 2013. EstimateS 9.1.0: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. University of Connecticut.
- Crepani, E., P. Hernandez Filho, Florenzano, T. G., Duarte, V. 2001. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao Zoneamento Ecológico- Econômico e ao ordenamento territorial. INPE, São José dos Campos: 2001.
- Cucherousset J., A. Carpentier, J. M. Paillisson. 2007. How do fish exploit temporary waters throughout a flooding episode? *Fisheries Management and Ecology* 14, 269-276.
- Da Costa, T. C. C., M. A. J. Oliveira, L. J. O. Accioly, F. H. B. B. da Silva. 2009. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 13, 961-974.
- Davey, A. J. H., D. J. Kelly. 2007. Fish community responses to drying disturbances in an intermittent stream: a landscape perspective. *Freshwater Biology* 52, 1719-1733.
- De Deyn, G. B., J. H. C. Cornelissen, R. D. Bardgett. 2008. Plant functional traits and soil carbon sequestration in contrasting biomes. *Ecology Letters* 11, 516-531.
- de Moraes Jr., M.M., Ruiz-Miranda, C.R., Daudt Grativol, A., Caixeta de Andrade, C., Sarmiento Lima, C., Martins, A., Beck, B.B., 2008. Os sagüis, *Callithrix jacchus* e *penicillata*, como espécies invasoras na região de ocorrência do mico-leão dourado, em: Procópio-de-Oliveira, P., Daudt Grativol, A., Ruiz-Miranda, C.R. (Eds.),

- Conservação do mico-leão-dourado: enfrentando os desafios de uma paisagem fragmentada. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, pp. 86-117.
- de Moraes Jr., M.M. 2010. Os saguis (*Callithrix* spp., Erxleben, 1777) exóticos invasores na Bacia do Rio São João, Rio de Janeiro: biologia populacional e padrão de distribuição em uma paisagem fragmentada. Tese de doutorado em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.
- De Pinna, M. C. C. 2006. Diversity of tropical fishes. In: Val AL, Val VMFA, Randall DJ (eds). Fish physiology: the physiology of tropical fishes. Elsevier, New York, Vol. 21. Pp. 47–84.
- Dean, W. 1995. With Broadax and Firebrand: The Destruction of the Brazilian Atlantic Forest. University of California Press: Berkeley.
- Dennison, W. M. 2008. Environmental problem solving in coastal ecosystems: a paradigm shift to sustainability. *Coastal and Shelf Science* 77, 185-196.
- Di Dario, F., A. C. Petry, M. M. S. Pereira, M. M. Mincarone, L. S. Agostinho, E. M. Camara, E. P. Caramaschi, M. R. Britto, 2013. An update on the fish composition (Teleostei) of the coastal lagoons of the Restinga de Jurubatiba National Park and the Imboassica Lagoon, northern Rio de Janeiro State. *Acta Limnol. Brasil.* 25, 257-278.
- Dias, A. T. C., H. T. L. Zaluar, G. Ganade, F. R. Scarano. 2005. Canopy composition influencing plant patch dynamics in a Brazilian sandy coastal plain. *Journal of Tropical Ecology* 21, 343–347.
- Dias, A. T. C., E. A. Mattos, S. A. Vieira, J. V. Azevedo, F. R. Scarano. 2006. Aboveground biomass stock of native woodland on a Brazilian sandy coastal plain: estimates based on the dominant tree species. *Forest Ecology and Management* 226, 364-367.
- Dias, G. T. de M, C. G. Silva. 1984. Geologia dos Depósitos Arenosos Costeiros Emersos - Exemplos Ao Longo do Litoral Fluminense. In: Restingas: Origem, Estruturas e Processos, 1984, Niterói. Proceedings do Simpósio Restingas: Origem, Estruturas e Processos. Niterói: Editora da Universidade Federal Fluminense, 1984. p. 47-60.
- Dietz, T., G. T. Gardner, J. Gilligan, P. C. Stern, M. P. Vandenbergh. 2009. Household actions can provide a behavioral wedge to rapidly reduce US carbon emissions. *Proceedings of the National Academy of Science* 106, 18452-18456.
- Dirzo, R., P. H. Raven. 2003. Global state of biodiversity and loss. *Annual Reviews of Environmental Resources* 28, 137-167.

- Dirzo, R., H.S. Young, M. Galetti, G. Ceballos, N.J.B. Isaac, B. Collen. 2014. Defaunation in the Anthropocene. *Science* 345, 401–406.
- Dominguez. J. M. L., A. C. S. P. Bittencourt, L. Martin. 1981. Esquema evolutivo da sedimentação quaternária nas feições deltaicas dos rios São Francisco (Se/Al), Jequitinhonha (Ba), Doce (ES), e Paraíba do Sul (RJ), *Revista Brasileira de Geociências* 11, 227-237.
- Dray, S., R. Péliissier, P. Couteron, M. J. Fortin, P. Legendre, P. R. Peres-Neto, E. Bellier, R. Bivand, F. G. Blanchet, M. De Caceres, A. B. Dufour, E. Heegaard, T. Jombart, F. Munoz, J. Oksanen, J. Thioulouse, H. H. Wagner. 2012. Community ecology in the age of multivariate multiscale spatial analysis. *Ecological Monographs* 82(3), 257-275.
- Dray, S., P. Legendre, P. R. Peres-Neto. 2006. Spatial modeling: a comprehensive framework for principal coordinate analysis of neighbor matrices (PCNM). *Ecological Modelling* 196, 483–493.
- Durner, G. M., Douglas, D. C., Nielson, R. M., S. C. Amstrup, e outros 13. 2009. Predicting 21<sup>st</sup>-century polar bear habitat distribution from global climate models. *Ecological Monographs* 79, 25-58.
- Eberhardt, L. L., J. M. Thomas. 1991. Designing environmental field studies. *Ecological Monographs* 61, 53-73.
- Farjalla, V. F., A. M. Amado, A. L. Suhett, F. Meirelles-Pereira. 2009. DOC removal paradigms in highly humic aquatic ecosystems. *Environmental Science and Pollution Research International* 16, 531-538.
- Farjalla, V. F., F. A. Esteves, B. M. Faria. 2002. The relationship between DOC and planktonic bacteria in tropical coastal lagoons. *Archiv fur Hydrobiologie* 156, 97-119.
- Fassebender, H. W. 1993. Modelos edafológicos de sistemas agroflorestales. 2 ed. Turrialba, Costa Rica: Centro agronómico tropical de investigación y Enseñanza. 491p.
- Felice, B. C. 2014. Dinâmica de metacomunidades de peixes em ecossistemas costeiros: uma abordagem com lagoas e poças do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal do Rio De Janeiro.
- FIDERJ. 1978. *Indicadores climatológicos: sistema de informação para o planejamento estadual*. Rio de Janeiro, Brasil, SECPLAN.
- Figueiredo-Barros, M. P., A. Caliman, J. J. F. Leal, R. L. Bozelli, V. F. Farjalla, F. A. Esteves. 2009. Benthic bioturbator enhances CH<sub>4</sub> fluxes among aquatic compartments and

- atmosphere in experimental microcosms. *Canadian Journal Fisheries and Aquatic Sciences* 66, 1649-1657.
- Flexor, J. M., L. Martin, K. Suguio, J. M. L. Dominguez. 1984. Gênese dos cordões litorâneos da parte central da costa brasileira. In: Lacerda, L. D., D. S. D. De Araújo, R. Cerqueira, B. Turcq (orgs). Restingas: Origem, Estrutura e Processos. Niterói: CEUFF. Pp.425-440.
- Folharini, S. O. 2015. Análise geológica do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e sua zona de amortecimento terrestre utilizando geoprocessamento. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Campinas.
- Fox, R. et al. 2014. *J. Appl. Ecol.* 10.1111/1365-2664.12256.
- Franco, F. L., M. G. Salomão, P. Auricchio. 2002. Coleta e preparação de répteis para coleções científicas: considerações iniciais. Pp. 77-115. In: Auricchio P, Salomão MG. (orgs.). Técnicas de coleta e preparação de vertebrados. Instituto Pau-Brasil de História Natural e Terrabrasilis Editora, São Paulo.
- Freire, P. 1979. Extensão ou comunicação? 4ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Gallai, N., J.-M. Salles, J. Settele, B. E. Vaissière. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecol. Econ.* 68, 810–821.
- Gelwick, F. P., S. Akin, D. A. Arrington, K. O. Winemiller. 2001. Fish assemblage structure in relation to environmental variation in a Texas Gulf coastal wetland. *Estuaries* 24, 285–296.
- Golley, F. B., J. McGinnis, R. G. Clemments, G. I. Child, M. Deuver. 1978. Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida. São Paulo: EPU/Ed. da Universidade de São Paulo. 256p.
- Gotelli, N.J., C. M. Taylor. 1999. Testing metapopulation models with stream-fish assemblages. *Evolutionary Ecology Research* 1, 835–845.
- Goulson, G., C. Lye, B. Darvill. 2008. Decline and conservation of bumble bees. *Annu. Rev. Entomol.* 53, 191–208.
- Graham, N. A. J., S. K. Wilson, S. Jennings, N. V. C. Polunin, J. P. Bijoux. 2006. Dynamic fragility of oceanic coral reef ecosystems. *Proceeding of the National Academy of Sciences* 103, 8425-8429.
- Gross, M. 2008. Bee gloom deepens. *Curr. Biol.* 18, 1073.
- Guan, D. 2009. Emissions affected by trade among developing countries. *Nature* 462, 159.

- Guerra, A. J. T., S. B. Cunha. 2006. Geomorfologia do Brasil. Editora Bertrand Brasil, 392 pgs.
- Henriques, R. P. B., D. S. D. Araujo, J. D. Hay. 1986. Descrição e classificação dos tipos de vegetação da restinga de Carapebus, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Botânica* 9, 173–189.
- Heyer, W.R., M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek, M. S. Foster. 1994. Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Hewitt, J., S. Thrush. 2007. Effective long-term ecological monitoring using spatially and temporally nested sampling. *Environmental Monitoring and Assessment* 133, 295 - 307.
- Holden, C. 2006. Ecology. Report warns of looming pollination crisis in North America. *Science* 314, 397.
- Hollanda-Carvalho, P., J. I. Sánchez-Botero, E. Pellegrini-Caramaschi, R. L. Bozelli. 2003. Temporal variation of fish community richness in coastal lagoons of the Restinga de Jurubatiba Park, Rio de Janeiro, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia* 5, 31-40.
- IPCC, 2007. Climate change and its impacts in the near and long term under different scenarios. In: Pachauri, R. K., A. Reisinger (eds). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, Switzerland: IPCC. Pp. 43-54.
- IPCC. 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]*. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 p.
- IUCN, The IUCN Red List of Threatened Species (2013); available at [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org).
- Jolly, G. M. 1965. Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration - stochastic model. *Biometrika* 52, 249-259.
- Khaliwala, S., F. Primeau, T. Hall. 2009. Reconstruction of the history of anthropogenic CO<sub>2</sub> concentrations in the ocean. *Nature* 462, 346-350.
- Klein, A.-M., I. Steffan-Dewenter, T. Tschardt. 2003 Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. *Proc. R. Soc. B* 270, 955–961.

- Keuskamp, J. A., B. J. J. Dingemans, , Lehtinen, T., Sarneel, J.M. & Hefting, M.M. (2013) Tea Bag Index: a novel approach to collect uniform decomposition data across ecosystems H. Muller-Landau (Ed). *Methods in Ecology and Evolution* 4, 1070–1075.
- Kierulff, M.C.M., A.B. Rylands. 2003. Census and distribution of the golden lion tamarin (*Leontopithecus rosalia*). *American Journal of Primatology* 59, 29–44.
- Kosior, A., W. Celary, P. Olejniczak, J. Fijal, W. Król, W. Solarz, P. Plonka. 2007. The decline of the bumble bees and cuckoo bees (Hymenoptera: Apidae: Bombini) of Western and Central Europe. *Oryx* 41, 79–88.
- Krebs, C. J. 1966. Demographic changes in fluctuating populations of *Microtus californicus*. *Ecological Monographs* 36, 239-273.
- Kvalevåg, M. M., G. Myhre, C. E. Lund Myhre. 2009. *Atmospheric Chemistry and Physics* 9, 7737-7751.
- Lemos, H.D.M., C.A.O. Silva, F.D.M. Patiu, P.R. Gonçalves. 2015. Barn Owl pellets (*Aves: Tyto furcata*) reveal a higher mammalian richness in the Restinga de Jurubatiba National Park, Southeastern Brazil. *Biota Neotropica* 15, 1–9.
- Lindholm, M., D. O. Hessen. 2007. Zooplankton succession on seasonal floodplains: surfing on a wave of food. *Hydrobiologia* 592, 95–104.
- Lips, K. R., P. A. Burrowes, J. R. Mendelson, G. Parra-Olea. 2005. Amphibian population declines in Latin America: a synthesis. *Biotropica* 37(2), 222–226.
- Litzow, M.A., A. J. Hobday, S. D. Frusher, P. Dann, G. N. Tuck. 2016. Detecting regime shifts in marine systems with limited biological data: an example from southeast Australia. *Progress in Oceanography* 141, 96–108.
- Lorenz, J. J., J. E. Serafy. 2006. Subtropical wetland fish assemblages and changing salinity regimes: Implications for everglades restoration. *Hydrobiologia* 569, 401–422.
- Luyssaert S., E. D. Schulze, A. Börner, A. Knohl, D. Hessenmöller, B. E. Law, P. Ciais, J. Grace. 2008. Old-growth forests as global carbon sinks. *Nature* 455, 21-215.
- Macedo-Soares, P. H. M. M., A. C. Petry, V. F. Farjalla, E. P. Caramaschi. 2010. Hydrological connectivity in coastal systems: lessons from a Neotropical fish metacommunity. *Ecology of Freshwater Fish* 19, 7-18.
- Magalhães, L. M. S, J. C. Alencar. 1979. Fenologia do Pau-Rosa (*Aniba duckei* Kostermans) Lauraceae, em floresta primária na Amazônia Central. *Acta Amazônica* 9, 227-232.
- Martin, S. L, K. Suguio. 1989. Excursion route along the brasilian coast beetween Santos (State of São Paulo) and Campos (State of Rio de Janeiro). Special Publication nº 2 for

- Internation Symposium on Global Changes in South America during the Quaternary. São Paulo, Brasil. 136 pgs.
- Martin, L., K. Suguio, J. M. I. Dominguez, J. M. Flexor. 1997. Geologia do Quaternário Costeiro do Litoral Norte do Rio de Janeiro e Espírito Santo. 1a. ed. São Paulo – Belo Horizonte: FAPESP-CPRM - Edição Conjunta, 1997. v. 1. 112 p.
- Meserve, P.L., D. A. Kelt, M.A. Previtali, W.B. Milstead, J.R. Gutiérrez. 2011. Global climate change and small mammal populations in north-central Chile. *Journal of Mammalogy* 92, 1223–1235.
- Moraes, R. M., C. F. Rebelo, W. B. C. Delitti, Y. Struffaldi de Vuono. 1993. Serapilheira acumulada em um trecho de mata atlântica de encosta, no parque estadual da Ilha do Cardoso (São Paulo). In: Anais do III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira, Aciesp, São Paulo.
- Moura-Leite, J.C., R. S. Bérnils, S. S. A. Morato. 1993. Métodos para a caracterização da herpetofauna em estudos ambientais. In: Juncken, P.A. (Ed.). Manual de avaliação de impactos ambientais, 2. ed. Curitiba: IAP/GTZ.
- Myers, G. S. 1938. Fresh-water fishes and West Indian zoogeography. *Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution* 92, 339-364.
- Nunes, A.V., L. M. Scoss, G. L. Lessa. 2012. Composição e abundância relativa dos mamíferos terrestres de médio e grande porte do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais, Brasil. *Biotemas* 25, 205–216.
- Pagano, S. N. 1989. Produção de folheto em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 49, 633-639.
- Pagano, S. N, G. Durigan G. 2000. Aspectos da ciclagem de nutrientes em matas ciliares do oeste do Estado de São Paulo, Brasil. In: Rodrigues RR, Leitão Filho HF. (eds). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: EDUSP/FAPESP. Pp. 109-123.
- PEMC. 2009. Política Estadual de Mudanças Climáticas (Lei Estadual sancionada em 09/11/2009). Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.
- Perry, A. L., Low, P. J., J. R. Ellis, J. D. Reynolds. 2005. Climate change and distribution shifts in marine fishes. *Science* 308, 1912-1915.
- Pessôa, L. M, S. F. de Reis. 1993. A new subspecies of *Proechimys iheringi* Thomas (Rodentia: Echimyidae) from the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 58, 181-190.

- Petry, A. C., R. F. R. Guimarães, F. M. Vasconcellos, e outros 17. 2016. Fish composition and species richness in eastern South American coastal lagoons: additional support for the freshwater ecoregions of the world. *J. Fish. Biol.* 89, 280-314.
- Pimentel, M.C.P., M. J. Barros, P. Cirne, E. A. Mattos, R. C. Oliveira, M. C. A. Pereira, F. R. Scarano. 2007. Spatial variation in the structure and floristic composition of restinga vegetation in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 30, 543-551.
- Pinheiro, H.L.N. and Mendes Pontes, A.R., 2015. Home range, diet, and activity patterns of common marmosets (*Callithrix jacchus*) in very small and isolated fragments of the Atlantic Forest of northeastern Brazil. *International Journal of Ecology*, 2015, 1-13.
- Pires, A., P. K. Lira, F. A. S. Fernandez, G. Schittini, L. Oliveira. 2002. Frequency of movements of small mammals among Atlantic Coastal Forest fragments in Brazil. *Biological Conservation* 108, 229–237.
- Pires, L. A., R. M. Britez, G. Martel, S. N. Pagano. 2006. Produção, acúmulo e deposição da serrapilheira em uma floresta de restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 20, 173-184.
- Pounds, J. A., R. Puschendorf. 2004. Clouded futures. *Nature* 427, 107–109.
- Quental, T. B., F. A. S. Fernandez, A. T. C. Dias, F. S. Rocha. 2001. Population dynamics of the marsupial *Micoureus demerarae* in small fragments of Atlantic Coastal Forest in Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 17, 339–352.
- Rocha, C. F. D., F. A. Esteves, F. R. Scarano. 2004a. Pesquisas de Longa Duração na Restinga de Jurubatiba: Ecologia, História Natural e Conservação. RIMA, São Carlos.
- Rocha, C. F. D., M. Van Sluys, M. 2007. Herpetofauna de restingas. Pp. 44-65. In: L. B. Nascimento & M. E. Oliveira (Eds.). *Herpetologia no Brasil II*. Sociedade Brasileira de Herpetologia, Belo Horizonte.
- Ruiz-Miranda, C.R., Affonso, A.G., de Moraes, M.M., Verona, C.E., Martins, A. e Beck, B.. 2006. Behavioral and ecological interactions between reintroduced golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*, Linnaeus, 1766) and introduced marmosets (*Callithrix* spp., Linnaeus, 1758) in Brazil's Atlantic Coast forest fragments. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 49(1), 99-109.
- Sampaio A.B. e Schmidt, I.B.. 2013. Espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação Federais do Brasil. Número Temático Diagnóstico e Controle de Espécies Exóticas Invasoras em Áreas Protegidas. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. *Biodiversidade Brasileira* 3(2), 32-49.

- Scarano, F. R., H. M. Duarte, A. C. Franco, A. Geßler, E. A. de Mattos, M. Nahm, H. Rennenberg, H. L. T. Zaluar, U. Lüttge. 2005. Ecophysiology of selected tree species in different plant communities at the periphery of the Atlantic Forest of SE-Brazil I. Performance of three different species of *Clusia* in an array of plant communities. *Trees* 19, 497–509.
- Schindler, D. W., P. J. Curtis, B. R. Paker, M. P. Stainton. 1996. Consequences of climate warming and lake acidification for UV-B penetration in North American boreal lakes. *Nature* 379, 705-708.
- Schindler, D. W. 1998. Replication versus Realism: the Need for Ecosystem-Scale Experiments. *Ecosystems* 1, 323-334.
- Schindler, D. W. 2001. The cumulative effects of climate warming and other human stresses on Canadian freshwaters in the new millennium. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58, 18-29.
- Schmid-Hempel, R., M. Eckhardt, D. Goulson, D. Heinzmann, C. Lange, S. Plischuk, L. R. Escudero, R. Salathé, J. J. Scriven, P. Schmid-Hempel. 2013. The invasion of southern South America by imported bumblebees and associated parasites. *J. Anim. Ecol.* 83, 823–837.
- Seber, G. A. F. 1965. A note on the multiple-recapture census. *Biometrika* 52: 249-259.
- Silva, C. R. 2008. Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro, Rio de Janeiro: CPRM, 264 pgs.
- Silva M. 1984. Produção anual de serapilheira e seu conteúdo mineralógico em mata tropical de terra firme. Tucuruí – PA. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi – Botânica 1, 111-158. 1984.
- Simboura, N., A. Zenetos, A., 2002. Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystems, including a new biotic index. *Mediterranean Marine Science* 3(2), 77–111.
- Sinervo, B., F. Méndez-de-la-Cruz, D. B. Miles, B. Heulin, E. Bastiaans e outros 21. 2010. Erosion of lizard diversity by climate change and altered thermal niches. *Science* 328, 894–899.
- Snelgrove, P.V.R., C. A. Butman. 1994. Animal-Sediment relationships revisited: cause versus effect. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 32, 111-177.
- Soares de Castro, C.S. e Araújo, A. 2007. Diet and feeding behavior of marmoset, *Callithrix jacchus*. *Revista Brasileira de Ecologia*, 7, 14-19.

- Srbek-Araujo, A. C., A. G. Chiarello. 2007. Armadilhas fotográficas na amostragem de mamíferos: considerações metodológicas e comparação de equipamentos. *Revista Brasileira de Zoologia* 24, 647–656.
- Steinberg, C. E. W., S. Kamara, V. Y. Prokhotskaya, L. Manusadzianas L, e outros 9. 2006. Dissolved humic substances – ecological driving forces from the individual to the ecosystem level? *Freshwater Biology* 5, 1189-1210.
- Stevenson, M.F. and Rylands, A.B., 1988. The marmosets, genus *Callithrix*. Em: R. A. Mittermeier, A. B. Rylands, A. F. Coimbra-Filho & G. A. B. Fonseca (eds.), *Ecology and behavior of Neotropical primates*, 2<sup>nd</sup> vol. W.W.F., Washington, pp. 131-222.
- Strüssmann, C. 2000. Levantamento de anfíbios e répteis de localidades selecionadas na porção sul da planície alagável do Pantanal e Cerrado do entorno, Mato Grosso do Sul, Brasil. In: Willink, P.W. et al. (Eds.). *A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil*. Washington, D.C.: Conservation International.
- Suguio, K., L. Martin, A. C. S. P. Bittencourt, J. M. L. Dominguez, J. M. Flexor. 1985. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. *Revista Brasileira de Geociências* 15, 273-286.
- Suguio, K., L. Martin. 1987. Classificação de costas e evolução geológica das planícies litorâneas quaternárias do sudeste e sul do Brasil. In: ACIESP (org). *Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira*. Anais v. 1. Pp. 1-28.
- Suhet, A. L., A. M. Amado, A. Enrich-Prast, F. A. Esteves, V. F. Farjalla. 2007. Seasonal changes of dissolved organic carbon rates in a tropical humic lagoon: the role of rainfall as a major regulator. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 64, 1266-1272.
- Sykes, M. T. 2009. Climate changes impacts: vegetation. In: *Encyclopedia of Life Sciences*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Tavares, W. C, L. M. Pessôa, P. R. Gonçalves. 2011. New species of *Cerradomys* from coastal sandy plains of southeastern Brazil (Cricetidae: Sigmodontinae). *Journal of Mammalogy* 92(3), 645-658.
- Thomas, C. D., A. Cameron, R. E. Green, e outros 16. 2004. Extinction risk from climate change. *Nature* 427, 145–148.

- Thompson, L. G., H. H. Brecher, E. Mosley-Thompson, D. R. Hardy, B. G. Mark. 2009. Glacier loss on Kilimanjaro continues unabated. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. doi:10.1073/pnas.0906029106
- Correia, L. V. 2015. O efeito da salinidade em *Poecilia vivipara* Bloch & Schneider 1801 (Poeciliidae): explorando as variações no provisionamento materno e outras táticas reprodutivas. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal do Rio De Janeiro.
- Vieira, R. C., J. F. Felappi, R. Caruccio, L. Verrastro. 2011. Population dynamics of *Tropidurus torquatus* (Wied, 1820) (Squamata, Tropiduridae) in southern Brazil. *South American Journal of Herpetology* 6(3), 215-222.
- Vital, A. R. T., I. A. Guerrini, W. K. Franken, R. C. B. Fonseca. 2004. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. *Revista Árvore* 6, 793-800.
- Vitt, L. J., L. D. Vangilder. 1983. Ecology of a snake community in northeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 4, 273-296.
- Voss R.S., L.H. Emmons. 1996. Mammalian Diversity in Neotropical Lowland Rainforests: A Preliminary Assessment. *Bulletin of American Museum of Natural History* 230, 1-115.
- Walther, G. R., E. Post, P. Convey, A. Menzel, C. Parmesan, T. J. C. Beebee, J. M. Fromentin, O. Hoegh-Guldberg, F. Bairlein. 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature* 416, 389–395.
- Walther, G. R., A. Roques, P. E. Hulme, M. T. Sykes, e outros 25. 2009. Alien species in a warmer world: risks and opportunities. *Trends in Ecology and Evolution* 24, 686-693.
- Warwick, R.M. 1993. Environmental impact studies on marine communities: Pragmatical considerations. *Australian Journal Ecology* 18, 63–80.
- Weinstein, M. P., S. Y. Litvin, V. G. Guida, R. C. Chambers. 2009. Is global change influencing the overwintering distribution of weakfish *Cynoscion regalis*? *Journal of Fish Biology* 75, 693-698.
- Wiederhecker, H. C., A. C. S. Pinto, M. S. Paiva, G. R. Colli. 2003. The demography of the lizard *Tropidurus torquatus* (Squamata, Tropiduridae) in a highly seasonal Neotropical savanna. *Phyllomedusa* 2(1), 9-19.
- Williams, P. H., J. L. Osborne. 2009. Bumblebee vulnerability and conservation worldwide. *Apidologie* 40, 367–387.
- Williams, P. H., R. W. Thorp, L. L. Richardson, S. R. Colla, 2014. Bumble Bees of North

America: An Identification Guide (Princeton Univ. Press, Princeton, NJ).

Willis K. J., A. S. Bhagwat. 2009. Biodiversity and climate change. *Science* 326, 806-807.

Willmer, P. 2012. Pollinator-plant synchrony tested by climate change. *Curr. Biol.* 22, 131–132.

Wilson. D.E., C.F. Ascorrs, S. Solari. 1996. Bats as indicators of habitat disturbance, p.613-625. In D.E. Wilson, A. Sandoval (Eds). *Manu: The Biodiversity of Southeastern Peru*. Washington. D.C., Smithsonian Institute Press, 679p.

Xavier, M. S. 2016. Mamíferos terrestres de médio e grande porte do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba: riqueza de espécies e vulnerabilidade local. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Conservação da Universidade Federal do Rio De Janeiro.

Xenopoulos, M. A., P. R. Leavitt, D. W. Schindler. 2009. Ecosystem-level regulation of boreal lake phytoplankton by ultraviolet radiation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 66, 2002-2010.