



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**  
Centro Biomédico  
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

Felipe Bottona da Silva Telles

**Os anfíbios da restinga de Grumari, RJ, Brasil, e a comunidade de folhiço em  
duas zonas arbóreas.**

Rio de Janeiro

2011

Felipe Bottona da Silva Telles

**Os anfíbios da restinga de Grumari, RJ, Brasil, e a comunidade de folhço em  
duas zonas arbóreas.**



Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Evolução da Universidade do Estado do Rio de Janeiro como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Frederico Duarte Rocha  
Co-orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanderlaine Amaral Menezes

Rio de Janeiro  
2011

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC-A

T274 Telles, Felipe Bottona da Silva.  
Os anfíbios da restinga de Grumari (RJ), Brasil, e a comunidade de folhiço em duas zonas arbóreas / Felipe Bottona da Silva Telles. - 2011.  
78.f: il.

Orientadores: Carlos Frederico Duarte Rocha, Vanderlaine Amaral Menezes.

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes.

Bibliografia: f.74-78.

1. Anuro – Rio de Janeiro (RJ) - Teses. 2. Proteção ambiental – Rio de Janeiro (RJ) – Teses. 3. Restingas – Rio de Janeiro (RJ) – Teses. I. Rocha, Carlos Frederico Duarte da. II. Menezes, Vanderlaine Amaral. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. IV. Título.

CDU 597.8(815.2)

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação.

---

Felipe Bottona da Silva Telles

Data

Felipe Bottona da Silva Telles

**Os anfíbios da restinga de Grumari, RJ, Brasil, e a comunidade de folhiço em  
duas zonas arbóreas.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Evolução da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ecologia e Evolução.

Aprovada em 17 de fevereiro de 2011.

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Carlos Frederico Duarte Rocha (orientador)  
Departamento de Ecologia (UERJ)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Patrícia Alves Abrunhosa  
Departamento de Biologia (UFRRJ)

---

Prof. Dr. Davor Vrcibradic  
Departamento de Biologia Animal (UNIRIO)

Rio de Janeiro

2011

## DEDICATÓRIA

À minha mãe, sempre.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos componentes da banca, Patrícia Alves Abrunhosa, em especial pela pré-banca, e Davor Vricibradic por terem aceitado participar da conclusão deste estudo, e pelas contribuições valiosas ao trabalho que, com certeza, receberei.

Agradeço imensamente a minha querida co-orientadora e amiga Vanderlaine Menezes que soube me dar força quando precisei, broncas quando mereci e ensinamentos a todo o momento. Obrigado por toda a ajuda, em campo e no computador.

Aos funcionários da PPGEE e do Departamento de Ecologia, principalmente ao Henrique, Sônia e Paulo pelo auxílio na desburocratização de todas as etapas deste trabalho.

À Secretária de Meio Ambiente da Prefeitura do Rio de Janeiro, com especial agradecimento à Gerente das Unidades de Conservação Isabela Lôbo e ao funcionário e colega Jorge Pontes, pela agilidade na obtenção da autorização de pesquisa no Parque Natural Municipal de Grumari.

Ao Márcio, responsável pela sede da Prefeitura do Parque Natural Municipal de Grumari e a todos os funcionários da sede, principalmente aos vigias noturnos (os Marquinhos e Valmir), todos residentes de Grumari, pela troca de experiências e apoio concedido durante as pesquisas de campo.

A Biblioteca de Tecnologia e Ciências (CTC/A), em especial à bibliotecária Rosalina Barros, pelo auxílio na normatização desta dissertação de acordo com o sugerido pela Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD). Paciência e compreensão a faz uma funcionária muito competente.

À minha amiga e companheira de campo, Gisele Winck, por me ajudar desde o começo deste trabalho, e pela oportunidade dada de trabalhar em várias restingas do Estado do Rio de Janeiro, conhecendo melhor estes ambientes. Agradeço também pelas conversas e trocas de experiências vividas em campo.

Agradeço também à amiga e companheira de defesa, Milena Wachlevski Machado, pela ajuda na seleção de modelos, desde a idéia até a realização dos testes, ao meu lado, sempre com “insights” essenciais para a finalização do presente trabalho.

A todos os colegas de laboratório, e de fora dele, que tornaram possível a realização deste trabalho com ajuda em campo e/ou no laboratório, Gisele Winck, Vanderlaine Menezes, Thiago Dorigo, Thiago Maia, Rafael Laia, Miriam Pinto Plaza, André Silva, Carla Siqueira, Davor Vrcibradic, Leandro Sabagh (dread), Lúcio Viana, Marlon Almeida dos Santos, Luciana Fusinato, Paulo Nogueira, Liz Magalhães, Fábio, Luana, Camila, Paula, Carol, Cristiano Sato (japa), Rafael Rocha e Leo Lessa, sem vocês não teria como realizar tantos plots entre tantos espinhos e percalços.

Aos colegas de laboratório não citados acima, mas que de uma forma ou de outra ajudaram na minha adaptação em um novo ambiente de trabalho, fui muito bem recebido por vocês, Patrícia Almeida dos Santos, Maurício de Almeida Gomes, Vitor Nelson Borges Júnior, Pedro Fatorelli, Milena Wachlevski Machado, Jane Célia Ferreira de Oliveira, Mariana Rodrigues Pereira, Andreza Soares, Tatiana Motta Tavares e Leonardo Dantas.

Aos amigos de “poker nights” Pedro Fatorelli, Rafael Laia e Vitor Borges, que em poucas, porém divertidas noites gastamos com cartas e Jack.

Aos colegas da turma de mestrado que ingressaram no Programa de Pós-Graduação de Ecologia e Evolução em 2009, e que também estão finalizando mais esta etapa na vida, que todos tenham sucesso em suas defesas e mais ainda na vida. Todos nós merecemos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação de Ecologia e Evolução com quem tive o prazer de participar de suas disciplinas, assimilando os conhecimentos passados, que foram essenciais para a realização deste trabalho, e para meu crescimento como ecólogo, Helena Bergallo, Patrícia Alves Abrunhosa, Timothy Moulton, Pedro Andrade, Carlos Frederico Duarte Rocha, Oscar Rocha Barbosa, Monique Van Sluys, Mara Cíntia Kiefer e Antônio Carlos de Freitas.

Ao componente da presente banca, o Prof. Davor Vrcibradic, pela ajuda na identificação de algumas espécies de anuros encontradas na restinga de Grumari.

Ao professor Carlos Frederico Duarte Rocha, pela orientação, compreensão e palavras de apoio dadas nestes dois anos que convivemos. É um orgulho e um prazer ter um “cara” como esse sendo meu orientador, uma das melhores cabeças da ciência no Brasil. Obrigado pela oportunidade única foi realmente uma “preciosidade”.

Agradeço ao meu pai, avós e demais familiares “cariocas” que proporcionaram, de modo mais fácil, minha vinda para o Rio de Janeiro para a realização destes dois anos de trabalho. Os almoços na casa da vó ou no El Cid serão sempre meu porto seguro nessa imensa cidade. Ao meu primo Daniel Wagner e à Marina Gouveia pela ajuda na trigonometria e medição de alguns parâmetros ambientais, e também pelos momentos de descontração em Santa Tereza.

E finalmente, à pessoa que aguentou todos os momentos de angústia, euforia, nervosismo e eventuais problemas que ocorreram durante a “gestação” deste trabalho, Lilian Lustosa, minha companheira de toda hora, amiga e esposa, exemplo de integridade e profissionalismo, a futura mãe de meus filhotes, obrigado por esses dez anos de convívio, carinho e amor durante nossa vida juntos.

Duvidar de tudo ou crer em tudo, são duas soluções igualmente cômodas, que nos dispensam, ambas de refletir.

*Henri Poincaré*

## RESUMO

TELLES, Felipe Bottona da Silva. *Os anfíbios da restinga de Grumari, RJ, Brasil, e a comunidade de folhiço em duas zonas arbóreas*. 2011. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

Apesar dos habitats de restinga representarem aproximadamente 5.000 km da costa brasileira, o conhecimento disponível sobre a composição da fauna de anuros nestes habitats ainda é restrito a poucas áreas. Estes habitats encontram-se sob intensa pressão imobiliária, com uma densidade demográfica cinco vezes maior do que a média do país, levando a uma ocupação descomedida, degradação e eventual perda destes importantes habitats. Isso é especialmente preocupante para as populações de vertebrados terrestres endêmicos e ameaçados de extinção, devido à dificuldade de recuperação da vegetação das restingas. Atualmente, os remanescentes de restinga ao longo da costa brasileira são representados por fragmentos completamente isolados. Esta é a primeira aproximação da lista de anfíbios da restinga de Grumari, inserida no Parque Natural Municipal de Grumari (PNMG), município do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil. É também a primeira pesquisa a analisar a comunidade de anuros de folhiço, e a obter dados de densidade, para as restingas brasileiras. A área está situada no Domínio da Mata Atlântica. O estudo foi conduzido de maio de 2009 a dezembro de 2010 utilizando dois métodos de amostragem: parcelas grandes ou “plots” de 16 m<sup>2</sup> (4x4 m) e transecções visuais/acústicas. Registramos 22 espécies de anfíbios anuros distribuídas em seis famílias: Leptodactylidae (3), Craugastoridae (1), Bufonidae (1), Strabomantidae (1), Microhylidae (2) e Hylidae (14). Ocorreram dez espécies de anuros de folhiço em 2560 m<sup>2</sup> de chão de floresta amostrados com a metodologia de parcelas grandes durante o estudo. Na zona fechada de pós-praia ocorreram apenas sete espécies de anuros de folhiço, enquanto na mata de restinga ocorreram as dez espécies registradas para a restinga. A densidade geral estimada de anuros de folhiço para a restinga de Grumari foi de 13,1 indivíduos por 100m<sup>2</sup>, superior a cinco de seis estudos publicados com dados de densidade de anuros de folhiço na Mata Atlântica. A biomassa total estimada foi de 13131 g/ha, podendo ser considerada a maior biomassa de anurofauna de folhiço globalmente. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as zonas quanto aos parâmetros da comunidade (riqueza, densidade e biomassa), mesmo havendo diferença entre os parâmetros ambientais mensurados nas duas zonas. Os fatores que melhor explicaram a riqueza, a densidade e a biomassa na restinga de Grumari durante a estação chuvosa foram, respectivamente, a temperatura, o diâmetro das árvores/arbustos e o número de árvores/arbustos. A presença de espécies ameaçadas de extinção e endêmicas para o estado do Rio de Janeiro e Mata Atlântica evidencia que a restinga de Grumari é uma área essencial para a conservação da anurofauna dos remanescentes deste habitat no Brasil. Além disso, Grumari é a restinga com maior riqueza de espécies do estado e a segunda maior entre todas as áreas de restinga estudadas até o momento, quanto à anurofauna.

Palavras chave: Anfíbios. Anurofauna. Restinga. Mata Atlântica. Transecções. Parcelas grandes. Folhiço. Densidade. Riqueza. Biomassa. Conservação. Grumari.

## ABSTRACT

Although restinga habitats represent approximately 5000 km of the Brazilian coast, the information available about the composition of the anuran fauna present on those habitats are restricted to relatively few areas. Nowadays restinga habitats are under intense set of pressures as result of a demographic density five times higher than the average for the country leading to the occupation, degradation and eventual loss of such habitats. This is especially alarming for the threatened endemic populations of terrestrial vertebrates due to the difficulty of vegetation recovery after clearings. Presently, the remnants of these habitats along much of the eastern Brazilian coast are represented by completely isolated fragments. Herein we present the first approximation to the list of the amphibians from the *restinga* of Grumari, inserted in the Parque Natural Municipal de Grumari (PNMG), municipality of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro state, southeastern Brazil. The area is situated in the Atlantic Rainforest Biome. It's also the first study on the community of litter anuran fauna, obtaining density data, for the Brazilian restinga. The study was carried out from May 2009 to December 2010 using two sampling methods: quadrant plots (4x4 m) and acoustic/visual transects. We recorded 22 species of anuran amphibians distributed in six families: Leptodactylidae (3), Craugastoridae (1), Bufonidae (1), Strabomantidae (1), Microhylidae (2) and Hylidae (14). We found ten species of litter frogs in 2560 m<sup>2</sup> of sampled forest floor with the methodology of large plots. In the closed post-beach zone, there were only seven species of anuran leaf litter, while the *restinga* forest zone present the ten species recorded for the *restinga*. The overall density of litter frogs at the restinga of Grumari was 13.1 individuals per 100m<sup>2</sup>, more than five of six published studies on the density of litter frogs in the Atlantic Rainforest. The estimated total biomass was 13131 g/100m<sup>2</sup>, being currently the area with highest litter frog biomass on the planet. There was no statistically significant difference between the zones regarding community parameters (richness, density and biomass), even though there is difference between the environmental parameters measured in both zones. The factors that best explained the richness, density and biomass in the *restinga* of Grumari during the rainy season were, respectively, temperature, diameter of the trees/shrubs and the number of trees/shrubs. The presence of endangered and endemic species indicates that the *restinga* of Grumari is an important area for conservation of the anuran fauna in remnants of these habitats in the Rio de Janeiro state, being currently the richest known area in terms of amphibian species of all *restinga* areas in the state, and the second richest of the Brazilian *restingas* studied up to now.

Keywords: Amphibia. Anuran. *Restinga*. Atlantic Rainforest. Visual surveys. Large plots. Leaf-litter. Density. Richness. Biomass. Conservation. Grumari.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Anuros amostrados na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, e os microhabitats onde foram avistados. Fço=Folhiço; Brom=Bromélias; Árv=Árvore; VP=Vegetação paludosa; ML=Margem da Lagoa Feia; Bre=Brejo. \* Encontros visuais e acústicos; \*\* Apenas registro acústico; ^ Encontros ocasionais.....28
- Tabela 2 – Riqueza de anfíbios, duração de amostragem, ambientes amostrados, metodologia utilizada e localidades das áreas de restinga estudadas até o momento. MSJ=Mata de São João; PN=Praia das Neves; PNJ=Parque Nacional de Jurubatiba; PNMG=Parque Natural Municipal de Grumari; EEJI=Estação ecológica Juréia-Itatins; BA=Bahia; ES=Espírito Santo; RJ=Rio de Janeiro; SP=São Paulo.....33
- Tabela 3 – Parâmetro da comunidade de anuros de folhiço amostrados nas zonas fechada de pós-praia e mata de restinga durante as estações seca e chuvosa na restinga de Grumari, RJ, Brasil. N=Abundância; D=Densidade; B=Biomassa.....54
- Tabela 4 – Valores do critério de informação de Akaike corrigido (AICc), do peso de Akaike (Wi) e da probabilidade (p) das análises de regressão simples e múltipla para os modelos que melhor explicaram a riqueza da anurofauna de folhiço na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. DAP=Diâmetro à altura do peito; Umid=Umidade relativa do ar; Temp=Temperatura do ar.....63
- Tabela 5 – Valores do critério de informação de Akaike corrigido (AICc), do peso de Akaike (Wi) e da probabilidade (p) das análises de regressão simples e múltipla para os modelos que melhor explicaram a densidade estimada da anurofauna de folhiço na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. DAP=Diâmetro à altura do peito; Umid=Umidade relativa do ar; Temp=Temperatura do ar.....63
- Tabela 6 – Valores do critério de informação de Akaike corrigido (AICc), do peso de Akaike (Wi) e da probabilidade (p) das análises de regressão simples e múltipla para os modelos que melhor explicaram a biomassa da anurofauna de folhiço na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. DAP=Diâmetro à altura do peito; Umid=Umidade relativa do ar; Temp=Temperatura do ar.....64

Tabela 7 – Valores da importância relativa de acordo com o critério de informação de Akaike ( $W_+$ ), do coeficiente da regressão ( $\beta$ ) e da probabilidade da regressão ( $p$ ) para a riqueza, a densidade e a biomassa da anurofauna de folhço do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. DAP=Diâmetro à altura do peito; Umid=Umidade relativa do ar; Temp=Temperatura do ar; PF=Profundidade do folhço; Ab\_Arv=Abundância de árvores.....65

Tabela 8 – Parâmetros ambientais mensurados durante transecções realizadas em duas zonas da restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. ZFP=Zona fechada de pós-praia; ZMR=Zona mata de restinga; DAP=Diâmetro à altura do peito.....66

Tabela 9 – Parâmetros ambientais mensurados durante parcelas realizadas em duas zonas da restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil, na estação chuvosa, exceto temperatura e umidade relativa do ar, obtidas durante as duas estações. ZFP=Zona fechada de pós-praia; ZMR=Zona mata de restinga; DAP=Diâmetro à altura do peito.....67

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Mapa demonstrando a restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, Rio de Janeiro, Brasil, e destacando as áreas amostradas durante o presente estudo. LF=Lagoa Feia; ZA=Zonas arbóreas; BR=Brejo.....21
- Figura 2 – Áreas amostradas na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. A=Lagoa Feia; B=Folhiço de zonas arbóreas da restinga; C=Brejo.....24
- Figura 3 – Algumas espécies de anfíbios anuros encontrados na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. A=*Rhinella ornata*; B=*Haddadus binotatus*; C=*Dendropsophus anceps*; D=*Dendropsophus bipunctatus*; E=*Dendropsophus elegans*; F=*Hypsiboas albomarginatus*.....29
- Figura 4 – Algumas espécies de anfíbios anuros encontrados na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. A=*Phyllomedusa rohdei*; B=*Scinax argyreornatus*; C=*Scinax similis*; D=*Leptodactylus latrans*; E=*Leptodactylus spixi*; F=*Stereocyclops parkeri*.....30
- Figura 5 – Indivíduo de *Chiasmocleis carvalhoi* encontrado na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil.....31
- Figura 6 – *Itapotihyla langsdorffii* na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil.....31
- Figura 7 – *Aparasphonodon brunoi*, restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil.....32
- Figura 8 – Indivíduo de *Euparkerella brasiliensis* na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil.....32
- Figura 9 – Mapa demonstrando a restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, Rio de Janeiro, Brasil, e as zonas amostradas durante o presente estudo. Legenda: ZFP=Zona fechada de pós-praia; ZMR=Zona mata de restinga.....43

Figura 10 – Restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. A=Vista das zonas arbóreas. B=Zona fechada de pós-praia; C=Zona mata de restinga.....	44
Figura 11 – Parcela de 16m <sup>2</sup> (4x4m) estabelecida na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil, para amostragem de anuros de folhiço.....	47
Figura 12 – Medição de alguns parâmetros ambientais na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. A=Cobertura vegetal; B=DAP; C=Heterogeneidade do solo.....	49
Figura 13 – Distribuição de abundância das espécies de anuros de folhiço na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. Os valores incluem os dados referentes às duas zonas e estações amostradas.....	55
Figura 14 – Distribuição de abundâncias das espécies de anuros de folhiço na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil.....	55
Figura 15 – Distribuição das abundâncias das espécies de anuros de folhiço na zona fechada de pós-praia nas estações seca e úmida na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil.....	56
Figura 16 – Distribuição das abundâncias das espécies de anuros de folhiço na zona mata de restinga nas estações seca e úmida na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil.....	56
Figura 17 – Gráfico demonstrando a abundância por parcelas, a partir das análises de MDS (distância de Bray-Curtis), entre as duas zonas amostradas na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. F=Fechada de pós-praia; M=Mata de restinga.....	57
Figura 18 – Curva do coletor para a zona fechada de pós-praia na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. Estimador de riqueza Chao1.....	60

Figura 19 – Curva do coletor para a zona mata de restinga na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. Estimador de riqueza Chao1.....60

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Ab_Arv	Abundância de árvores
AICc	Critério de informação de Akaike corrigido
APA	Área de Proteção Ambiental
Árv	Tronco de árvore
BA	Bahia
Bre	Brejo
Brm	Bromélia
DAP	Diâmetro à altura do peito
EEJI	Estação Ecológica Juréia-Itatins
EM	<i>Endangered</i>
ES	Espírito Santo
Fço	Folhiço
Ind	Indivíduo
IUCN	<i>International Union for Conservation of Nature</i>
LC	<i>Least Concern</i>
LM	Largura da mandíbula
MDS	<i>Multi-Dimensional Scaling</i>
ML	Margem da Lagoa
MNRJ	Museu Nacional do Rio de Janeiro
MSJ	Mata de São João
PNMG	Parque Natural Municipal de Grumari
PF	Profundidade do folhiço
PN	Praia das Neves
PNJ	Parque Nacional de Jurubatiba
RJ	Rio de Janeiro
SP	São Paulo
Temp	Temperatura do ar
UC	Unidade de Conservação
Umid	Umidade relativa do ar
VP	Vegetação paludosa
ZFP	Zona fechada de pós-praia

ZMR	Zona mata de restinga
$W_i$	Peso de Akaike
$W_+$	Importância relativa de uma variável de acordo com peso de Akaike

## SUMÁRIO

1	<b>ANFÍBIOS ANUROS DA RESTINGA DE GRUMARI (RIO DE JANEIRO, RJ) : UMA PRIMEIRA APROXIMAÇÃO À RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES.....</b>	<b>19</b>
1.1	<b>Introdução.....</b>	<b>19</b>
1.2	<b>Materiais e métodos.....</b>	<b>20</b>
1.2.1	<u>Área de estudo.....</u>	<b>20</b>
1.2.2	<u>Amostragem dos dados.....</u>	<b>22</b>
1.3	<b>Resultados e discussão.....</b>	<b>25</b>
1.4	<b>Referências.....</b>	<b>34</b>
	<b>Apêndice.....</b>	<b>38</b>
2	<b>A ANUROFAUNA DE FOLHIÇO EM DUAS ZONAS DA RESTINGA DE GRUMARI: OS PARÂMATROS DA COMUNIDADE VARIAM ENTRE AS ZONAS?.....</b>	<b>39</b>
2.1	<b>Introdução.....</b>	<b>39</b>
2.2	<b>Objetivos.....</b>	<b>41</b>
2.2.1	<u>Objetivo geral.....</u>	<b>41</b>
2.2.2	<u>Objetivos específicos.....</u>	<b>41</b>
2.3	<b>Materiais e métodos.....</b>	<b>42</b>
2.3.1	<u>Área de estudo.....</u>	<b>42</b>
2.3.1.1	Parque Natural Municipal de Grumari.....	<b>42</b>
2.3.1.2	Vegetação.....	<b>44</b>
2.3.2	<u>Amostragem dos dados.....</u>	<b>45</b>
2.3.3	<u>Parâmetros ambientais.....</u>	<b>48</b>
2.3.4	<u>Análise dos dados.....</u>	<b>50</b>
2.4	<b>Resultados.....</b>	<b>52</b>
2.4.1	<u>Seleção de modelos.....</u>	<b>61</b>
2.4.2	<u>Parâmetros ambientais.....</u>	<b>61</b>
2.5	<b>Discussão.....</b>	<b>68</b>
2.6	<b>Referências.....</b>	<b>73</b>

# 1 ANFÍBIOS ANUROS DA RESTINGA DE GRUMARI (RIO DE JANEIRO, RJ): UMA PRIMEIRA APROXIMAÇÃO À RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES

## 1.1 Introdução

As restingas constituem um dos habitats costeiros associados ao Domínio Mata Atlântica, que é um dos *hotspots* de biodiversidade do planeta (Myers et al. 2000). O habitat de restinga é, em geral, caracterizado pela predominância de vegetação xerofítica, solos pobres em nutrientes e condições ambientais adversas (*i.e.* altas temperaturas, déficit hídrico e alta salinidade) (Scarano 2000; 2002). A flora e estrutura desses habitats diferem ao longo da costa (Araújo et al. 1998).

As restingas são um dos ecossistemas mais ameaçados do território brasileiro, tendo sido continuamente e intensivamente exploradas ao longo de séculos, desde a chegada dos colonizadores na costa até o presente. Atualmente, os habitats de restinga estão sob intensa pressão imobiliária, como resultado de uma densidade demográfica cinco vezes maior do que a média no país (Rocha et al. 2003, 2005), levando à ocupação, degradação e eventual perda de tais habitats. Isso é especialmente alarmante para as populações de vertebrados terrestres (Rocha et al. 2007) devido à dificuldade de recuperação da vegetação de restinga após derrubadas (Rocha et al. 2005). Atualmente, a maioria dos remanescentes de restinga da costa leste brasileira é constituída por fragmentos completamente isolados (Rocha et al. 2003, 2005, 2007).

Apesar dos habitats de restinga representarem aproximadamente 5.000 km dos 9.200 km de extensão da costa brasileira (Lacerda et al. 1984; Araújo 1992; Cogliatti-Carvalho et al. 2001), o conhecimento disponível sobre a composição da anurofauna presente nestes habitats ainda são limitados e restritos a poucas áreas (*e.g.* Van Sluys et al. 2004; Bastazini et al. 2007; Silva et al. 2008). Grande parte dos esforços amostrais é dedicada a habitats específicos como poças reprodutivas (*e. g.* Britto-Pereira et al. 1988a, Narvaes et al. 2009), ou em relação a espécies bromelícolas e bromelígenas (Britto-Pereira et al. 1988b, Peixoto 1995; Schneider & Teixeira 2001; Teixeira et al. 2002; Mesquita et al. 2004), com comparativamente menor esforço de amostragem nas zonas arbóreas dessas restingas (Bastazini et al. 2007).

A área de restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, mesmo estando inserida dentro dos limites de uma grande cidade (Rio de Janeiro), surpreende pela carência de informações na maioria dos grupos da fauna, incluindo os anfíbios. O único estudo que contém alguma informação para anfíbios nessa área foi realizado por Rocha et al. (2008), porém neste, a restinga de Grumari foi amostrada por um curto período de tempo (duas noites). No presente estudo, apresentamos a primeira aproximação para uma lista de espécies de anfíbios para a restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, baseado em um estudo envolvendo amostragem com 20 meses de duração (Maio de 2009 a Dezembro de 2010).

## **1.2 Materiais e métodos**

### **1.2.1 Área de estudo**

O estudo foi realizado em uma área de cerca de 90 ha (23°02' S, 43°31' W) na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari (PNMG), uma Unidade de Conservação no município do Rio de Janeiro, Estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil (Figura 1). Existem 222 espécies de plantas registradas para a restinga de Grumari, das quais 49 estão relacionadas na lista de espécies ameaçadas (SMAC 2004). Algumas das famílias de plantas mais importantes na área são Leguminosae, Myrtaceae, Orchidaceae, Bromeliaceae e Rubiaceae (Pereira & Araújo 2000). Rocha et al. (2004a) registraram 14 espécies de bromélias na restinga de Grumari, uma das áreas mais ricas, em termos de bromélias, entre as 15 amostradas por estes autores.

O clima no município do Rio de Janeiro é sazonal, com precipitação e temperaturas médias mensais de 98 mm e 23,7 °C, respectivamente, variando de 50 mm e 21,3°C (inverno) a 169 mm e 26,5°C (verão) (Embrapa, BDCB, 1973-1990). Rocha et al. (2003) descreveram várias fontes de distúrbio dos habitats e de degradação na restinga de Grumari, evidenciando a necessidade de conservação da área.

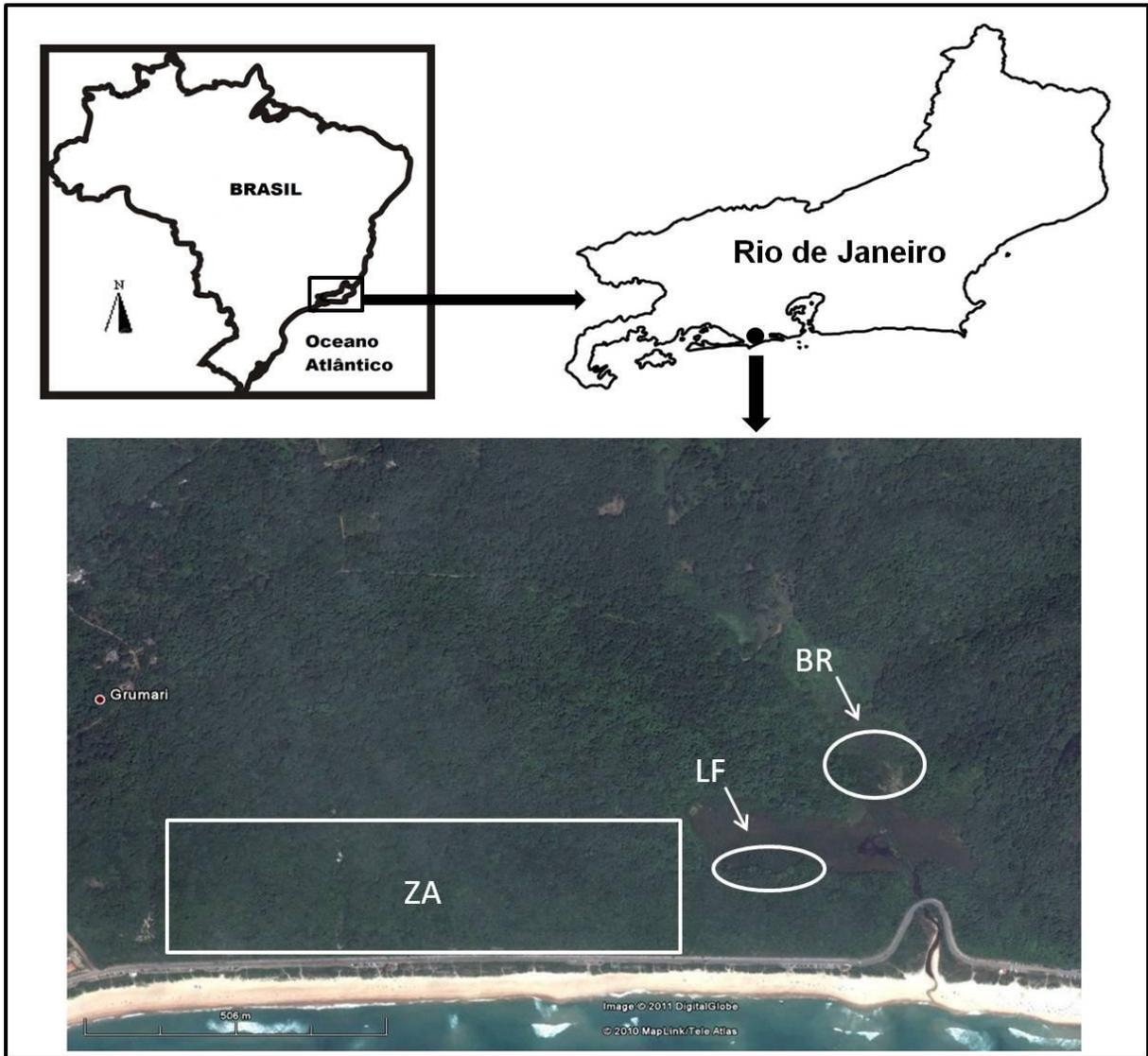


Figura 1 - Mapa mostrando a região da restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, Rio de Janeiro, Brasil, e as áreas amostradas durante o presente estudo. Legenda: LF= Lagoa Feia; ZA=Zonas herbácea-arbustiva e arbórea; BR=Brejo.

### 1.2.2 Amostragem dos dados

Os dados foram coletados de maio de 2009 a dezembro de 2010, com amostragens concentradas de maio a setembro de 2009 para a estação seca e nos meses de janeiro e dezembro de 2010 para a estação chuvosa. As amostragens foram realizadas em diferentes ambientes, tais como as zonas herbácea-arbustiva e arbórea da restinga de Grumari, além de uma lagoa (Lagoa Feia) e um brejo presentes na restinga (Figura 2). Para a amostragem dos anuros, utilizamos dois métodos: amostragem por parcelas (ou *large plots*, Jaeger & Inger 1994) e busca ativa em transecções (Crump & Scott 1994).

Em termos da metodologia de parcelas (ou *plots*), estabelecemos aleatoriamente 160 quadrantes de 4x4 m (16 m<sup>2</sup>), totalizando 2.560 m<sup>2</sup> de serrapilheira do chão de floresta amostrada, sendo 80 parcelas nas amostragens da estação seca e 80 na estação chuvosa. Para o estabelecimento das parcelas, nós delimitamos os vértices dos quadrantes com estacas de madeira e a área interna foi cercada com telas de mosquiteiro com 75 cm de altura, e sua base era enterrada ou fixada no solo, com o auxílio de espeques (Jaeger & Inger 1994). Após o horário do crepúsculo local (fornecido pelo GPS Garmin Etrex<sup>®</sup>), cada quadrante foi cuidadosamente revisado, por aproximadamente 17 minutos em média, em busca de anfíbios anuros. Os plots foram revisados por uma equipe de quatro pessoas movendo-se de joelhos, lado a lado, de forma alternada e utilizando lanternas de cabeça e ancinhos para vistoriar a área total de serrapilheira. Durante a busca, as folhas, os galhos, os troncos e as pedras foram sistematicamente revirados. A malha de raízes secas sob a camada de folhiço presente na restinga e as fissuras entre as raízes das árvores, no interior de cada parcela também foi vistoriada. Nenhuma parcela foi estabelecida no mesmo local de uma anterior, mantendo assim, a independência das observações.

Em janeiro de 2010, para uma aproximação da riqueza de hilídeos na restinga, realizamos busca ativa na margem da Lagoa Feia e no brejo adjacente a ela (Figura 1), utilizando a metodologia de transecções, delimitadas por tempo (30 minutos) e espaço (32 m). A área definida para incluir com segurança o registro de um indivíduo observado foi de 1,5 metros para cada lado da transecção, resultando em uma faixa de 3 metros de largura no interior da qual os indivíduos eram contados. Assim,

realizamos quinze transecções de 32 m de comprimento por 3 m de largura, com duração de 30 minutos cada, totalizando uma área amostrada de 1440 m<sup>2</sup> (480m x 3,0m) e um tempo total de 450 minutos (150 min./pessoa).

As amostragens por transecção começaram às 18:00 horas e os observadores vistoriavam a vegetação e os potenciais microhabitats disponíveis, registrando todos os indivíduos de anfíbios avistados. Os encontros ocasionais (acústico/visual) de anfíbios fora das parcelas ou transecções também foram registrados. O microhabitat utilizado por cada indivíduo anuro encontrado foi registrado no campo, ao seu primeiro avistamento e classificado de acordo com as seguintes categorias: i) No Folhiço (Fço); ii) Sobre Bromélia (Brm); iii) Sobre tronco de árvore (Árv); iv) Sobre vegetação paludosa (VP); v) Em margem da Lagoa (ML) e vi) Em brejo (Bre).

Espécimes-testemunho foram coletados e eutanasiados com xilocaína em gel a 5% aplicado em suas peles, fixados em formol 10% e preservados em álcool 70%. Estes espécimes foram depositados na coleção de anfíbios do Museu Nacional (MNRJ), no Rio de Janeiro, Brasil (Apêndice 1). A taxonomia utilizada seguiu aquela utilizada em Frost (2010).

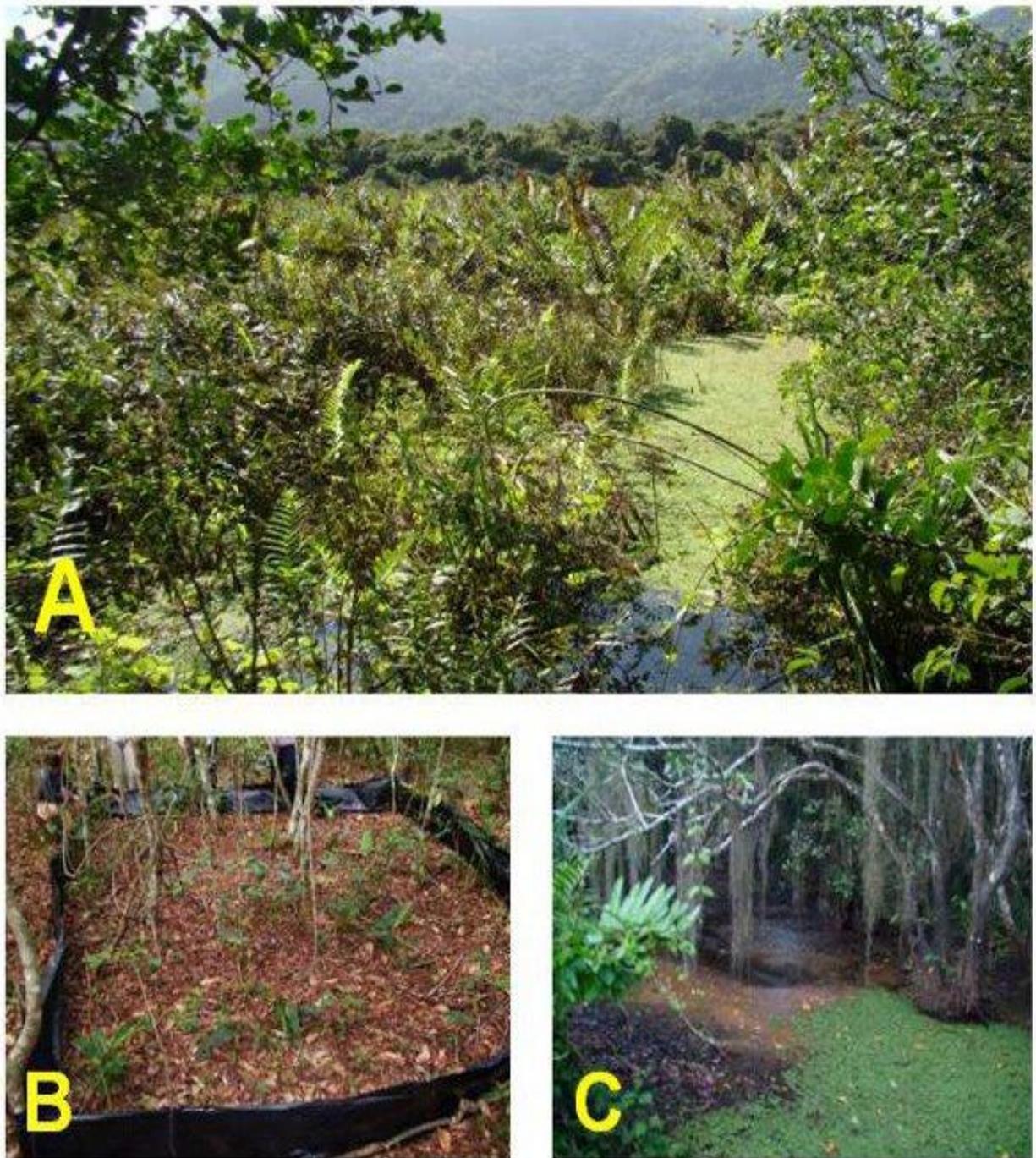


Figura 2 - Áreas amostradas na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. A= Lagoa Feia; B= Folhiço de zonas arbóreas da restinga; C=Brejo.

### 1.3 Resultados e discussão

Registramos 22 espécies de anfíbios anuros na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, pertencentes a 13 gêneros e distribuídas em seis famílias (número de espécies por família em parêntesis): Bufonidae (1), Craugastoridae (1), Hylidae (14), Leptodactylidae (3), Microhylidae (2) e Strabomantidae (1) (Tabela 1; Figuras 3-8).

Para a restinga de Grumari, os registros anteriores mencionam a ocorrência de apenas seis espécies de anuros para a área. Izecksohn & Carvalho-e-Silva (2001) notificaram quatro espécies de sapos (*Dendropsophus decipiens*, *Phyllomedusa rohdei*, *Itapotihyla langsdorffii* e *Stereocyclops parkeri*), enquanto Rocha et al. (2008), baseado em duas noites de amostragem, registraram duas outras espécies de anuros (*Leptodactylus latrans* e *Aparasphenodon bruno*). As seis espécies supracitadas também foram encontradas durante o presente estudo, enquanto outras 16 espécies constituíram novos registros de anuros para a restinga de Grumari.

Alguns anuros encontrados se encontram em situação mais delicada devido aos seus atuais *status* de conservação. O microhilídeo *Chiasmocleis carvalhoi* (Figura 5) se encontra categorizado como ameaçado (EN – “Endangered”) na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da “International Union for Conservation of Nature” (IUCN 2010). Essa espécie está restrita a uma reduzida distribuição (menor do que 500 km<sup>2</sup>) e com habitat altamente fragmentado, nas áreas de baixada (até 40 m de altitude) dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, sudeste do Brasil e estado da Bahia na região nordeste. A manutenção da restinga de Grumari em uma Unidade de Conservação (UC) é uma contribuição significativa para a proteção desta espécie ameaçada, ainda que os níveis de proteção e fiscalização de UC’s municipais sejam limitados.

De acordo com a IUCN (2010), os hilídeos *Itapotihyla langsdorffii* (Figura 6) e *Aparasphenodon bruno* (Figura 7), e a rãzinha endêmica de serrapilheira e do Estado do Rio de Janeiro *Euparkerella brasiliensis* (Figura 8) estão listados na categoria *Least Concern* (LC), ou seja, menos preocupante, porém suas populações se encontram em uma tendência decrescente (IUCN 2010).

A restinga de Grumari também abriga uma população endêmica e ameaçada da lagartixa-de-areia *Liolaemus lutzae* (Rocha et al. 2009) e uma espécie de anfisbenídeo ainda não descrita, conhecida apenas para esta localidade (Rocha et al. 2003).

A presença de anuros bromelícolas habituais (e.g. *Aparasphenodon brunoi*, *Scinax cuspidatus*, *Trachycephalus nigromaculatus*), segundo Peixoto (1995), e a alta riqueza de bromeliáceas (Rocha et al. 2004) na restinga de Grumari também evidenciam a necessidade de ações conservacionistas mais efetivas em relação à sua vegetação e fauna associada.

O número total de espécies de anfíbios anuros para o estado do Rio de Janeiro é atualmente de 165 (Rocha et al. 2004b, com novas adições como Canedo & Pombal 2007). Para o município do Rio de Janeiro, o número de espécies conhecidas é de 68 (Izecksohn & Carvalho-e-Silva 2010). Assim, vale salientar que 32% da diversidade de anuros do município e mais do que 13% de todos os anuros encontrados no estado ocorrem na restinga de Grumari, o que mostra o valor de conservação desta área.

Carvalho-e-Silva et al. (2000), em revisão referente à anurofauna vivendo em habitats de restinga realizada desde o estado da Bahia até o estado de Santa Catarina, relacionaram 52 espécies. É destacável que somente na restinga de Grumari, encontramos 42% das espécies que foram listadas para aquela ampla extensão territorial.

No estado da Bahia, Bastazini et al. (2007) registraram 30 espécies de anfíbios anuros para as áreas de restinga do município de Mata de São João. Em estudo realizado por Rocha et al. (2008) em 10 áreas de restinga nos estados contíguos do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia, foi percebido que a restinga de Praia das Neves (ES) foi a mais rica entre as amostradas, com 13 espécies notificadas. Van Sluys et al. (2004) amostraram nove espécies de anuros no Parque Nacional de Jurubatiba (estado do Rio de Janeiro). Narvaes et al. (2009) listaram 20 espécies na restinga da Estação Ecológica Juréia-Itatins e Bertoluci et al. (2007) encontraram 17 espécies na restinga da Ilha do Cardoso, ambas no estado de São Paulo. As áreas de restinga mais próximas à Grumari possuindo informações disponíveis sobre a composição da anurofauna foram Marambaia (44 km a oeste) e Maricá (68 km a leste). Silva et al. (2008) identificaram 12 espécies de anuros para a

restinga da Marambaia e Britto-Pereira et al. (1988a, 1988b) encontraram 17 espécies na restinga de Maricá (Tabela 2). Assim, atualmente, a restinga de Grumari pode ser considerada a área com maior riqueza de espécies de anuros no Estado do Rio de Janeiro e a segunda área com maior riqueza de anurofauna entre as restingas estudadas até o momento no Brasil.

Diferenças na história da formação das restingas, em sua flora e na estruturação vegetal (Araújo et al. 1998), associadas às dissimilares metodologias aplicadas, aos diferentes esforços e tempos amostrais entre os diferentes estudos podem explicar parte das diferenças na composição e na riqueza de espécies de anuros entre as áreas estudadas. Entretanto, a família Hylidae, se destaca como a que apresenta maior diversidade na restinga do PNMG, o que corrobora com o que vem sendo observado para o Domínio Mata Atlântica como um todo (Heyer et al. 1990; Izecksohn & Carvalho-e-Silva 2001; Pombal & Gordo 2004; Salles et al. 2009), e para habitats de restinga em particular (Carvalho-e-Silva et al. 2000; Van Sluys et al. 2004; Rocha et al. 2008).

Dentre as restingas estudadas no estado do Rio de Janeiro, a do Parque Natural Municipal de Grumari é atualmente a com o maior número de espécies de anfíbios anuros do estado. Isto evidencia a importância da área como um refúgio singular da fauna de restinga e a necessidade de futuras pesquisas com outros grupos da fauna nesta área.

Tabela 1 - Anuros amostrados na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil, e os microhabitats onde foram avistados. Fço=Folhiço; Brom=Bromélias; Árv=Árvore; VP=Vegetação Paludosa; ML=Margem da Lagoa Feia; Bre=Brejo. \* Encontros visuais e acústicos; \*\* Apenas registro acústico; ▲ Encontros ocasionais.

FAMILY/SPECIES	Fço	Brm	Árv	VP	ML	Bre
<b>Bufonidae</b> Gray, 1825						
<i>Rhinella ornata</i> (Spix, 1824)	X	-	-	-	-	-
<b>Craugastoridae</b> Hedges, Duellman & Heinicke, 2008						
<i>Haddadus binotatus</i> (Spix, 1824)	X	-	-	-	-	-
<b>Hylidae</b> Rafinesque, 1815						
<i>Aparasphenodon brunoi</i> Miranda-Ribeiro, 1920 *	-	X	X	-	-	-
<i>Dendropsohus anceps</i> (Lutz, 1929) *▲	-	-	X	X	-	-
<i>Dendropsohus bipunctatus</i> (Spix, 1824) *	-	-	-	X	-	-
<i>Dendropsohus decipiens</i> (A. Lutz, 1925) ▲	-	-	X	-	-	-
<i>Dendropsohus elegans</i> (Wied-Neuwied, 1821)	-	-	-	X	-	-
<i>Hypsiboas albomarginatus</i> (Spix, 1824) *	-	-	X	X	X	-
<i>Hypsiboas faber</i> (Wied-Neuwied, 1821) **	-	-	-	-	-	-
<i>Itapotihyla langfsdorffii</i> (Duméril & Bibron, 1841) ▲	-	X	X	-	X	-
<i>Phyllomedusa rohdei</i> Mertens, 1926	X	X	X	X	-	-
<i>Scinax argyreornatus</i> (Miranda-Ribeiro, 1926) *	X	X	X	X	X	-
<i>Scinax cuspidatus</i> (A. Lutz, 1925)*	-	-	-	X	X	-
<i>Scinax similis</i> (Cochran, 1952)	X	-	-	-	-	-
<i>Scinax</i> aff. <i>x-signatus</i>	X	-	-	-	-	-
<i>Trachycephalus nigromaculatus</i> Tschudi, 1838	-	-	X	-	-	-
<b>Leptodactylidae</b> Werner, 1896						
<i>Leptodactylus latrans</i> (Linnaeus, 1758)	X	-	-	-	-	X
<i>Leptodactylus marmoratus</i> (Steindachner, 1867) *	X	-	-	-	-	-
<i>Leptodactylus spixi</i> Heyer, 1983	X	-	-	-	-	-
<b>Microhylidae</b> Günther, 1858						
<i>Chiasmocleis carvalhoi</i> Cruz, Caramaschi & Izecksohn, 1997	X	-	X	-	-	-
<i>Stereocyclops parkeri</i> (Wettstein, 1934)	X	-	-	-	-	-
<b>Strabomantidae</b> Hedges, Duellman & Heinicke, 2008						
<i>Euparkerella brasiliensis</i> (Parker, 1926)	X	-	-	-	-	-

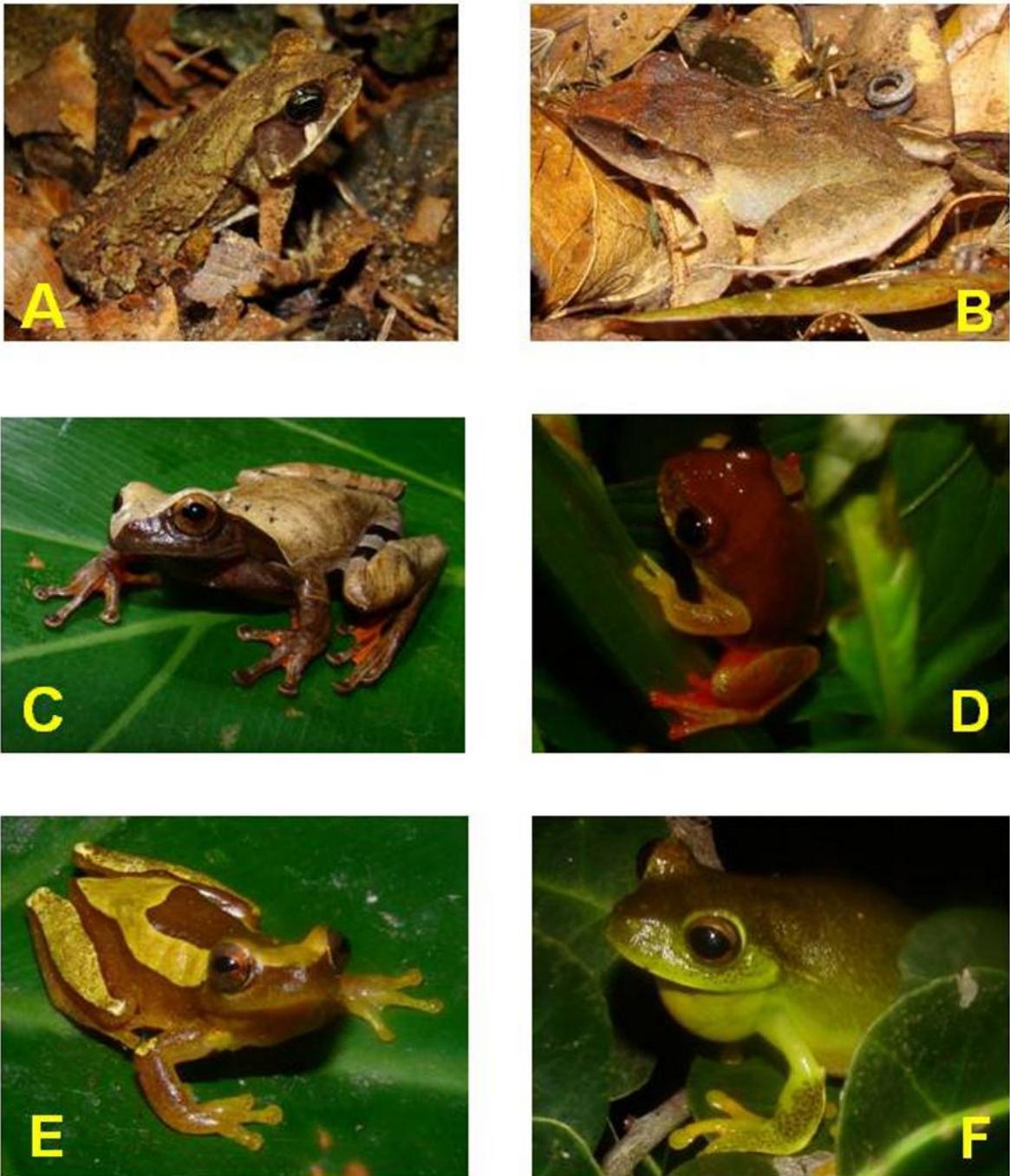


Figura 3 - Algumas espécies de anfíbios anuros encontradas na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. A=*Rhinella ornata*; B=*Haddadus binotatus*; C=*Dendropsophus anceps*; D=*Dendropsophus bipunctatus*; E=*Dendropsophus elegans*; F=*Hypsiboas albomarginatus*.



Figura 4 - Algumas espécies de anfíbios anuros encontradas na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. A=*Phyllomedusa rohdei*; B=*Scinax argyreornatus*; C=*Scinax similis*; D=*Leptodactylus latrans*; E=*Leptodactylus spixi*; F=*Stereocyclops parkeri*.



Figura 5 - Indivíduo de *Chiasmocleis carvalhoi* encontrado na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil.



Figura 6 - *Itapotihyla langsdorffii* na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil.



Figura 7 - *Aparasphenodon brunoi*, restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil.



Figura 8 - Indivíduo de *Euparkerella brasiliensis* na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil.

Tabela 2 - Riqueza de anfíbios, duração de amostragem, ambientes amostrados, metodologia utilizada e localidades das áreas de restinga estudadas até o momento. MSJ= Mata de São João; PN=Praia das Neves; PNJ= Parque Nacional de Jurubatiba; PNMG=Parque Natural Municipal de Grumari; EEJI= Estação Ecológica Juréia-Itatins. BA=Bahia; ES= Espírito Santo; RJ=Rio de Janeiro; SP=São Paulo.

Localidades	Estado	Duração das Amostragens	Riqueza de Espécies	Ambientes amostrados	Metodologia	Referências
MSJ	BA	1 ano	30	Moitas esparsas/ Mata de restinga	Busca ativa/Pitfall	Bastazini et al. 2007
PN	ES	> 1 ano	13	-	Inventário completo Pitfall/Plot/Busca ativa	Rocha et al. 2008
PNJ	RJ	2 anos	09	Aberta de Clusia/ Margem de lagoa	Inventário completo/ Pitfall/Plot/Busca ativa	Van Sluys et al. 2004
Maricá	RJ	> 1 ano	17	Brejos/Bromélias	Busca ativa	Britto-Pereira et al. 1988a,b
PNMG	RJ	> 1 ano	22	Zonas arbóreas/ Margem de lagoa	Plot/Busca ativa	Presente estudo
Marambaia	RJ	6 anos	12	Moitas esparsas/ Zonas arbóreas	Busca ativa	Silva et al. 2008
Ilha do Cardoso	SP	1 ano	17	Mata de restinga	Busca ativa	Bertoluci et al. 2007
EEJI	SP	> 1 ano	20	Poças reprodutivas	Busca acústica	Narvaes et al. 2009

## 1.4 Referências

- Araújo DSD. 1992. Vegetation types of sandy coastal plains of tropical Brazil: a first approximation. In: . Seeliger U, editor. Coastal plant communities of Latin America. New York (NY): Academic Press. 392 p.
- Araújo DSD, Scarano FR, Sá CFC, Kurtz BC, Zaluar HLT, Montezuma RCM & Oliveira RC. 1998. Comunidades vegetais do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. In Esteves FA, editor. Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ). Macaé (RJ): UFRJ/NUPEM. 464 p.
- Bastazini CV, Munduruca JFV, Rocha PLB & Napoli MF. 2007. Which environmental variables better explain changes in anuran community composition? A case study in the restinga of Mata de São João, Bahia, Brazil. *Herpetologica*. 63(4):459 - 471.
- Bertoluci J, Brassaloti RA, Ribeiro Jr. JW, Vilela VMFN & Awakuchi HO. 2007. Species composition and similarities among anuran assemblages of forest sites in southeastern Brazil. *Scientia Agricola*. 64(4):364-374.
- Britto-Pereira MC, Cerqueira R, Silva HR & Caramaschi U. 1988a. Anfíbios anuros da restinga de Barra de Maricá, RJ: levantamento e observações preliminares sobre a atividade reprodutiva das espécies registradas. In Anais do V Seminário Regional de Ecologia. São Carlos (SP). 11 p.
- Britto-Pereira MC, Cerqueira R, Silva HR & Caramaschi U. 1988b. Utilização de *Neoregelia cruenta* (Bromeliaceae) como abrigo diurno por anfíbios anuros da Restinga de Maricá, Rio de Janeiro. In Anais do V Seminário Regional de Ecologia.. São Carlos (SP). 21 p.
- Canedo C & Pombal Jr. JP. 2007. Two new species of torrent frog of the genus *Hylodes* (Anura, Hylodidae) with nuptial thumb tubercles. *Herpetologica*. 63(2): 224-235.
- Carvalho-e-Silva SP, Izecksohn E & Carvalho-e-Silva AMPT. 2000. Diversidade e ecologia de anfíbios em restingas do sudeste brasileiro. In Esteves FA & Lacerda LD, editores. Ecologia de restingas e lagoas costeiras. Macaé (RJ): UFRJ/NUPEM. 394 p.
- Cogliatti-Carvalho L, Freitas A FN, Rocha CFD & Van Sluys M. 2001. Variação na estrutura e na composição de Bromeliaceae em cinco zonas de restinga no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ. *Revista Brasileira de Botânica*. 24(1):1-9.
- Crump ML & Scott Jr. NJ. 1994. Visual Encounter Surveys. In . Heyer WR, Donnelly MA, McDiarmid RW, Hayek LC & Foster MS, editors. Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians. Washington (DC): Smithsonian Institution Press. 1634 p.

Eiten G. 1992. Natural Brazilian vegetation types and their causes. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 64(1):35-65.

Frost, DR. 2010. Amphibian Species of the World. Version 5.2. Electronic Database accessible at: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA. Acessado em: 07/09/10.

Guerra MF. 2005. Conflitos ambientais no Parque Natural Municipal de Grumari. *Revista Rio de Janeiro*. 16-17:115-132.

Heyer WR, Rand AS, Cruz CAG, Peixoto OL & Nelson CE. 1990. Frogs of Boracéia. *Arquivos de Zoologia*. 31(4):231-410.

International Union for Conservation of Nature. 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.3. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Captured on 02 September 2010. Acessado em: 02/09/10.

Izecksohn, E & Carvalho-e-Silva SP. 2010. Anfíbios do Município do Rio de Janeiro. 2ª ed. Rio de Janeiro (RJ): UFRJ. 148 p.

Jaeger R & Inger RF. 1994. Standard techniques for inventory and monitoring: Quadrat sampling. In . Heyer WR, Donnelly MA, McDiarmid RW, Hayek LC & Foster MS, editores. *Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians*. Washington (DC): Smithsonian Institution Press. 1634 p.

Lacerda LD, Araújo DSD, Cerqueira R & Turcq B. 1984. Restingas: Origem, estrutura, processos. Niterói (RJ): CEUFF. 477 p.

Mesquita DO, Costa GC & Zatz MG. 2004. Ecological aspects of the casque-headed frog *Aparasphenodon bruno*i (Anura, Hylidae) in a Restinga habitat in southeastern Brazil. *Phyllomedusa*. 3(1):51-59.

Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB & Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 6772(403):853-858.

Narvaes P, Bertoluci J & Rodrigues MT. 2009. Composição, uso de hábitat e estações reprodutivas das espécies de anuros da floresta de restinga da Estação Ecológica Juréia-Itatins, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica* [Internet]. [acessado em 29/11/10]; 9(2):01-07. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v9n2/en/abstract?article+bn02009022009>.

Peixoto OL. 1995. Associação de anuros a bromeliáceas na Mata Atlântica. *Revista Universidade Rural, Série Ciência da Vida*. 17(2):75-83.

Pereira OJ & Araújo DSD. 2000. Análise florística das restingas dos Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro. In Esteves FA & Lacerda LD, editores. *Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras*. Macaé (RJ): UFRJ/NUPEM. 394 p.

- Pombal Jr., J. P. & M. Gordo. 2004. Anfíbios anuros da Juréia. In Estação Ecológica Juréia-Itatins: ambiente físico, flora e fauna. Marques OAV & Duleba W, editores. Ribeirão Preto (SP): Holos. 386 p.
- Rio de Janeiro. Prefeitura. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. 2004. Relatório Final do Grupo de Trabalho. Parque Natural Municipal de Grumari. Rio de Janeiro.
- Rocha CFD, Bergallo HG, Alves MAS & Van Sluys M. 2003. A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas restingas da Mata Atlântica. São Carlos (SP): Rima Editora. 134 p.
- Rocha CFD, Nunes-Freitas AF, Cogliatti-Carvalho L & Rocha-Pessôa TC. 2004a. Habitat disturbance in the Brazilian coastal sand dune vegetation and related richness and diversity of Bromeliad species. *Vidália* 2(2):50-56.
- Rocha CFD, Bergallo HG, Pombal Jr. JP, Geise L, Van Sluys M, Fernandes R & Caramaschi U. 2004b. Fauna de anfíbios, répteis e mamíferos do Estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil. *Publicações Avulsas do Museu Nacional*. 104:1-24.
- Rocha CFD, Van Sluys M, Bergallo HG & Alves MAS. 2005. Endemic and threatened tetrapods in the restingas of the biodiversity corridors of Serra do Mar and Central da Mata Atlântica in Eastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 65(1):159-168.
- Rocha CFD, Bergallo HG, Van Sluys M, Alves MAS & Jamel CE. 2007. The remnants of restinga habitats in the Brazilian Atlantic Forest of Rio de Janeiro state, Brazil: Habitat loss and risk of disappearance. *Brazilian Journal of Biology*. 67(2):263-273.
- Rocha CFD, Hatano FH, Vrcibradic D & Van Sluys M. 2008. Frog species richness, composition and  $\beta$ -diversity in coastal Brazilian restinga habitats. *Brazilian Journal of Biology*. 68(1):101-107.
- Rocha CFD, Siqueira CC & Ariani CV. 2009. A potential recovery of a population of the sand lizard *Liolaemus lutzae* Mertens, 1938 in an area within its range: a lizard endemic and threatened with extinction. *Brazilian Journal of Biology*. 69(1):185-187
- Salles ROL, Weber LN & Silva-Soares T. 2009. Amphibia, Anura, Parque Natural Municipal da Taquara, municipality of Duque de Caxias, state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. *Check List*. [Internet]. [acessado em: 21/09/10]; 5 (4):840-854. Disponível em: <http://www.checklist.org.br/getpdf?SL132-08>.
- Scarano FR. 2000. Marginal plants: functional ecology at the Atlantic forest periphery. In Cavalcanti TB & Walter BMT, organizadores. *Tópicos atuais em Botânica*. Brasília (DF): Embrapa/Sociedade Botânica do Brasil. 398 p.
- Scarano FR. 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. *Annals of Botany*. 90:517-524.

Schneider JAP & Teixeira RL. 2001. Relacionamento entre anfíbios anuros e bromélias da restinga de Regência, Linhares, Espírito Santo, Brasil. *Iheringia, Série Zoológica*. 91:41–48.

Silva HR, Carvalho ALG & Bittencourt-Silva GB. 2008. Frogs of Marambaia: a naturally isolated restinga and Atlantic Forest remnant of southeastern Brazil. *Biota Neotropica* 8(4):167-174.

Teixeira RL, Schneider JAP & Almeida GI. 2002. The occurrence of amphibians in bromeliads from a southeastern Brazilian restinga habitat, with special reference to *Aparasphenodon brunoi* (Anura, Hylidae). *Brazilian Journal of Biology*. 62:263–268.

Van Sluys M, Rocha CFD, Hatano FH, Boquimpani-Freitas L & Marra RV. 2004. Anfíbios da Restinga de Jurubatiba: Composição e História Natural. In Rocha CFD, Esteves FA & Scarano FR, editores. *Pesquisas de longa duração da Restinga de Jurubatiba: Ecologia, História Natural e Conservação*, São Carlos (SP): Rima Editora. 376 p.

**Apêndice** - Anfíbios anuros da restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ.

**Bufonidae:** *Rhinella ornata* (MNRJ 71534); **Craugastoridae:** *Haddadus binotatus* (MNRJ 71518); **Hylidae:** *Aparasphenodon brunoi* (MNRJ 58063), *Dendropsophus anceps* (MNRJ 71514), *Dendropsophus bipunctatus* (MNRJ 71585), *Dendropsophus decipiens* (MNRJ 71536), *Dendropsophus elegans* (MNRJ 71517), *Hypsiboas albomarginatus* (MNRJ 71515), *Itapotihyla langsdorffii* (MNRJ 71531), *Phyllomedusa rohdei* (MNRJ 71519), *Scinax argyreornatus* (MNRJ 71583), *Scinax cuspidatus* (MNRJ 71582), *Scinax similis* (MNRJ 71530), *Scinax* aff. *x-signatus* (MNRJ 71533), *Trachycephalus nigromaculatus* (MNRJ 71537); **Leptodactylidae:** *Leptodactylus latrans* (MNRJ 71516), *Leptodactylus marmoratus* (MNRJ 71634), *Leptodactylus spixi* (MNRJ 71535); **Microhylidae:** *Chiasmocleis carvalhoi* (MNRJ 71584), *Stereocyclops parkeri* (MNRJ 58094); **Strabomantidae:** *Euparkerella brasiliensis* (MNRJ 71531)

## 2 A anurofauna de folhiço em duas zonas da restinga de Grumari: os parâmetros da comunidade variam entre as zonas?

### 2.1 Introdução

A herpetofauna presente no folhiço das florestas é uma parte constituinte essencial dos ecossistemas, tendo funções de regulação da teia trófica e do ciclo de nutrientes (Fauth et al. 1989; Beard et al. 2002; Huang et al. 2007; Van Sluys et al. 2007). A camada de serrapilheira das florestas tropicais abriga uma rica herpetofauna, composta principalmente de pequenos lagartos e anuros. Estudos recentes apontam que anfíbios de folhiço exercem função primordial no controle *top-down* sobre a densidade de presas, cumprindo assim um importante papel na regulação da dinâmica de nutrientes nas florestas (Wyman 1998, Beard et al. 2002 citado em Huang & Hou 2004). O grupo dos anfíbios representa uma taxa de espécies de vertebrados mais ameaçados atualmente (IUCN 2010, Stuart et al. 2004), sofrendo declínios em suas populações ao redor do mundo, devido a diversos fatores, como perda de habitat, doenças causadas por fungos, poluentes aquáticos e mudanças climáticas, processos ainda não bem compreendidos (Gardner et al. 2007)

Entretanto, surpreendentemente ainda sabemos muito pouco sobre ecologia de anfíbios quanto aos padrões de variabilidade espaciais e temporais em riqueza e abundância (Pechmann et al. 1991). Tais dados básicos são necessários para monitorar declínios populacionais, e avaliar impactos de diferentes ações de conservação, assim como traçar novas estratégias para a conservação da biodiversidade.

Os fatores e processos que influenciam as características da herpetofauna de folhiço em florestas tropicais ainda não são bem elucidados. Diversos fatores físicos aparentam influenciar densidade, diversidade e/ou biomassa (Heinen, 1992).

Apesar da importância que as comunidades de anuros de folhiço possuem (Fauth et al. 1989; Allmon 1991; Vitt & Caldwell 1994 citado em Rocha et al. 2007a) para auxiliar na compreensão dos processos ecológicos que regulam economicamente as florestas, ainda são pontuais os estudos com este grupo ao redor do mundo. No Brasil, esta assembléia de anuros foi estudada principalmente

na Mata Atlântica *sensu stricto*, com acentuada ascendência na última década (e.g. Giaretta et al. 1997, 1999; Dixó & Verdade 2006; Rocha et al. 2007a; Van Sluys et al. 2007; Almeida-Gomes et al. 2008; Siqueira et al. 2009) e na Floresta Amazônica (e.g. Allmon 1991; Caldwell & Vitt 1999; Gascon 1996; Gardner et al. 2007). Alguns outros estudos foram realizados em regiões tropicais da América Central (Lieberman 1986; Fauth et al. 1989; Heinen 1992; Watling & Donnelly 2002), África (Scott 1982; Vonesh 2001; Gardner et al. 2007; Hillers et al. 2008) e Ásia (Huang & Hou 2004; Watanabe et al. 2005).

Estudos que analisam padrões no uso do habitat por populações de anfíbios tropicais estão mais direcionados para as florestas tropicais úmidas (e.g., Crump 1971, Scott 1976, Inger & Colwell 1977, Duellman 1978 citado em Gardner et al. 2007). Poucos esforços são direcionados para ecossistemas tropicais com características climáticas mais adversas para os anfíbios (devido à escassez de água disponível), como a caatinga, o cerrado e a restinga.

As restingas são habitats costeiros formados durante o período Quaternário e compostos por dunas e cordões arenosos (Lacerda et al. 1984). Apesar de estarem associadas ao Domínio da Mata Atlântica, as restingas são ambientes característicos pela escassez de água devido ao solo arenoso, o que causa rápida percolação da água pluvial, um recurso fundamental para os organismos que dependem da umidade para realizar suas funções fisiológicas de balanço hídrico (Rocha et al. 2003). Com uma vegetação particular (e em parte xerofítica), diferenciada em zonas distintas, as restingas possuem um gradiente ambiental praia-interior que varia acentuadamente em cada uma delas. Essa variação entre restingas pode influenciar na diversidade, riqueza e abundância de espécies, bem como na biomassa total da fauna associada ao habitat (Rocha *et al* 2003).

Comunidades de anuros nos habitats de restinga no Brasil são particularmente pouco conhecidas (Van Sluys et al. 2004), e a pouca informação existente é concentrada em poucas áreas, como Maricá e Jurubatiba, no estado do Rio de Janeiro e a restinga de Setiba no estado do Espírito Santo (Rocha et al. 2003). Os estudos também se concentram em sítios reprodutivos como poças e bromélias (Bastazini et al. 2007).

A restinga de Grumari é uma das únicas áreas de restinga remanescentes na cidade do Rio de Janeiro, atualmente sob proteção do município através do Parque

Natural Municipal de Grumari. Até a presente data, não se conhecia qualquer informação referente à comunidade de anfíbios anuros que vivem no folhiço da restinga. Este estudo examina os parâmetros da composição da comunidade de anfíbios anuros de folhiço da restinga de Grumari em duas zonas distintas (fechada de pós-praia e mata de restinga), e analisa o que estaria estruturando os parâmetros desta comunidade. Este é o primeiro trabalho, que se tem conhecimento, realizado com a utilização da metodologia de parcelas grandes ou “large plots” (Jaeger & Inger 1994) em restingas brasileiras, a obter dados de densidade para a anurofauna de folhiço.

## **2.2 Objetivos**

### **2.2.1 Objetivo geral**

Conhecer a anurofauna de folhiço e comparar os parâmetros da comunidade entre as duas zonas arbóreas (Fechada de pós-praia e Mata de restinga) amostradas na restinga de Grumari, RJ, Brasil.

### **2.2.2 Objetivos específicos**

- a) Descrever a composição da anurofauna de folhiço nas duas zonas amostradas da restinga de Grumari;
- b) Estimar a abundância, densidade e biomassa de anuros em cada zona estudada da restinga;
- c) Avaliar em que extensão os parâmetros da comunidade variam entre as duas zonas;
- d) Avaliar se os parâmetros da comunidade de anuros da restinga variam sazonalmente;
- e) Avaliar as diferenças físicas na estrutura vegetacional das duas zonas amostradas.
- f) Selecionar modelos que possuam as variáveis ambientais que melhor expliquem os parâmetros da comunidade.

## 2.3 Materiais e métodos

### 2.3.1 Área de estudo

#### 2.3.1.1 Parque Natural Municipal de Grumari

O estudo foi desenvolvido na Restinga de Grumari, uma das poucas restingas remanescentes do Estado do Rio de Janeiro. A restinga, com uma área de aproximadamente 95 hectares, está situada no Parque Natural Municipal de Grumari (PNMG) (23°02' S, 43°31' W), que abriga também florestas de encostas, mangues, lagoas e duas ilhas oceânicas próximas à costa. O PNMG está localizado na última porção do Maciço da Pedra Branca, formando um anfiteatro natural voltado para o mar, no extremo oeste do município do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil (Figuras 1 e 2).

O Maciço da Pedra Branca foi, entre os três maciços do município, o que mais perdeu cobertura florestal no período de 1984 a 1999, o equivalente a 20% da sua área florestal; é também o maciço com menor área coberta por floresta, com apenas 58% de área de floresta, contra 68% do Maciço da Tijuca e 85% do Maciço do Gericinó/Mendanha (SMAC 2000).

Grumari é o bairro com maior “área natural” do município do Rio de Janeiro (90,97%), porém estas áreas são constituídas principalmente por florestas alteradas. O habitat de restinga corresponde a cerca de 10% do bairro de Grumari (Guerra, 2005). Rocha et al. (2007b) avaliou vários fatores de degradação na restinga de Grumari e evidenciou o valor de conservação da área, o que mostra a necessidade de esforços e recursos para a recuperação das zonas vegetacionais, e consequentemente da fauna associada.

O bairro de Grumari foi criado pelo Decreto Municipal nº 3.157 de 23/07/1981 e tem uma área de 959,88 hectares. Em 1986, o bairro foi declarado Área de Proteção Ambiental (APA de Grumari), e no ano de 1990 foi considerado área de preservação permanente pela Lei Orgânica Municipal (Art. 463), sendo proibida a exploração da vegetação nativa e qualquer forma de utilização de recursos naturais. Somente em 1992 foi instituído um Grupo de Trabalho para o estabelecimento da regulamentação da APA de Grumari, com a publicação do Decreto Municipal nº

11.849, de 21/12, que definiu a utilização e ocupação da área. Em 2001, foi criado o Parque Natural Municipal de Grumari, com uma área de aproximadamente 805 hectares de proteção integral, através do Decreto Municipal nº 20.149 de 02/07. O parque tem áreas sobrepostas à APA do Maciço da Pedra Branca e ao Parque Estadual da Pedra Branca, acima das cotas de 300m e 100m, respectivamente. (Guerra, 2005).

O clima da área é sazonal, como em todo o município do Rio de Janeiro, com médias mensais de pluviosidade e temperatura de 98mm e 23,7° C respectivamente, variando de 50mm e 21,3° C durante o inverno a 169mm e 26,5° C em média no verão (Embrapa, BDCB, 1973-1990).

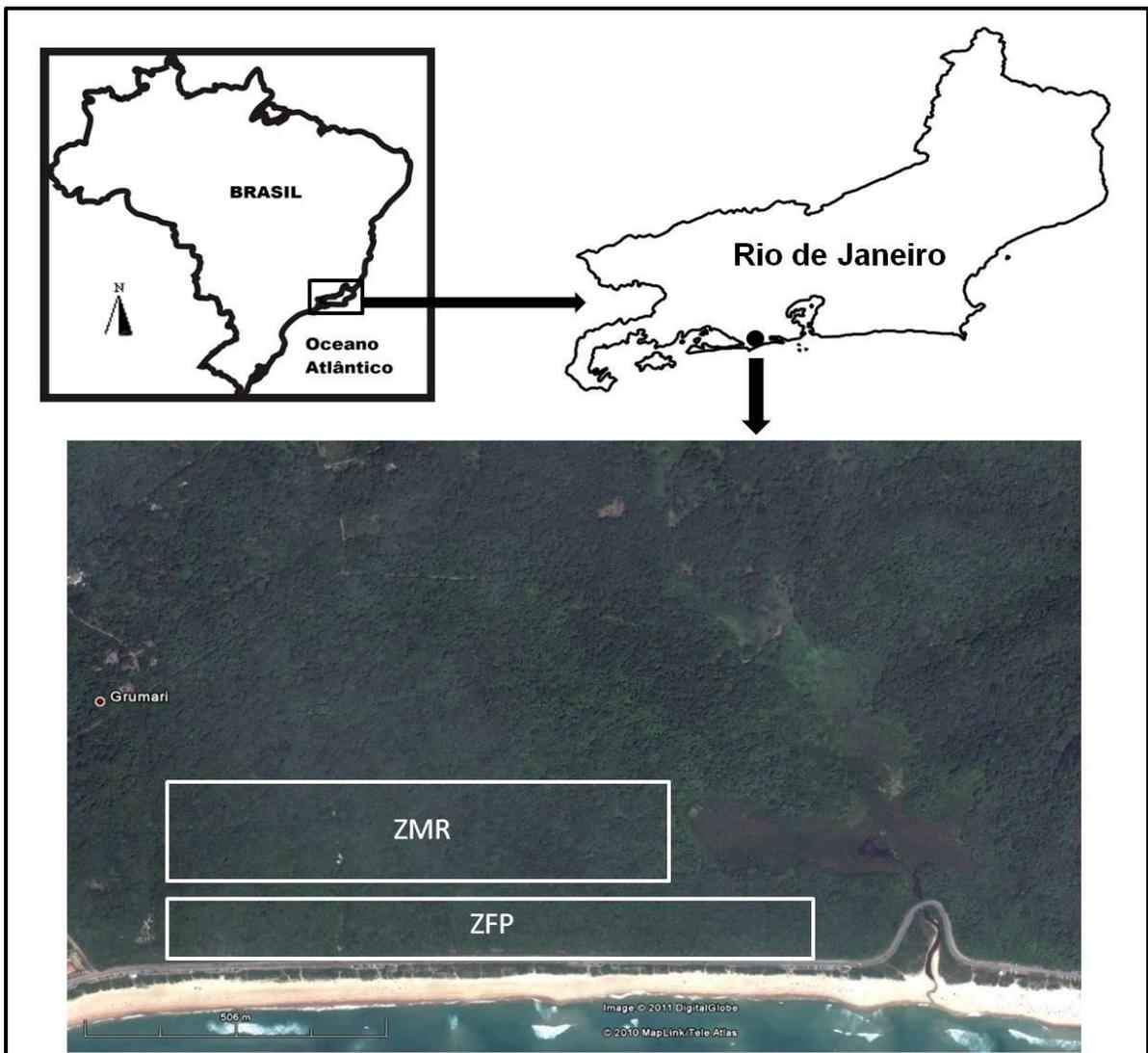


Figura 9 – Mapa mostrando a restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, Rio de Janeiro, Brasil, e as zonas amostradas durante o presente estudo. Legenda: ZFP=Zona fechada de pós-praia; ZMR=Zona mata de restinga.

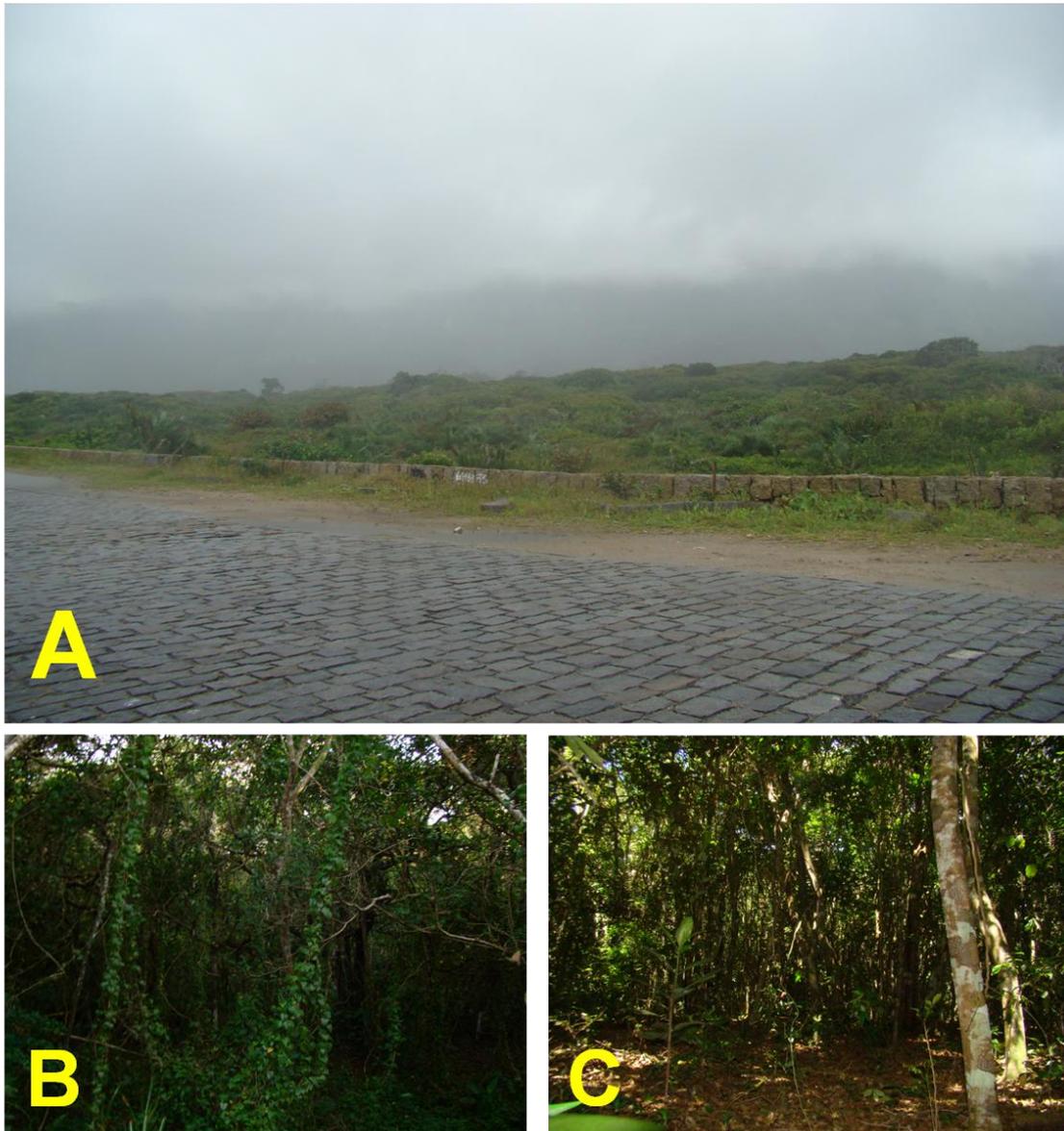


Figura 10 – Restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. A=Vista das zonas arbóreas. B=Zona fechada de pós-praia; C=Zona mata de restinga.

### 2.3.1.2 Vegetação

O nome Grumari se deve à árvore *Esenbeckia rigida*, da família Rustaceae, denominada “grumari” ou “grumarim”, espécie ameaçada de extinção, mas que ainda pode ser encontrada nas restingas da região.

Com uma faixa litorânea de aproximadamente 2,7 km, caracterizada pela zona de vegetação halófila-psamófila reptante e por pequenas moitas de vegetação

arbustiva densamente agrupadas, a restinga de Grumari possui ainda duas zonas de formação vegetal predominantes. São separadas da zona supracitada por uma estrada de pedras que corre paralelamente à faixa litorânea por toda a sua extensão. A primeira zona subsequente é a fechada de pós-praia (ZFP), com algumas moitas remanescentes do que deveria ser a antiga zona de moitas esparsas, possivelmente destruída para a construção da estrada. A zona fechada de pós-praia é caracterizada por vegetação densa e baixa, com árvores e arbustos de aproximadamente cinco metros de altura. A próxima zona, adjacente à ZFP, é denominada como mata de restinga (ZMR), facilmente distinguível à anterior pela presença de sub-bosque (ausente na zona anterior) e árvores de maior porte e altura.

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Rio de Janeiro (2004) apresenta uma lista florística das espécies de restinga em Grumari, com 222 espécies registradas, das quais 49 se encontram na lista municipal das espécies ameaçadas de extinção. As famílias mais representativas de plantas angiospermas são Leguminosae, Myrtaceae, Orchidaceae, Bromeliaceae, and Rubiaceae (Pereira & Araujo 2000; PCRJ/Secretaria Municipal de Meio Ambiente 2004). Rocha et al. (2004a) registrou 14 espécies de bromélias para Grumari em estudo realizado em 15 restingas de três estados brasileiros (Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro). A restinga de Grumari foi, entre as restingas estudadas na pesquisa acima, a segunda área com maior riqueza de bromeliáceas.

### 2.3.2 Amostragem dos dados

As amostragens foram realizadas de maio a setembro de 2009 (estação seca) e nos meses de janeiro e dezembro de 2010 (estação chuvosa). O método utilizado como unidade amostral para a captura dos anuros foi o das parcelas grandes, ou *plots* (Jaeger & Inger, 1994), com telas de mosquiteiro medindo 16 m<sup>2</sup> (4 x 4m) por 75 cm de altura (Figura 3). Ao total, foram instaladas 160 parcelas em 2560 m<sup>2</sup> de chão de floresta nas duas zonas amostradas, sendo 80 parcelas (40/estação) na zona de fechada de pós-praia (ZFP) e 80 parcelas (40/estação) na zona de mata de restinga (ZMR), totalizando assim 1280 m<sup>2</sup> de chão de floresta amostrados, em cada zona vegetal, durante o estudo (Figura 3).

As parcelas foram montadas no período vespertino, com a utilização de esportes de alumínio galvanizado ou troncos para fixar a tela no chão, e de linha de número 10 para prender a parte superior da tela em galhos, mantendo assim a tela suspensa. A busca por anuros nas parcelas era iniciada ao anoitecer, sendo definido como 15 minutos após o horário local do pôr-do-sol fornecido por GPS (Garmin Etrex®). Antes de iniciar a amostragem em cada unidade parcela, eram anotadas a temperatura (em °C) e a umidade relativa do ar (em %) com o uso de um termohigrômetro digital Máximo Mínimo Impac TH02. Também eram registradas as coordenadas geográficas do plot com um GPS Garmin Etrex® e a profundidade do folhiço (em milímetros) nos quatro vértices dos plots utilizando paquímetro digital com precisão 0,1 mm. Posteriormente, uma média foi obtida a partir das quatro medidas, definindo assim a profundidade do folhiço de cada plot. Também foram anotadas a hora de início e fim de cada unidade amostral e as condições climáticas do dia (nublado, chovendo, abafado, etc.). Nas parcelas, uma equipe de quatro pessoas, sempre em direções alternadas, revirou troncos, galhos, pedras e todo o folhiço de joelhos à procura de anuros com o auxílio de ancinhos e lanternas de cabeça.

A malha de finas raízes presente abaixo da camada de serrapilheira da restinga e as fissuras das raízes de árvores também foram vistoriadas. Cada indivíduo encontrado era mantido em sacos plásticos e retirado do quadrante, de modo a não contabilizar o mesmo indivíduo mais de uma vez. Após o término da revisão das parcelas, os anuros amostrados eram pesados (com dinamômetros Pesola de 10g para animais abaixo desse peso e de 30g para animais entre 10g e 30g) no interior de um saco plástico, sendo a massa do mesmo subtraída posteriormente. Algumas espécies encontradas no folhiço foram consideradas como habitantes casuais de folhiço, segundo seus hábitos de vida, não ligados diretamente aos chãos de florestas, como são os anuros estritamente terrestres.



Figura 11 – Parcela de 16m<sup>2</sup> (4x4m) estabelecida na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil, para amostragem de anuros de folhiço.

A cada dia de amostragem, as unidades eram montadas ao longo de um caminho perpendicular à praia, marcado por fitas coloridas, entrando na restinga a partir da fechada de pós-praia em direção à mata de restinga. Os caminhos estavam equidistantes 100m uns dos outros para garantir a independência das observações, evitando assim a pseudo-repetição. Ao total, foram utilizados dez caminhos, e a cada ida subsequente, o caminho percorrido era o mais distante possível do caminho da ida anterior. Nenhuma área do chão da floresta foi amostrada mais de uma vez, buscando tornar as parcelas amostradas ao máximo independentes.

Coletamos um indivíduo de cada espécie encontrada na restinga de Grumari, para servir de espécime-testemunho para a área. Os animais eram eutanasiados com o uso de Xilocaína gel 5% aplicado em sua pele, fixados com formol a 10% e conservados em álcool 70%. Os espécimes foram tombados na coleção de anfíbios do Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ).

### 2.3.3 Parâmetros ambientais

Alguns parâmetros ambientais foram medidos para se obter a estrutura do habitat de cada zona estudada que pudessem estar relacionadas com a distribuição espacial da anurofauna e com alguns parâmetros da comunidade (riqueza, densidade e biomassa).

Além da temperatura, da umidade relativa do ar e da profundidade da camada de folhiço, que foram obtidas nas parcelas, realizamos posteriormente transecções paralelas à praia, em cada zona amostrada (fechada de pós-praia e mata de restinga), para a obtenção de outros parâmetros ambientais que demonstrem a diferença estrutural entre as zonas. A cada 35 metros marcamos um ponto, totalizando 15 pontos para cada zona, e a partir deste delimitava-se um diâmetro de um metro para obter-se o DAP (Diâmetro à Altura do Peito) (> 2 cm) da árvore mais próxima ao ponto, a profundidade da camada de folhiço (ambos com paquímetro digital de precisão 0.1 mm), o número de bromélias (tanques) e cactos no ponto e o número de troncos caídos no solo (com diâmetro maior que cinco centímetros).

Além destes parâmetros, obtivemos também a altura (em metros, estimada com a utilização de um clinômetro e uma trena) e o grau de cobertura do dossel (em porcentagem, com o auxílio de um quadrante de 50x50 cm, subdivididos em células de 5x5 cm (Freitas et al. 2002)). Medimos também o grau de cobertura da camada de serrapilheira (através do mesmo método utilizado para a cobertura do dossel), com a porcentagem de folhiço sendo o fator diferenciador avaliado (Figura 4).

Durante as amostragens das parcelas na estação chuvosa, medimos o DAP de todas as árvores, no interior de cada parcela, com diâmetro à altura do peito acima de dois centímetros. Com isso, obtivemos a densidade estimada de árvores e o DAP médio das árvores de cada zona em cada parcela. Para os indivíduos de árvores que apresentaram mais de um tronco à altura do peito, contabilizamos apenas o tronco com maior diâmetro para incluí-los nas análises.



Figura 12 - Medição de alguns parâmetros ambientais na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. A=Cobertura vegetal; B=DAP; C=Cobertura da serrapilheira.

#### 2.3.4 Análise dos dados

Os dados de densidade foram apresentados como o número de indivíduos por uma área de 100m<sup>2</sup>, por ser a medida utilizada em estudos com densidade de anuros. Da mesma forma, a biomassa foi estimada como sendo a massa total de anuros de folhiço em gramas por hectare (g/ha).

Durante a estação chuvosa, as amostragens na zona de mata de restinga foram realizadas utilizando parcelas de 5 x 5 m e, de forma a tornar comparável com os valores obtidos nas parcelas 4 x 4 amostradas na estação seca, os dados de abundância, densidade e biomassa da zona de mata de restinga, foram transformados com a multiplicação por um fator 0,64 para ajustar os dados.

Para efetuar as análises estatísticas, os dados foram testados quanto à normalidade e homocedasticidade. As estatísticas descritivas estão apresentadas ao longo do texto como média  $\pm$  desvio padrão. As análises de variância e os testes não paramétricos foram realizados com o auxílio do programa Systat 11 (Wilkinson 2004).

A curva do coletor foi construída para verificar a eficiência da metodologia de amostragem em cada zona da restinga, e utilizamos o programa “EstimateS” (Colwell 2009) para estimar em que extensão a riqueza encontrada foi próxima àquela esperada para as zonas amostradas. O estimador de riqueza Chao 1 foi escolhido por ser o mais indicado para comunidades de herpetofauna de florestas tropicais, que possuem altas taxas de espécies raras (Colwell 2009; Fauth et al. 1989).

As diferenças nos parâmetros da comunidade de anuros de folhiço (densidade, abundância e biomassa) entre as duas zonas vegetacionais amostradas e entre as estações foram testadas através da análise de variância para um fator (One-Way ANOVA) (Zar, 1999).

Foram testadas as possíveis diferenças na temperatura do ar entre as estações seca e chuvosa, e entre as zonas dentro de uma mesma estação, utilizando a análise de variância para um fator (One-way ANOVA) (Zar, 1999). A variação sazonal da umidade relativa do ar foi testada através do teste Kruskal-Wallis, assim como a variação das mesmas entre as zonas dentro de uma mesma estação.

As diferenças nos parâmetros ambientais (Número de troncos, DAP, profundidade do folhiço, heterogeneidade do solo, cobertura vegetal e altura do dossel) medidos durante as transecções nas duas zonas estudadas, assim como o DAP mensurados nas parcelas, foram testadas através da análise de variância para um fator (One-Way ANOVA). Devido à grande variação encontrada no número de bromélias e cactos, as diferenças nestes parâmetros entre as zonas foram testadas através do teste Kruskal-Wallis, o mesmo utilizado para testar a diferença entre as zonas quanto à profundidade do folhiço medidos nas parcelas. Os parâmetros cobertura vegetal e heterogeneidade do solo, originalmente em porcentagem, foram transformados para raiz do arcoseno, de modo a viabilizar as análises estatísticas.

Para analisar como as variáveis ambientais (temperatura, umidade relativa do ar, profundidade da camada de folhiço, número de árvores e DAP) mensuradas no interior das parcelas influenciaram a riqueza de espécies, a densidade e a biomassa de anuros de folhiço em cada parcela, foi utilizada uma análise de seleção de modelos baseada no critério de informação de Akaike corrigido (AICc) (Burnham & Anderson 2002), utilizando o programa SAM: *Spatial Analysis in Macroecology* v4.0 (Rangel et al. 2010). Os valores de DAP, mensurados nas parcelas, tiveram que ser transformados em seus logaritmos por não apresentarem homocedasticidade. Foi realizada uma correlação entre as variáveis a serem analisadas, e aquelas que estivessem fortemente correlacionadas ( $p < 0.05$ ) eram excluídas, quando unidas no mesmo modelo.

Para cada modelo gerado foi calculado o valor de AICc, sendo que os modelos com maior ajuste possuem os menores valores de AICc (Burnham e Anderson, 2002). A diferença ( $\Delta_i$ ) entre o valor de AIC de cada modelo em relação ao modelo com melhor ajuste ( $AIC_{MIN}$ ) foi calculada, caso esse valor fosse menor ou igual a dois, o modelo foi considerado equivalente ao  $AIC_{MIN}$ , enquanto valores maiores ou iguais a dez não foram utilizados por não possuírem suporte empírico (Burnham e Anderson, 2002). Uma medida de peso de Akaike ( $w_i$ ) foi obtida para cada modelo e a importância relativa de cada variável ( $w_+$ ) foi medida por meio da soma de todos os pesos de Akaike para os modelos em que a variável  $i$  foi incluída (Burnham e Anderson, 2002).

Para testar a relação das variáveis ambientais mais importantes segundo os modelos gerados pelo critério de informação de Akaike com a riqueza, a densidade e

a biomassa, realizamos análises de regressão linear simples e múltiplas. Esta última foi utilizada para modelos em que mais de uma variável influenciou os parâmetros da comunidade, segundo os critérios de informação de Akaike.

## 2.4 Resultados

Um total de 336 indivíduos pertencentes a dez espécies de anfíbios anuros de seis famílias foram amostradas no folhiço (2560m<sup>2</sup> de área de chão de floresta no total) das duas zonas de vegetação estudadas na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari. A densidade geral estimada para a comunidade da anurofauna de folhiço nas duas zonas, conjuntamente, foi de 13,1 ind/100m<sup>2</sup>, e a biomassa geral estimada para as duas zonas amostradas correspondeu a 13131g/ha (Tabela 1).

Na zona fechada de pós-praia (ZFP), durante as amostragens da estação seca na restinga de Grumari, encontramos seis espécies de anuros de folhiço, pertencentes a quatro famílias (Bufonidae: *Rhinella ornata*; Craugastoridae: *Haddadus binotatus*; Leptodactylidae: *Leptodactylus marmoratus* e *Leptodactylus spixi*; Microhylidae: *Stereocyclops parkeri* e *Chiasmocleis carvalhoi*). Nesta zona, durante a estação chuvosa encontramos apenas uma espécie de anuro que não foi encontrada durante a estação seca (Strabomantidae: *Euparkerella brasiliensis*), totalizando sete espécies registradas para a ZFP (Tabela 1, Figura 7).

Nas amostragens na zona de mata de restinga (ZMR), durante a estação seca, foram registradas sete espécies de anuros, correspondentes a seis famílias (Bufonidae: *R. ornata*; Craugastoridae: *H. binotatus*; Hylidae: *Scinax* aff. *x-signatus*; Leptodactylidae: *L. marmoratus*; Microhylidae: *S. parkeri* e *C. carvalhoi*; Strabomantidae: *E. brasiliensis*). Na estação chuvosa, a ZMR apresentou uma composição de espécies de anuros no folhiço similar à encontrada durante a estação seca, com o acréscimo de duas espécies de leptodactilídeos (*Leptodactylus latrans* e *L. spixi*) e uma de hilídeo (*Scinax similis*), totalizando dez espécies com ocorrência registradas na ZMR (Tabela 1, Figura 8). Os hilídeos *S. similis* e *S. aff. x-signatus* foram considerados espécies casuais do folhiço.

O número de anuros por parcela variou de zero (0/160; 0%) até 13 (13/160; 8%), com uma média de  $2,4 \pm 2,43$  anuros por plot. Considerando as duas zonas

amostradas, a espécie de anuro de folhiço mais abundante foi *L. marmoratus*, com 120 indivíduos amostrados em 160 parcelas, seguida de *R. ornata* (66 ind.), *H. binotatus* (56 ind.) e *S. parkeri* (50 ind.). Analisando as duas zonas, as espécies com menor abundância na restinga de Grumari foram *L. latrans*, *S. aff. x-signatus* e *S. similis*, com apenas um indivíduo amostrado durante o estudo (Figura 5).

A espécie de anuro de folhiço mais abundante na ZFP foi *L. marmoratus* (57 indivíduos), seguida de *R. ornata* (46 ind.) e de *S. parkeri* (32 ind.). Na ZMR, a espécie mais abundante também foi *L. marmoratus* (63 indivíduos), seguida de *H. binotatus* (37 ind.) e de *E. brasiliensis* (23 ind.) (Figura 4). A espécie menos abundante na ZFP foi *L. spixi*, com apenas três indivíduos amostrados. Na ZMR, três espécies (*L. latrans*, *S. aff. x-signatus* e *S. similis*) foram as menos abundantes durante o estudo, com apenas um indivíduo amostrado de cada espécie (Figura 6).

Na ZFP, as espécies mais abundantes durante as amostragens da estação chuvosa, foram *R. ornata* (39 indivíduos) e *L. marmoratus* (32 ind.), e o anuro menos abundante foi *L. spixi*, com apenas dois indivíduos amostrados. Na estação seca, as espécies mais abundantes foram *L. marmoratus* (25 ind.) e *Stereocyclops parkeri* (17 ind.) e as menos abundantes foram *C. carvalhoi* e *L. spixi*, ambas espécies com apenas um indivíduo amostrado nesta zona (Figura 7). As espécies mais abundantes na ZMR, durante a estação chuvosa, foram as mesmas encontradas também como mais abundantes durante a estação seca: *L. marmoratus* (27 indivíduos) e *H. binotatus* (22 ind.). Enquanto as menos abundantes na estação chuvosa foram *L. ocellatus* e *S. similis*, ambas com apenas um indivíduo amostrado. Durante as amostragens da estação seca na ZMR, as espécies menos abundantes foram *R. ornata*, *C. carvalhoi* e *S. aff. x-signatus*, com apenas um indivíduo encontrado para cada espécie (Figura 8).

Não encontramos diferenças significativas nas abundâncias totais entre a ZFP e a ZMR ( $F_{1,18} = 0,034$ ;  $p > 0,05$ ) (Figura 9). Também não houve diferença na abundância entre as estações ( $F_{1,18} = 0,427$ ;  $p > 0,05$ ).

Tabela 3 - Parâmetros da comunidade de anuros de folhiço nas duas zonas amostradas da restinga de Grumari, RJ, Brasil, durante as estações seca e chuvosa. N = Abundância; D = Densidade (ind./100m<sup>2</sup>); B = Biomassa (g/ha).

ESPÉCIES	FECHADA DE PÓS-PRAIA						MATA DE RESTINGA						TOTAL		
	ESTAÇÃO SECA			ESTAÇÃO CHUVOSA			ESTAÇÃO SECA			ESTAÇÃO CHUVOSA					
	N	D	B	N	D	B	N	D	B	N	D	B	N	D	B
<i>Leptodactylus marmoratus</i>	25	3,9	335,9	32	5,0	201,6	36	5,6	482,8	27	3,7	224	<b>120</b>	<b>4,7</b>	<b>1244,3</b>
<i>Stereocyclops parkeri</i>	17	2,6	1675	15	2,3	1414	08	1,2	834,4	10	1,6	1120	<b>50</b>	<b>1,9</b>	<b>5043,4</b>
<i>Haddadus binotatus</i>	09	1,4	460,9	10	1,6	548,4	15	2,3	740,6	22	3,4	1086	<b>56</b>	<b>2,2</b>	<b>2835,9</b>
<i>Euparkerella brasiliensis</i>	-	-	-	04	0,6	42,2	14	2,2	107,8	09	1,4	77	<b>27</b>	<b>1,0</b>	<b>227</b>
<i>Rhinella Ornata</i>	07	1,1	670,3	39	6,1	1378,1	01	0,2	98,4	19	3,0	1079	<b>66</b>	<b>2,6</b>	<b>3225,8</b>
<i>Chiasmocleis carvalhoi</i>	01	0,2	10,9	03	50	29,6	01	0,2	10,9	02	0,3	42,2	<b>07</b>	<b>0,3</b>	<b>93,6</b>
<i>Leptodactylus spixi</i>	01	0,2	34,4	02	30	121,9	-	-	-	04	0,6	96,9	<b>07</b>	<b>0,3</b>	<b>253,1</b>
<i>Leptodactylus latrans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01	0,2	132,8	<b>01</b>	<b>0,04</b>	132,8
<i>Scinax Similis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01	0,2	26,6	<b>01</b>	<b>0,04</b>	26,6
<i>Scinax aff. x-signatus</i>	-	-	-	-	-	-	01	0,2	48,4	-	-	-	<b>01</b>	<b>0,04</b>	48,4
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>9,4</b>	<b>3187,4</b>	<b>105</b>	<b>16,4</b>	<b>3735,8</b>	<b>76</b>	<b>11,9</b>	<b>2323,3</b>	<b>95</b>	<b>14,8</b>	<b>3884,5</b>	<b>336</b>	<b>13,1</b>	<b>13131</b>

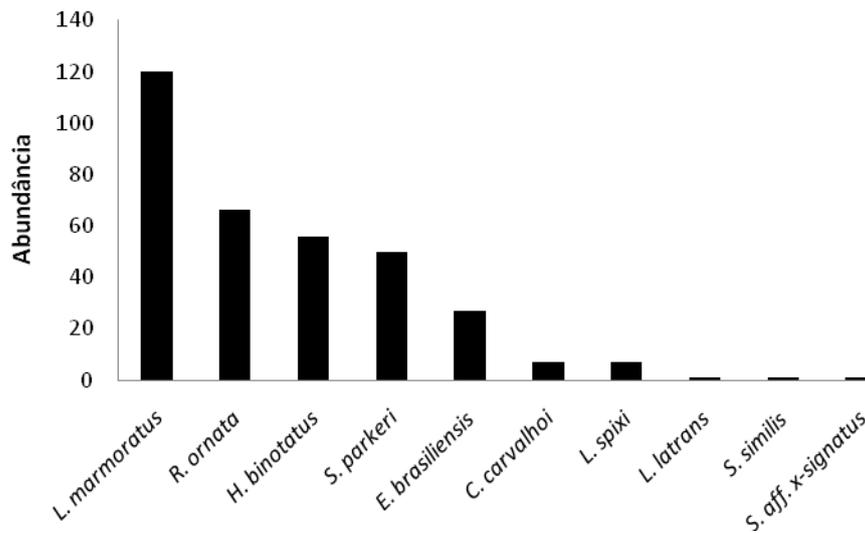


Figura 13 - Distribuição de abundâncias das espécies de anuros de folhço na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. Os valores incluem os dados referentes às duas zonas e às duas estações amostradas.

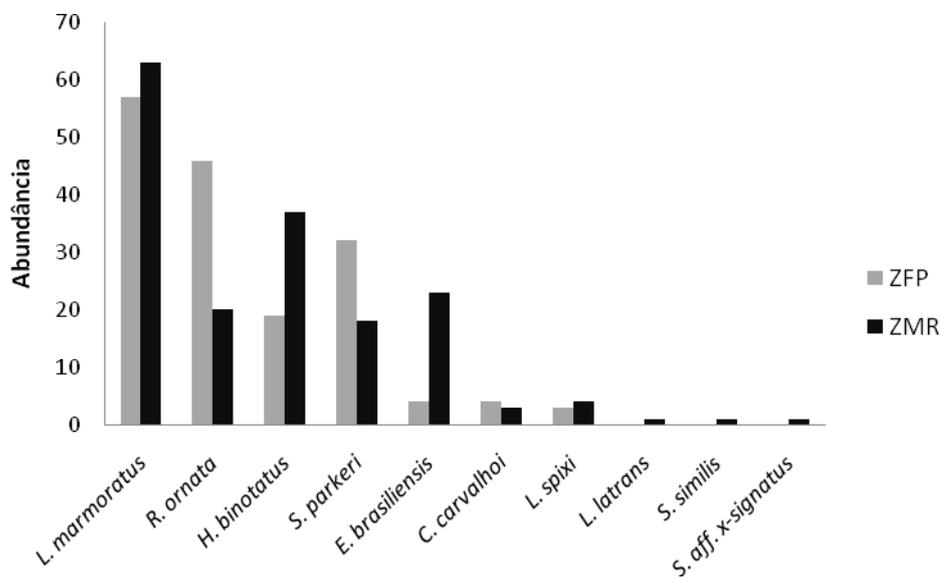


Figura 14 - Distribuição de abundâncias das espécies de anuros de folhço na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil.

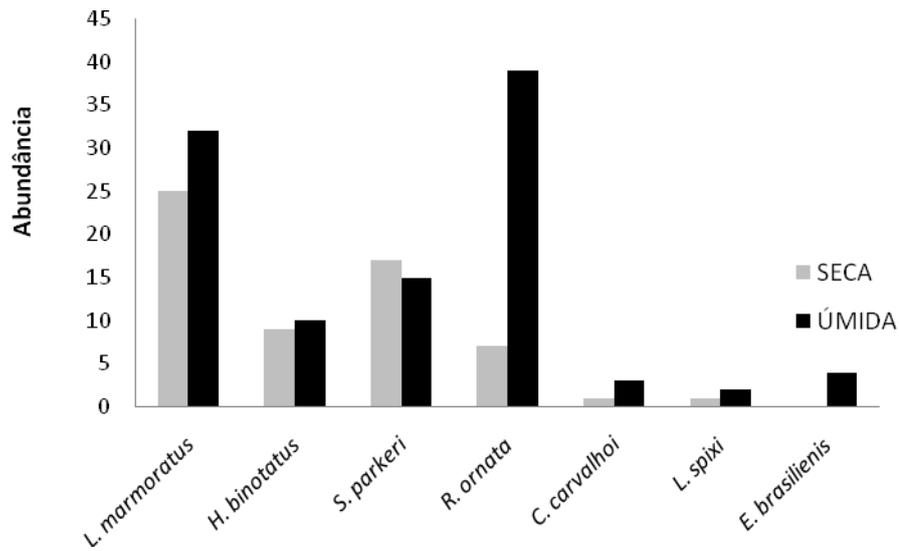


Figura 15 - Distribuição de abundâncias das espécies na zona fechada de pós-praia nas estações seca e úmida na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil.

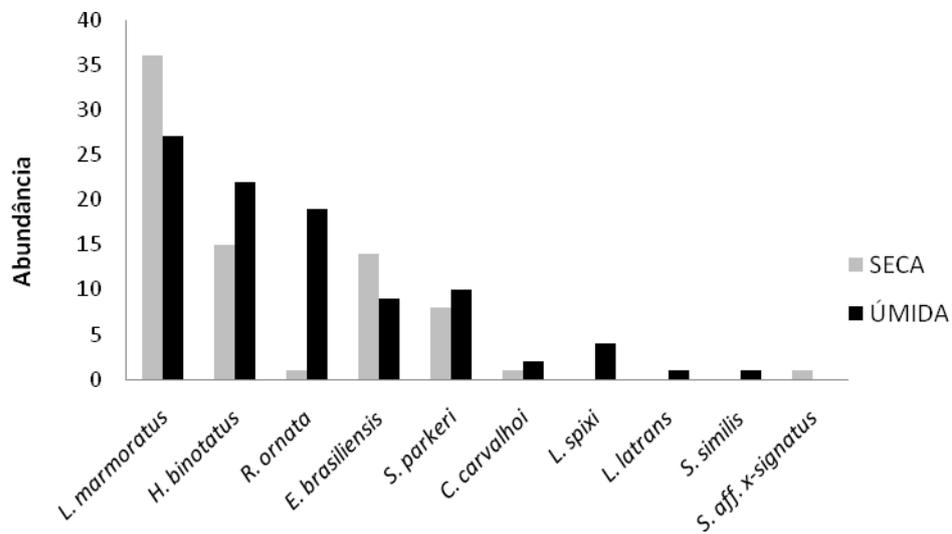


Figura 16 - Distribuição de abundâncias das espécies na zona mata de restinga nas estações seca e úmida na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil.

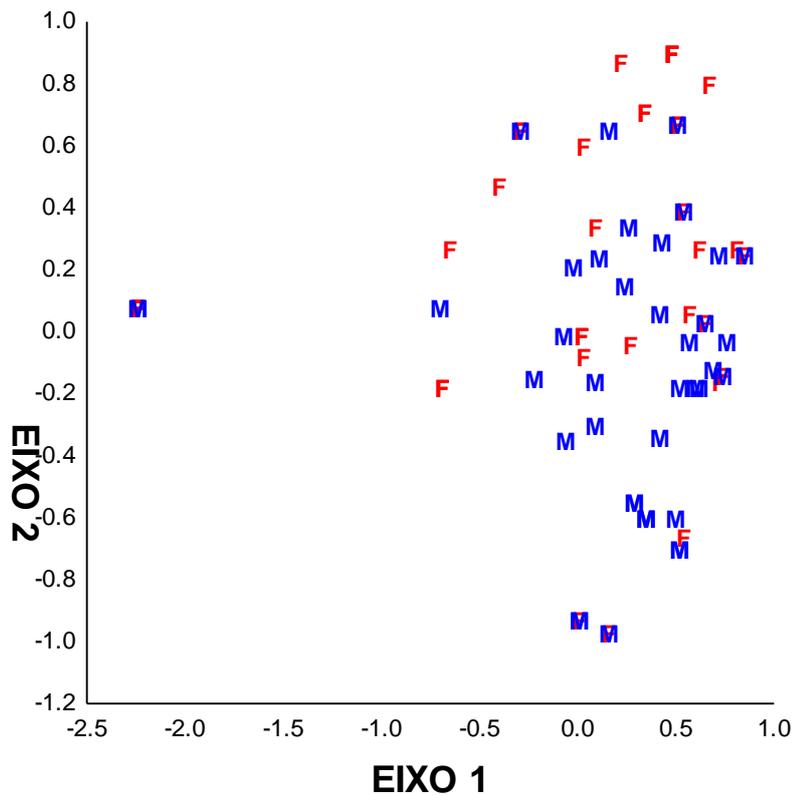


Figura 17 - Gráfico demonstrando a abundância por parcelas, a partir da análise de MDS (distância de Bray-Curtis), entre as duas zonas amostradas na restinga de Grumari, RJ, Brasil. F = Fechada de pós-praia; M = Mata de restinga.

Na ZFP, a densidade estimada de anuros durante a estação seca foi de 9,4 ind./100m<sup>2</sup> e na ZMR, durante a mesma estação, foi de 11,9 ind./100m<sup>2</sup>. Na estação chuvosa, a densidade estimada da comunidade de anuros na ZFP foi de 16,4 ind./100m<sup>2</sup> e na ZMR foi de 14,8 ind./100m<sup>2</sup> (Tabela 1). As densidades gerais estimadas não variaram entre a ZFP e a ZMR ( $F_{1,18} = 0.002$ ;  $p = 0.855$ ), assim como entre as estações seca e úmida ( $F_{1,18} = 0.432$ ;  $p = 0.519$ ).

A espécie com maior densidade geral estimada na restinga de Grumari (estações seca e chuvosa analisadas conjuntamente), em ambas as zonas, foi *L. marmoratus* (4,7 ind/100m<sup>2</sup>), seguida por *R. ornata* (2,6 ind./100m<sup>2</sup>). *Leptodactylus latrans*, *S. similis* e *S. x-signatus* possuíram as mais baixas densidades estimadas com apenas 0,04 ind/100m<sup>2</sup> cada (Tabela 1). As três espécies supracitadas ocorreram somente na ZMR (1280m<sup>2</sup>), com as densidades estimadas mais baixas

nesta zona da restinga (0,08 ind./100m<sup>2</sup>). Na ZFP, a espécie com a menor densidade estimada foi *L. spixi*, com 0,08 ind./100m<sup>2</sup>. Durante a estação seca na ZFP, *L. marmoratus* obteve a maior densidade estimada entre as espécies de anuros, com 3,9 ind./100m<sup>2</sup> durante a estação chuvosa, a espécie com maior densidade foi *R. ornata* com 5,0 ind/100m<sup>2</sup>. Na ZMR, *L. marmoratus* apresentou a maior densidade estimada em ambas as estações, com 5,6 ind./100m<sup>2</sup> durante a estação seca e 3,7 ind/100m<sup>2</sup> durante a estação chuvosa (Tabela 1).

A biomassa total estimada dos anuros de folhiço, durante a estação seca, na ZFP foi de 3187,4 g/ha enquanto para a ZMR foi de 2323,3 g/ha. Durante a estação chuvosa, a biomassa total de anuros foi de 3735,9 g/ha na ZFP e de 3884,5 g/ha na ZMR (Tabela 1). Entretanto, não houve diferenças significativas na biomassa entre as duas zonas amostradas ( $F_{1,18} = 0.001$ ;  $p = 0.974$ ), nem entre as estações seca e chuvosa ( $F_{1,18} = 0.227$ ;  $p = 0.640$ ).

Nas zonas amostradas da restinga de Grumari, o anuro com maior biomassa estimada foi *Stereocyclops parkeri* com 5043,4 g/ha e a espécie com menor biomassa estimada foi *S. similis* com 26,6 g/ha. Durante as amostragens na estação seca, *S. parkeri* foi a espécie de maior biomassa em ambas as zonas, com 1675 g/ha na zona de fechada de pós-praia e 834,4 g/ha na mata de restinga. A espécie de anuro com maior biomassa por área encontrada, durante as amostragens da estação chuvosa foi também *S. parkeri* em ambas as zonas (1414,1 g/ha na ZFP e 1120 g/ha na ZMR) (Tabela 1). A espécie com maior valor total de biomassa na comunidade, nas duas zonas (e estações) conjuntamente, foi *Stereocyclops parkeri* com um total de 367,5 gramas em 56 indivíduos (amplitude: 2,9 g a 10,8 g; média = 6,6 g  $\pm$  1,8). Nas duas zonas separadamente, *S. parkeri* também foi a espécie com maior biomassa total, com 198,6 gramas na ZFP e 168,9 gramas na ZMR.

Em 29 das 160 parcelas (ou 18%) amostradas na restinga de Grumari, não foram encontrados indivíduos de anuro. Na zona fechada de pós-praia, no período da estação seca (40 parcelas), não foram encontrados anuros em nove parcelas (22,5%) e, durante a estação chuvosa (40 parcelas), nenhum anuro foi encontrado em sete (17,5%) parcelas. No total, 20% das 80 parcelas na ZFP não continham anuros. Na zona de mata de restinga, não foram encontrados anuros em 13 das 80 parcelas (16%) realizadas nesta zona. Durante as amostragens da estação seca, na mesma zona, 11 plots (27,5%) não continham nenhum indivíduo, e durante a

estação chuvosa, em apenas duas parcelas (5%) não foi amostrado nenhum anfíbio anuro. O tempo médio despendido para realizar a busca por anuros em uma parcela foi de 17 min  $\pm$  6,33.

A curva do coletor atingiu sua assíntota na ZFP, na unidade amostral (parcela) 49 (Figura 10), com sete espécies em 80 parcelas amostradas. Na zona da mata de restinga, a última espécie inédita para o estudo a ser coletada foi registrada na unidade amostral de número 67 (de um total de 80 parcelas amostradas), totalizando 10 espécies de anuros. O estimador de riqueza Chao 1 apresentou mais de 14 espécies esperadas para zona (Figura 11).

Além das dez espécies de anfíbios anuros associadas ao folhiço que foram amostradas, encontramos também três espécies de hilídeos que não estavam associadas ao folhiço, no interior das parcelas: *Aparasphenodon brunoi*, *Phyllomedusa rohdei* e *Scinax argyreornatus*, esta última encontrada com mais frequência durante as amostragens.

Encontramos também, no interior das parcelas, répteis constituintes da comunidade de herpetofauna da restinga de Grumari: os lagartos da família Gekkonidae *Gimnodactylus darwini* (uma espécie nativa) e *Hemidactylus mabouia* (uma espécie exótica da fauna), e uma serpente da família Colubridae (*Thamnodynastes sp.*). A serpente teve densidade estimada de 0,04 ind./100m<sup>2</sup>, *G. darwini* e *H. mabouia* tiveram densidades estimadas igual a 0,12 ind./100m<sup>2</sup>; cada espécie com três indivíduos amostrados.

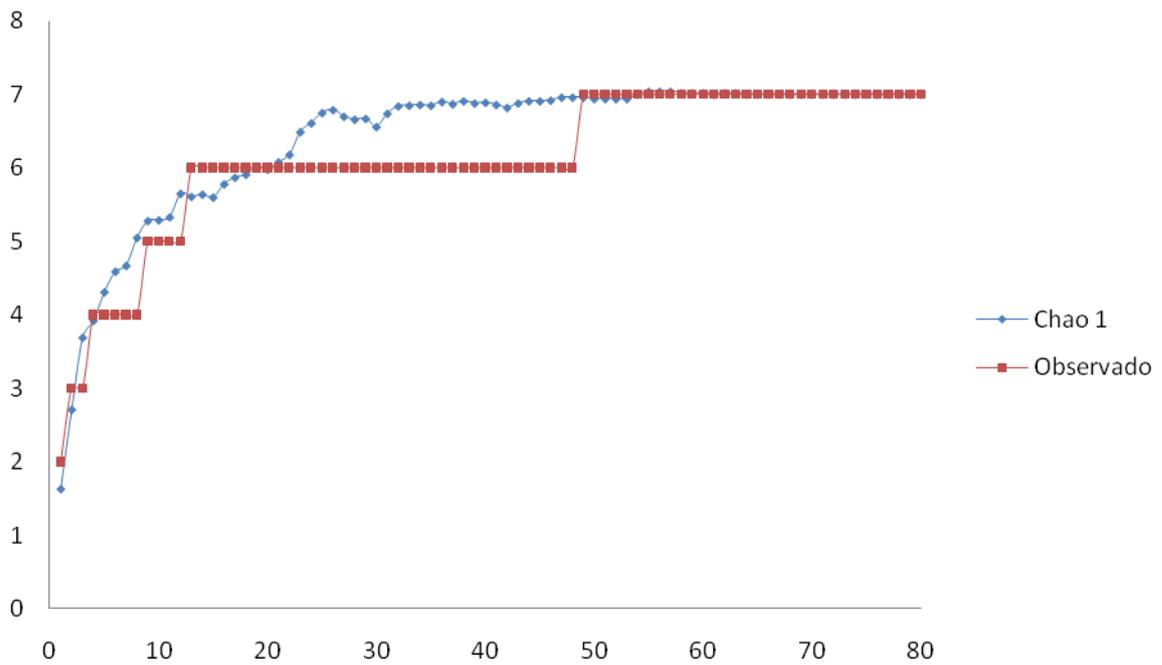


Figura 18 - Curva do coletor para a zona fechada de pós-praia na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. Estimador de riqueza Chao1.

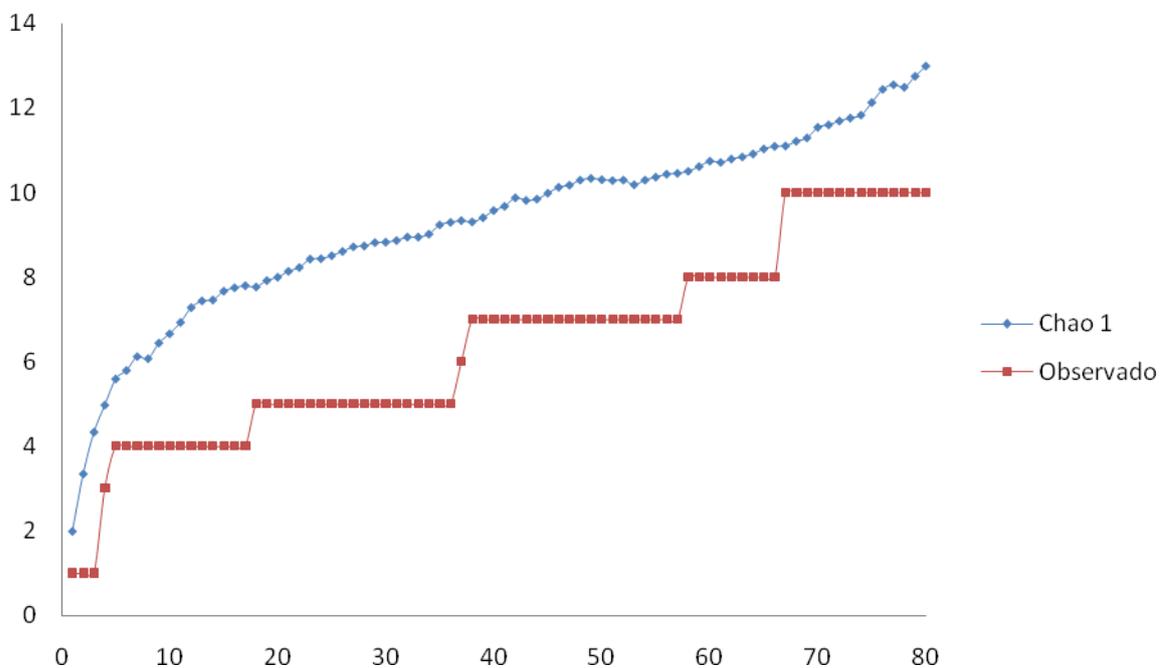


Figura 19 - Curva do coletor para a zona mata de restinga na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. Estimador de riqueza Chao1.

### 2.4.1 Seleção de modelos

Ao analisar como as variáveis ambientais influenciaram nos parâmetros da comunidade (riqueza, densidade e biomassa), utilizando o critério de informação de Akaike corrigido, obtivemos alguns modelos que pudessem explicar esses parâmetros.

Para a riqueza, o modelo com maior probabilidade entre os analisados, foi aquele com as variáveis umidade relativa do ar e DAP, com 25% (AICc = 0,250) (Tabela 2). A importância relativa da variável DAP entre os possíveis modelos foi de 73%, enquanto a umidade relativa do ar teve 50% de importância relativa (Tabela 5).

Em termos da densidade, o modelo com maior ajuste possuiu a variável temperatura como tendo a maior probabilidade de estar influenciando a densidade de anuros, com 19% (AICc = 0,190), seguido do modelo com a variável umidade relativa do ar com 14% (AICc = 0,143) (Tabela 3). O valor de importância relativa ( $W_+$ ) da variável temperatura foi 45% e da umidade foi 26%. A abundância de árvores (presente em dois modelos) obteve uma importância relativa maior (29%) do que a umidade relativa do ar (Tabela 5).

O modelo com a abundância de árvores foi o que melhor explicou a biomassa dos anuros de folhiço, com 23% de probabilidade (AICc = 0,227), seguido do modelo com a variável DAP, com 21% (AICc = 0,206) (Tabela 4). A abundância de árvores obteve um índice de importância igual a 38% e a importância relativa do DAP foi de 34% (Tabela 5).

### 2.4.2 Parâmetros ambientais

Ao medir oito parâmetros ambientais da estrutura do habitat durante transecções em cada zona amostrada, encontramos diferenças significativas em seis parâmetros entre as duas zonas (Tabela 6).

A umidade relativa do ar, mensurada enquanto realizamos as parcelas de amostragem, variou entre as estações seca e chuvosa ( $U=23979$ ;  $p=0,001$ ;  $N=415$ ), mas não entre as zonas fechada de pós-praia e a mata de restinga ( $U=22530,5$ ;  $p=0,263$ ;  $N=415$ ). A temperatura do ar, obtida juntamente com a umidade, também

diferiu entre as estações ( $F=778,114$ ;  $p=0,000$ ;  $N=415$ ), porém não entre as zonas ( $F=0,582$ ;  $p=0,446$ ;  $N=415$ ) (Tabela 7).

Durante as amostragens das parcelas, o número de indivíduos de árvores/arbustos, na zona fechada de pós-praia, foi de 386 em 640m<sup>2</sup> amostrados, atingindo uma densidade de 9,6 indivíduos por parcela. A média do DAP das árvores/arbustos nesta zona foi de 53,2 mm  $\pm$  30,5, variando de 20 a 302,4 mm. Na zona de mata de restinga, encontramos um total de 325 indivíduos de árvores em 80 parcelas, com uma densidade de 8,1 indivíduos por parcela. O DAP médio para as árvores medidas nesta zona foi de 73,6 mm  $\pm$  50,5 sendo a menor árvore com um diâmetro de 24,2 mm e a maior 404,2 mm (Tabela 7).

Tabela 4 - Valores do critério de informação de Akaike corrigido (AICc), do peso de Akaike (Wi) e da probabilidade (p) das análises de regressão simples e múltipla para os modelos que melhor explicaram a riqueza da anurofauna de folhço na retinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. DAP= Diâmetro à altura do peito; Umid= Umidade relativa do ar; Temp= Temperatura do ar.

<b>MODELO (Riqueza)</b>	<b>AICc</b>	<b>Wi</b>	<b>p</b>
<b>Umid + DAP</b>	258,304	0,250	0,04
<b>DAP</b>	258,593	0,186	0,053
<b>Temp + Umid + DAP</b>	259,626	0,129	0,063

Tabela 5 - Valores do critério de informação de Akaike corrigido (AICc), do peso de Akaike (Wi) e da probabilidade (p) das análises de regressão simples e múltipla para os modelos que melhor explicaram a densidade estimada da anurofauna de folhço na retinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. DAP = Diâmetro à altura do peito; Umid = Umidade relativa do ar; Temp = Temperatura do ar; Ab\_Arv = Abundância de árvores; PF = Profundidade do folhço.

<b>MODELO (Densidade)</b>	<b>AICc</b>	<b>Wi</b>	<b>p</b>
<b>Temp</b>	84,053	0,190	0,160
<b>Umid</b>	83,478	0,143	0,233
<b>Ab_Arv</b>	85,520	0,088	0,483
<b>Temp + Ab_Arv</b>	82,323	0,080	0,296
<b>PF</b>	82,122	0,072	0,743
<b>DAP</b>	82,073	0,070	0,808

Tabela 6 - Valores do critério de informação de Akaike corrigido (AICc), do peso de Akaike (Wi) e da probabilidade (p) das análises de regressão simples e múltipla para os modelos que melhor explicaram a biomassa da anurofauna de folhiço na retsinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. DAP= Diâmetro à altura do peito; Umid= Umidade relativa do ar; Temp= Temperatura do ar; Ab\_Arv= Abundância de árvores; PF= Profundidade do folhiço.

<b>MODELO (Biomassa)</b>	<b>AICc</b>	<b>Wi</b>	<b>p</b>
<b>Ab_Arv</b>	538,272	0,227	0,157
<b>DAP</b>	538,371	0,206	0,147
<b>Umid + Ab_Arv</b>	539,367	0,076	0,205
<b>Umid + DAP</b>	539,473	0,068	0,216
<b>Umid</b>	539,630	0,058	0,376
<b>Temp</b>	539,938	0,043	0,485
<b>Temp + Ab_Arv</b>	540,007	0,040	0,279
<b>PF + Ab_Arv</b>	540,124	0,035	0,295
<b>PF + DAP</b>	540,145	0,035	0,298
<b>PF</b>	540,206	0,032	0,634

Tabela 7- Valores da importância relativa de acordo com o critério de informação de Akaike ( $W_+$ ), do coeficiente ( $\beta$ ) da regressão e da probabilidade ( $p$ ) da regressão para a riqueza, a densidade e a biomassa da anurofauna de folhço da restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. DAP= Diâmetro à altura do peito; Umid= Umidade relativa do ar; Temp= Temperatura do ar; PF= Profundidade do folhço; Ab\_Arv= Abundância de árvores.

Riqueza				Densidade				Biomassa			
Variável	$W_+$	$\beta$	$p$	Variável	$W_+$	$\beta$	$p$	Variável	$W_+$	$\beta$	$p$
<b>DAP</b>	0,73	0,869	0,053	<b>Temp</b>	0,45	0,014	0,160	<b>Ab_Arv</b>	0,38	3,627	0,157
<b>Umid</b>	0,50	0,016	0,157	<b>Ab_Arv</b>	0,29	0,002	0,483	<b>DAP</b>	0,34	0,238	0,147
<b>Temp</b>	0,29	0,024	0,773	<b>Umid</b>	0,26	0,002	0,233	<b>Umid</b>	0,20	0,058	0,376
<b>PF</b>	0,17	0,010	0,416	<b>PF</b>	0,24	0,000	0,743	<b>Temp</b>	0,13	0,334	0,485
<b>Ab_Arv</b>	0,12	-0,020	0,485	<b>DAP</b>	0,23	0,013	0,808	<b>PF</b>	0,12	-0,033	0,634

Tabela 8 - Parâmetros ambientais mensurados durante transecções realizadas em duas zonas da restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil. ZFP=Zona fechada pós-praia; ZMR=Zona mata de restinga; DAP=Diâmetro à altura do peito. Amplitude entre parênteses.

PARÂMETROS AMBIENTAIS	ZFP	ZMR	Estatística
<b>Nº de bromélias (total)</b>	15 (0 a 9)	03 (0 a 2)	U = 129,5 P = 0,313 N = 15
<b>Nº de troncos caídos (total)</b>	09 (0 a 3)	34 (0 a 5)	F = 0,637 <b>P = 0,004</b> N = 15
<b>Nº de cactos (total)</b>	02 (0 a 1)	0	U = 127,5 P = 0,150 N = 15
<b>DAP (mm)</b>	45,5 ± 25 (13,9 a 116)	82,4 ± 54,1 (23,9 a 189,4)	F = 5,734 <b>P = 0,024</b> N = 15
<b>Profundidade do folhiço (mm)</b>	39 ± 14,2 (14,6 a 66,3)	67,6 ± 21 (26,7 a 90,5)	F = 19,131 <b>P &lt; 0,001</b> N = 15
<b>Heterogeneidade do solo (% folhiço)</b>	92,8 ± 7,6 (76 a 100)	83 ± 11,2 (47 a 95)	F = 11,700 <b>P = 0,002</b> N = 15
<b>Cobertura vegetal (%)</b>	93,5 ± 4,6 (84 a 100)	88,1 ± 5,9 (75 a 94)	F = 7,913 <b>P = 0,009</b> N = 15
<b>Altura do dossel (m)</b>	4,6 ± 0,7 (2,7 a 5,4)	9,5 ± 1,7 (6,6 a 12,1)	F = 108,120 <b>P &lt; 0,001</b> N = 15

Tabela 9 - Parâmetros ambientais mensurados durante parcelas realizadas em duas zonas da restinga do Parque Natural Municipal de Grumari, RJ, Brasil, na estação chuvosa, exceto temperatura e umidade relativa do ar, obtidas durante as duas estações. ZFP = Zona fechada pós-praia; ZMR = Zona mata de restinga; DAP = Diâmetro à altura do peito.

<b>PARÂMETROS AMBIENTAIS</b>	<b>ZFP</b>	<b>ZMR</b>	<b>Estatística</b>
<b>Nº de árvores (total)</b>	386	325	-
<b>DAP (mm)</b>	53,2 ± 30,5	73,6 ± 50,5	U = 44613 <b>P &lt; 0,001</b> N = 187
<b>Profundidade do folhiço (mm)</b>	39,5 ± 13,3	33,4 ± 7,7	F = 12,8 <b>P &lt; 0,001</b> N = 187
<b>Temperatura (°C)</b>	24,1 ± 2,9	24,3 ± 2,4	F = 0,582 P = 0,446 N = 415
<b>Umidade relativa do ar (%)</b>	74,7 ± 9,2	72,3 ± 11,6	U = 22530 P = 0,263 N = 415

## 2.5 Discussão

Os dados indicaram que a densidade geral estimada de anuros de folhiço na restinga do Parque Natural Municipal de Grumari é relativamente elevada (13,1 ind./100m<sup>2</sup>) quando comparada com as densidades estimadas para outros estudos realizados em floresta ombrófila de Mata Atlântica (Giaretta et al. 1997, 1999; Rocha et al. 2001, 2007a; Almeida-Gomes et al. 2008; Siqueira et al. 2009). Os demais estudos sobre comunidades de anuros do folhiço na Mata Atlântica foram realizados no ambiente de floresta ombrófila densa, sendo o presente estudo o primeiro no habitat de restinga da Mata Atlântica. Este é também o primeiro estudo, que temos conhecimento, com estimativas de densidade de anuros de folhiço para as restingas brasileiras, utilizando metodologia de parcelas. Em um estudo avaliando a eficiência de métodos de amostragem na restinga do Parque Nacional de Jurubatiba, Rocha et al. (2004b) utilizou método para estimativa de densidade, porém não amostrou nenhum anuro através do mesmo. O valor da densidade geral estimada de anuros do folhiço que encontramos na restinga do PNMG foi superior a cinco de seis estudos que utilizaram a metodologia de parcelas (*large plots*) em outras áreas da Mata Atlântica (Giaretta et al. 1997, 1999; Rocha et al. 2001, 2007a; Almeida-Gomes et al. 2008; Siqueira et al. 2009). Estes cinco estudos mostram densidades gerais estimadas de anuros de folhiço variando de 1,4 ind./100m<sup>2</sup> na Serra do Japi, São Paulo (Giaretta et al. 1997) a 8,4 ind./100m<sup>2</sup> na Reserva Ecológica de Guapiaçu, Rio de Janeiro (Rocha et al. 2007a). Dessa forma, quando comparado com as demais áreas, nossos dados mostram que a restinga do PNMG reserva uma considerável densidade de anuros de folhiço.

A biomassa provê informações importantes para a compreensão da funcionalidade da cadeia trófica no fluxo de energia do sistema (Burton & Likens 1975, Stewart & Woolbright 1996 citado em Watanabe et al. 2005) e é considerado um melhor indicador para esta do que a densidade (Watanabe et al. 2005). O valor de biomassa obtido na restinga do PNMG durante o estudo (13131 g/ha) foi consideravelmente superior a alguns estudos com anuros de folhiço em ambientes de floresta ombrófila densa na Mata Atlântica. Siqueira et al. (2009), no Parque Estadual dos Três Picos (RJ) estimou uma biomassa de 684,2 g/ha, mesmo com uma densidade superior (17,1 ind/100m<sup>2</sup>). Rocha et al. (2001), utilizando parcelas 8x8 m, obteve uma biomassa de 1150 g/ha no Parque Estadual da Ilha Grande (RJ).

Giaretta et al. (1999) em um estudo no Parque Florestal de Itapetinga (SP) obteve uma biomassa de 476,6 g/ha. Essa discrepância nos valores de biomassa entre áreas em parte pode ser explicado pelas diferenças na composição da comunidade entre as áreas (Siqueira et al. 2009). Em ambiente de floresta ombrófila densa na Mata Atlântica, os estudos existentes mostram que, em geral, as comunidades são dominadas por espécies de anuros do folhíço de pequeno tamanho (Rocha *et al*, 2001; 2007; Almeida-Gomes *et al*, 2008; Siqueira et al., 2009). Contudo, na restinga do PNMG, três das cinco espécies dominantes constituintes da comunidade de anuros do folhíço foram de porte relativamente grande (*Rhinella ornata*, *Stereocyclops parkeri* e *Haddadus binotatus*), variando de 0,1 até 17,6 gramas. *Leptodactylus marmoratus* e *Euparkerella brasiliensis* são espécies consideravelmente menores, sendo que a primeira foi a mais abundante da restinga e a segunda foi a menos abundante entre as cinco espécies dominantes no folhíço da restinga. A maior massa atingida entre estas duas espécies foi de 1,9 g para *L. marmoratus*. Para fins de comparação, em Siqueira et al. (2009) as espécies mais abundantes foram *E. brasiliensis* e o sapo-pulga *Brachycephalus didactylus*, uma espécie de tamanho diminuto com cerca de um dez milímetros de comprimento corpóreo. Globalmente, a área de floresta com maior biomassa estimada de anuros de folhíço, entre as que foram amostradas com a utilização de parcelas grandes, foi a ilha de Iriomote, Japão, com 11460 g/ha (Watanabe et al. 2005). Embora existam poucos estudos com estimativa de biomassa de anuros de folhíço, a restinga de Grumari pode ser considerada a área com maior biomassa estimada de anuros de folhíço, entre as estudadas até o momento.

Os dados indicaram que os valores de densidade e biomassa estimadas, como um todo, não diferiram entre a zona fechada de pós-praia e a zona de mata de restinga, apesar de essas zonas terem diferido estruturalmente entre si (Tabela 2 e 3). Essas zonas estudadas da restinga estavam localizadas de forma adjacente, compartilhando ampla área espacial e é provável que os fatores medidos não promovam diferenças nos parâmetros da comunidade entre as zonas. Assim, as variações observadas nas zonas podem não ser suficientes para provocar diferenças nos parâmetros da comunidade de anuros de folhíço nesta restinga. Dixo & Martins (2008) não encontraram diferenças em abundância, diversidade e riqueza entre borda e interior de floresta, ambientes muito mais discrepantes entre si do que

os amostrados no presente estudo. A composição de espécies entre as zonas foi ligeiramente diferente, com três espécies (*Leptodactylus latrans*, *Scinax similis* e *Scinax aff. x-signatus*) que ocorreram na zona de mata de restinga, mas não na fechada de pós-praia, tendo apenas um indivíduo representado, para cada espécie. Assim como em outros trabalhos (Giaretta et al. 1997, 1999, Rocha et al. 2007a), onde espécies da família Hylidae foram registradas como casuais de folhiço, a ocorrência de *S. similis* e *S. aff. x-signatus* na restinga de Grumari também foi considerada como casual de folhiço.

Juncá & Eterovick (2007) mostraram que as espécies da anurofauna de folhiço podem estar distribuídas de acordo com gradientes de umidade, o que pode explicar o fato de ter ocorrido uma distribuição similar da anurofauna entre as zonas estudadas, uma vez que os valores de temperatura e da umidade relativa do ar não diferiram entre as zonas. Bastazini et al. (2007) em estudo da composição de anurofauna da restinga da Mata de São João (BA), envolvendo diferentes gradientes ambientais adjacentes, mostraram que as variáveis mais importantes na estruturação da comunidade de anuros, nesta área, foram a umidade do solo, a mudança nas comunidades de plantas e o tipo de corpo d'água. Um estudo envolvendo a comunidade de anuros em diferentes ambientes da Reserva da Biosfera de Los Tuxtlas, México, Urbina-Cardona et al. (2006) mostraram que, dentre as variáveis mais importantes relacionadas com as assembléias de anfíbios (e répteis) em pasto, borda e interior de floresta estão a cobertura da canópia, a cobertura de folhiço e a temperatura. Podemos perceber nestes estudos que umidade e temperatura devem ser realmente fatores estruturadores da comunidade de anuros.

Considerando as duas zonas conjuntamente, os dados mostraram que, durante a estação chuvosa, o fator do ambiente que melhor explicou a densidade estimada de anuros no folhiço foi a temperatura, fator que estava fortemente correlacionado com a umidade relativa do ar ( $p < 0,001$ ). Isto provavelmente resultou do fato de que elevadas temperaturas podem provocar a dessecação do ambiente e, por extensão, do corpo dos anuros, restringindo a atividade destes durante os momentos de temperatura mais elevada. Para a Mata Atlântica existem alguns estudos mostrando que a atividade dos anuros é fortemente afetada pela temperatura (e. g. Hatano et al. 2002; Boquimpani-Freitas et al. 2002), em que o

número de indivíduos ativos (vocalizando) foi relacionado à temperatura para *Hyllodes fredi* e *Proceratophrys tupinamba*, respectivamente. A temperatura, portanto, parece ser uma variável ambiental estruturando a comunidade de anfíbios em ambientes tropicais.

O fator que melhor explicou a riqueza de espécies na restinga de Grumari durante a estação chuvosa, segundo nossos dados, foi o diâmetro à altura do peito das plantas (DAP). É provável que isto resulte do fato que um maior diâmetro do tronco possa estar relacionado com um maior tamanho de copa da árvore/arbusto, que por sua vez, representa um maior volume de material vegetal para prover folhas para a camada de folhiço do chão da restinga, proporcionando microhabitats para a anurofauna de folhiço. Um maior número de microhabitats proporciona diferentes nichos espaciais permitindo que um maior número de espécies possam se estabelecer no local. De fato, tem sido sugerido que a riqueza de espécies de anfíbios anuros é fortemente influenciada pela disponibilidade de diferentes microhabitats (Pearmen 1997, Vargas & Castro 1999), assim como para os anuros de folhiço (Van Sluys et al. 2007), geralmente sendo maior em um ambiente que proporcione uma diversidade maior de microhabitats.

Os dados mostraram que o fator mais importante explicando a biomassa de anuros de folhiço na restinga de Grumari foi a abundância de árvores. Provavelmente isto decorre do fato de que um maior número de árvores promova uma maior cobertura vegetal, e um aumento no número de microhabitats disponíveis. A maior cobertura vegetal, por promover maior sombreamento, tenderia a proporcionar a redução local da temperatura e da dessecação. O sistema de raízes proporciona um número maior de microhabitats disponíveis quando comparado com um chão de folhiço sem raízes. Esse maior número de microhabitats pode proporcionar também uma maior densidade de artrópodes, causando uma maior disponibilidade de alimentos, influenciando assim a biomassa dos anuros. Embora faltem estudos tratando da relação da biomassa de anuros de folhiço e da disponibilidade de artrópodes no ambiente, estes são fundamentais para a compreensão da importância destes anuros para a regulação da cadeia trófica no folhiço das florestas tropicais (Toft 1980, 1981, Huang et al. 2007).

Os dados indicaram que a riqueza de anuros de folhiço obtida na zona de pós-praia (sete espécies) durante o estudo foi similar à apresentada pelo estimador

Chao1. Na zona de mata de restinga, a riqueza de anuros de folhiço (dez espécies) foi inferior à estimada estatisticamente (14 espécies). Isto sugere que, no presente estudo, o esforço empregado tenha sido suficiente para estimar a riqueza de espécies de anuros de folhiço na zona de fechada de pós-praia, mas que na zona de mata de restinga podem, potencialmente, ocorrer espécies que não foram ainda registradas com o esforço empregado. É possível que, como a zona de mata está adjacente à área de floresta ombrófila, ela receba um aporte adicional de algumas espécies que ocorram na floresta ombrófila. Adicionalmente, podem ocorrer outras espécies casuais na comunidade de folhiço.

O Brasil é o país com maior número de endemismos para o grupo dos anfíbios do planeta, com 529 espécies, seguido pela Colômbia com 333 espécies endêmicas (IUCN 2011). O Estado do Rio de Janeiro possui 35 espécies consideradas endêmicas para o Estado (Rocha et al. 2005). Na restinga de Grumari foram registradas uma espécie de anuro de folhiço (*Euparkerella brasiliensis*) endêmica do Estado do Rio de Janeiro, sete espécies endêmicas do Domínio Mata Atlântica e uma espécie (*Chiasmocleis carvalhoi*) globalmente ameaçada de extinção, presente na lista Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN) na categoria *Endangered* (EN) (IUCN 2011). Estes valores indicam que cerca de 3% das espécies endêmicas do Estado do Rio de Janeiro e aproximadamente 8% da Mata Atlântica ocorrem na restinga de Grumari.

Nossos dados indicaram que atualmente, a restinga de Grumari é a mais rica do Estado do Rio de Janeiro em termos da anurofauna, e a segunda mais rica das restingas brasileiras, apresentado a maior biomassa total de anuros de folhiço globalmente. Assim, é recomendado que as zonas de vegetação da restinga do PNMG sejam efetivamente protegidas para prover uma melhor conservação da anurofauna presente na área.

## 2.6 Referências

Allmon WD. 1991. A plot study of forest floor litter frogs, Central Amazon, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*. 7(4):503-522.

Almeida-Gomes M, Vrcibradic D, Siqueira CC, Kiefer MC, Klaion T, Almeida-Santos P, Nascimento D, Ariani CV, Borges-Junior VNT, Freitas-Filho RF, Van Sluys M & Rocha CFD. 2008. Herpetofauna of an Atlantic Rainforest area (Morro São João) in Rio de Janeiro State, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 80(2):291-300.

Bastazini CV, Munduruca JFV, Rocha PLB & Napoli MF. 2007. Which environmental variables better explain changes in anuran community composition? A case study in the restinga of Mata de São João, Bahia, Brazil. *Herpetologica*. 63(4):459 - 471.

Beard KH, Vogt KA, & Kulmatiski A. 2002. Top-down effects of a terrestrial frog on forest nutrient dynamics. *Oecologia*. 133:583–593.

Boquimpani-Freitas L, Rocha CFD & Van Sluys M. 2002. Ecology of the horned leaf-frog, *Proceratophrys appendiculata* (Leptodactylidae), in an insular Atlantic rain-forest area of southeastern Brazil. *Journal of Herpetology*. 36(2):318-322.

Burnham KP & Anderson DR. 2004. Multimodal Inference: Understanding AIC and BIC in Model Selection. *Sociological Methods & Research*. [Internet]. [acessado em: 10/01/11]; 33(2):261-304. Disponível em: <http://smr.sagepub.com>.

Burton TM & Likens GE. 1975. Salamander populations and biomass in the Hubbard Brook Experimental Forest, New Hampshire. *Copeia*. 3:541–546. (citado em Wanatabe et al. 2005)

Caldwell JP & Vitt LJ. 1999. Dietary asymmetry in leaf litter frogs and lizards in a transitional northern Amazonian rain forest. *Oikos*. 84:383–397.

Colwell RK. 2009. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2. User's guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>. Acessado em: 20/12/10.

Conte CE & Machado RA. 2005. Riqueza de espécies e distribuição espacial e temporal em comunidade de anuros (Amphibia, Anura) em uma localidade de Tijucas do Sul, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* [Internet]. [acessado em: 13/08/10]; 22(4):940-948. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbzool/v22n4/a21v22n4.pdf>

Crump ML. 1971. Quantitative analysis of the ecological distribution of a tropical herpetofauna. *Occasional Papers of the Museum of Natural History, University of Kansas*. 3:1–62. (citado em Gardner et al. 2007)

Dixo M & Martins M. 2008. Are leaf-litter frogs and lizards affected by edge effects due to forest fragmentation in Brazilian Atlantic forest? *Journal of Tropical Ecology*. 24:551–554.

DNMET - Departamento Nacional de Meteorologia. 1992. Normas climatológicas (1961-1990). Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação, Brasília.

Duellman WE. 1978. The biology of an equatorial herpetofauna in Amazonian Ecuador. *Miscellaneous Publications of the Museum of Natural History, University of Kansas*. 65:1–352. (citado em Gardner et al. 2007)

Fauth JE, Crother BI & Slowinski JB. 1989. Elevational Patterns of Species Richness, Evenness, and Abundance of the Costa Rican Leaf-Litter Herpetofauna. *Biotropica*. 21(2):178-185.

Freitas SR, Cerqueira R & Vieira MV. 2002. A device and standard variables to describe microhabitat structure of small mammals based on plant cover. *Brazilian Journal of Biology*. 62(4B):795-800.

Gardner TA, Fritzherbert EB, Drews RC, Howell KH & Caro T. 2007. Spatial and Temporal Patterns of Abundance and Diversity of an East African Leaf Litter Amphibian Fauna. *Biotropica*. 39(1):105-113.

Gascon C. 1996. Amphibian litter fauna and river barriers in flooded and non-flooded Amazonian rain forests. *Biotropica*. 28(1):136-140.

Giaretta AA, Sawaya RJ, Machado G, Araújo MS, Facure KG, Medeiros HF & Nunes R. 1997. Diversity and abundance of litter frogs at altitudinal sites at Serra do Japi Southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 14(2):341-346.

Giaretta AA, Facure KG, Sawaya RJ, Meyer JHD & Chemin N. 1999. Diversity and abundance of litter frogs in a montane forest of Southeastern Brazil: seasonal and altitudinal changes. *Biotropica*. 31(4):669-674.

Guerra MF. 2005. Conflitos ambientais no Parque Natural Municipal de Grumari. *Revista Rio de Janeiro*. 16-17:115-132.

Hatano FR, Rocha CFD & Van Sluys M. 2002. Environmental factors affecting calling activity of a tropical diurnal frog (*Hylodes phyllodes*: Leptodactylidae). *Journal of Herpetology*. 36:314-318.

Heinen JT. 1992. Comparisons of the Leaf Litter Herpetofauna in Abandoned Cacao Plantations and Primary Rain Forest in Costa Rica: Some Implications for Faunal Restoration. *Biotropica*. 24(3):431-439.

Hillers A, Veith M & Rödel MO. 2008. Effects of forest fragmentation and habitat degradation on West African leaf-litter frogs. *Conservation Biology*. 22(3):762-772.

Huang CY & Huo PCL. 2004. Density and Diversity of Litter Amphibians in a Monsoon Forest of Southern Taiwan. *Zoological Studies*. 43(4):795-802.

Huang CY, Wang CP & Huo PCL. 2007. Toads (*Bufo bankorensis*) influence litter chemistry but not litter invertebrates and litter decomposition rates in a subtropical forest of Taiwan. *Journal of Tropical Ecology*. 23:161-168.

Inger RF & Colwell R. 1977. Organization of contiguous communities of amphibians and reptiles in Thailand. *Ecology Monographs*. 47:229–253. (citado em Gardner et al. 2007)

IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 10 January 2011. Acessado em: 10/01/11.

Jaeger R & Inger RF. 1994. Standard techniques for inventory and monitoring: Quadrat sampling. In . Heyer WR, Donnelly MA, McDiarmid RW, Hayek LC & Foster MS, editores. *Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians*. Washington (DC): Smithsonian Institution Press. 1634 p.

Juncá FA & Eterovick PC. 2007. Feeding ecology of two sympatric species of Aromobatidae, *Allobates marchesianus* and *Anomaloglossus stepheni*, in Central Amazon. *Journal of Herpetology*. 41(2):301-308.

Lacerda LD, Araújo DSD, Cerqueira R & Turcq B. 1984. Restingas: Origem, estrutura, processos. Niterói (RJ): CEUFF. 477 p.

Lieberman SS. 1986. Ecology of the leaf litter herpetofauna of a Neotropical rainforest: La Selva, Costa Rica. *Acta Zoologica Mexicana*. 15(1):1-71.

Pearman PB. 1997. Correlates of Amphibian Diversity in an Altered Landscape of Amazonian Ecuador. *Conservation Biology*. 11(5):1211-1225.

Pechmann JK, Scott DE, Semlitsch RD, Caldwell JP, Vitt LJ & Gibbons W. 1991. Declining Amphibian Populations: The Problem of Separating Human Impacts from Natural Fluctuations. *Science*. 253(5022):892-895.

Pereira OJ & Araújo DSD. 2000. Análise florística das restingas dos Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro. In Esteves FA & Lacerda LD, editores. *Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras*. Macaé (RJ): UFRJ/NUPEM. 394 p.

Rangel TF, Diniz-Filho JAF & Bini LM. 2010. SAM: A comprehensive application for spatial analysis in Macroecology. *Ecography*. 33:1-5.

Rio de Janeiro. Prefeitura. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. 2004. Relatório Final do Grupo de Trabalho. Parque Natural Municipal de Grumari. Rio de Janeiro.

Rocha CFD, Bergallo HG, Alves MAS & Van Sluys M. 2003. A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas restingas da Mata Atlântica. São Carlos (SP): Rima Editora. 134 p.

Rocha CFD, Nunes-Freitas AF, Cogliatti-Carvalho L & Rocha-Pessôa TC. 2004a. Habitat disturbance in the Brazilian coastal sand dune vegetation and related richness and diversity of Bromeliad species. *Vidália* 2(2):50-56.

- Rocha CFD, Van sluys M, Hatano FH, Boquimpani-Freitas L, Marra RV & Marques RV. 2004b. Relative efficiency of anuran sampling methods in a restinga habitat (Jurubatiba, Rio de Janeiro, Brazil). *Brazilian Journal of Biology*. 64(4):879-884.
- Rocha CFD, Van Sluys M, Bergallo HG & Alves MAS. 2005. Endemic and threatened tetrapods in the restingas of the biodiversity corridors of Serra do Mar and Central da Mata Atlântica in Eastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 65(1):159-168.
- Rocha CFD, Vrcibradic D, Kiefer MC, Almeida-Gomes M, Borges-Junior VNT, Carneiro PCF, Marra RV, Almeida-Santos P, Siqueira CC, Goyannes-Araújo P, Fernandes CGA, Rubião ECN, Van Sluys M. 2007a. A survey of the leaf-litter frog assembly from an Atlantic forest area (Reserva Ecológica de Guapiaçu) in Rio de Janeiro State, Brazil, with an estimate of frog densities. *Tropical Zoology*. 20:99-108.
- Rocha CFD, Bergallo HG, Van Sluys M, Alves MAS & Jamel CE. 2007b. The remnants of restinga habitats in the Brazilian Atlantic Forest of Rio de Janeiro state, Brazil: Habitat loss and risk of disappearance. *Brazilian Journal of Biology*. 67(2):263-273.
- Rocha CFD, Hatano FH, Vrcibradic D & Van Sluys M. 2008. Frog species richness, composition and  $\beta$ -diversity in coastal Brazilian restinga habitats. *Brazilian Journal of Biology*. 68(1):101-107.
- Scott NJ. 1976. The abundance and diversity of the herpetofaunas of tropical forest litter. *Biotropica*. 8:41–58. (citado em Gardner et al. 2007)
- Scott Jr. NJ. 1982. The herpetofauna of forest litter plots from Cameroon, Africa. In Scott Jr. NJ, editor. *Herpetological communities: a symposium of the Society for the Study of Amphibians and Reptiles and the Herpetologists' League*. Washington (DC): Fish and Wildlife Service. 239p.
- SMAC. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Prefeitura. Rio de Janeiro. 2004. Relatório Final do Grupo de Trabalho. Parque Natural Municipal de Grumari. Rio de Janeiro.
- Stewart MM & Woolbright LL. 1996. Amphibians. In Reagan DP & Waide RB, editors. *The food web of a tropical rain forest*. University of Chicago Press, Chicago. p. 273–320. (citado em Watanabe et al. 2005)
- Stuart SN, Chanson JS, Cox NA, Young BE, Rodrigues ASL, Fischman DL & Waller RW. 2004. Status and Trends of Amphibian Declines and Extinctions Worldwide. *Science* 306(5702):1783-1786.
- Toft CA. 1980. Feeding ecology of thirteen syntopic species of anurans in a seasonal tropical environmental. *Oecologia*. 45:131-141.
- Toft CA. 1981. Feeding Ecology of Panamanian Litter Anurans: Patterns in Diet and Foraging Mode. *Journal of Herpetology*. 15(2):139-144.

- Urbina-Cardona JN, Olivares-Pérez M & Reynoso VH. 2006. Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across a pasture–edge–interior ecotone in tropical rainforest fragments in the Los Tuxtlas Biosphere Reserve of Veracruz, Mexico. *Biological Conservation*. 132:61-75.
- Van Sluys M, Rocha CFD, Hatano FH, Boquimpani-Freitas L & Marra RV. 2004. Anfíbios da Restinga de Jurubatiba: Composição e História Natural. In Rocha CFD, Esteves FA & Scarano FR, editores. *Pesquisas de longa duração da Restinga de Jurubatiba: Ecologia, História Natural e Conservação*, São Carlos (SP): Rima Editora. 376 p.
- Van Sluys M, Vrcibradic D, Alves MAS, Bergallo HG & Rocha CFD. 2007. Ecological parameters of the leaf-litter frog community of an Atlantic Rainforest area at Ilha Grande, Rio de Janeiro state, Brazil. *Austral Ecology*. 32: 254–260.
- Vargas FSS & Castro FH. 1999. Distribución y preferencias de microhábitat em anuros (amphibia) en bosque maduro y áreas perturbadas en anchicayá, pacífico colombiano. *Caldasia*. 21(1):95-109.
- Vitt LJ & Caldwell JP. 1994. Resource utilization and guild structure of small vertebrates in the Amazon forest leaf litter. *Journal of Zoology (London)*. 234:463–76.
- Vonesh JR. 2001. Patterns of richness and abundance in a tropical African Leaf-litter herpetofauna. *Biotropica*. 33(3):502-510.
- Watanabe S, Nakanishi N & Izawa M. 2005. Seasonal abundance in the floor-dwelling frog fauna on Iriomote Island of the Ryukyu Archipelago, Japan. *Journal of Tropical Ecology*. 21:85–91.
- Watling JI & Donnelly MA. 2002. Seasonal patterns of reproduction and abundance of leaf litter frogs in a Central American rainforest. *Journal of Zoology*. 258:269-276.
- Wilkinson L. 2004. *Systat for Windows*”. Versão 11, Systat Inc., Evanston, Illinois, USA.
- Wyman, RL. 1998. Experimental assessment of salamanders as predators of detrital food webs: effects on invertebrates, decomposition and the carbon cycle. *Biodiversity and Conservation*. 7:641-650. (citado em Huang & Huo 2004)
- Zar JH. 1999. *Biostatistical analysis*. 4ª Ed. New Jersey (NY): River, Prentice-Hall Inc. Upper Saddle. 662 p.