



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB**

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA,  
BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO**



**DIETA, USO DE AMBIENTE E REPERTÓRIO VOCAL DE  
*Phyllodytes tuberculatus* (BOKERMANN, 1966) (Anura; Hylidae)**

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

**SILVANA SOUZA DE OLIVEIRA**



**Jequié – Bahia  
2018**

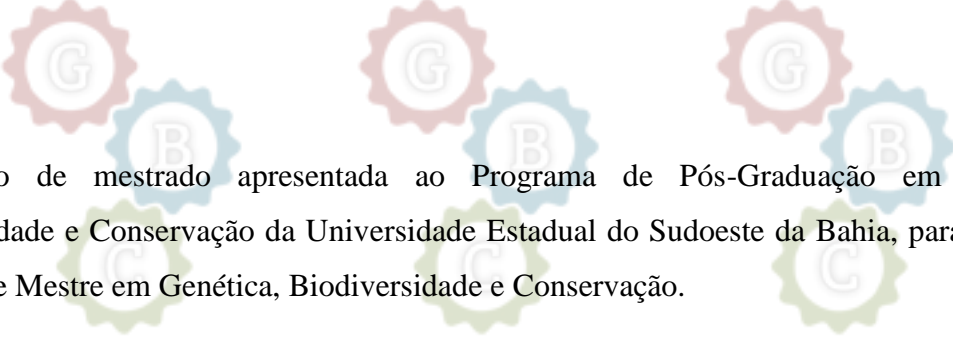
Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



**SILVANA SOUZA DE OLIVEIRA**

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

**DIETA, USO DE AMBIENTE E REPERTÓRIO VOCAL DE  
*Phyllodytes tuberculatus* (BOKERMANN, 1966) (Anura; Hylidae)**



Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, para obtenção do título de Mestre em Genética, Biodiversidade e Conservação.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Zina Pereira Ramos.

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



**Jequié – Bahia  
2018**

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA, BIODIVERSIDADE E  
CONSERVAÇÃO

Campus Jequié-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

**Título:** "Dieta, uso de ambiente e repertório vocal de *Phyllodytes tuberculatus* (Bokermann, 1966) (Anura; Hylidae)".

**Autor (a):** Silvana Souza de Oliveira

**Orientador (a):** Profa. Dra. Juliana Zina Pereira Ramos

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM GENÉTICA, BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GENÉTICA, BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO, pela Banca Examinadora:



Prof. Dra. Juliana Zina Pereira Ramos – UESB / Jequié - BA



Prof. Dr. Iuri Ribeiro Dias – UESC / Ilhéus -BA



Prof. Dra. Cynthia Peralta de Almeida Prado – UNESP / Jaboticabal – SP

Data de realização: 28 de março de 2018.



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



*“Aos meus pais e filhos!”*

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



## AGRADECIMENTOS

Esse momento é especial e me remete a uma viagem ao tempo, na qual conduzo meus pensamentos a situações únicas de concretização de ações que foram decorrentes de conflitos, satisfação, parcerias, descobertas e indagações que contemplaram minha pesquisa. À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB e ao Programa de Pós Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação – PPGGBC pela estrutura, suporte e transporte cedidos. Para que esse trabalho fosse desenvolvido de forma concisa, uma pessoa em especial foi a peça chave para tal, a minha orientadora, Juliana Zina, ser único, que cumpriu sua função de maneira eficaz e humanitária, sempre esteve a disposição e nunca se absteve de atender-me. Aos colegas do laboratório, Jamile Freitas, Deivson Fraga, Marina Faraulo, Nathana Pereira, que atuaram juntamente nas idas a campo. Em se tratando disso, Tiago Reis contribuiu intensamente nas coletas, tornando-se um aliado. Porém, os esforços mútuos não se limitaram a ações físicas em campo, mas também em gestos e palavras. À André Teixeira, pela dedicação com análises de dieta. Diversas pessoas se mostraram intensamente satisfeitos com cada vitória alcançada. Aos meus pais, Dino e Nilde, agradeço-lhes por tê-los em minha vida. Ao meu irmão Sérgio, pela força e cumplicidade. Ao meu filho Arthur, por me fazer não desistir diante dos obstáculos, pois ao olhá-lo, vejo o quanto sou responsável por ele. Ao meu mais novo filho Saul, que veio para intensificar ainda mais minha força e persistência. À minha sobrinha Ester, pelo carinho e admiração. Aos colegas da graduação, Jucineide Reis e Luís Fernando Chagas, que sempre estiveram na torcida, Anselmo Souza pela colaboração em Campo. A minha colega do mestrado, minha amiga linda, Jennifer Bombonatti, pelo carinho, amizade e parceria em minhas coletas. Citá-la novamente é um prazer, pois além das suas contribuições como colega, Nathana Pereira, minha irmã científica, tornou-se amiga, compartilhou conhecimentos, experiências, aconselhou-me e se manteve sempre disposta a colaborar ainda que com broncas (rsrs). Sou grata a todos que contribuíram direta e indiretamente para concretização desta pesquisa!



## BIOGRAFIA

Silvana Souza de Oliveira, filha de Manoel de Oliveira e de Alzenira de Souza Nascimento, nasci nesta cidade, no ano de 1987 mais precisamente no dia 19 de março. Concluí o Ensino Médio no Colégio Polivalente Edvaldo Boaventura ano de 2004. Na sequência, com o intuito de cursar graduação na área da Saúde, optei inicialmente por um curso de nível técnico em Enfermagem, concluí com êxito no ano de 2007. No entanto, o desejo de seguir na área da Saúde foi substituído assim que iniciei a Graduação em Ciências Biológicas na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, campus de Jequié-Bahia no ano 2008.1. O interesse pela Biologia intensificou-se a cada semestre. Durante a graduação, em julho de 2009 tornei-me mãe, o que não me impossibilitou de acompanhar o ritmo regular da turma. Após a conclusão da graduação, 2012.2, dediquei-me a educação escolar compondo parte do quadro de funcionários do Centro Educacional Presidente Médici, escola da Rede Pública Municipal desta cidade, na função de Vice-Diretora do ano 2013 ao ano de 2016, quando enfim, ingressei no Programa de Pós Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação desta Universidade. E no momento final do mestrado, mais um presente, serei mãe pela segunda vez.

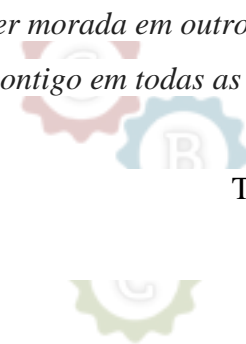


Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

*“Não é sobre chegar no topo do mundo e saber que venceu  
É sobre escalar e sentir que o caminho te fortaleceu  
É sobre ser abrigo e também ter morada em outros corações  
E assim ter amigos contigo em todas as situações”*



Trem - Bala  
Ana Vilela

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



## RESUMO

País rico em biodiversidade, extensão e singularidades, o Brasil, é possuidor exclusivo do domínio morfoclimático das Caatingas, que, por sua vez, caracteriza-se pela escassez e imprevisibilidade de chuvas. Ainda assim, abriga espécies fisiológica e ecologicamente dependentes de recursos hídricos, como anuros. As características morfofisiológicas dos anuros corresponderiam, em teoria, a obstáculos para a ocupação de ambientes áridos. No entanto, a existência de alguns mecanismos (ecológicos, comportamentais e fisiológicos) possibilitam sua ocorrência nestes ambientes hostis, o uso de fitotelmos é um deles. Durante o curto período de chuvas no qual a paisagem da Caatinga se transforma, as bromélias, plantas adaptadas a condição de seca transitória, passam a armazenar água. A configuração foliar destas plantas favorece o acúmulo de água em seu tanque central e axilas foliares. Esse reservatório de água permanece por um tempo suficiente para garantir fonte de água e forrageio para diversas espécies, inclusive de anuros. Para *Phyllodytes tuberculatus*, espécie bromelígena, estes corpos d'água vão além, conferindo tanto abrigo e proteção, como também representam um local para reprodução (sítio de vocalização, desova e desenvolvimento). Visando observar e descrever em detalhes como a população de *P. tuberculatus* se organiza, o presente estudo foi realizado em área de Caatinga de aproximadamente 162 m<sup>2</sup>, localizada no povoado de Santa Clara, município de Jequié, centro-sul do estado da Bahia. Objetivamos descrever a dieta de *P. tuberculatus*, os padrões de ocupação e uso do ambiente pela espécie e a seu repertório vocal. Durante os meses de outubro de 2016 a dezembro de 2017 coletamos dados em campo a respeito do uso do ambiente (sítio de vocalização, ocupação em bromélias, características e localização das bromélias) e os conteúdos estomacais por meio da técnica de lavagem estomacal. No que tange questões de ocupação ambiental, os indivíduos capturados foram encontrados em sua totalidade no interior das bromélias do gênero *Aechmea*, posicionados nas axilas ou nas folhas. Na análise descritiva da dieta de *P. tuberculatus*, nove classes de presas foram identificadas, dentre estas, Coleoptera e Hymenoptera (Formicidae) foram as categorias com maiores índices de importância alimentar. A espécie apresenta atividade reprodutiva prolongada, sendo registrada em atividade de vocalização em todas as saídas de campo realizadas. A espécie permaneceu em atividade de vocalização desde o pôr do sol (por volta de 17:00 h) até próximo de 23:00 h (média de 6 horas/dia). O repertório vocal de *P. tuberculatus* é vasto, com apresentação de vocalização com função territorial, anúncio e de corte. O presente estudo fornece informações biológicas básicas a respeito de uma espécie pouco conhecida, de distribuição geográfica restrita e especificidades marcantes no que diz respeito ao uso do ambiente. Por essa razão, além de subsidiar futuros estudos ecológicos sobre a espécie, o domínio morfoclimático que ocupa e seu grupo, fornece dados essenciais para o monitoramento dos impactos da ocupação humana sobre as populações naturais de espécies bromelígenas da Caatinga.

Palavras-chave: Anuros, bromélia, conservação, autoecologia, Caatinga.





## ABSTRACT

A country rich in biodiversity, extension and singularities, Brazil is the exclusive possessor of the morphoclimatic domain of the caatingas, which, in turn, is characterized by the scarcity and unpredictability of rainfall. Nevertheless, it shelters species physiologically and ecologically dependent on water resources, such as anurans. The anatomical and physiological characteristics of the anurans could be obstacles to the occupation of arid environments. However, the existence of some mechanisms (ecological, behavioral and physiological) makes it possible to occur in these hostile environments, the use of phytotelma is one of them. During the short rainy season in which the landscape of the Caatinga is transformed, plants such as bromeliads, which are adapted to a seasonal drought condition, start to store water. The foliar configuration of these plants favor the accumulation of water in their central tank and leaf axils. This reservoir of water remains for a sufficient time to guarantee water source and foraging for several species, including anurans. For *Phyllodytes tuberculatus*, which is a bromeligenous species, these bodies of water go further giving both shelter and protection, but also represent a site for reproduction (site of vocalization, spawning and development). In order to observe and describe in detail how *P. tuberculatus* population is organized, the present study was carried out in a Caatinga area of approximately 162 m<sup>2</sup> located in the village of Santa Clara, Jequié municipality, south-central part of the state of Bahia. We aimed to describe the diet of *P. tuberculatus*, the patterns of occupation and use of the environment by the species and its vocal repertoire. During the months of October 2016 to December 2017, data about the use of the environment (vocalization site, occupation in bromeliads, characteristics and location of bromeliads) and stomach contents by means of the stomach lavage technique were collected. Regarding habitat occupation, all individuals of the species were found within the bromeliads of the genus *Aechmea*, positioned in the axils or leaves. In the descriptive analysis of the diet of *P. tuberculatus*, nine classes of prey were identified. Among them, Coleoptera and Hymenoptera (Formicidae) were the categories with the highest indexes of food importance. The species presents prolonged reproductive activity, being recorded in vocalization activity during the entire study period. The species remained in calling activity from sunset (around 5:00 p.m.) to around 11:00 p.m. (average of 6 hours / day). The vocal repertoire of *P. tuberculatus* is wide, exhibiting vocalization with territorial, advertisement and courtship functions. The present study provides basic biological information regarding a poorly-known species of restricted geographic distribution and marked specificities with respect to the use of the environment. For this reason, in addition to supporting future ecological studies on the species, its biome and its group, the present study provides essential data for monitoring the impacts of human occupation on natural populations of Caatinga bromeligenous species.

Keywords: Anurans, bromeliads, conservation, autoecology, Caatinga.

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1:** Mapa de distribuição de *Phyllodytes tuberculosus* no estado da Bahia. O quadrado branco corresponde ao recente registro da espécie no Distrito de Santa Clara no município de Jequié (presente estudo).....17

**Figura 2.** Mapa da FIOL. Ligação entre o município de Figueirópolis no estado do Tocantins e o município de Ilhéus no estado da Bahia. Em destaque, o trecho EF – 334 que abarca o município de Jequié.....22

**Figura 3.** Medidas morfométricas aferidas nos indivíduos de *Phyllodytes tuberculosus* registrados no presente estudo, sendo CRC= Comprimento Rostro-Cloacal, CC= Comprimento da Cabeça e LC= Largura da cabeça. Figura adaptada de Marcelino, V. R. (2009).....24

## Capítulo I

**Figura 1.** Índice percentual de importância dos itens alimentares registrados nos conteúdos estomacais de *Phyllodytes tuberculosus* em um fragmento de Caatinga no município de Jequié, estado da Bahia, sendo A- Coleoptera (AIA= 35,2), B- Formicidae (AIA= 35,4), C- Blattodea (Termitidae) (AIA= 26,7), D- Blattodea (AIA= 02,0), E- Aranae (AIA= 00,1), F- Diptera (AIA= 00,1), G- Orthoptera (AIA= 00,1), H- Lepidoptera (AIA= 00,4) e I- Mantodea (AIA= 00,1). A intensidade das tonalidades indica o tamanho da área representada no gráfico, sendo preto a maior área representada no gráfico e branco a menor.....37

**Figura 2.** Curva de rarefação referente à análise do conteúdo estomacal de *Phyllodytes tuberculosus* no município de Jequié, estado da Bahia.....39

## Capítulo II

**Figura 1:** Porcentagem referente aos sítios de canto em diferentes partes da bromélia utilizados por indivíduos de *Phyllodytes tuberculatus* em área de Caatinga no povoado de Santa Clara, município de Jequié no centro-sul do estado da Bahia.....58

**Figura 2:** Registro do índice máximo de indivíduos da espécie *Phyllodytes tuberculatus* capturados com relação a pluviosidade, em ambiente de Caaatinga, no povoado de Santa Clara, no município de Jequié, centro-sul do estado da Bahia.....59

**Figura 3** Sonograma e espectograma dos cantos de *P. tuberculatus*. A: canto de anúncio. B: canto territorial. C: canto de corte.....61

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo I

**Tabela 1:** Valores percentuais da frequência de ocorrência (FO), frequência de pontos (FP), n de pontos relativos (P) e índice de importância de cada item alimentar (IAi), para representação da composição da dieta de *Phyllodytes tuberculatus*, município de Jequié, estado da Bahia. ....36

**Tabela 2.** Valores percentuais da frequência de ocorrência (FO), frequência de pontos (FP) e número de pontos relativos (%P) de cada item alimentar em períodos distintos (chuvoso e seco) de *Phyllodytes tuberculatus* no município de Jequié, estado da Bahia.....38

**Tabela 3.** Fauna associada a bromélias *Aechmea* sp., município de Jequié, estado da Bahia.....39

### Capítulo II

**Tabela 1:** Características das bromélias ocupadas (BO) e bromélias não ocupadas (BNO) por indivíduos da espécie *Phyllodytes tuberculatus* em área de Caatinga, no município de Jequié, no centro-sul do estado da Bahia.....56

**Tabela 2:** Resultado obtido para análise de SIMPER, na qual comparamos algumas métricas das bromélias estudadas (BO- bromélia ocupada por indivíduos de *Phyllodytes tuberculatus* e BNO- bromélias não ocupadas por indivíduos de *P. tuberculatus*) no município de Jequié, estado da Bahia, sendo BA- Bromélia por agrupamento, AB- Altura da bromélia, NAT- Nível de água no tanque central, AT- Altura do tanque central, DB- diâmetro da bromélia, LF- Largura da folha.....57

**Tabela 3.** Características espectrais e temporais das vocalizações de *P. tuberculatus*, gravadas numa mancha de bromélias no distrito Santa Clara, do município de Jequié, estado da Bahia, entre os anos de 2016 e 2017. Os valores representam as médias  $\pm$  desvio padrão. FD = Frequência dominante; F5 = Frequência que contém 5% e 95% da energia total, respectivamente; F95 = Frequência que divide a nota em dois intervalos de frequência, que contém 95% e 5% da energia total, respectivamente; IF90 = Intervalo de frequência que contém 90% do total de energia presente na nota; DTC= *Delta time* canto; DTN= *Delta time* notas; IC = Intervalo entre cantos..... 63

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AB: altura da bromélia

AT: altura do tanque

BA: número de plantas vizinhas pertencentes a um mesmo agrupamento

BHRC: Bacia Hidrográfica do Rio das Contas

BSh: Árido, savânico e quente

CC: Comprimento da Cabeça

CHESF: Companhia Hidrelétrica do São Francisco

CRC: Comprimento Rostro-Cloacal

DB: diâmetro da bromélia

DD: *data deficiente*

DNOCS: Departamento Nacional de Obras Contra a Seca

DT: diâmetro do tanque central

EFN: Estrada Férrea de Nazaré

Fi: frequência de ocorrência (%) do determinado item

FIOL: Ferrovia de Integração Oeste-Leste

$i = 1, 2, \dots, n$  = determinado item alimentar

IA<sub>i</sub>: índice alimentar

LC: Largura da Cabeça

LF: largura da folha

NAT: nível de água no tanque central

NF: número de folhas das bromélias

P: número de pontos relativos para cada categoria alimentar

TA: temperatura da água

UH: Usinas Hidrelétricas

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	16
REVISÃO DA LITERATURA.....	16
<i>Phyllodytes tuberculosus</i> .....	16
Caatinga e Conservação.....	18
OBJETIVOS.....	20
METODOLOGIA .....	20
Área de estudo .....	20
Município de Jequié.....	21
Coleta de dados em campo.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
CAPÍTULO 1: Caiu na bromélia é presa: dieta de uma espécie bromelígena caatingueira do gênero <i>Phyllodytes</i> (Anura; Hylidae).....	30
Introdução.....	33
Material e Métodos.....	34
Resultados.....	36
Discussão.....	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
CAPÍTULO 2 Uso ambiente e repertório vocal e biologia reprodutiva de <i>Phyllodytes tuberculosus</i> (Bokermann, 1966) (Anura; Hylidae) em área de Caatinga.....	44
Introdução .....	51
Material e métodos.....	52
Área de estudo.....	52
Coleta e análise de dados.....	52
Resultados.....	55
Uso do ambiente e período reprodutivo.....	55
Vocalização.....	59
Canto de anúncio.....	60
Canto territorial.....	62
Canto de corte.....	64

Discussão.....	64
Uso do ambiente e período reprodutivo.....	65
Vocalização.....	66
Canto de anúncio.....	66
Canto territorial.....	67
Canto de corte.....	68
Agradecimentos.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70



## INTRODUÇÃO

*Phyllodytes tuberculosus* é uma espécie de anuro da família Hylidae, de pequeno a médio porte (Comprimento Rostro-Cloacal- 24-26 mm) (Peixoto & Cruz, 1988), descrita por Bokermann em 1966. Há diversos aspectos relativos à sua distribuição geográfica, uso do ambiente e domínio morfoclimático de ocorrência que tornam o estudo da biologia de espécie muito interessante e enriquecedor sob o ponto de vista ecológico e taxonômico.

Diferente de suas congêneres que ocorrem em áreas de floresta úmida, *P. tuberculosus* ocorre em ambientes semiáridos, sujeitos a períodos de seca prolongados. A distribuição geográfica de *P. tuberculosus* é restrita a alguns pontos de ocorrência no estado da Bahia caracterizados como áreas de Caatinga e áreas de transição Caatinga-Mata Atlântica (IUCN, 2017). É uma espécie bromelígena (Peixoto, 1995) que utiliza estes fitotelmos como sítio de abrigo, vocalização, desova e desenvolvimento larval. Estes fatores atuam de maneira mais evidente nas fases de ovo e girino. Portanto, pode-se supor que esta espécie, além de apresentar adaptações ecológicas e fisiológicas para ocupar o ambiente limitante dos fitotelmos em todas as fases de seu ciclo de vida, deve ter mecanismos de seleção das plantas utilizadas como sítios reprodutivos.

Além da descrição formal da espécie e da descrição de seu canto, não há informações a respeito da ecologia e do comportamento reprodutivo da espécie na literatura. Visando preencher essa lacuna, conduzimos o presente estudo sobre a autoecologia de *P. tuberculosus* em uma área de Caatinga no município de Jequié, estado da Bahia.

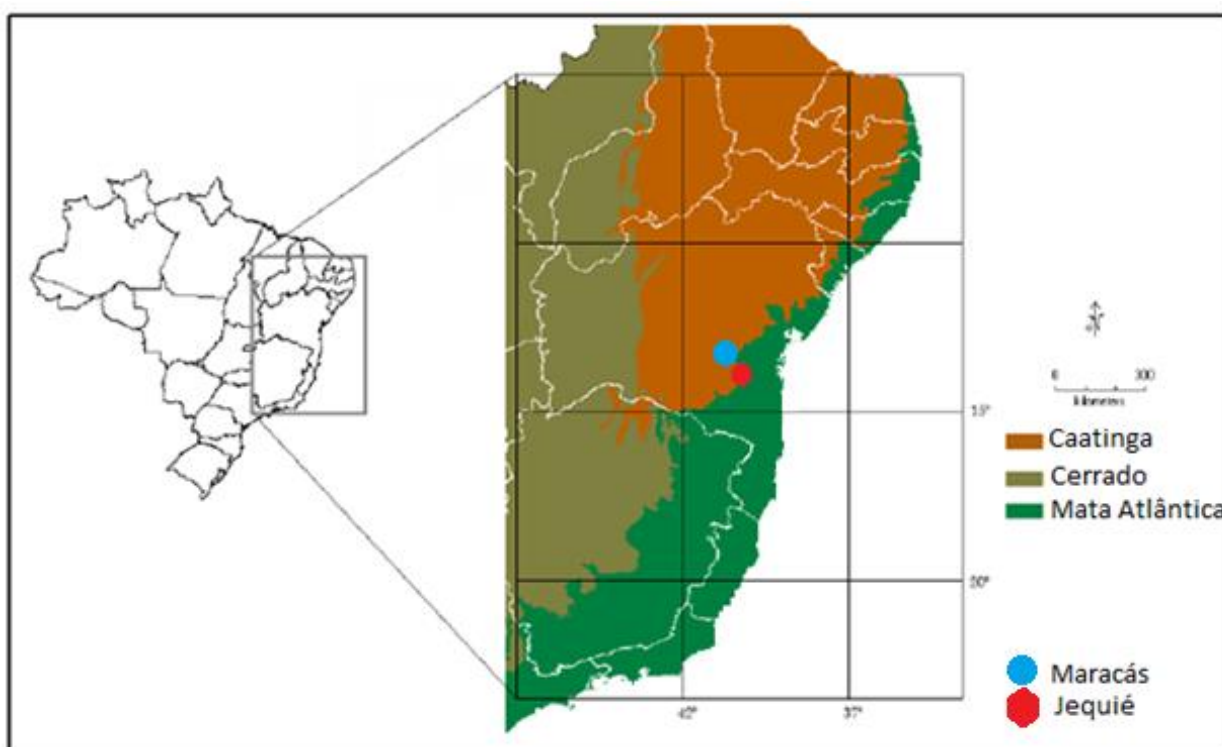
## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 *Phyllodytes tuberculosus*

A família Hylidae, representada atualmente por 693 espécies descritas (Frost, 2018), subdivide-se em sete subfamílias, sendo elas: Acridinae, Cophomantinae, Dendropsophinae, Hylinae, Lophohylineae, Pseudinae e Scinaxinae (Duellman & Trueb, 1994). Pertencente à subfamília Lophohylineae, o gênero *Phyllodytes*, descrito por Wagler, 1830, é composto por 13 espécies (Frost, 2018), caracterizadas pela presença de odontóides na mandíbula, principal atributo que as difere dos demais hílideos (Peixoto & Cruz, 1988; Cruz *et al.*, 2006). As espécies que compreendem o gênero são de pequeno a médio porte, possuem coloração amarelo-esverdeada (embora apresentem variação no padrão de coloração dorsal) e vivem em íntima associação com bromélias (e.g. Eterovick, 1999; Peixoto *et al.*, 2003; Caramaschi *et al.*, 2004).



A maior parte das espécies do gênero ocorre em ambientes florestais úmidos e raros são os casos de ocupação de ambientes xéricos, sendo que apenas uma espécie, *P. tuberculatus*, foi registrada em área de Caatinga. Sua distribuição geográfica está restrita a sua localidade tipo Maracás e cercanias todas no estado da Bahia (Frost, 2018) (Figura 1). Desse modo, até o momento, a espécie pode ser considerada de distribuição geográfica muito restrita, endêmica do estado da Bahia. Ademais, seu status de conservação é considerado como DD (*data deficient*) (IUCN, 2017) o que enfatiza a importância de estudos que descrevam aspectos de sua ecologia.



**Figura 1:** Mapa de distribuição de *Phyllodytes tuberculatus* no estado da Bahia. O quadrado branco corresponde ao recente registro da espécie no Distrito de Santa Clara no município de Jequié, Bahia (presente estudo).

Por ser uma espécie dependente de bromélias, sua ocorrência e distribuição está associada a presença destas plantas. Bromeliaceae é uma família composta por oito subfamílias (Brocchinioideae, Lindmanioideae, Tillandsioideae, Hechtioideae, Navioideae, Pitcairnioideae, Puyoideae, Bromelioideae) (Mobot, 2017), 58 gêneros e 3172 espécies (Luther, 2008). Aproximadamente, 80% dos gêneros de Bromeliaceae existentes ocorrem no Brasil, sendo que, destes, 22% são considerados endêmicos (Forzza, 2005). As bromélias (Bromeliaceae) estão associadas a diversas formas de vida, seus reservatórios de água (fitotelmo) representam microhabitats favoráveis a seres relacionados ecologicamente com este microambiente (Reitz,

1983). No interior da planta se estabelece um microcosmo, que tem condições particularmente distintas do meio externo, embora tenha todo o aporte extrínseco deste. Na Caatinga funcionam como um refúgio, não raro correspondem ao único corpo de água disponível (Islair *et al.* 2015).

O uso destas plantas como abrigo e sítio de desenvolvimento por diversos organismos, os torna expostos a alguns fatores limitantes, entre eles: baixos níveis de oxigênio, risco de desidratação, imprevisibilidade de alimentos e altos níveis de competição inter e intraespecífica (Lehtinen *et al.*, 2004, Lin *et al.*, 2008). Portanto, espécies bromelígenas, potencialmente, apresentam uma série de adaptações comportamentais, ecológicas e fisiológicas para lidar com essas situações de estresse (Lehtinen *et al.*, 2004). Entretanto, nem todas as adaptações são conhecidas e podem variar de espécie para espécie.

No presente estudo, verificamos a interação entre a espécie bromelígena *P. tuberculosus* e bromélias do gênero *Aechmea*. Este gênero de plantas possui aproximadamente 240 espécies descritas (Luther, 2008). No Brasil, ocorrem em ambientes diversos que se estendem desde florestas fluviais até ambientes semiáridos como as caatingas (Wanderley & Martins, 2007).

## 2.2 Caatinga e Conservação

A existência de *Phyllodytes tuberculosus* em área de Caatinga, zona caracterizada por vegetação seca e espinhosa e de precipitações escassas (Andrade-Lima, 1981; Krol *et al.*, 2001), implica que a mesma, além das adaptações referentes ao uso de bromélias como sítio de desova e desenvolvimento, apresente também adaptações ecológicas (relativas ao uso do ambiente e temporada de reprodução), comportamentais e fisiológicas para lidar com as pressões seletivas impostas pelo déficit de água e altas temperaturas predominantes na Caatinga (Rocha *et al.*, 2004), *P. tuberculosus* é uma das poucas espécies de seu grupo capaz de sobrepujar as intempéries ambientais mesmo em face a características morfofisiológicas que tornam os anuros altamente dependentes de ambientes úmidos (Wells, 2007).

A realidade da Caatinga envolve em seu contexto aspectos contrastantes com a sua riqueza e biodiversidade (Leal *et al.*, 2003). As características do ambiente semiárido descredita a Caatinga pela ideia de que seja uma área imprópria para vida, o que eventualmente contrasta com seu potencial em fauna e flora (Vanzolini *et al.*, 1980). Essa diversidade contida na Caatinga se torna ainda mais importante se considerarmos que se trata de um domínio morfoclimático exclusivamente brasileiro e que suas espécies endêmicas são restritas a este território nacional. Esse domínio abrange os estados Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e o norte de Minas Gerais e ocupa

uma extensão de cerca de 844.453 quilômetros quadrados, o equivalente a 11% da área territorial brasileira (MMA, 2017).

No entanto, apesar de sua importância biológica, a conservação desse domínio morfoclimático (Ab'Saber, 1977) não condiz com sua vasta biodiversidade (Leal *et al.*, 2003). A utilização desenfreada de seus recursos têm influenciado na degradação de extensa área da Caatinga (Leal *et al.*, 2003). Em meio a esse cenário de devastação, a carência de medidas públicas de conservação intensificam o descaso com esse ambiente.

Unidades de conservação na Caatinga são insuficientes, sendo que apenas 7% da sua área é contemplada por essas unidades e menos de 1% são de Unidades de proteção integral (MMA, 2017). Além de escassas, essas unidades enfrentam sérios problemas de implementação relacionados a questões como a proteção da sua biodiversidade, ausência de plano de manejo e carência de profissionais (MMA, 2017).

Diferente do que antes era acreditado, a Caatinga não é um bioma pobre em diversidade biológica, muitas espécies, assim como a acima mencionada, podem e fazem uso deste ambiente (Leal *et al.*, 2003). Contudo, essa crença fez com que poucos recursos fossem destinados a conservação da biodiversidade de áreas áridas e semiáridas no Brasil (Oliveira & Bernard, 2017). No entanto, assim como grande parte dos domínios morfoclimáticos brasileiros, a Caatinga está sujeita a muitos fatores agressores (fragmentação e supressão de vegetação nativa, introdução de espécies exóticas e ruderais) e, por possuir um número reduzido de unidades de conservação, pode estar entre um dos domínios mais ameaçados do país ((MMA, 2017). Da mesma forma, as espécies que compõem o domínio Caatinga podem ser localmente prejudicadas, senão extintas.

Uma das formas de conservar o bioma é ter um maior empenho na caracterização ambiental e descrição de sua fauna e flora. Em posse desses dados, devem-se iniciar ações e projetos que visem monitorar áreas/espécies de interesse. Essas são as fundações da ciência “Biologia da Conservação” (Rodrigues, 2002). Contudo, estudos de caráter mais descritivo e pouco experimental, que frequentemente subsidiam o conhecimento ecológico das espécies, têm sido substituídos por estudos de caráter mais experimental, em parte devido a demandas das agências de fomento e programas de pós-graduação. Isso gera problemas relativos a perguntas mal direcionadas e explicações espúrias. Portanto, à medida que um projeto esteja voltado a explicar o porquê e como uma determinada espécie ocorre em seu ambiente, seu escopo está pautado em conhecimentos que subsidiam a Biologia da Conservação.

A ausência de dados de base é um problema grave, que respinga também na confecção de listas de espécies ameaçadas e nas ações de conservação que derivam destas. Contudo, não raro, estão disponíveis poucas informações na literatura a respeito da biologia de espécies de

anuros, algumas delas são conhecidas apenas de sua localidade tipo e não tiveram seus aspectos ecológicos descritos. Esse é o caso de *P. tuberculatus*, cuja única informação, além de sua descrição, é fornecida na breve descrição de seu canto de anúncio e territorial (ver Juncá *et al.*, 2012). Contudo, percebemos a partir deste estudo que a espécie apresenta um repertório vocal muito mais amplo. Seu canto de anúncio (canto emitido para atração de fêmeas) (*sensu* Wells, 1977) é complexo, sendo composto por mais de uma nota repetida a intervalos variados (Novaes, dados não publicados). Além do canto de anúncio, machos de *P. tuberculatus* apresentam diferentes tipos de vocalização cuja função e contexto ainda precisam ser determinados e publicados. Os dados de bioacústica, aliado a dados ecológicos (uso do ambiente e temporada de atividade), auxiliam também na compreensão de questões taxonômicas ainda pouco esclarecidas no gênero.

Contudo, algumas espécies de *Phyllodytes* tiveram aspectos de sua história natural já descritos, como o caso da bioacústica, que das 13 espécies do gênero, 10 possuem canto de anúncio descrito (e.g; *P. tuberculatus*; Juncá *et al.* 2012). Dentre os estudos relacionados ao gênero, é possível citar: Eterovick (1999), Giaretta (1996), Teixeira *et al.* (1997), Ferreira *et al.* (2012), Tavares *et al.* (2016), Vörös *et al.* (2017).

Além de descrição da espécie e descrição dos cantos de anúncio e territorial, não há demais publicações para *P. tuberculatus*. Essa escassez de informações científicas se configura numa lacuna extensamente prejudicial para avaliação do status de conservação da espécie e do domínio em que a espécie está inserida.

### 3. OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo caracterizar o uso do ambiente, a distribuição espacial e temporal, a dieta e as vocalizações de *Phyllodytes tuberculatus* no centro sul do estado da Bahia. Especificamente, objetivamos também comparar os resultados obtidos com o conhecido para outras espécies do gênero, a fim de verificar os eventuais aspectos comuns, bem como, as particularidades da espécie.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Área de estudo

O presente estudo foi conduzido nas proximidades da Barragem da Pedra, povoado de Santa Clara (13°55'24"S 40°23'57"W), Distrito Monte Branco, município de Jequié, centro-sul do estado da Bahia. O local é caracterizado como Caatinga arbóreo-arbustiva, com a presença de

manchas de bromélias bem espaçadas. É uma região que está sujeita a alterações promovidas pela ocupação humana (especulação imobiliária) e implantação e funcionamento da Ferrovia Oeste - Leste (FIOL). A região possui clima tropical, classificado como BSh, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, caracterizado como semiárido (Köppen-GeigerPeel *et al.*, 2007).

#### 4.1.1 Município de Jequié

Situado na região Sudoeste do estado da Bahia, o município de Jequié, distante 365 km da capital Salvador, emancipado politicamente no dia 25 de outubro de 1897, compreende uma área de 2.969,034 km<sup>2</sup>, rica em biodiversidade e inserida numa faixa de transição entre Mata Atlântica e Caatinga (Jequié, 2017).

A história deste município consiste numa cascata de episódios que demonstram sua capacidade de resiliência. Tem sua origem atrelada à divisão em lotes da fazenda Borda da Mata, ocorrida após a morte do proprietário José de Sá Bittencourt, em 1789. Um desses lotes, chamado de Jequié, tornou-se distrito de Maracás no período entre 1860 a 1897, quando foi desmembrado e elevado à categoria de município, durante o governo de Luís Viana (1896 – 1900) (Jequié, 2017).

A partir de 1910 a cidade se tornou um rico pólo comercial que concentrava uma gama de comerciantes da região. Tornou-se capital da Bahia em 1911, por decisão inusitada do então Governador Aurélio Rodrigues Viana. Este evento resultou em reprovação por parte do Governo Federal, que induziu a renúncia do político e renomeou Salvador como a capital baiana. Enfrentou em 1914 uma devastação decorrente de uma terrível enchente, que atingiu dentre outras áreas, a feira comercial que funcionava na Praça Luiz Viana. No entanto, a mesma foi reconstruída e nesse momento, as áreas comerciais concentradas em pontos altos. Além do centro urbano, fazem parte do município diversos distritos e povoados distribuídos em zonas mais periféricas da cidade. Alguns se desenvolveram às margens do Rio das Contas e de empreendimentos como ferrovias e autovias (Jequié, 2017).

Pertencente a Bacia Hidrográfica do Rio das Contas (BHRC), o Rio das Contas, rio exclusivamente baiano, com nascente no município de Piatã na Chapada Diamantina, percorre ao longo se sua extensão, diferentes biomas/fitofisionomias. Banha a Caatinga na região da Chapada Diamantina. Na sequência, percorre a Caatinga do sudoeste baiano, onde está inserida a cidade de Jequié (área de transição entre Caatinga e Mata Atlântica). Posteriormente, segue pela Mata Atlântica até sua foz na cidade de Itacaré, sul da Bahia.



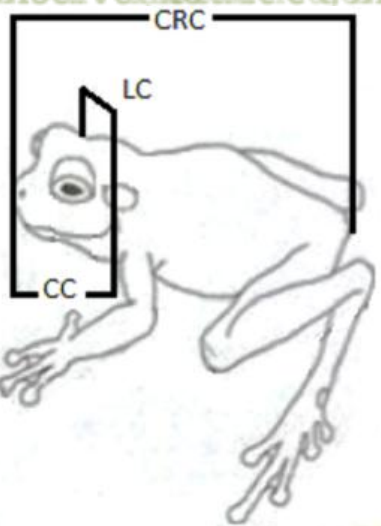
Com a implantação da ferrovia, a configuração da paisagem em seu entorno é alterada, afetando o microclima, qualidade do solo, a dinâmica hídrica e conseqüentemente, contribui para degradação de ambientes naturais e impactando muitas espécies (Eigenbrod *et al.*, 2009). Durante o seu funcionamento, impactos como poluição sonora, vibração do solo, poluição do ar e do solo pode interferir na dinâmica da comunidade de muitos organismos (Forman and Alexander, 1998). Embora ainda careça de estudos, devido a sua conformação de infraestrutura linear, as ferrovias parecem impactar negativamente a comunidade de anfíbios (Clauzel *et al.* 2013). Embora o comprometimento do deslocamento de indivíduos e, o comprometimento da transitoriedade do fluxo gênico possa representar efeitos negativos da rodovia, para as espécies bromelígenas, devido a sua filopatrias (ver Lantyer-Silva et al. 2014), o maior impacto parece ser o da fragmentação ambiental. Diante disso, evidencia-se a necessidade de estudos que antecedam a implantação destas obras, objetivando elencar os impactos e sua magnitude em espécies com diferentes modos de vida.

#### 4.2 Coleta de dados em campo

As atividades de coleta de dados em campo ocorreram entre outubro de 2016 e dezembro de 2017, período no qual, a intervalos variados (15 a 30 dias), realizávamos saídas a campo crepusculares/noturnas. Durante estas, coletamos dados referentes a número de machos em atividade de vocalização (censo), locais utilizados como sítios de vocalização e dados morfométricos de bromélias ocupadas e não ocupadas por indivíduos de *P. tuberculosis*, número de fêmeas, presença de girinos e desovas. As vocalizações de anúncio, territorial e de corte foram gravadas e analisadas por meio de espectrogramas e sonogramas, a partir dos quais obtivemos métricas espectrais e temporais dos cantos. Os cantos foram caracterizados e nomeados conforme contextualização, seguindo a classificação proposta por Toledo *et al.* (2007). A partir desses dados, obtivemos informações sobre o uso do ambiente, temporada reprodutiva e tipos de canto da espécie aqui estudada.

A metodologia utilizada em campo foi a de busca ativa visual e acústica no sítio de coleta (Heyer *et al.*, 1994). Durante as saídas de campo, realizamos a lavagem estomacal e, o material obtido, foi triado e analisado em laboratório. Mensuramos de cada indivíduo capturado e submetido a lavagem estomacal alguns parâmetros morfométricos, sendo eles: comprimento rostro-cloacal (CRC) (que abrange as dimensões do focinho à cloaca); largura da cabeça (LC) (medida entre as extremidades laterais da cabeça) e o comprimento da cabeça (CC) (delimitado pela extremidade do focinho e extremidade da boca) (Figura 3). Os indivíduos foram pesados

com auxílio de pesola de precisão de 0,1 g e medidos com paquímetro de 0,1 mm de precisão. Os procedimentos de medida foram realizados antes do processo de lavagem estomacal. Para verificação da fauna contida no interior das bromélias, dez bromélias foram coletadas e posteriormente submetidas a triagem. A partir deste conjunto de dados caracterizamos a dieta da espécie.



**Figura 3.** Medidas morfométricas aferidas nos indivíduos de *Phyllodytes tuberculatus* registrados no presente estudo, sendo CRC= Comprimento Rostro-Cloacal, CC= Comprimento da Cabeça e LC= Largura da cabeça. Figura adaptada de Marcelino, V. R. (2009).

O presente estudo foi organizado em dois capítulos, sendo que, o primeiro versa sobre a dieta da espécie aqui estudada e seu nicho trófico. O segundo capítulo reúne dados sobre a autoecologia de *P. tuberculatus* no que diz respeito a uso do ambiente, temporada reprodutiva, abundância e vocalizações. Com esse conjunto de dados conseguimos descrever a história natural da espécie, baseado em um apanhado robusto de informações biológicas e ecológicas.





Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A.N., 1977. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. Primeira aproximação. Geomorfologia (Inst. Geogr. Univ. S. Paulo) 52: 21 pp.

ANDRADE-LIMA, D. 1981. O domínio da caatinga. Revista Brasileira de Botânica 4:149-163.

CARAMASCHI, U., PEIXOTO, O. L. 2004. A new species of *Phyllodytes* (Anura: Hylidae) from the State of Sergipe, Northeastern Brazil. Koninklijke Brill NV, Leiden, Amphibia-Reptilia 25: 1-7.

CHESF, 2017. Companhia Hidroelétrica São Francisco. Disponível em: <https://www.chesf.gov.br/SistemaChesf/Pages/SistemaGeracao/Pedra.aspx>. Acesso em: agosto de 2017.

CHIAPETTI, R. J. N. Na Beleza do Lugar, o Rio das Contas Indo ao Mar. 2009. 216 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

CLAUZEL, C., GIRARDET, X., & FOLTÊTE, J. C. (2013). Impact assessment of a high-speed railway line on species distribution: Application to the European tree frog (*Hyla arborea*) in Franche-Comté. Journal of Environmental Management, 127, 125–134.

CRUZ, C. A. G., FEIO, R. N., CARDOSO, M. C. S. 2006. Description of a new species of *Phyllodytes* wagler, 1830 (anura, hylidae) from the atlantic rain forest of the States of Minas Gerais and Bahia, Brazil. Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.64, n.4, p.321-324, out./dez.2006 ISSN 0365-4508.

DUELLMAN, W. E. AND L. TRUEB. 1994. Biology of Amphibians. Johns Hopkins University Press, Baltimore, 670 p.

EIGENBROD, F., HECNAR, S. J., & FAHRIG, L. (2009). Quantifying the road effect zone: Threshold effects of a motorway on anuran populations in Ontario, Canada. Ecology and Society, 14, 18–24.

ETEROVICK, 1999. Use and sharing of calling and retreat sites by *Phyllodytes luteolus* in a modified environment. Journal of Herpetology Vol. 33, No. 1 (Mar., 1999), pp. 17-22.

FERREIRA R. F, SCHNEIDER J. A. P & TEIXEIRA R. L, 2012. Diet, fecundity and use of bromeliads by *Phyllodytes luteolus* (Anura: Hylidae) in southeastern Brazil. *J Herpetol* 46(1): 19-24.

FORMAN, R. T., & ALEXANDER, L. E. (1998). Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 207-C2.

FORZZA, R. C. Revisão taxonômica de *Encholirium* Mart. ex Schult. & Schult.F. (Pitcairnioideae - Bromeliaceae). *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 1-49, 2005. Disponível em <<http://www.revistas.usp.br/bolbot/article/view/58322/61324>>. Acesso em abril 2017.

FROST, D. R. 2018. Amphibian Species of the World: an Online Reference. American Museum of Natural History, New York, USA. Versão 6.0. Base de dados eletrônica disponível em: <<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>>. Acesso em janeiro 2017.

GIARETTA, A. A. 1996. Reproductive specializations of the bromeliad Hylid frog *Phyllodytes luteolus*. *Journal of herpetology* 30(1): 96-97.

GERHARDT, H. C. 1994. The evolution of vocalization in frogs and toads. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 25, p. 293-324.

HEYER, W. R.; DONNELLY, M. A.; MCDIARMID, R. W.; HAYEK, L. C.; FOSTER, M. *Medición y Monitoreo de la Diversidad Biológica. Métodos Estandarizados para Anfíbios*. Ed. Universitaria de la Patagonia, Smithsonian Institution Press, 1994.

ISLAIR P, CARVALHO K. S, FERREIRA F. C, ZINA J. 2015. Bromeliads in Caatinga: an oasis for invertebrates. *Revista Biotemas*.

IUCN, 2017. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-3. <<http://www.iucnredlist.org>>. Acesso em Novembro 2017.

JEQUIÉ, 2017. Jequié (BA). Prefeitura Municipal. 2017. Disponível em: <http://www.jequie.ba.gov.br/index.php?page=paginas&id=1> . Acesso em julho 2017.

JUNCA F. A, NAPOLI M. F, CEDRAZ J & NUNES I. 2012. Acoustic characteristics of the advertisement and territorial calls of *Phyllodytes tuberculatus* Bokermann, 1966 (Amphibia: Anura: Hylidae). Zootaxa 3506: 87–88.

KÖPPEN-GEIGERPEEL, M. C. AND FINLAYSON, B. L. AND MCMAHON, T. A. (2007). "Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification". 'Hydrol. Earth Syst. Sci.' 11: 1633-1644.

KROL, M.S., A. JAEGAR, A. BRONSTERT & J. KRYWKOW. 2001. The semiarid integrated model (SDIM), a regional integrated model assessing water availability, vulnerability of ecosystems and society in NE-Brazil. Physics and Chemistry of the Earth (B) 26: 529-533.

LANTYER-SILVA, A. S. F., SOLÉ M., ZINA J., Reproductive biology of a bromeligenous frog endemic to the Atlantic Forest: *Aparasphenodon arapapa* Pimenta, Napoli and Haddad, 2009 (Anura: Hylidae) An. Acad. Bras. Ciênc. vol.86 n.2 Rio de Janeiro June 2014.

LEAL, I.R., M. TABARELLI & J.M.C. SILVA. 2003. Ecologia e conservação da Caatinga. Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

LEHTINEN, R. M., M. J. LANNOO, AND R. J. WASSERSUG. 2004. Phytotelm-breeding anurans: past, present and future research. Miscellaneous Publications, Museum of Zoology, University of Michigan 193:1–9.

LIN, Y.S. & KAM, Y.C. 2008. Nest choice and breeding phenology of na arboreal breeding frog, *Kurixalus eiffingeri* (Rhacophoridae), in a bamboo forest. Zool. stud. 47(2):129-137.

LUTHER, H. E. 2008. An Alphabetical List of Bromeliad Binomials, The Bromeliad Society International, The Marie Selby Botanical Gardens, Sarasota, Florida, USA., ed. 7.

MARCELINO, V. R., Distribuição geográfica e variação morfológica em populações do anuro *Hypsiboas biscoffi* (Anura: Hylidae). Trabalho de conclusão de curso, 2009. Rio Claro – SP. UNESP – Universidade Estadual de São Paulo. 32p.

MMA, 2017. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>. Acesso em: outubro de 2017.

MOBOT, 2017. Missouri Botanical Garden, W3 Specimen Data Base. Disponível em: <http://www.mobot.org/mobot/research/apweb/orders/poalesweb.htm>. Acesso em: fevereiro 2017.

OLIVEIRA, A. P. C., BERNARD, E. The financial needs vs. the realities of in situ conservation: an analysis of federal funding for protected areas in Brazil's Caatinga. 2017. *Biotropica*. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/btp.12456>. Acesso: janeiro / 2018.

PEIXOTO, O. L. CARAMASCHI, U. FREIRE, E. M. X. 2003. Two new species of *Phyllodytes* (Anura: Hylidae) from the state of Alagoas, Northeastern Brazil. *Herpetologica*, 59(2), 2003, 235–246 q 2003 by The Herpetologists' League, Inc.

PEIXOTO, O.L. 1995. Associação De Anuros a Bromeliáceas Na Mata Atlântica. *Revista da Universidade Rural* 17 (2): 75–83.

PEIXOTO, O. L. E CRUZ, C. A. G. 1988. Descrição de duas espécies novas do gênero *Phyllodytes wagler* (Amphibia, Anura, Hylidae) *Rev. Brasil. Biol.*, 48(2):265-272 Maio, 1988 - Rio de Janeiro, RJ.

ROCHA, C. F. D., COGLIATTI-CARVALHO, L., NUNES-FREITAS, A. F., ROCHA-PESSÔA, T. C., DIAS, A. S., ARIANI, C. V. e MORGADO, L.N., 2004. Conservando uma larga porção da diversidade biológica através da conservação de Bromeliaceae. *Vidalia*, vol. 2, no. 1, p. 52-72.

RODRIGUES, E. 2002. *Biologia da Conservação: Ciência da Crise*. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 23, n. 2, p. 261-272.

REITZ, R. 1983. Bromeliáceas e a malária – bromélia endêmica. *Fl. Ilustr. Catarinense*, Parte. Fasc. Brom. 518p.

TAVARES M. T, CARNEIRO T. M, DANTAS L. F, SLUYS M. V, HATANO F. H, VRCIBRADIC D & ROCHA C. F.D. 2016. Ecology of the bromeligenous frog *Phyllodytes luteolus* (Anura, Hylidae) from three restinga remnants across Brazil's coast. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 88(1): 93-104.

TEIXEIRA, R. L., ZAMPROGNO, C., ALMEIDA, G. I. & SCHINEIDER, J. A., 1997, Tópicos ecológicos de *Phyllodytes luteolus* (Amphibia, Hylidae) da restinga de Guriri, São Mateus, ES. *Rev. Brasil. Biol.*, 57(4): 647-654.

TOLEDO, L. F., RIBEIRO, R. S., & HADDAD, C. F. B. 2007. Anurans as prey: an exploratory analysis and size relationships between predators and their prey. *Journal of Zoology* 271: 170-177.

VANZOLINI, P.E., A.M.M. RAMOS-COSTA & L.J. VITT. 1980. Répteis das Caatingas. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.

VÖRÖS, J., DIAS, I. R., & SOLE, M. 2017. A new species of Phyllodytes (Anura: Hylidae) from the Atlantic Rainforest of southern Bahia, Brazil. *Zootaxa*, 4337(4), 584-594.

WANDERLEY, M. G. L. & MARTINS, S.E. 2007. Bromeliaceae. In: Melhem, T. S.; Wandereley, M. G. L.; Martins, S. E.; Jung-Medaçolli, S.L. Shepherd, G. J & Kirizawa, M (eds). *Flora Fanerogâmica do estado de São Paulo*. São Paulo: Instituto de Botânica. Vol 5, pp. 39-162.

WELLS, K.D. 2007. *The Ecology and Behavior of Amphibians*. Chicago, The University of Chicago Press.

WELLS, K. D. 1977. The social behaviour of anuran amphibians. *Animal Behavior* 25: 666-693.

WELLS, K.D., SCHWARTZ, J.J. 2007. The Behavioral Ecology of Anuran Communication. In: *Hearing and Sound Communication in Amphibians*, p. 44-86. NARINS, P.M.; FENG, A.S.; FAY, R. R.; POPPER, A.N. New York, Ed. Springer Handbook of Auditory Research.

SCHWARTZ, J. J. & WELLS, K. D., 1985, Intra- and interspecific vocal behavior of the neotropical treefrog *Hyla microcephala*. *Copeia*, 1985: 27-38.

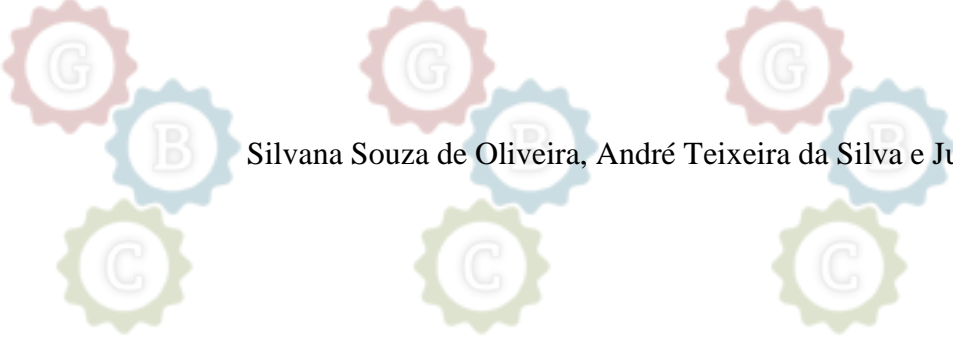
SCHWARTZ, J. J. 1986. Males calling behavior and female choice in the Neotropical treefrog *Hyla microcephala*. *Ethology* 73:116-127.



## CAPÍTULO 1

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

Caiu na bromélia é presa: dieta de uma espécie bromelígena caatingueira do gênero *Phyllodytes* (Anura; Hylidae)



Silvana Souza de Oliveira, André Teixeira da Silva e Juliana Zina

**Manuscrito a ser submetido em forma de artigo à: Studies on Neotropical Fauna and Environment**

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

Caiu na bromélia é presa: dieta de uma espécie bromelígena caatingueira do gênero *Phyllodytes* (Anura; Hylidae)

Silvana Souza de Oliveira<sup>1\*</sup>, André Teixeira da Silva<sup>1</sup> & Juliana Zina<sup>1</sup>

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

1. Departamento de Ciências Biológicas (DCB), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) – *Campus* Jequié, Avenida José Moreira Sobrinho, s/n, Jequezinho, CEP 45208-409, Jequié, Bahia, Brasil.

\* Autor correspondente. E-mail: anav.sil@hotmail.com

Cabeçalho sugerido: Dieta de *Phyllodytes tuberculatus*.

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



## Caiu na bromélia é presa: dieta de uma espécie bromelígena caatingueira do gênero *Phyllodytes* (Anura; Hylidae)

Silvana Souza de Oliveira<sup>1\*</sup>, André Teixeira da Silva<sup>1</sup> & Juliana Zina<sup>1</sup>

1. Departamento de Ciências Biológicas (DCB), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) – *Campus Jequié*, Avenida José Moreira Sobrinho, s/n, Jequiezinho, CEP 45208-409, Jequié, Bahia, Brasil.

\* Autor correspondente. E-mail: anav.sil@hotmail.com

Cabeçalho sugerido: Dieta de *Phyllodytes tuberculosus*.

**Resumo.** *Phyllodytes tuberculosus* é uma espécie bromelígena restrita a áreas de Caatinga e ambientes transicionais entre Caatinga e Mata Atlântica no centro sul do estado da Bahia. Sua existência relacionada à ocupação em bromélias sugere possibilidades limítrofes de dieta. Com o objetivo de caracterizar a dieta de *P. tuberculosus*, coletamos, por meio de lavagem estomacal, os itens alimentares presentes no estômago de 43 indivíduos. Destes, 18 conteúdos estomacais foram obtidos durante o período seco (abril a outubro) e 25 correspondentes ao período chuvoso (novembro a março). Registramos nove classes de presas, dentre as quais observamos uma maior importância relativa dos itens Formicidae e Coleoptera. *Phyllodytes tuberculosus* apresentou uma dieta variada, possivelmente oportunista, e uma aparente diferenciação temporal, relacionada à sazonalidade típica da Caatinga. O presente estudo avoluma dados sobre a história natural de uma espécie de anuro de distribuição geográfica restrita e hábitos muito particulares que utilizam de sítios específicos para a reprodução.

**Palavras chave.** Caatinga, Conservação, Lophyohylinae, Recursos tróficos.

## Introdução

O gênero *Phyllodytes* (Wagler, 1830) é composto por 13 espécies (Frost, 2018). Seus representantes apresentam odontóides na mandíbula, principal característica que os difere dos demais hilídeos (Peixoto & Cruz, 1988; Cruz *et al.*, 2006). As espécies que compreendem o gênero são de pequeno a médio porte, possuem coloração amarelo-esverdeada com grande variação no padrão de coloração dorsal e vivem em íntima associação com bromélias (e.g. Eterovick, 1999; Peixoto *et al.*, 2003; Caramaschi *et al.*, 2004), sendo classificadas como bromelígenas (Peixoto, 1995).

Bromélias são fitotelmos muito particulares. Além de conferir abrigo e proteção para muitas espécies de vertebrados e invertebrados (Rocha *et al.*, 1997; Richardson, 1999; Juncá & Borges; 2002), proporcionam as condições ecológicas e físicoquímicas para o desenvolvimento e manutenção das espécies capazes de explorar esse recurso (Peixoto, 1995; Caramaschi *et al.*, 2004). Outro destaque deste fitotelmo diz respeito aos parâmetros ecológicos, pois no seu interior há todo um ecossistema (Picado, 1913; Oliveira *et al.*, 1994; Mestre *et al.*, 2001) no qual há muitas associações dentre diversas formas de vida (Reitz, 1983), fator que pode ocasionar distinção entre os componentes faunísticos existentes no interior dos fitotelmos e nos ecossistemas exteriores a este.

As interações entre as bromélias e as formas de vida que podem ser encontradas em seu interior são particularmente interessantes em áreas fortemente sazonais, tal como zonas de Caatinga, onde este fitotelmo pode desempenhar um papel de oásis (Islair *et al.*, 2015), provendo água e alimento para espécies que são capazes de explorar este recurso, como é o caso de *Phyllodytes tuberculatus* a única espécie do gênero a ocorrer em áreas de Caatinga. A existência desta espécie em área de Caatinga, zona caracterizada por vegetação seca e espinhosa e de precipitações escassas (Andrade-Lima, 1981; Krol *et al.*, 2001), implica que a mesma apresenta adaptações ecológicas (relativas ao uso do ambiente e temporada de reprodução), comportamentais e fisiológicas para lidar com as pressões seletivas impostas pelo déficit de água e altas temperaturas predominantes deste domínio (Rocha *et al.*, 2004).

A escassez de dados sobre a autoecologia de *Phyllodytes tuberculatus* impõem barreiras para ampliação do conhecimento e concretização de medidas em conservação relacionadas ao grupo e seu domínio de ocorrência. Dados relativos a dieta podem, por exemplo, explicar os padrões de ocupação do ambiente e de distribuição geográfica das espécies, além de, de forma conjunta a dados de outras naturezas, possibilitar a compreensão das demandas ecológica das entidades taxonômicas (Sih & Christensen, 2001).

O objetivo do presente estudo foi caracterizar a dieta de *P. tuberculosis* no centro sul do estado da Bahia, avolumando o conhecimento acerca da biologia e ecologia da espécie e do grupo o qual faz parte.

### Material e Métodos

O presente estudo foi conduzido em uma área nas proximidades da Barragem da Pedra, povoado de Santa Clara (13°55'24"S 40°23'57"W), Distrito Monte Branco, pertencente ao município de Jequié, centro-sul do estado da Bahia. É uma região que está sujeita a alterações promovidas pela ocupação humana (especulação imobiliária) e implantação e funcionamento da Ferrovia Oeste - Leste (FIOL). O local é caracterizado como Caatinga arbóreo-arbustiva, com a presença de manchas de bromélias bem espaçadas. Possui clima BSh, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, caracterizado como semiárido (Köppen-Geiger Peel *et al.*, 2007).

As atividades de coleta ocorreram entre o período de outubro de 2016 e dezembro de 2017. Durante este intervalo, foram realizadas 13 excursões a campo (06 em período chuvoso e 07 em período seco), cada uma correspondeu a 1 dia de campo (nas quais diversas manchas de bromélias foram vistoriadas). Consideramos como estação chuvosa os meses de novembro a março (média mensal pluviométrica de 82,4 mm) e o período seco de abril a outubro (média mensal pluviométrica de 41,6 mm) (valores obtidos na plataforma INPE/Proclima, 2018).

Utilizamos a metodologia de busca ativa visual e acústica no sítio reprodutivo (Heyer *et al.*, 1994) para localização dos indivíduos e coleta de dados. Durante essas excursões a campo, os indivíduos capturados foram medidos (comprimento rostro-cloacal-CRC; comprimento da mandíbula- CM; largura da cabeça- LC) com auxílio de paquímetro de 0,1mm de precisão e pesados com dinamômetro de precisão de 0,1g.

O material estomacal foi coletado seguindo o protocolo de *Stomach flushing*, proposto por Solé *et al.* (2005), com utilização de seringa de 3 ml, sonda uretral de 4 cm, peneira, pinça e água filtrada. Padronizamos para quatro repetições o *Stomach flushing* e, caso não houvesse conteúdo estomacal durante estas, conferia-se nulo para dieta. O procedimento foi realizado ainda em campo e os indivíduos eram submetidos ao procedimento num intervalo máximo de até uma hora após terem sido capturados. O conteúdo estomacal foi armazenado em tubo eppendorf® contendo álcool a 70%.

Posteriormente, o conteúdo estomacal foi identificado até o menor nível taxonômico possível e quantificado sobre cartela milimétrica (0,1 mm). Para tanto, o material ingerido foi

submetido a pressão física com a finalidade de reduzi-lo a duas dimensão. Posteriormente, contabilizamos o número de quadrantes ocupados (= número de pontos) de cada categoria (Zavala-Camin, 1996) (com modificações). Deste modo, entende-se que o número de pontos relativos (P%) de cada categoria é uma medida correspondente ao volume relativo destas. Consideramos o número de estômagos em que o item estava presente como índice de frequência de ocorrência (FO). Para verificação de importância de cada presa consumida, foi calculado, como proposto por Kawakami & Vazoler (1980) (com modificações), o índice de importância do item alimentar (IA<sub>i</sub>):

$$IA_i = \frac{F_i \times P}{\sum_{i=1}^n (F_i \times P)}$$

Onde:

IA<sub>i</sub> = índice de importância alimentar

i = 1, 2, ... n = determinado item alimentar

F<sub>i</sub> = frequência de ocorrência (%) do determinado item

P = número de pontos relativos (%) para cada categoria alimentar

Os indivíduos coletados foram sacrificados com lidocaína a 5%, fixamos em formaldeído a 10%, conservamos em álcool 70% (Heyer *et. al.* 1994) e fixados e depositados na Coleção de Zoologia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (MHNJCH 1099, MHNJCH 1103, MHNJCH 1104, MHNJCH1106, MHNJCH 1107, MHNJCH 1108, MHNJCH 1109, MHNJCH 1110, MHNJCH 1126, MHNJCH 1132, MHNJCH 1133) sob permissão de coleta n° 54629-1.

Para avaliarmos se o número de estômagos analisados foi suficiente na determinação do espectro alimentar da espécie estudada, construímos uma de curva de rarefação baseadas em uma matriz de presença e ausência de táxons nos 51 estômagos analisados. Neste procedimento, as amostras são dispostas em ordem aleatória pelo método Mao Tao, que elimina efeitos da sequência de amostragem na taxa de acumulação de espécies (SANTOS, 2003). Utilizamos Chao II como estimador de riqueza (e.g. SANTOS *et al.*, 2009).

Para determinação da correlação entre as medidas dos indivíduos capturados (CRC, CM, LC, massa) e P%, realizamos testes de correlação de Spearman, utilizando os dados logaritmizados.

A análise temporal da dieta foi realizada conforme a periodicidade estabelecida para estação seca (abril a outubro) e chuvosa (novembro a março). Dentre os 51 estômagos, 27 corresponderam ao período chuvoso, destes, 25 estômagos apresentaram conteúdo estomacal, enquanto que no período seco, 24 estômagos, dos quais 18 apresentaram conteúdo estomacal. Nesta análise, as médias dos percentuais da frequência de ocorrência (FO) e frequência de pontos (FP) foram comparadas.

Em uma saída coletamos 10 bromélias as quais foram cuidadosamente removidas de seu substrato, depositadas em sacos plásticos de 100 L e encaminhadas para o laboratório. Antes do processo de triagem, as bromélias recebiam aproximadamente 500 ml de álcool a 70% que, posteriormente, junto com a água contida na bromélia, foi depositado em uma bandeja plástica. Os detritos foram minuciosamente vistoriados e a água submetida à filtração. Em seguida, as folhas foram removidas uma a uma, verificadas a olho nu (face adaxial e abaxial) e os animais contidos nelas foram também depositados em álcool 70%. Após esses procedimentos, todos os indivíduos da fauna associada foram coletados, identificados [segundo Triplehorn & Johnson (2004), Resh & Cardé (2009) e Cranston & Gullan (2012)] e armazenados em álcool a 70%.

## Resultados

Durante o período de coletas, 51 indivíduos foram capturados, sendo que 43 apresentaram conteúdo estomacal. Para análise da dieta de *Phyllodytes tuberculatus*, foram considerados apenas os indivíduos que continham itens alimentares no estômago.

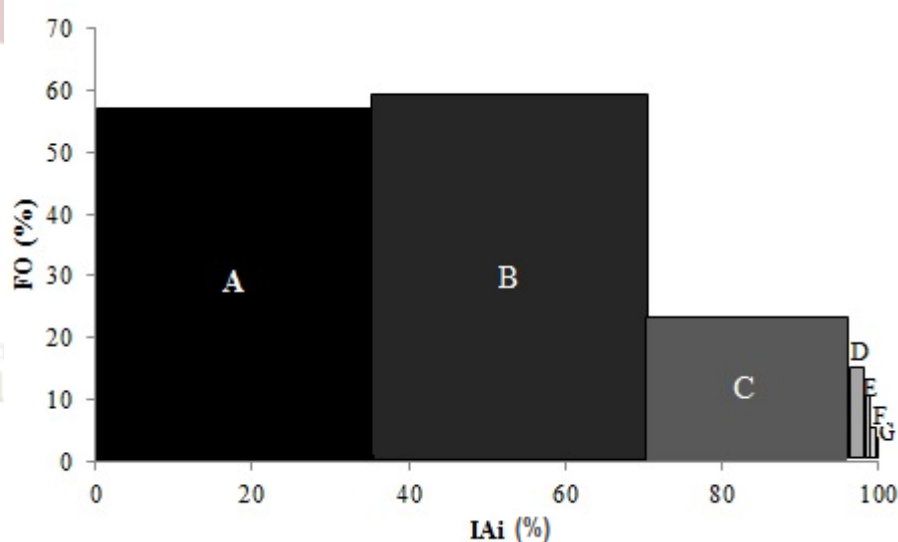
A dieta estava fragmentada, na maioria dos casos, fator que impossibilitou a estimativa do número de componentes dos itens alimentares de cada grupo.

Analisamos o conteúdo estomacal e identificamos nove categorias alimentares (Tabela 1). O IAI evidenciou Formicidae como a categoria mais importante (IAI = 0,354), seguido por coleóptera (IAI = 0,352) (Figura 1). Não foi registrada presença de material vegetal na composição do conteúdo estomacal analisado.

**Tabela 1.** Valores percentuais da frequência de ocorrência (FO), frequência de pontos (FP), n de pontos relativos (P) e índice de importância de cada item alimentar (IAI), para representação da composição da dieta de *Phyllodytes tuberculatus*, município de Jequié, estado da Bahia.

Itens alimentares	FP	FO (%)	P	Iai
Blattodea (Termitidae)	82,80	23,26	43,45	0,267

(Formicidae)	17,58	58,14	23,06	0,354
Coleoptera	16,15	60,47	22,04	0,352
Blattodea	17,00	13,95	5,35	0,020
Orthoptera	37,00	2,33	1,94	0,001
Lepidoptera	7,00	9,30	1,47	0,004
Diptera	10,00	4,65	1,05	0,001
Mantodea	17,00	2,33	0,89	0,001
Aranae	7,00	4,65	0,73	0,001



**Figura 1.** Índice percentual de importância dos itens alimentares registrados nos conteúdos estomacais de *Phyllodytes tuberculatus* em um fragmento de Caatinga no município de Jequié, estado da Bahia, sendo A- Coleoptera (AIA= 35,2), B- Formicidae (AIA= 35,4), C- Blattodea (Termitidae) (AIA= 26,7), D- Blattodea (AIA= 02,0), E- Aranae (AIA= 00,1), F- Diptera (AIA= 00,1), G- Orthoptera (AIA= 00,1), H- Lepidoptera (AIA= 00,4) e I- Mantodea (AIA= 00,1). A intensidade das tonalidades indica o tamanho da área representada no gráfico, sendo preto a maior área representada no gráfico e branco a menor.

As médias das medidas morfométricas dos indivíduos de *P. tuberculosis* foram: massa 0,96 g (SD  $\pm$  0,27, amplitude= 0,40-1,50 g, N= 43), CRC 24,26 mm (SD  $\pm$  2,32, amplitude= 14,0-29,1 mm, N= 43), LC 9,13 mm (SD  $\pm$  0,99, amplitude= 6,0-11,1 mm, N= 43) e CM 6,78 mm (SD  $\pm$  1,14, amplitude= 5,0-10,8 mm, N= 43). Não houve correlação significativa entre o log do peso corpóreo e log de P% ( $\rho = 0,0734$ ,  $p = 0,61275$ ), entre o log do CRC e o log de P% ( $\rho = 0,2037$ ,  $p = 0,19015$ ), entre o log da LC e o log de P% ( $\rho = 0,057664$ ,  $p = 0,97073$ ) e entre o log do CM e o log de P% ( $\rho = 0,17321$ ,  $p = 0,26668$ ).

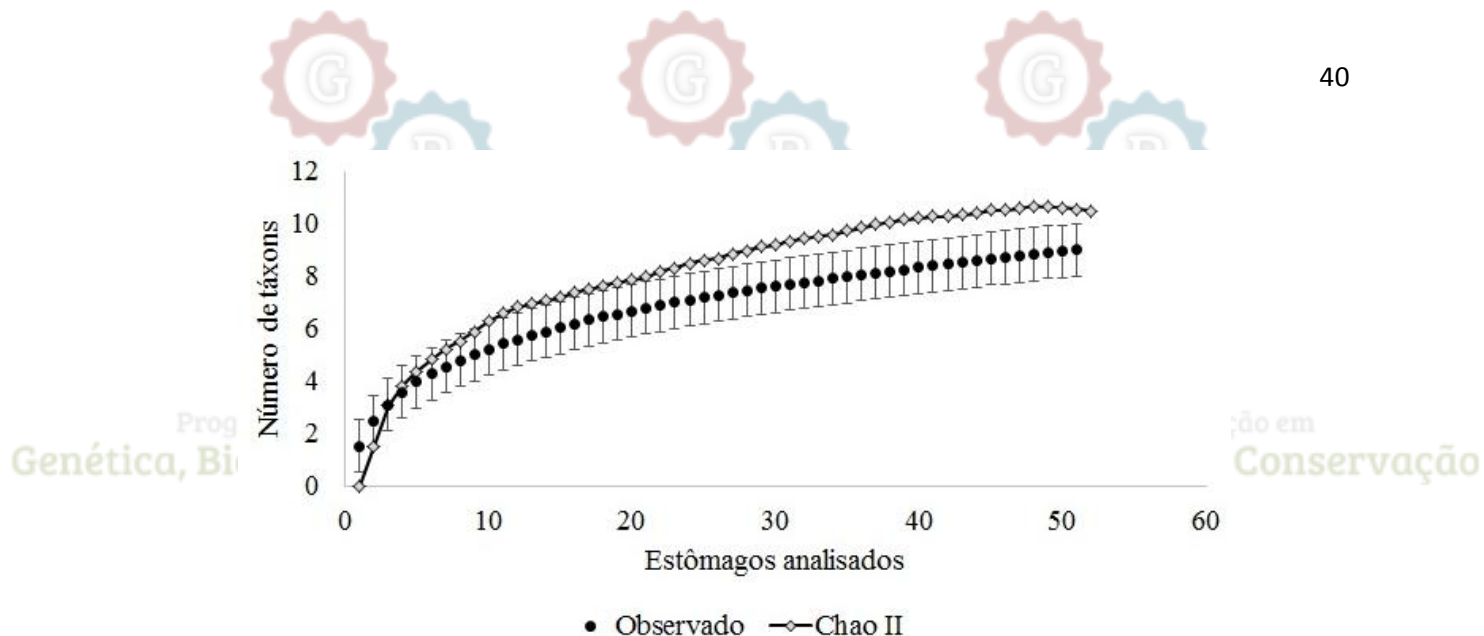
Na análise temporal da dieta de *P. tuberculosis* o item alimentar Blattodea (Térmites) apresentou alto volume relativo (P% = 58,78) no período chuvoso e no período seco esse valor decresceu (P% = 13,25). No entanto, Coleoptera e Formicidae foram os itens alimentares que se mantiveram constantes em ambos períodos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores percentuais da frequência de ocorrência (FO), frequência de pontos (FP) e número de pontos relativos (%P) de cada item alimentar em períodos distintos (chuvoso e seco) de *Phyllodytes tuberculosis* no município de Jequié, estado da Bahia.

Itens alimentares	Período Chuvoso (N= 25 indivíduos)			Período Seco (N= 18 indivíduos)		
	F. O. (%)	F. P. (%)	P (%)	F. O. (%)	F. P. (%)	P (%)
Aranae	8,00	0,14	1,11	-	-	-
Coleoptera	52,00	0,36	18,59	77,78	0,43	28,84
Diptera	4,00	0,02	0,08	5,56	0,51	2,81
Hymenoptera (Formicidae)	52,00	0,32	16,53	66,67	0,54	35,93
Blattodea (Termitidae)	32,00	1,84	58,78	11,11	1,19	13,25
Lepidoptera	12,00	0,17	2,06	5,56	0,06	0,31
Blattodea	12,00	0,12	1,42	16,67	0,79	13,09
Mantodea	4,00	8,50	0,23	-	-	-
Orthoptera	-	-	-	5,56	1,04	5,77

- corresponde a ausência de registro

A curva de rarefação mostrou-se ascendente (Figura 2). Fato este confirmado pelos valores obtidos dos índices de riqueza Chao II ( $\bar{X} = 10,47 \pm 2,55$ ).



**Figura 2.** Curva de rarefação referente à análise do conteúdo estomacal de *Phyllodytes tuberculosus* no município de Jequié, estado da Bahia.

Todos os indivíduos de *P. tuberculosus* registrados no presente estudo foram observados em bromélias do gênero *Aechmea*, muito provavelmente mesma espécie. Das 10 bromélias de *Aechmea* sp. avaliadas observamos apenas artrópodes; 180 indivíduos distribuídos em cinco classes distintas e ao menos nove ordens (Tabela 3). Pseudoescorpiones, Araneae, Blattodea, Blattodea (térmites), Lepidoptera (larva), Orthoptera, Hymenoptera (Formicidae) e Isopoda foram registrados também na dieta de *P. tuberculosus*.

**Tabela 3.** Fauna associada a bromélias *Aechmea* sp., município de Jequié, estado da Bahia.

Táxon	Ordem	N de indivíduos encontrados
<b>Diplopoda</b>		26
<b>Chilopoda</b>		10
<b>Arachnida</b>	Pseudoescorpiones	6
	Araneae	6
	Scorpiones	2
<b>Insecta</b>	Blattodea	30
	Lepidoptera (larva)	13
	Blattodea (Termites)	30
	Orthoptera	5



Hymenoptera (Formicidae)	45
Hymenoptera (larva vespa)	1
<b>Malacostraca</b> Isopoda	6
<b>TOTAL</b>	<b>180</b>

## Discussão

A associação estabelecida entre a fauna e as bromélias é uma relação que traz benefícios para ambas as partes envolvidas (planta e animais bromelicolas). De maneira bem mais clara, os benefícios para a fauna perpassam o abrigo, local de forrageio e reprodução (Rocha *et al.*, 1997; Richardson, 1999; Juncá & Borges, 2002). Para as bromélias, a fauna confere nutrientes (matéria orgânica e das excretas dos indivíduos que ocupam esse micro-habitat) (Benzing, 2000) que podem e são assimilados pelas plantas (Frank & Lounibos, 1983; Kitching, 2000; 2001).

Em um ambiente supostamente pobre, como a Caatinga, essa relação planta-animal é fundamental para a manutenção de diferentes populações, mesmo frente a ausência de recursos, condição natural em ambientes fortemente sazonais.

Além dos benefícios proporcionados pelas bromélias às espécies bromelígenas como já mencionado anteriormente, para *P. tuberculosus* adiciona-se a essas vantagens mais uma que é a de representar um corpo de água semi-permanente utilizado pela espécie como sítio de vocalização, de deposição de ovos e desenvolvimento dos girinos (modo reprodutivo de número 6, Haddad *et al.*, 2013). É importante destacar que bromélias em ambientes de Caatinga muitas vezes correspondem ao único corpo de água disponível para muitas espécies de vertebrados e invertebrados, agindo como um oásis e respondendo por uma dinâmica muito particular de organização da comunidade, sítio de vocalização, de deposição de ovos (Islair *et al.* 2015).

De maneira geral, a composição da dieta de espécies que vivem em associação com bromélias apresenta especificidades características, como a presença de uma fauna que também frequenta essa planta. No caso de *P. tuberculosus* observamos uma grande sobreposição entre a composição de sua dieta e a fauna encontrada na planta, cerca de 70% da fauna observada associada às bromélias estudadas. A mesma explicação (vida restrita ao interior da bromélia) pode ser dada ao verificarmos a ausência de material vegetal na composição de sua dieta, artefato comum em dieta de anuros que apresentam esse modo de vida associado à ocupação de bromélias (ver Brandão *et al.* 2003; Solé & Peltz, 2007).

Contudo, a presença, mesmo que em menor proporção, de itens alóctones (i.e. Mantodea) consiste numa possível evidência de que a disponibilidade de recursos alimentares para *P. tuberculatus* pode ser mais ampla e/ou o mesmo pode forragear fora da planta. De fato, a análise da curva de rarefação indica uma potencial incompletude no registro da riqueza da dieta de *P. tuberculatus* o que caracteriza a amostragem mencionada como parcial diante da amplitude existente. Possivelmente, devido ao caráter generalista e oportunista de *P. tuberculatus*, a tendência da curva seria não alcançar estabilidade.

Ademais, não podemos descartar a possibilidade da existência dos itens não registrados dentro da bromélia que não foram encontrados no montante de plantas aqui analisadas, quer seja pelo número reduzido de plantas analisadas, pela época da coleta das bromélias ou pelo uso muito esporádico da planta por parte das presas. É preciso acrescentar a essa discussão que, no presente estudo não observamos nenhum indivíduo de *P. tuberculatus* fora dos fitotelmos.

Não observamos larvas de díptera na dieta de adultos de *P. tuberculatus* e nem tampouco nas bromélias. Talvez esse resultado corresponda a um artefato, advindo do insucesso na recuperação destes itens. Contudo, a ausência de larvas de dípteras na dieta de outras espécies de anuros foi observada também por outros autores (Pinto, 2011; Amado, 2014). Recentemente, Salinas *et al.* (2018) verificaram a importância deste item alimentar na dieta de larvas de uma espécie de *Phyllodytes* (*P. luteolus*) também bromelígena, o que aponta para uma relação de presa-predador larva-larva, sendo esta uma promissora abordagem para futuros estudos ecológicos na Caatinga.

De maneira geral, a dieta da espécie aqui analisada é similar a observada por Ferreira *et al.* (2012) no estado de Minas Gerais e Tavares *et al.* (2016) no estado do Espírito Santo para *Phyllodytes luteolus*, que registraram um predomínio de formigas e cupins. A vasta presença de cupins (Termitidae) na composição da dieta de *P. tuberculatus* deve-se a localização das termiteiras que, por sua vez, encontram-se situados acima das bromeliáceas (observação pessoal), e estão suscetíveis a variação conforme sazonalidade. Os cupins, assim como outros organismos sociais cuja população sofre efeitos sazonais reprodutivos, corresponde a um recurso alimentar que, quando disponível, apresenta-se em abundância (Noroit, 1989). Portanto, configuram-se como um item alimentar a ser explorado também em um curto período de tempo. Esse conjunto de dados explica a presença de cupins de maneira concentrada em períodos favoráveis a revoada (períodos chuvosos) e em grandes proporções.

O IAI permite a distinção mais adequada da importância relativa de cada item, mesmo com variações quanto ao volume e ocorrência dos itens (Kawakami & Vazoler, 1980). Nesta

análise, o efeito de presas de grande volume e baixa ocorrência e o efeito de presas muito frequentes e de tamanho corpóreo muito pequeno são diluídos (ver Kawakami & Vazoler, 1980).

A análise do índice de importância indicou que os itens alimentares mais importantes na dieta da espécie estudada são os coleópteros seguido pelas formigas, fato este também observado por Leite-Filho *et al.* (2015). Isto quer dizer que, mesmo que tenhamos observado um alto índice de térmitas no período chuvoso, os coleópteros e formigas são itens importantes na dieta de *P. tuberculosis* e se mantem por toda ano, enquanto que os cupins, talvez devido ao caráter cíclico de sua ocorrência, foram considerados apenas o terceiro item mais importante ( $IA_i = 0,267$ ).

Não houve correlação estabelecida entre os parâmetros morfológicos de *P. tuberculosis* e conteúdo ingerido, o que pressupõe que a espécie ingere presas de tamanhos variados, uma vez que a dieta reflete a composição de recursos disponíveis frequente ou ocasionalmente no fitotelmo. Esse mesmo padrão oportunista foi descrito para *Physalaemus camacan* (Cerqueira, 2013). Conforme verificação da composição de fauna no interior das bromélias, *P. tuberculosis* dispõe de recursos alimentares vastos. Em relação ao consumo de presas, a espécie caracteriza-se como oportunista, devido ao fato de ingerirem itens que estejam disponíveis no ambiente, como sugerido pela composição de presas nas bromélias.

O presente estudo fornece dados inéditos a respeito da dieta de *P. tuberculosis*, uma espécie de ocorrência geográfica restrita, endêmica da Caatinga e áreas de transição no interior do estado da Bahia. Além disso, é uma das poucas espécies do grupo de distribuição em áreas semiáridas, de modo que, as informações aqui apresentadas, além de avolumar o conhecimento sobre o gênero, possibilitam a compressão dos mecanismos ecológicos/históricos que possibilitaram a ocupação pela espécie de ambientes de Caatinga.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMADO, T. F. Ecologia trófica de anfíbios anuros. 2014. Centro de Biociências. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

ANDRADE-LIMA, D. 1981. O domínio da caatinga. *Revista Brasileira de Botânica* 4:149-163.

BENZING, DH. 2000. Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation. New York, Cambridge University Press.

BRANDÃO, R. A; GARDA, A.; BRAZ, V.; FONSECA, B. 2003. Observations on the ecology of *Pseudis bolbodactyla* (Anura, Pseudidae) in central Brazil. *Phyllomedusa* 2:3-8.

CARAMASCHI, U., PEIXOTO, O. L. 2004. A new species of *Phyllodytes* (Anura: Hylidae) from the State of Sergipe, Northeastern Brazil. Koninklijke Brill NV, Leiden, *Amphibia-Reptilia* 25: 1-7.

CERQUEIRA, E. B. B. Análise da dieta de duas espécies sintópicas de anfíbios anuros da serapilheira de uma cabruca em ponta da tulha, Ilhéus, Ba. 2013.

CRANSTON & GULLAN, 2012. *The insects: An Outline of Entomology*. v. 2, 12 ed. Blackwell publishing Ltda, Davis, USA.

CRUZ, C. A. G., FEIO, R. N., CARDOSO, M. C. S. 2006. Description of a new species of *Phyllodytes* wagler, 1830 (anura, hylidae) from the atlantic rain forest of the States of Minas Gerais and Bahia, Brazil. *Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro*, v.64, n.4, p.321-324, out./dez.2006 ISSN 0365-4508.

ETEROVICK, 1999. Use and sharing of calling and retreat sites by *Phyllodytes luteolus* in a modified environment. *Journal of Herpetology* Vol. 33, No. 1 (Mar., 1999), pp. 17-22

FERREIRA R. F, SCHINEIDER J. A. P & TEIXEIRA R. L, 2012. Diet, fecundity and use of bromeliads by *Phyllodytes luteolus* (Anura: Hylidae) in southeastern Brazil. *J Herpetol* 46(1): 19-24.

FRANK, J. H.; LOUNIBOS, L. P. *Phytotelmata: terrestrial plants as hosts for aquatic insects communities*. Medford: Plexus Publishing, 1983. 293 p.

FROST, D. R. 2018. Amphibian Species of the World: an Online Reference. American Museum of Natural History, New York, USA. Versão 6.0. Base de dados eletrônica disponível em: <<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>>. Acesso em fevereiro de 2017.

HADDAD, C. F. B.; TOLEDO, L. F.; PRADO, C. P. A.; LOEBMANN, D.; GASPARINI, J. L.; SAZIMA, I. Guia de anfíbios da Mata Atlântica: diversidade de biologia. São Paulo: Anolisbooks, 2013. 544 p

HEYER, W. R.; DONNELLY, M. A.; MCDIARMID, R. W.; HAYEK, L. C.; FOSTER, M. 1994. Medición y Monitoreo de la Diversidad Biológica. Métodos Estandarizados para Anfibios. Ed. Universitaria de la Patagonia, Smithsonian Institution Press.

INPE/PROCLIMA, 2018. Disponível em: < <http://proclima.cptec.inpe.br/> > acesso em: 08 de novembro de 2017.

ISLAIR P, CARVALHO K. S, FERREIRA F. C, ZINA J. 2015. Bromeliads in Caatinga: an oasis for invertebrates. Revista Biotemas.

JUNCÁ, F. A.; BORGES, C. L. S. 2002. Fauna associada a bromélias terrícolas da Serra da Jibóia, Bahia. Sitientibus, Feira de Santana, v. 2, p. 73-81.

KAWAKAMI E. E VAZZOLER G. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. Bozn Instituto oceanográfico. S. Paulo, 29 (2), 205 - 207, 1980.

KITCHING, R. L. Food webs and container habitats: the natural history and ecology of phytotelmata. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. 448 p.

KITCHING, R. L. Food webs in phytotelmata: “bottom-up” and “top-down” explanations for community structure. Annual Review of Entomology, Palo Alto, v. 46, p. 729-760, 2001

KÖPPEN-GEIGERPEEL, M. C. AND FINLAYSON, B. L. AND MCMAHON, T. A. (2007). “Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification”. 'Hydrol. Earth Syst. Sci.' 11: 1633-1644.

KROL, M.S., A. JAEGAR, A. BRONSTERT & J. KRYWKOW. 2001. The semiarid integrated model (SDIM), a regional integrated model assessing water availability, vulnerability of ecosystems and society in NE-Brazil. Physics and Chemistry of the Earth (B) 26: 529-533.

LEITE-FILHO, E.; VIEIRA W. L. S.; SANTANA, G 2015. Structure of a Caatinga anuran assemblage in Northeastern Brazil  
[https://www.researchgate.net/publication/281687215\\_Structure\\_of\\_a\\_Caatinga\\_anuran\\_assemblage\\_in\\_Northeastern\\_Brazil](https://www.researchgate.net/publication/281687215_Structure_of_a_Caatinga_anuran_assemblage_in_Northeastern_Brazil)

MESTRE, L. A. M.; ARANHA, J. M. R.; ESPER, M. L. P. 2001. Invertebrate fauna associated to the bromeliad *Vriesea inflata* of the Atlantic Forest (Paraná State, Southern, Brazil). Brazilian Archives of Biology and Technology, Curitiba, v. 44, n. 1, p. 89-94.

NOROIT, C., Social structure in termite societies. Ethology, Ecology and Evolution, v. 1, p. 1-17, 1989.

OLIVEIRA, M. G. N.; ROCHA, C. F. D.; BAGNALL, T. 1994. A comunidade animal associada à bromélia tanque *Neoregelia cruenta* (R. Graham) L. B. Smith. Bromélia, Rio de Janeiro, v. 1, p. 22-29.

PEIXOTO, O. L. CARAMASCHI, U. FREIRE, E. M. X. 2003. Two new species of *Phyllodytes* (Anura: Hylidae) from the state of Alagoas, Northeastern Brazil. Herpetologica, 59(2), 2003, 235–246 q 2003 by The Herpetologists' League, Inc.

PEIXOTO, O. L. E CRUZ, C. A. G. 1988. Descrição de duas espécies novas do gênero *Phyllodytes wagler* (Amphibia, Anura, Hylidae) Rev. Brasil. Biol., 48(2):265-272 Maio, 1988 - Rio de Janeiro, RJ.

PEIXOTO, O.L. 1995. Associação De Anuros a Bromeliáceas Na Mata Atlântica. Revista da Universidade Rural 17 (2): 75–83.

PICADO, C. 1913. Les broméliacées épiphytes considérées comme milieu biologique. Bulletin Scientifique de la France et de la Belgique, Paris, v. 7, p. 215-360.

PINTO, T. M. Ecologia alimentar de uma taxocenose de anuros terrestres no Brasil Central. 2011. Instituto de Biologia. Universidade de Brasília.

REITZ, R. 1983. Bromeliáceas e a malária – bromélia endêmica. Fl. Ilustr. Catarinense, Parte. Fasc. Brom., 518p.

RESH & CARDÉ, 2009. Encyclopedia of insects. 2ª edição, Copyright, Elsevier.

RICHARDSON, B. A. 1999. The bromeliad microcosm and the assessment of faunal diversity in a Neotropical forest. *Biotropica*, Malden, v. 31, n. 2, p. 321-336.

ROCHA, C. F. D., COGLIATTI-CARVALHO, L., NUNES-FREITAS, A. F., ROCHA-PESSÔA, T. C., DIAS, A. S., ARIANI, C. V. e MORGADO, L.N ., 2004. Conservando uma larga porção da diversidade biológica através da conservação de Bromeliaceae. *Vidalia*, vol. 2, no. 1, p. 52-72.

ROCHA, C. F. D.; COGLIATTI-CARVALHO, L.; ALMEIDA, D. R.; NUNES-FREITAS, A. F. 1997. Bromélias: ampliadoras da biodiversidade. *Bromélia*, Rio de Janeiro, v. 4, p. 7-10, 1997.

SALINAS, A. S., COSTA, R. N., ORRICO, V. G. D., SOLÉ, M. 2018: Tadpoles of the bromeliad-dwelling frog *Phyllodytes luteolus* are able to prey on mosquito larvae, *Ethology Ecology & Evolution*. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/323587520>. Acesso em dezembro 2017.

SANTOS, A. J. Estimativas de riqueza em espécies. In: CULLEN, JR. L.; PRUDAN R., VALLADARES-PÁDUA, C. (Org.). Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Curitiba: Editora UFPR, 2003. p. 19-41.

SANTOS, T. G.; VASCONCELOS, T. S.; ROSSA-FERES, D. C.; HADDAD, C. F. B. Anurans of a seasonally dry tropical forest: Morro do Diabo State Park, São Paulo state, Brazil. *Journal of Natural History*, v. 43, p. 973-993, 2009.

SIH, A., CHRISTENSEN, B. 2001. Optimal diet theory: when does it work, and when and why does it fail? *Animal Behaviour* 61: 379-390.

SOLÉ, M., BECKMANN, O., PELZ, B., KWET, A., ENGEL, W. 2005. Stomach-flushing for diet analysis in anurans: an improved protocol evaluated in a case study in Araucaria forests, southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 40(1): 23 – 28.

SOLÉ, M.; PELZ, B. 2007. Do male tree frogs feed during the breeding season? Stomach flushing of five syntopic hylid species in Rio Grande do Sul, Brazil. *Journal of Natural History* 41, 2757-2763.

TAVARES M. T, CARNEIRO T. M, DANTAS L. F, SLUYS M. V, HATANO F. H, VRCIBRADIC D & ROCHA C. F.D. 2016. Ecology of the bromeligenous frog *Phyllodytes*

*luteolus* (Anura, Hylidae) from three restinga remnants across Brazil's coast. Anais da Academia Brasileira de Ciências 88(1): 93-104.

TRIPLEHORN & JOHNSON, 2004. Borror and Delongs Introduction the study of insects. 7<sup>a</sup> edição. Independence: Cengage.

ZAVALA-CAMIN, LA., 1996. Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes. Maringá-PR: Eduem/Nupelia. 129 p.



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



## CAPÍTULO 2

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

Uso ambiente, repertório vocal e biologia reprodutiva de *Phyllodytes tuberculosus* (Bokermann, 1966) (Anura; Hylidae) em área de Caatinga

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

Silvana Souza de Oliveira, Marina Santos Faraulo e Juliana Zina

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

Uso de ambiente, repertório vocal e biologia reprodutiva de *Phyllodytes tuberculosus*  
(Bokermann, 1966) (Anura; Hylidae) em área de Caatinga

Silvana Souza de Oliveira<sup>1\*</sup>, Marina Santos Faraulo e Juliana Zina<sup>1</sup>

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

1. Departamento de Ciências Biológicas (DCB), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) – *Campus Jequié*, Avenida José Moreira Sobrinho, s/n, Jequiezinho, CEP 45208-409, Jequié, Bahia, Brasil.

\* Autor correspondente. E-mail: [anav.sil@hotmail.com](mailto:anav.sil@hotmail.com)

Cabeçalho sugerido: Uso de ambiente, repertório vocal e biologia reprodutiva de *Phyllodytes tuberculosus*

**Manuscrito a ser submetido em forma de artigo à: South American Journal of Herpetology**

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

**Uso de ambiente, repertório vocal e biologia reprodutiva de *Phyllodytes tuberculatus* (Bokermann, 1966) (Anura; Hylidae) em área de Caatinga**

Silvana Souza de Oliveira<sup>1\*</sup> Marina Santos Faraulo e Juliana Zina<sup>1</sup>

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

Genética, Biodiversidade e Conservação

1. Departamento de Ciências Biológicas (DCB), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) – *Campus Jequié*, Avenida José Moreira Sobrinho, s/n, Jequezinho, CEP 45208-409, Jequié, Bahia, Brasil.

\* Autor correspondente. E-mail: anav.sil@hotmail.com

Cabeçalho sugerido: Uso de ambiente, repertório vocal e biologia reprodutiva de *Phyllodytes tuberculatus*

**Resumo:** *Phyllodytes tuberculatus* é uma espécie bromelígena que ocorre em áreas da Caatinga e dispõe de estratégias comportamentais e ecológicas para ocupação deste ambiente. Durante os meses de outubro de 2016 a dezembro de 2017 coletamos dados a respeito do uso do ambiente (características das bromélias), bem como registramos os cantos de anúncio, territorial e de corte da espécie no centro-sul do estado da Bahia. O canto de anúncio de *P. tuberculatus* se assemelha ao já descrito para a espécie, porém encontramos variações dentro de um espectro de excitação dos machos cantores. Observamos que indivíduos de *P. tuberculatus* compartilharam bromélias, embora apresentem comportamento territorial. Também observamos que, além da vocalização, machos de *P. tuberculatus* podem adotar a estratégia alternativa de macho satélite. Embora *P. tuberculatus* ocupe áreas de Caatinga, onde, em teoria, a escassez de recursos hídricos seria um forte limitante para a atividade da espécie, ou, pelo menos implicariam em uma forte sazonalidade, a espécie exibiu padrão reprodutivo prolongado, o que provavelmente está relacionado à biologia da espécie intimamente relacionada as bromélias, sendo que estes fitotelmos representam um oásis para espécies de vertebrados e invertebrados na Caatinga.

**Palavras chave.** bromelígena, conservação, fitotelmo, história natural

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

Genética, Biodiversidade e Conservação

## Introdução

As características morfofisiológicas, comportamentais e ecológicas dos anuros, especialmente no que diz respeito a seu ciclo de vida, sugerem a ocupação de habitats que condizem com sua dependência por água (Duellman & Trueb, 1994). Por isso, ambientes áridos como a Caatinga são considerados, a princípio, desfavoráveis para o estabelecimento de anuros. Contudo, há, dentro da amplitude das zonas áridas e semiáridas brasileira, o registro de uma relativa diversidade de espécies, algumas inclusive endêmicas (e.g. Caldas *et al.* 2010, Napoli *et al.* 2011; Camardelli & Napoli, 2012). Muitas delas apresentam mecanismos adaptativos fisiológicos que já foram desvendados (e.g. estivação em *Pleurodema diplolister*; Navas *et al.* 2004), outras apresentam adaptações comportamentais (e.g. hábito de escavar tocas em *Dermatoneothus mulleri*; Nomura, 2005), outras ainda conseguem ocupar locais cuja capacidade de retenção de água os torna únicos ambientes aquáticos em meio a mata seca (e.g. fitotelmos). Essas diferentes adaptações, por vezes, são indissociáveis e, frequentemente, uma espécie, apresenta mais de um mecanismo que a torna apta a ocupar e se reproduzir em um ambiente inóspito como a Caatinga. Este é o caso das espécies bromelígenas, que se reproduzem e tem todo o ciclo de vida atrelado a um ambiente muito específico, apresentando mecanismos ecológicos e comportamentais (i.e. escolha de sítio de vocalização, características do canto, uso do ambiente e sazonalidade) (Peixoto 1995).

Os fitotelmos na Caatinga, dentre os quais as bromélias são os de maior destaque, representam por meses consecutivos o único corpo de água disponível (Islair *et al.* 2015). Esse cenário ambiental possibilita a permanência de espécies que, em virtude de sua dependência de ambientes aquáticos para completar seu ciclo, se extinguiriam localmente após eventos de estiagem. Esse é o caso de espécies de anuros do gênero *Phyllodytes*. As treze espécies que compõem o gênero (Frost, 2018) estabelecem associação com bromeliáceas (e.g. Eterovick, 1999; Peixoto *et al.*, 2003; Caramaschi *et al.*, 2004), porém poucas são capazes de ocupar ambientes semiáridos (*Phyllodytes luteolus*, *P. tuberculosus*) (Amphibia-Web, 2018), sendo que apenas *P. tuberculosus* ocorre exclusivamente na Caatinga (Frost, 2018; Amphibia-Web, 2018).

*Phyllodytes tuberculosus* (Anura, Hylidae) foi descrito por Bookmann, em 1966, a partir de uma população do município de Maracás, estado da Bahia. É uma espécie de pequeno a médio porte e, como todas de seu gênero, possui odontóides em sua mandíbula (Peixoto e Cruz, 1988; Cruz *et al.*, 2006). Poucas informações a respeito da espécie estão disponíveis na literatura e, neste estudo, visamos preencher essa lacuna, além de acrescentar informações a respeito da importância do uso de bromélias em ambientes limitantes como a Caatinga. A história que os descritores ecológicos de *P. tuberculosus* podem nos contar é muito interessante sob a ótica das

relações intraespecíficas e interespecífica, em especial a relação estabelecida entre a pererequinha e sua planta e da capacidade das mesmas em ocupar ambientes hostis, sendo este um cenário intrigante para estudos *a posteriori* dos custos e benefícios que moldaram esta relação.

## Material e métodos

### Área de estudo

Este estudo foi conduzido no povoado Santa Clara (13°55'24"S 40°23'57"W), distrito do município de Jequié, situado no centro-sul baiano. Essa região está inserida no itinerário da Ferrovia Oeste-Leste (FIOL), que encontra-se atualmente em processo de implantação.

A área monitorada apresenta um perímetro aproximado de 162 km<sup>2</sup>, inserida no domínio morfoclimático da Caatinga, composta por machas de bromélias exclusivamente terrestres, entremeadas por arvoretas e arbustos. As manchas de bromélias aqui estudadas, frequentemente são compostas por mais de uma planta, podendo abrigar até 15 indivíduos conjugados. A maior parte das bromélias presentes nas manchas esteve localizada em áreas sombreadas e apresentam as seguintes características: 1. plantas com média de 116 cm de altura (DP= 0,24; amplitude= 0,80-1,45 cm; N= 106) e em média 130 cm de diâmetro (DP= 0,25; amplitude= 160-0,80 cm; N= 106); 2. bromélias com média de 34,45 folhas por indivíduo (DP= 10,14; amplitude= 45-20; N= 106) e folhas com média de 0,08 cm de largura (DP= 0,07; amplitude= 0,09-0,05 cm; N= 106) e; 3. tanque central com média de 0,21 cm de altura (DP= 0,04; amplitude= 0,27-0,15 cm; N= 106), 0,04 cm de diâmetro médio (DP= 0,01; amplitude= 0,06-0,02 cm; N= 106) e com 0,09 cm de profundidade de água contida no tanque central (DP= 0,24; amplitude= 0,18-0,00 cm; N= 106). Ao longo do estudo todas as bromélias continham água em seus tanques, a exceção de janeiro de 2017, mês de menor pluviosidade (11,92 mm), no qual registramos bromélias sem água. As bromélias aqui estudadas apresentam rica artropodofauna associada, presentes em suas axilas, folhas e tanque central (Oliveira & Zina, in prep.).

### Coleta e análise de dados

Entre os meses de outubro de 2016 e dezembro de 2017, realizamos 13 campanhas a campo, ocorridas em intervalos variados entre 15 e 30 dias, nas quais vistoriamos as machas de bromélias elencadas para o estudo. Iniciávamos as coletas de dados por volta das 16:00 h e terminávamos assim que o número de machos em atividade diminuía consideravelmente, restando até três indivíduos. Comumente encerrávamos as observações por volta das 23:30 h.

Para determinarmos as características ambientais, aferimos as medidas das bromélias e do ambiente no qual se encontravam. Coletamos as medidas listadas a seguir com auxílio de escalas graduadas: diâmetro da bromélia (DB), altura da bromélia (AB) (medida do solo até a altura de sua folha mais alta), largura da folha (LF), diâmetro do tanque central (DT), altura do tanque (AT) (correspondente ao marco no qual as folhas do tanque central se ramificavam impedindo o acúmulo de água) e nível de água no tanque central (NAT). Além dessas medidas, também contamos o número de folhas das bromélias (NF) e o número de plantas vizinhas pertencentes a um mesmo agrupamento (BA) num raio de 2 metros, e se havia sombreamento (sim/não).

Em cada ponto, coletamos informações referentes às características físicas dos sítios de vocalização (tipo de sítio: folha, axila ou tanque) e altura em relação ao solo, e também amostramos o número de coespecíficos em atividade de vocalização, distância entre machos cantores e presença de coespecíficos na mesma planta. Para a coleta de todos esses dados, empregamos, a metodologia de procura ativa visual e acústica em sítios de reprodução (Heyer et al., 1994).

As vocalizações foram registradas com gravador digital Marantz® PMD660 acoplado a um microfone direcional Sennheiser® ME66. As vocalizações foram digitalizadas e analisadas utilizando o software Raven Pro 1.4 (Bioacoustics Research Program, 2011) (*window type* = WAVE, *window size* = 1024 samples, *sampling rate* de 44.1 kHz, 16-bits de precisão e *overlap* = 50 %). O tipo de canto foi atribuído de acordo com o contexto de emissão, seguindo o proposto por Toledo *et. al.* (2007). Aferimos a temperatura e, umidade relativa do ar com termohigrômetro 0,1 °C de precisão após cada gravação. Foram analisados os seguintes parâmetros dos diferentes tipos de canto (anúncio, territorial e corte): frequência dominante (FD), frequência a 5% (F5) e frequência a 95% (F95), intervalo da frequência (IF90) e duração dos cantos e notas (*delta time*) (DTC e DTN, respectivamente) (Charif et al., 2010). Ainda, verificamos a taxa de repetição dos cantos por minuto, o número de notas por canto e o intervalo entre cantos (IC). As unidades de análise das vocalizações foram notas. O início e o fim de cada nota foram determinados a partir dos oscilogramas (*wave forms*), utilizando como referência 10% da amplitude máxima da nota (Littlejohn, 2001).

Capturamos os machos vocalizadores e medimos seu comprimento rostro-cloacal (CRC), com paquímetro de precisão de 0,01 mm, determinamos a massa com Pesola® de 0,1 g de precisão. Logo após, devolvemos o indivíduo ao seu sítio de vocalização.

Coletamos oito machos e cinco fêmeas em campo, sendo um casal em amplexo. Contamos a desova do casal e medimos a desova, os indivíduos e os ovos com paquímetro de 0,1 cm de precisão. Para determinarmos o investimento reprodutivo dos indivíduos, retiramos a

massa de ovócitos das fêmeas coletadas e fizemos a razão entre a massa destas e de suas respectivas gônadas. Também verificamos a razão da massa dos machos e a massa de seus testículos. Os indivíduos e as gônadas foram pesados em balança analítica de 0,0001 g de precisão. Também mensuramos a razão sexual operacional da espécie, por meio da razão número de fêmeas/número de machos, registrados em cada saída de campo. A partir desses dados obtivemos a razão sexual operacional média total.

Os indivíduos coletados foram sacrificados com lidocaína a 5%, fixamos em formaldeído a 10%, conservamos em álcool 70% (Heyer *et. al.* 1994) e tombamos na coleção zoológica da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) - *Campus* de Jequié, sob responsabilidade de Juliana Zina (MHNJCH 1099, MHNJCH 1103, MHNJCH 1104, MHNJCH1106, MHNJCH 1107, MHNJCH 1108, MHNJCH 1109, MHNJCH 1110, MHNJCH 1126, MHNJCH 1127, MHNJCH 1132, MHNJCH 1133, MHNJCH 1157 e MHNJCH 1158).

Realizamos testes de correlação de Pearson entre a precipitação mensal acumulada e o número máximo de machos em atividade reprodutiva registrado em cada mês. Seu correspondente não paramétrico, o teste de Spearman, foi aplicado para verificar a correlação entre precipitação mensal acumulada e o número máximo de fêmeas registradas em cada mês. O mesmo teste foi realizado para verificarmos a relação entre o CRC e massa dos machos e as suas respectivas massas testiculares. Aplicamos ainda o teste de Mann-Whitney para comparar o CRC dos machos e fêmeas e a massa de ambos, para verificarmos dimorfismo sexual em tamanho (uma vez que os pressupostos do teste t não foram atendidos).

Submetemos os dados das bromélias ocupadas (BO) e não ocupadas (BNO) pela espécie ao teste PERMANOVA One-Way a fim de verificarmos diferenças entre os dois grupos. Adotamos a métrica Euclidiana para mensurar as distâncias entre os grupos amostrais (BO e BNO). Posteriormente, utilizamos o teste SIMPER (também com base na matriz de distância Euclidiana) para destacar as variáveis que mais responderam pela distância entre os dois grupos testados. Para tanto, padronizamos as variáveis (média zero e desvio padrão 1) e excluímos as correlacionadas, discriminadas a seguir: 1. TA correlacionou-se negativa e significativamente com NAT ( $r = -0,46$ ;  $P < 0,001$ ) e positiva e significativamente com AT ( $r = 0,22$ ;  $P = 0,02$ ); 2. NF correlacionou-se positiva e significativamente com AB ( $r = 0,39$ ,  $P < 0,001$ ), DB ( $r = 0,57$ ;  $P < 0,001$ ) e DT ( $r = 0,24$ ;  $P = 0,02$ ) e; 3. DT correlacionou-se positiva e significativamente com AT ( $r = 0,31$ ;  $P = 0,001$ ).

Obtivemos os dados de precipitação de cada mês amostrado a partir da plataforma online Proclima (CPTEC/INPE). Para todas as análises estatísticas testamos a normalidade dos dados e homogeneidade de variâncias. Consideramos significativos valores de  $P < 0,05$  (ZAR, 2010).

## Resultados

Os machos de *P. tuberculosis* apresentaram CRC médio de 24,26 mm (DP= 0,27; amplitude= 14,00-29,10 mm; N= 49), enquanto a média da massa foi de 0,96 g (DP= 0,27; amplitude= 0,40-1,50 g; N= 49). O comprimento médio da cabeça foi de 6,78 mm (DP= 1,14; amplitude= 4,20-10,80 mm; N= 49) e a largura da cabeça em média de 9,13 mm (DP= 0,99; amplitude= 6,00-11,10 mm; N= 49). Para as fêmeas obtivemos CRC médio igual a 26,38 mm (DP= 1,73; amplitude= 24,80-29,40 g; N = 06) e massa médio igual a 0,90 g (DP= 0,12; amplitude= 0,74-1,10 g; N= 06). O comprimento da cabeça das fêmeas médio foi de 7,25 mm (DP= 0,56; amplitude= 6,60-8,30 mm; N =06) e a largura da cabeça foi de 8,90 mm (DP= 0,48; amplitude= 8,30-9,40 mm; N= 06). *Phyllodytes tuberculosis* apresenta dimorfismo sexual em tamanho, sendo o CRC das fêmeas significativamente maior que o dos machos (U= 220,50, P= 0,02), porém, o mesmo não foi visto para massa (U= 122,50, P= 0,45). A espécie ainda apresentou RSO voltada para machos ( $\bar{x}$ = 0,14; DP= 0,17; amplitude= 0,00-0,50; N= 09).

Não observamos correlação significativa entre a massa corpórea dos machos e a sua massa testicular (r= -0,72; P= 0,10), assim como não observamos correlação significativa entre o log CRC dos machos e o log massa testicular (r= 0,29; P= 0,56).

Para fêmea grávida, verificamos um investimento reprodutivo igual a 7,97% (DP= 1,39; amplitude= 6,00-9,37%; N= 05), enquanto que para machos a taxa média de IR foi igual 0,38% (DP= 0,07; amplitude= 0,27-0,48%; N= 06). Ainda observamos uma fêmea desovada em uma bromélia com girino e uma desova de três ovos pigmentados com diâmetro médio de 8,47 mm (DP= 0,32; amplitude= 8,10-8,60 mm; N= 03) com cápsula gelatinosa e 2,10 mm (DP= 0,17; amplitude= 1,90-2,20 mm; N= 03) sem a cápsula.

## Uso do ambiente e período reprodutivo

Registramos indivíduos de *P. tuberculosis* em 26 das 106 bromélias vistoriadas. Destas 26 bromélias, sete continham mais de um macho (entre dois e três) em atividade de vocalização. A análise de PERMANOVA demonstrou que a heterogeneidade entre os grupos (BO e BNO) é maior do que a heterogeneidade dentro de cada grupo (pseudo-F= 3,76; P=0,004). Isso significa que as BO e as BNO se distinguem quanto ao conjunto de variáveis aqui mensuradas. Os resultados obtidos a partir da análise de SIMPER destacam que BA, AB e NAT exerceram a maior influência na distinção observada entre os grupos (Tabelas 1 e 2).



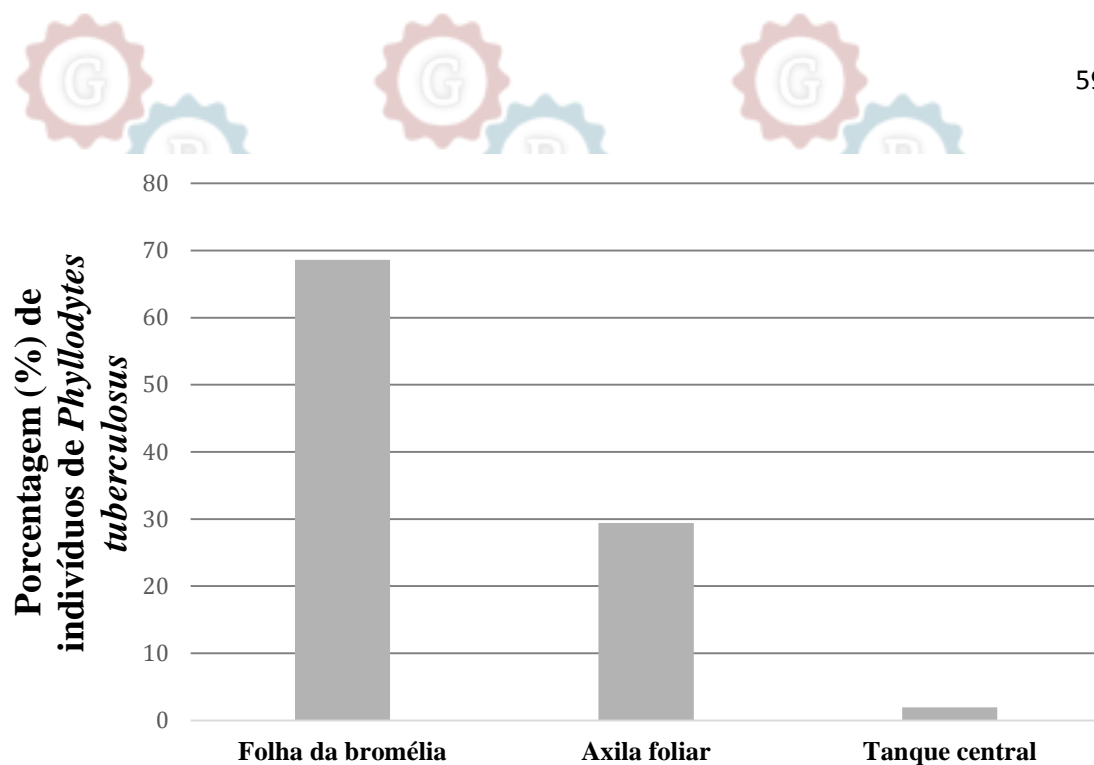
**Tabela 1:** Características das bromélias ocupadas (BO) e bromélias não ocupadas (BNO) por indivíduos da espécie *Phyllodytes tuberculatus* em área de Caatinga, no município de Jequié, no centro-sul do estado da Bahia.

	BO (N = 26)		BNO (N = 80)	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Bromélias por agrupamento	7,85	4,83	5,66	3,47
Folhas	38,23	7,89	33,76	10,50
Diâmetro da bromélia (cm)	1,34	0,18	1,29	0,26
Altura em relação ao solo (cm)	1,20	0,25	1,14	0,22
Largura da Folha (cm)	0,08	0,01	0,08	0,08
Diâmetro do tanque (cm)	0,04	0,01	0,04	0,01
Altura do tanque (cm)	0,20	0,03	0,22	0,04
Nível de água do tanque (cm)	0,11	0,04	0,08	0,06
Temperatura da água	26,90	2,21	27,89	2,83

**Tabela 2:** Resultado obtido para análise de SIMPER, na qual comparamos algumas métricas das bromélias estudadas (BO- bromélia ocupada por indivíduos de *Phyllodytes tuberculatus* e BNO- bromélias não ocupadas por indivíduos de *P. tuberculatus*) no município de Jequié, estado da Bahia, sendo BA- Bromélia por agrupamento, AB- Altura da bromélia, NAT- Nível de água no tanque central, AT- Altura do tanque central, DB- diâmetro da bromélia, LF- Largura da folha.

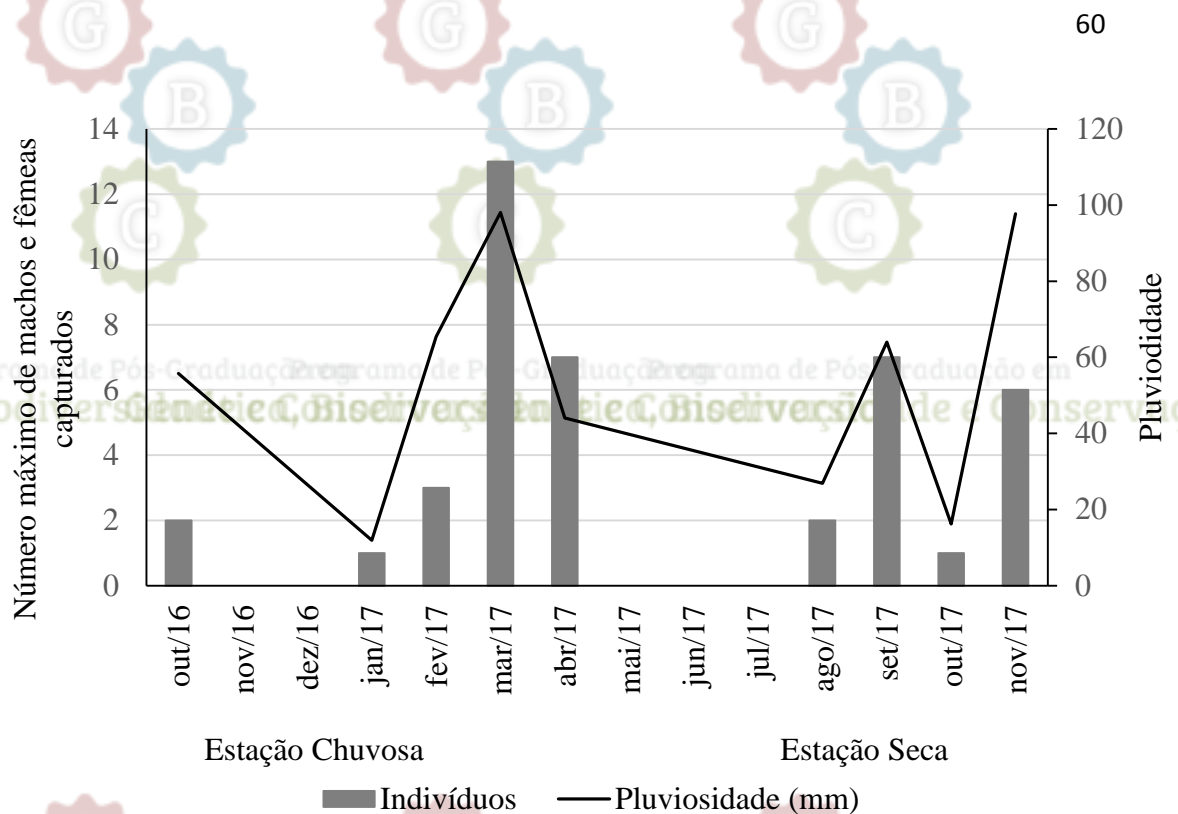
Característica da bromélia	Dissimilaridade média	Contribuição %	Acumulado %	Média BO	Média BNO
BA	2.525	24.99	24.99	0.421	-0.157
AB	2.153	21.31	46.3	0.172	-0.0565
NAT	1.866	18.47	64.76	0.446	-0.155
AT	1.847	18.28	83.04	-0.291	0.113
DB	1.678	16.61	99.65	0.136	-0.0295
LF	0.03525	0.3489	100	-0.0665	-0.105

Das 26 bromélias que registramos indivíduos de *P. tuberculatus*, 23 situavam-se em áreas sombreadas, estando apenas três situadas em área sem cobertura vegetal. Os indivíduos, na maior parte das vezes, utilizaram a parte visível das folhas das bromélias como sítio de vocalização (68,62 %), seguido pelo uso da axila das bromélias como sítio de vocalização (29,41 %) e em menor frequência, no tanque central (1,96%) (Figura 1).



**Figura 1:** Porcentagem referente aos sítios de canto em diferentes partes da bromélia utilizados por indivíduos de *Phyllodytes tuberculosus* em área de Caatinga no povoado de Santa Clara, município de Jequié no centro-sul do estado da Bahia.

O maior número de indivíduos capturados foi registrado no mês de março de 2017 (Figura 2), justamente o mês com maior índice pluviométrico ao longo do estudo, estando o número de machos em atividade de vocalização correlacionado positivamente com a pluviosidade ( $r=0.75$ ;  $p=0.017$ ).



**Figura 2:** Registro do índice máximo de indivíduos da espécie *Phyllodytes tuberculatus* capturados com relação a pluviosidade, em ambiente de Caaatinga, no povoado de Santa Clara, no município de Jequié, centro-sul do estado da Bahia.

A mesma correlação não foi encontrada para fêmeas ( $r= 0,194$ ;  $p= 0,580$ ). Entretanto, notoriamente as fêmeas foram visualizadas nos meses de maior pluviosidade, a exceção de março de 2017. Das fêmeas observadas, duas estavam em atividade de corte, sendo que uma das fêmeas ovipôs. Junto a um dos casais, na bromélia, visualizamos um girino da espécie. Registramos ainda machos satélites que, com a retirada do macho vocalizador, pôs-se a emitir cantos de anúncio.

Observamos que os machos comumente iniciavam as vocalizações antes do pôr do sol, por volta das 16:30 h, com pico de atividade em torno das 19:00 h, reduzindo-se consideravelmente a somente um ou dois indivíduos por volta de 23 h ( $N= 13$  observações). No entanto, aparentemente precipitações moderadas influenciaram nas atividades de vocalização antecipando-as. Observamos os machos em atividade aproximadamente por 5 horas diárias.

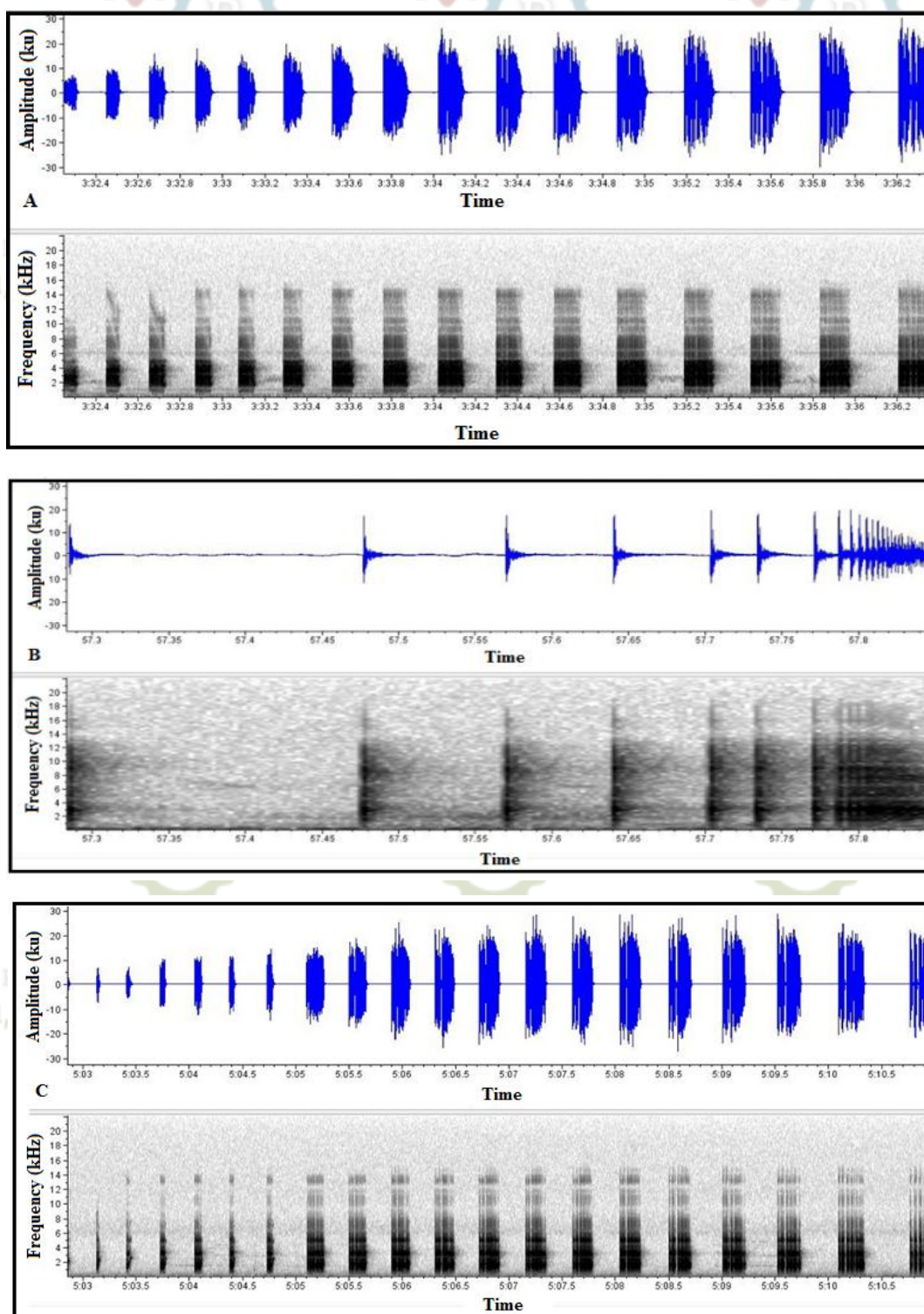
### Vocalização

Identificamos três tipos de vocalização para *P. tuberculatus*, sendo eles: canto de anúncio, canto territorial e canto de corte, descritos a seguir.

**Canto de anúncio**

Vocalização mais frequentemente emitida por *P. tuberculosis*. Consiste na emissão de notas simples multipulsionadas, repetidas numa taxa média de 14,31 notas por canto (DP= 3,50; amplitude= 21-07; N= 92) e cantos emitidos a uma taxa média de 17,08 vezes (DP= 1,95; amplitude= 11-21; N = 45) (Figura 3).





**Figura 3:** Sonograma e espectrograma dos cantos de *P. tuberculosis*. A: canto de anúncio. B: canto territorial. C: canto de corte.

Na mancha de bromélias estudada, os machos de *P. tuberculatus* vizinhos vocalizaram em antífona, evitando sobreposição. Os parâmetros espectrais e temporais do canto de anúncio estão resumidos na Tabela 3.

### Canto territorial

Registramos três variações da vocalização territorial. O canto territorial 1 e 2 caracterizam-se pela junção de uma nota territorial e múltiplas notas de anúncio num mesmo canto, sendo que a nota territorial precede a de anúncio. No caso do canto territorial 2, há redução no número das notas de anúncio presentes no canto (notas do canto territorial 1: média = 14,52; DP= 2,69; amplitude= 18-12; N= 44; e do canto territorial 2: média = 3,45; DP= 1,10; amplitude= 7-2; N= 23), enquanto o canto territorial 3 é composto por uma única nota. Os cantos territoriais 1 e 2 podem ser emitidos entre cantos de anúncio ou isoladamente, enquanto que o canto territorial 3 é comumente emitido isoladamente (raramente entre cantos de anúncio). Em todos os casos, as vocalizações foram emitidas na presença de um macho coespecífico vocalizando na mesma bromélia. Todas as variações do canto territorial são compostas por notas multipulsionadas. Os parâmetros espectrais e temporais dos cantos territoriais estão resumidos na Tabela 3.

**Tabela 3.** Características espectrais e temporais das vocalizações de *P. tuberculatus*, gravadas numa mancha de bromélias no distrito Santa Clara, do município de Jequié, estado da Bahia, entre os anos de 2016 e 2017. Os valores representam as médias  $\pm$  desvio padrão. FD = Frequência dominante; F5 = Frequência que contém 5% e 95% da energia total, respectivamente; F95 = Frequência que divide a nota em dois intervalos de frequência, que contém 95% e 5% da energia total, respectivamente; IF90 = Intervalo de frequência que contém 90% do total de energia presente na nota; DTC= *Delta time* canto; DTN= *Delta time* notas; IC = Intervalo entre cantos.

Tipos de canto	Características espectrais e temporais das vocalizações						
	FD (Hz)	F5 (Hz)	F95 (Hz)	IF90 (Hz)	DTC (s)	DTN (s)	IC (s)
Canto de anúncio	2801,39 $\pm$	1581,66 $\pm$	3705,10 $\pm$	2123,45 $\pm$	3,84 $\pm$ 1,48	0,11 $\pm$ 0,03	42,10 $\pm$ 32,21
	911,32	403,11	431,09	611,91			
Canto territorial 1	2919,90 $\pm$	1610,70 $\pm$	4104,22 $\pm$	2493,56 $\pm$	4,51 $\pm$ 1,33	0,18 $\pm$ 0,11	67,39 $\pm$ 48,79
	1142,56	505,82	359,31	486,26			
Canto territorial 2	3649,875 $\pm$	2207,15 $\pm$	4554,26 $\pm$	2347,13 $\pm$	1,06 $\pm$ 0,81	0,27 $\pm$ 0,19	35,11 $\pm$ 47,69
	575,28	613,70	806,65	804,97			
Canto territorial 3	3203,95 $\pm$	1745,09 $\pm$	6690,54 $\pm$	4945,47 $\pm$	0,38 $\pm$ 0,12	---	26,20 $\pm$ 31,40
	1280,98	948,23	1952,97	2129,48			
Canto de corte	2850,99 $\pm$	1261,82 $\pm$	4177,45 $\pm$	2915,60 $\pm$	6,98 $\pm$ 0,72	0,16 $\pm$ 0,06	71,28 $\pm$ 38,43
	608,39	38,76	690,15	677,38			



### Canto de corte

Emitido pelo macho durante a corte, quando a fêmea esteve pareada lado a lado com o macho na axila da bromélia. O canto de corte possui em média de 16,81 notas multipulsionadas (DP= 1.66; amplitude= 13-19; N= 11), semelhante ao canto de anúncio em estrutura e com maior duração. Os parâmetros espectrais e temporais do canto de corte estão resumidos na Tabela 3.

### Discussão

O dimorfismo sexual em tamanho de *P. tuberculatus* é uma característica comum em anuros, sendo que em cerca de 90% das espécies as fêmeas são maiores que os machos (Shine, 1979) e, em geral, a "hipótese da vantagem da fecundidade" (Darwin, 1875) é invocada para explicar o dimorfismo tendencioso para a fêmea (Shine, 1979, Han & Fu 2013, Nali *et al.* 2014). O dimorfismo quanto a tamanho é considerado uma característica plesiomórfica, enquanto que machos maiores que fêmeas é considerada uma condição derivada que ocorre principalmente em espécies gladiadoras, com intenso combate entre machos (Shine, 1979).

No presente estudo não observamos correlação entre a massa corporal e CRC dos machos em relação a sua massa testicular. Este resultado pode ser explicado pela presença de machos de tamanho corpóreo pequeno e testículo grande em nossa amostra, o que pode ser um indicativo do recrutamento de machos jovens durante o período reprodutivo. Alguns autores observaram algo semelhante para espécies de estação reprodutiva prolongada em Hylidae (ver *B. pombali* em Faraulo *et al.*, *in press*). Aventamos que a baixa pluviosidade e a necessidade de aproveitar este recurso escasso neste ambiente xérico (Caatinga), poderia explicar a entrada precoce de novos machos no coro. Ademais, é sabido que o volume e a distribuição da precipitação influenciam tanto o tempo de metamorfose, quanto o recrutamento pós-metamórfico (e.g. Toft *et al.* 1982, Semlitsch & Wilbur, 1988; Crump, 1989).

As fêmeas apresentaram baixo investimento reprodutivo, quando comparada a outras espécies de anuros tais, como: *Pithecopus hypochondrialis* (IR= 16,2%) (Prado & Haddad 2005), *Elachistocleis bicolor* (IR= 18,0%) (Prado & Haddad, 2005) e *Bokermannohyla ibitiguara* (IR= 20,26%) (Nali & Prado 2012). Assim como no presente estudo, em algumas espécies as fêmeas apresentam baixo IR, como visto para *Leptodactylus fuscus* (IR=6,8%) *Pseudis paradoxa caribensis* (IR= 5,5%) e *Trachycephalus typhonius* (IR= 8,2%) (Prado & Haddad 2005). O baixo IR em *P. tuberculatus* poderia estar relacionado às características do sítio de oviposição, um ambiente com recursos limitados, que implicaria em aumento da competição intraespecífica. Portanto, para aumentar o *fitness* reprodutivo em um ambiente de recursos limitados (e.g. alimento, água, espaço), anuros que se reproduzem em fitotelmos desenvolveram estratégias que

possibilitam a sobrevivência e desenvolvimento de suas larvas (e.g. Lehtinen, 2004). Por exemplo, a redução dos tamanhos das desovas e partição desses ovos nos reservatórios da mesma bromélia é uma estratégia comum entre anuros que utilizam bromélias em todo o ciclo de vida (e.g. Bokermann 1966, Alves-Silva & Silva 2009). O tamanho e quantidade de IR e ovos aqui descritos são consistentes com o disposto para espécies de modo reprodutivo especializado, com deposição de ovos e girinos exotróficos em água acumulada plantas aéreas (modo 6, *sensu* Haddad *et al.* 2013), semelhante ao relatado para as espécies do gênero (e.g. *P. luteolus* (Bokermann 1966), *P. melanomystax* (Caramaschi *et al.*, 1992) e *P. edelmoi* (Peixoto *et al.*, 2003).

Assim como as fêmeas, os machos de *P. tuberculosus* também apresentaram baixo IR em comparação com outras espécies (e.g., *Rhacophorus arboreus*: IR = 5,15%, Kusano *et al.* 1991; e *Leptodactylus chaquensis*: IR = 4,13%, Prado & Haddad 2003). O alto investimento reprodutivo em machos é geralmente associado à competição de esperma (Prado & Haddad 2003), enquanto o baixo taxa de IR, como observado para *P. tuberculosus*, pode ocorrer quando há baixo risco desse tipo de competição, por fatores como, interação entre fêmeas e apenas um macho durante corte complexa, e aqueles que, além de uma corte complexa, depositam ovos em um lugares escondidos, como observado para a espécie aqui estudada e outras espécies de hilídeos (e.g. *Aplastodiscus leucopygius*: IR = 0,034%, Zina & Haddad 2007; *Bokermannohyla ibitiguara*: IR = 0,29%, Nali & Prado 2012) e algumas espécies do gênero *Leptodactylus* (Prado & Haddad 2003, Zina & Haddad 2005).

*Phyllodytes tuberculosus* apresenta características típicas de espécies de reprodução prolongada, tais como: fêmeas que chegam aos locais reprodutivos de forma assincrônica, machos territorialistas, RSO voltada para machos. (e.g. Wells, 1977<sup>a</sup>; Martins & Haddad 1988). O grau de competição entre machos e a oportunidade de seleção de parceiros pelas fêmeas são fortemente influenciados por esse padrão de reprodução (Bastos e Haddad, 1995; Wells 2007). Além disso, esses padrões influenciarão a força da seleção de traços importantes para a reprodução, como a territorialidade dos machos, o tamanho da desova e o investimento em gônadas (Prado & Haddad 2005).

### **Uso do ambiente e período reprodutivo**

Nossos resultados sobre o uso das bromélias por machos de *P. tuberculosus* demonstram que entre os fitotelmos disponíveis para ocupação, há características que tornam as bromélias ocupadas mais desejáveis que as não ocupadas, o que culminaria no aumento do *fitness* reprodutivo. Alguns fatores observados em campo podem ter contribuído para a escolha dos

sítios de vocalização e oviposição, como: 1. aglomerado de bromélias em áreas sombreadas, 2. bromélias de grande porte e com alta capacidade de armazenamento de água no fitotelmo e, 3. bromélias dispostas em aglomerados, o que favorece o deslocamento dos indivíduos entre plantas vizinhas, diminui a exposição, aumenta a área de forrageio e as possibilidades de ocupação, favorecendo assim, a permanência dos indivíduos. Estes fatores são alguns dos pressupostos-chave para a manutenção de espécies que vivem e se reproduzem em tais ambientes, enfrentando seus riscos e vantagens. Por exemplo, pequenas bromélias são mais abundantes, mas dessecam mais rapidamente e têm baixos níveis de nutrientes (ver Apsbury & Juliano, 1998), enquanto que as maiores possuem maior capacidade de retenção de água e fornecem mais nutrientes, mas são menos abundantes e mais propensas a conter predadores como larvas de libélulas (ver Fincke, 1992; Rodel, *et al.* 2004). Ademais, sabe-se que em fitotelmos o tempo de permanência da água varia consideravelmente de um lugar para outro e que esta variação afeta a disponibilidade de alimentos, dessecação e risco de predação (ver Kitching, 2000), o que interfere no desenvolvimento, crescimento e a sobrevivência dos girinos (Rudolf & Rodel, 2005). O sombreamento, por sua vez, é um fator importante para amenizar a incidência de raios solares e conseqüentemente o aumento da temperatura, assim como contribui para a manutenção do reservatório d'água.

Entendemos também que as bromélias desocupadas não necessariamente correspondem a bromélias nunca eleitas como sítio de vocalização. Apesar de aparentemente haver escolha de acordo com os parâmetros aqui mensurados, reconhecemos a importância de incluir múltiplos fatores bióticos e abióticos na análise da seleção dos sítios de vocalização e oviposição na manutenção de condições ideais para reprodução em fitotelmos na Caatinga, como demonstrando por Rudolf e Rodel (2005) para *Phrynobatrachus guineenses* Guibé e Lamotte, 1962.

Dentre os mecanismos relacionados à ocupação de *P. tuberculatus* na Caatinga, sua associação às bromélias parece representar um fator primordial do sucesso e estabelecimento da espécie no semiárido.

## **Vocalização**

### **Canto de anúncio**

O canto de anúncio foi a vocalização mais comum de *P. tuberculatus*, um padrão geralmente visto em outras espécies de anuros (Lingnau & Bastos, 2007; Lemes *et al.*, 2012; Morais *et al.*, 2011). As mudanças no comportamento acústico, antifonia, influenciada pelo número e proximidade de coespecíficos vocalizando na mancha de bromélias, também é comumente relatado para outros anuros que vocalizam em agregados (e.g. Ryan, 1985; Schwartz

& Wells, 1985; Schwartz, 1986; Lemes *et al.*, 2012). Por exemplo, sabe-se que machos que evitam sobreposição acústica, como visto aqui para *P. tuberculosis*, são mais propensos a atrair fêmeas (Wells & Schwartz, 1984; Sullivan & Leek, 1987; Richardson *et al.* 2008).

Os parâmetros acústicos medidos no presente estudo concordam com a descrição do canto de anúncio de *P. tuberculosis* feita por Juncá *et al.* (2012). O canto de anúncio da espécie é semelhante ao descrito para outras espécies do gênero, como *Phyllodytes wuchereri* (Magalhães *et al.* 2015), *P. edelmoi* (Lima *et al.*, 2008) e *P. luteolus* (Weygoldt, 1981). Assim como em *P. tuberculosis*, os cantos de anúncio dessas quatro espécies são caracterizados por longas sequências de notas multipulsionadas, emitidas em intervalos regulares e com sobreposição de alguns parâmetros acústicos (por exemplo, duração da canto, frequência dominante e número de notas por canto). A presença de harmônicos nos cantos de *P. acuminatus* (Campos *et al.*, 2014), *P. melanomystax* (Nunes *et al.*, 2007) e *P. kautskyi* (Simon & Gasparini, 2003) os diferencia dos cantos de *P. tuberculosis*, assim como dos cantos de *Phyllodytes wuchereri* (Magalhães *et al.* 2015).

### **Canto territorial**

O canto territorial é emitido por machos que defendem recursos específicos do território, como a qualidade do local do sítio de vocalização e qualidade do microambiente a ser utilizado para deposição de ovos e desenvolvimento larval (e.g. Martins e Haddad, 1988, Toledo e Haddad, 2005a). Este canto pode ser emitido na presença ou mesmo quando um coespecífico está ausente (Zina & Haddad, 2006b) ou não visível. Notamos que os cantos são emitidos de acordo com o estado de excitação dos indivíduos, indicando seu nível de agressividade. Quanto maior a proximidade entre os machos, maior o número de emissões de canto territorial e menor o número de notas de anúncio presentes no canto. Ademais, quando a nota territorial é emitida isolada e frequentemente (canto territorial 3), o macho assume posição de ataque, sugerindo que este canto indica o estado mais excitado do indivíduo, sendo precedente ao combate. Além da própria mudança no canto territorial emitido, a maior taxa de emissão sinaliza o estado de excitação dos machos, que será analisado pelo seu oponente como parte de um processo escalonado que pode culminar em confronto físico. Comportamento semelhante de aumentar as emissões de canto territorial por minuto foi observado por outros autores (ver Allan 1973, Haddad 1987).

As emissões de cantos territoriais compostos (cantos territoriais 1 e 2) parecem uma estratégia inteligente dos machos da espécie para defender o território e evitar a perda de *fitness* reprodutivo ao mesmo tempo, pois esses cantos possuem elementos que parecem indicar ao macho oponente sua capacidade de combate, para além das informações presentes no canto de

anúncio, ao mesmo tempo que mantém as notas de interesse (anúncio) para continuar a atrair fêmeas. Desta forma, a própria escolha pelas fêmeas pode atuar como uma pressão seletiva no estabelecimento de uma distância mínima entre os machos (ver, Zina & Haddad 2006b). Portanto, esses cantos além de indica às fêmeas a inteligência do macho, uma característica desejável para a prole, também podem servir para regular o espaçamento entre machos na mancha de bromélias, assim como contribuir para determinar o limiar agressivo dos mesmos (ver Brenowitz, 1989; Lingnau & Bastos, 2007). A falta de visualização de interações agressivas físicas entre machos ao longo do estudo pode sugerir que os machos priorizam as atividades vocais para o estabelecimento de territórios, evitando assim disputas que são energeticamente dispendiosas ou podem causar danos (ver Wells, 1977b).

O canto territorial 1 do presente estudo é correspondente ao canto territorial descrito por Juncá *et al.* (2012) para *P. tuberculosis*, e os parâmetro aqui descritos estão de acordo com aquele estudo.

### **Canto de corte**

O canto de corte é emitido em curtas distâncias pelo macho com a finalidade de estimulação e orientação das fêmeas, antecedendo o amplexo (Toledo *et al.* 2014). Esse canto é mais atrativo para a fêmea e pode determinar a velocidade na qual esta se aproxima do macho (Reichert, 2013). De acordo com Wells (1977a, 1988), alterar o comportamento acústico na presença da fêmea torna o macho distinto no coro. Como observado no presente estudo, cantos de corte geralmente possuem maior duração que cantos de anúncio (e.g., Rosen & Lemon, 1974; Hartmann *et al.* 2004) e, assim, como em grande parte das espécies de anuros, o canto de corte de *P. tuberculosis* é semelhante ao seu canto de anúncio em duração e estrutura (e.g., Haddad 1995, Zina & Haddad, 2005). Entretanto, diferentemente do descrito aqui sobre o canto de corte de *P. tuberculosis*, o canto de corte de *P. wuchereri* foi mais curto e estruturalmente distinto de seu canto de anúncio, inclusive sendo composto por duas notas distintas (ver, Cruz *et al.* 2014).

Apesar do gênero *Phyllodytes* ser conhecido a quase um século, essa é sua segunda descrição de canto de corte, tendo o primeiro sido descrito apenas em 2014 para *P. wuchereri* (Cruz *et al.* 2014), sendo este um dado inédito para a espécie. O conjunto de dados obtidos aqui avoluma o conhecimento sobre a espécie e sobre o gênero, além de salientar quão pouco conhecemos acerca da biologia das espécies, apesar da importância dos dados de história natural para abordar diversas questões ecológicas, como apontado por Hortal *et al.* (2014).

### Agradecimentos

Agradecemos a Nathana Pereira e Thiago Reis pela assistência prestada durante o trabalho de campo. A Cynthia Prado e Iuri Dias pela revisão inicial deste manuscrito. À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, ao Programa de Pós Graduação em Genética Biodiversidade e Conservação – PPGGBC e ao Laboratório de Vertebrados (Biotério) pelo suporte, materiais e infraestrutura cedidos. Agradecemos ainda ao Instituto Chico Mendes (ICMBio) pela licença para coleta de dados e material biológico n° 54629-1.



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAN, D.M. 1973. Some relationships of vocalizations to behavior in the Pacific tree frog *Hyla regilla*. *Herpetologica*. v.29.p.366-37

ALVES-SILVA, R. and SILVA, HR., 2009. Life in bromeliads: reproductive behaviour and the monophyly of the *Scinax perpusillus* species group (Anura: Hylidae). *Journal of Natural History*, vol. 43, no. 3, p. 205-217.

AMPHIBIAWEB. 2018. <<https://amphibiaweb.org>> University of California, Berkeley, CA, USA. Acesso em fevereiro 2018.

ASPBURY, A. S., AND S. A. JULIANO. 1998. Negative effects of habitat drying and prior exploitation on the detritus resource in an ephemeral aquatic habitat. *Oecologia* 115:137–148.

BASTOS, R.P. & HADDAD, C.F.B. 1995. Vocalizações e Interações Acústicas de *Hyla elegans* (Anura, Hylidae), Durante a Atividade Reprodutiva. *Naturalia* 20, 165–176.

BRENOWITZ, E. A. 1989. Neighbor call amplitude influences aggressive behavior and intermale spacing in choruses of the Pacific treefrog (*Hyla regilla*). *Ethology*, v.83,p.69-79.

CALDAS, F. S. L., C. B. DE-CARVALHO, D. O. SANTANA, R. A. SANTOS, B. D. SILVA & R. G. FARIA (2010): Amphibia, Anura, Leuiperidae, *Phyasalaemus cicada* Bokermann, 1966: first Records for the State of Sergipe. – *CheckList*, 3: 427–428.

CAMARDELLI, M. & NAPOLI, M.F. 2012. Amphibian Conservation in the Caatinga Biome and Semiarid Region of Brazil. *Herpetologica*. 68:31-47. <http://dx.doi.org/10.1655/HERPETOLOGICA-D-10-00033.1>

CAMPOS, T. F., LIMA, M. G., NASCIMENTO, F. A. C., SANTOS, E. M. 2014. Larval morphology and advertisement call of *Phyllodytes acuminatus* (PDF Download Available). Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/262696841\\_Larval\\_morphology\\_and\\_advertisement\\_call\\_of\\_Phyllodytes\\_acuminatus\\_Bokermann\\_1966\\_Anura\\_Hylidae\\_from\\_Northeastern\\_Brazil](https://www.researchgate.net/publication/262696841_Larval_morphology_and_advertisement_call_of_Phyllodytes_acuminatus_Bokermann_1966_Anura_Hylidae_from_Northeastern_Brazil)

CARAMASCHI, U., H.R. SILVA AND M.C. BRITTO-PEREIRA. 1992. A new species of *Phyllodytes* (Anura, Hylidae) from Southern Bahia, Brazil. *Copeia* 1992(1): 187-191.

CARAMASCHI, U., PEIXOTO, O. L. 2004. A new species of *Phyllodytes* (Anura: Hylidae) from the State of Sergipe, Northeastern Brazil. *Koninklijke Brill NV, Leiden, Amphibia-Reptilia* 25: 1-7.

CRUMP, M. 1989. Effect of Habitat Drying on Developmental time and size at metamorphosis in *Hyla pseudopuma*. *Copeia*, 3: 794 -797.

CRUZ, C. A. G., FEIO, R. N., CARDOSO, M. C. S. 2006. Description of a new species of *Phyllodytes wagler*, 1830 (anura, hylidae) from the atlantic rain forest of the States of Minas Gerais and Bahia, Brazil. *Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro*, v.64, n.4, p.321-324, out./dez.2006 ISSN 0365-4508.

CRUZ, D., MARCIANO E. JR., NAPOLI, M. F. 2014. Advertisement and courtship calls of *Phyllodytes wuchereri* (Peters, 1873) (Anura: Hylidae). *Zootaxa*.

DARWIN, C. 1875. On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle of life. 6. ed. Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1952 (Great Books of the Western World 49).

DUELLMAN, W. E. AND L. TRUEB. 1994. *Biology of Amphibians*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, 670 p.

ETEROVICK, 1999. Use and sharing of calling and retreat sites by *Phyllodytes luteolus* in a modified environment. *Journal of Herpetology* Vol. 33, No. 1 (Mar, 1999), pp. 17-22.

FINCKE, O.M. 1992. Consequences of larval ecology for territoriality and reproductive success of a neotropical damselfly. *Ecology*, 73: 449-462.

FROST, D. R. 2018. *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. American Museum of Natural History, New York, USA. Versão 6.0. Base de dados eletrônica disponível em: <<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>>. Acesso em fevereiro de 2017.

HADDAD, C. F. B.; TOLEDO, L. F.; PRADO, C. P. A.; Loebmann, D.; Gasparini, J. L. & Sazima, I. 2013. *Guia dos Anfíbios da Mata Atlântica: Diversidade e Biologia*. São Paulo, Editora Anolis Books. 544p.

HADDAD, C. F.B. 1987. Comportamento reprodutivo e comunicação sonora de *Hyla minuta* Peters, 1872 (Amphibia, Anura, Hylidae). Campinas: UNICAMP. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.



HAN, X.; FU, J. 2013. Does life history shape sexual size dimorphism in anurans? A comparative analysis. *BMC Evolutionary Biology*, v. 13 n. 27.

HARTMANN, M. T.; HARTMANN, P. A.; HADDAD, C. F. B. Visual signaling and reproductive biology in a nocturnal treefrog, genus *Hyla* (Anura: Hylidae). *AmphibiaReptilia*, v. 25, p. 395-406, 2004.

HEYER, W. R.; DONNELLY, M. A.; MCDIARMID, R. W.; HAYEK, L. C.; FOSTER, M. 1994. *Medición y Monitoreo de la Diversidad Biológica. Métodos Estandarizados para Anfibios*. Ed. Universitaria de la Patagonia, Smithsonian Institution Press.

HORTAL, J. & LOBO, J. M. 2005. An ED-based protocol for the optimal sampling of biodiversity. *Biodiversity and Conservation*, 14, 2913–2947. doi:10.1007/s10531-004-0224-z

ISLAIR P, CARVALHO K. S, FERREIRA F. C, ZINA J. 2015. Bromeliads in Caatinga: an oasis for invertebrates. *Revista Biotemas*.

JUNCÁ F. A, NAPOLI M. F, CEDRAZ J & NUNES I. 2012. Acoustic characteristics of the advertisement and territorial calls of *Phyllodytes tuberculatus* Bokermann, 1966 (Amphibia: Anura: Hylidae). *Zootaxa* 3506: 87–88.

KITCHING, R. L. 2000. *Food webs and container habitats: the natural history and ecology of phytotelmata*. Cambridge, Cambridge University Press.

LEHTINEN, R.M. 2004. *Ecology and Evolution of Phytotelm-breeding anurans*. University of Michigan, Ohio. 73p.

LEMES P, TESSAROLO G, MORAIS A. R, BASTOS R. P. (2012) Acoustic Repertoire of *Barycholos ternetzi* (Anura: Strabomantidae) in Central Brazil. *South American Journal of Herpetology* 7(2): 455-464. doi: 10.2994/057.007.0205.

LIMA, M. G., LIGNAU, R. & SKUK, G. O. 2008. The advertisement call of *Phyllodytes edelmoi* (Anura, Hylidae). *South American Journal of Herpetology*, 3, 118–121.

LINGNAU, R., BASTOS, R. P. Vocalizations of the Brazilian torrent frog *Hylodes heyeri* (Anura: Hylodidae): repertoire and influence of air temperature on advertisement call variation. *Journal of Natural History*. , v.41, p.1227 - 1235, 2007.

LITTLEJOHN, N.J. 2001. Patterns of differentiation in temporal properties of acoustic signals of anurans. In *Anuran Communication*. (M.J. Ryan, ed.). Oxford University Press, New York, p. 102-120.

MAGALHÃES, F. M., F. A. JUNCÁ, AND A. A. GARDA. 2015a. Tadpole and vocalisations of *Phyllodytes wuchereri* (Anura: Hylidae) from Bahia, Brazil. *Salamandra* 51: 83–90.

MARTINS, M. & HADDAD, C.F.B. 1988. Vocalizations and reproductive behaviour in the smith frog, *Hyla faber* Wied ( Amphibia : Hylidae ). *Amphibia-Reptilia*, 9:49-60.

MORAIS, A. R.; SIGNORELLI, L.; GAMBALE, P. G.; KOPP, K.; NOMURA, F.; GUIMARÃES, L. D. A.; VAZ-SILVA, W.; RAMOS, J.; BASTOS, R. P. Anfíbios anuros associados a corpos d'água do sudoeste do estado de Goiás, Brasil. *Biota Neotropica*, v.11, n. 3, 2011.

NALI, R. C., PRADO, C. P. A. 2012. Habitat use, reproductive traits and social interactions in a stream-dweller treefrog endemic to the Brazilian Cerrado. *Amphibia-Reptilia*, v. 33, p. 337 - 347.

NALI, R.C., ZAMUDIO, K.R., HADDAD, C.F.B., PRADO, C.P.A. 2014. Size-dependent selective mechanisms on males and females and the evolution of sexual size dimorphism in frogs. *The American Naturalist*, v. 184, p. 727 - 740.

NAPOLI, M. F., C. A. G. CRUZ, R. O. ABREU & M. L. DEL-GRANDE (2011): A new species of *Proceratophrys Miranda-Ribeiro* (Amphibia: Anura: Cycloramphidae) from the Chapada Diamantina, State of Bahia, northeastern Brazil. – *Zootaxa*, 3133: 37–49.

NAVAS, C. A., ANTONIAZZI, M. M., JARED, C. 2004. A preliminar assessment of anuran physiological and morphological adaptation to the Caatinga, a Brazilian semi-arid environment. In: Morris, S., Volsloo, A. (Eds.) *Animals and Environments. Proceedings of the Third International Conference of Comparative Physiology and Biochemistry*, vol. 1275. Elsevier, Cambridge and Oxford, pp 298-305.

NOMURA, F. 2005. Ecologia reprodutiva e comportamento de forrageio e escavação de *Dermatonotus muelleri* (Boettger, 1885) (Anura, Microhylidae). *Biota Neotrop.* [online]. 2005, vol.5, n.1, pp.209-210. ISSN 1806-129X. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032005000100024>.

NUNES, I., SANTIAGO, R. S., JUNCÁ, F. A. Advertisement calls of four hylid frogs from the state of Bahia, northeastern Brazil (Amphibia, Anura, Hylidae). 2007. South American Journal of Herpetology 2(2):89-96.

PEIXOTO, O. L. CARAMASCHI, U. FREIRE, E. M. X. 2003. Two new species of *Phyllodytes* (Anura: Hylidae) from the state of Alagoas, Northeastern Brazil. Herpetologica, 59(2), 2003, 235–246 q 2003 by The Herpetologists' League, Inc.

PEIXOTO, O. L. E CRUZ, C. A. G. 1988. Descrição de duas espécies novas do gênero *Phyllodytes wagler* (Amphibia, Anura, Hylidae) Rev. Brasil. Biol., 48(2):265-272 Maio, 1988 - Rio de Janeiro, RJ.

PEIXOTO, O.L. 1995. Associação De Anuros a Bromeliáceas Na Mata Atlântica. Revista da Universidade Rural 17 (2): 75–83.

PRADO, C. P. A.; HADDAD, C. F. B. 2005. Size-fecundity relationships and reproductive investment in female frogs in the Pantanal, South-Western Brazil. Herpetological Journal, v. 15, p. 181 - 189.

REICHERT, M. S. 2013. Visual cues elicit courtship signals in a nocturnal anuran. Behavioral Ecology and Sociobiology, n. 67, p. 265-271.

RICHARDSON C, LÉNA J. P, JOLY P, LENGAGNE T. (2008) Are leaders good mates? A study of call timing and male quality. Animal Behaviour 76(5): 1487-1495. doi: 10.1016/j.anbehav.2008.06.019.

RÖDEL MO, RUDOLF VHW, FROHSCHAMMER S AND LINSENMAIR KE. 2004. Life history of a West-African tree-hole breeding frog, *Phrynobatrachus guineensis* Guibé and Lamotte, 1961 (Amphibia: Anura: Petropedetidae). In: LEHTINEN RM (Ed), Ecology and Evolution of Phytotelm-breeding Anurans. Ann Arbor: Misc Publ Mus Zool Univ Michigan 193: 31-44.

ROSEN, M., LEMON, R. E. 1974. The vocal behavior of spring peepers, *Hyla crucifer*, Copeia, 1974, 940-950.

RUDOLF, V.H.W. & RÖDEL, M.O. 2005. Oviposition site selection in a complex and variable environment: the role of habitat quality and conspecific cues. Oecologia 142(2):316-325.

RYAN, M.J. 1985. The tungara frog: A study in sexual selection and communication. University Chicago Press, Chicago.

SEMLITSCH, R.D & WILBUR, H.M. 1988. Effects of pond drying time on metamorphosis and survival in the salamander *Ambystoma talpoideum*. *Copeia* 1988:978-983. <http://dx.doi.org/10.2307/1445721>.

SHINE, R. 1979. Sexual selection and sexual dimorphism in the Amphibia. *Copeia* 2: 297-306.

SIMON, J. E., GASPARINI, J. L., 2003. Descrição da vocalização de *Phyllodytes kautskyi* Peixoto e Cruz, 1988 (Amphibia, Anura, Hylidae). *Boletim Museu de Biologia Melo Leitão* (N. Ser) 16:47-54. Dezembro 2003.

SULLIVAN B. K, LEEK, M. R. (1987) Acoustic communication in Woodhouse's toad (*Bufo woodhousei*). *Behaviour* 103(1): 16-36. doi: 10.1163/156853987X00242.

TOFT, C.A., A.S. RAND & M. CLARK. 1982. Population dynamics and seasonal recruitment in *Bufo typhonius* and *Colostethus nubicola* ( Anura ). In Egbert G. Leich Jr., A. Stanley and Long-term Changes, pp. 397-403. Smithsonian Institution.

TOLEDO L. F., HADDAD, C. F. B., 2005. Reproductive biology of *Scinax fuscomarginatus* (Anura, Hylidae) in south-eastern Brazil. Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Brazil.

TOLEDO, L. F., RIBEIRO, R. S., & HADDAD, C. F. B. 2007. Anurans as prey: an exploratory analysis and size relationships between predators and their prey. *Journal of Zoology* 271: 170-177.

TOLEDO; L. F.; MARTINS, I. A.; BRUSCHI, D. P.; PASSOS, M. A.; ALEXANDRE, C.; HADDAD, C. F. B. The anuran calling repertoire in the light of social context. *Acta Ethologica*, v. 18, n. 2, p. 87-99, 2014.

WELLS, K. D. & SCHWARTZ, J. J., 1984, Vocal communication in a neotropical treefrog, *Hyla ebraccata*: advertisement calls. *Anim. Behav.*, 32: 405-420.

WELLS, K. D. 1977. The social behaviour of anuran amphibians. *Animal Behavior* 25: 666-693.

WELLS, K.D. 2007. *The Ecology and Behavior of Amphibians*. Chicago, The University of Chicago Press.

WELLS, K.D. 1988. The effect of social interactions on anuran vocal behaviour. In: FRITZSCH, B., RYAN, M.J., WILCZYNSKI, W., HETHERINGTON, T.E., WALKOWIAK, W. ( eds. ). The evolution of amphibian auditory systems. New York: John Wilwy and Sons, 1988. p.433-454.

WEYGOLDT, P. 1981. Beobachtungen zur fortpflanzungs biologie von *Phyllodytes luteolus* (Wied, 1824) im terrarium (Amphibia Salientia: Hylidae). Salamandra, 17, 1–11.

ZINA, J. & HADDAD, C.F.B. 2005. Reproductive activity and vocalizations of *Leptodactylus Labyrinthicus* (Anura: Leptodactylidae). Biota Neotropica, 5(2). Disponível em: <[www.biotaneotropica.org.br/v5n2/pt/abstract?article+BN00605022005](http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/pt/abstract?article+BN00605022005)> Acesso em: novembro 2017.



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação