



GUILHERME ALBERTINO FONSECA

**PADRÕES DE CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE
LARVAS DE CATORZE ESPÉCIES DE ANUROS EM
DIFERENTES AMBIENTES DO CERRADO: AS
ESTRATÉGIAS SÃO SEMELHANTES?**

LAVRAS – MG

2022

GUILHERME ALBETINO FONSECA

**PADRÕES DE CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE LARVAS DE
CATORZE ESPÉCIES DE ANUROS EM DIFERENTES AMBIENTES DO
CERRADO: AS ESTRATÉGIAS SÃO SEMELHANTES?**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte dos requisitos necessários do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração Ecologia e Conservação de Recursos em Paisagens Fragmentadas e Agrossistemas para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Reuber Albuquerque Brandão

Orientador

LAVRAS – MG

2022

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Fonseca, Guilherme Albertino.

Padrões de crescimento e desenvolvimento de larvas de catorze espécies de anuros em diferentes ambientes do Cerrado: as estratégias são semelhantes? / Guilherme Albertino Fonseca. - 2022.

42 p.: il.

Orientador(a): Reuber Albuquerque Brandão.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2022.

Bibliografia.

1. Padrões de crescimento. 2. Desenvolvimento. 3. Larvas de anuro. I. Brandão, Reuber Albuquerque. II. Título.

GUILHERME ALBERTINO FONSECA

**PADRÕES DE CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE LARVAS DE CATORZE
ESPÉCIES DE ANUROS EM DIFERENTES AMBIENTES DO CERRADO: AS
ESTRATÉGIAS SÃO SEMELHANTES?**

**PATTERNS OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF FOURTEEN ANURA SPECIES IN
DIFFERENT CERRADO ENVIRONMENTS: ARE THE STRATEGIES SIMILAR?**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte dos requisitos necessários do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração Ecologia e Conservação de Recursos em Paisagens Fragmentadas e Agrossistemas para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 21 de outubro de 2022.
Dr. Marcelo Passamani, UFLA
Dr. Tiago Pezzuti, UFMG

Prof. Dr. Reuber Albuquerque Brandão
Orientador

LAVRAS – MG

2022

DEDICATÓRIA

a meu Pai,
que sempre amou viver, amou sonhar, ousou acreditar,
encorajou aos que tiveram medo,
sorriu e fez sorrir, teve desejos e realizou, rogou e esperou.
viveu e agradeceu.
Que hoje olha por nós de lá do infinito.
com todo meu amor, estima, respeito, agradecimento e muita saudade,

dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a meus pais Cosme e Maria, por terem me incentivado a enfrentar mais essa caminhada; sem seu fundamental apoio, confiança e companheirismo eu jamais teria realizado esse sonho. Em especial a meu pai, que viu e incentivou que esse sonho iniciasse, mas que não poderá em carne estar me acompanhando realizar. É em homenagem a ele e às centenas de milhares de vidas perdidas para a COVID-19 que não me fiz desistir. Se hoje cheguei aqui, recebi forças do seu caráter e competência. Te amo, pai! Agradeço também à minha irmã Cosmara, por ter me ajudado a ser alicerce e nunca deixado nosso tripé cair, me deu a mão, me deu força, acreditou em nós e hoje seguimos fortes. Somos um tripé e nenhum de nós irá cair.

Agradeço a meu orientador Reuber Albuquerque Brandão por ter embarcado mesmo que à distância nessa empreitada, me orientou, me incentivou e uma grande amizade foi construída. E à toda família LAFUC, agradeço a receptividade nos momentos que estive em Brasília: Matheus, Afonso, João, Pedro, Emayre, Nathy, Mari, foi um prazer conhecer e dividir da vida com vocês.

Agradeço às minhas amigas Marina e Marília, que incrivelmente construímos uma amizade sólida em consequência de um trabalho em grupo, viver esse mestrado com vocês foi muito mais que prazeroso, foi amor. Agradeço às minhas amigas Marianne, Larissa, Joyce e Dayse Lucy, nas quais trago comigo desde que me vi acadêmico. Doze anos não são doze dias, o que vivemos neste tempo nunca será perdido ou enfraquecido, ainda quero viver mais muitos anos com vocês.

Agradeço a meus amigos do curso de Ecologia Aplicada, nas pessoas dos que estiveram comigo no curso de campo, foi ali que eu tive certeza de que não estava e não estarei sozinho. Obrigado pela revoada. Júlio, Ana, Roberto, Ellen, Fernanda, Paulo, Marcelo, Eduardo, Jonathan, Patrícia, Alícia, Gilson e Paulinho. Agradeço também a Luane e Ariel, por estarem comigo quando eu pensei que ninguém fosse estar. Vocês têm parte nessa caminhada.

A todos meus amigos e amigas, por me suportarem, surtarem e comemorarem comigo. Vocês que são, sabem que são.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Ao programa de Ecologia Aplicada e toda equipe de coordenação e colegiado.

À UFLA pelos bons anos vividos, até mais ver.

RESUMO

O Brasil abriga a maior riqueza de anuros do planeta, do qual 209 espécies ocorrem no Cerrado. Este bioma apresenta elevada heterogeneidade de habitats por apresentar duas estações bem definidas, chuva e seca. Essa sazonalidade oferece diferentes condições de habitats e condições de reprodução para os anfíbios, que possuem ciclo de vida bifásico, em que a maioria das espécies apresenta larvas aquáticas e adultos terrestres. A heterocronia é um fenômeno que acontece com diversos grupos de organismos e com as larvas de anuros referente a mudanças morfológicas ao longo do tempo de desenvolvimento ontogenético dos anuros em relação a seus ancestrais. Este padrão de desenvolvimento pode ser descrito com tabelas de desenvolvimento, o que possibilita descrever as sequências ontogenéticas de diferentes espécies. Curvas de crescimento auxiliam a descrever e prever as taxas de crescimento dos animais, por resumirem a alguns parâmetros as características de crescimento dos organismos. Neste trabalho exploramos como ocorrem os padrões de crescimento e desenvolvimento de girinos de 14 espécies de anuros do cerrado que usam ambientes temporários ou perenes para o desenvolvimento larval. Para isso, buscamos explorar as diferenças na taxa de crescimento de girinos de diferentes espécies que ocorrem entre ambientes temporários e perenes, e as diferenças no investimento em crescimento corporal, expressas na diferença de tamanho entre indivíduos nas fases larvais mais precoces e mais tardias, entre espécies com reprodução nesses diferentes ambientes. Esperamos que nos ambientes perenes as larvas apresentem maior crescimento em tamanho inicial e cresçam pouco durante os estágios tardios da metamorfose. Nos ambientes sazonais, esperamos que os girinos apresentem desenvolvimento mais acelerado e menor crescimento larval, apresentando metamorfose em curto intervalo de tempo e com imagos de menor tamanho. Entretanto, não encontramos diferenças nas estratégias de desenvolvimento entre as 14 espécies, que possam estar relacionadas ao uso de habitat. Em geral, as espécies apresentaram crescimento satisfatório. A espécie *Bokermannohyla pseudopseudis* apresentou a curva de crescimento mais diferenciada entre as espécies estudadas, que pode estar relacionada à sua forma de vida e relação com o ambiente de desenvolvimento visando assim a necessidade de novos estudos quanto a sua ontogenia relacionando com seu ambiente de reprodução. O estudo de curvas de crescimento pode ser uma abordagem promissora para o entendimento de populações e comunidades de anfíbios do Cerrado.

Palavras-chave: Ontogenia. Curvas de Crescimento. Anura. Ambiente sazonal. Ambiente perene.

ABSTRACT

Brazil is home to the greatest wealth of anurans on the planet, of which 209 species occur in the Cerrado. This biome has a high heterogeneity of habitats due to its two well-defined seasons, rainy and dry. This seasonality offers different habitat conditions and reproduction conditions for amphibians, which have a biphasic life cycle, in which most species have aquatic larvae and terrestrial adults. Heterochrony is a phenomenon that occurs with several groups of organisms and with frog larvae, referring to morphological changes over time of ontogenetic development of frogs in relation to their ancestors. This pattern of development can be described with developmental tables, which make it possible to describe the ontogenetic sequences of different species. Growth curves help to describe and predict the growth rates of animals by summarizing some parameters as growth characteristics of organisms. In this work we explore how the patterns of growth and development of tadpoles occur in 14 anuran species from the cerrado that use temporary or perennial environments for larval development. For this, we sought to explore the difference in the growth rate of tadpoles of different species that occur between temporary and perennial environments, and the differences in the investment in body growth, expressed in the difference in size between individuals in the earlier and later larval stages, between species that reproduce in these different environments. We expect that in perennial environments the larvae show greater growth in initial size and grow a little during the late stages of metamorphosis. In seasonal environments, we expect tadpoles to present faster development and lower larval growth, presenting metamorphosis in a short time interval and with smaller images. However, we found no differences in developmental strategies among the 14 species, which may be related to habitat use. In general, the species followed the growth. The species *Bokermannohyla pseudopseudis* showed a more differentiated growth curve among the studied species, which may be related to its way of life and relationship with the development environment, thus seeking the need for further studies regarding its ontogeny in relation to its reproduction environment. The study of growth curves can be a promising approach for understanding the understanding and communities of amphibians in the Cerrado.

Keywords: Ontogeny. Growth Curves. Anura. Seasonal environment. Perennial environment.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO.....	11
2 – MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
Dos espécimes do trabalho	17
Da aquisição de dados	18
Da análise dos dados	20
3 – RESULTADOS	23
4 – DISCUSSÃO.....	30
5 – CONCLUSÃO.....	33
6 – REFERÊNCIAS	34

1 – INTRODUÇÃO

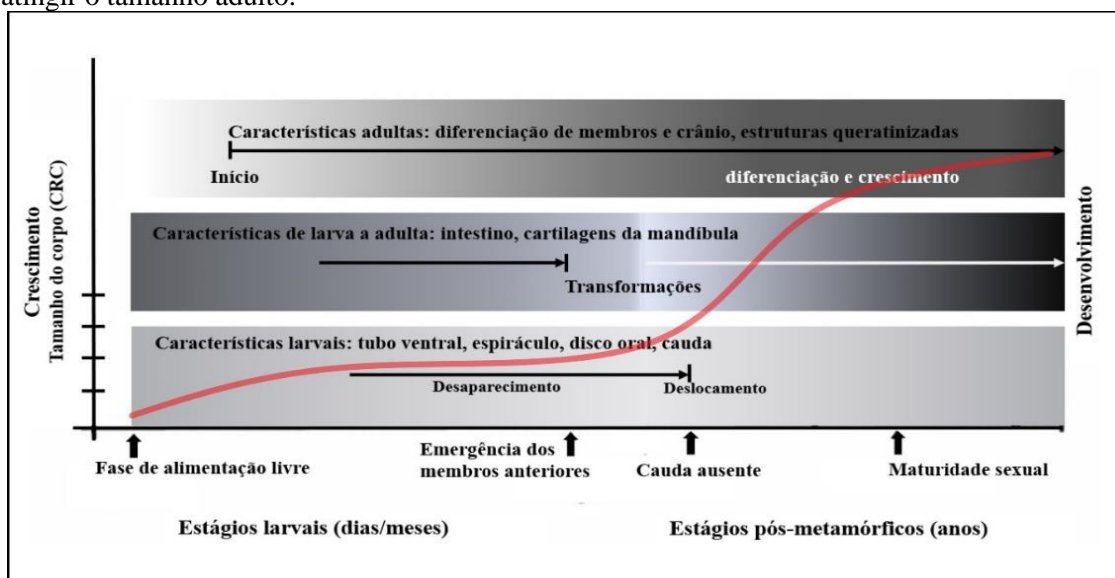
A ordem Anura possui 8485 espécies descritas, sendo que a maior riqueza deste grupo é encontrada na região Neotropical (AMPHIBIAWEB, 2022; DUELLMAN, 1988; FROST, 2021). O Brasil abriga a maior riqueza de anuros do planeta, com 1188 espécies reconhecidas até o momento (AMPHIBIAWEB, 2022; SEGALLA et al., 2021). No Cerrado brasileiro são conhecidas 209 espécies de anuros, das quais 108 são endêmicas deste bioma (VALDUJO et al., 2012). Os padrões de riqueza e diversidade da fauna de anuros estão relacionados à heterogeneidade de habitats do Cerrado que incluem complexos de montanhas com diferentes gradientes altitudinais (CAMPOS, 2017; SANTORO E BRANDÃO, 2014; VALDUJO et al., 2012; 2013), bem como vastas áreas de planícies (AZEVEDO et al., 2016). Anuros apresentam duas fases distintas durante seu desenvolvimento de vida, incluindo na maioria das espécies, uma fase larval aquática e adultos terrestres (SHERRAT et al., 2017). Devido à necessidade de água para a reprodução, além de limitações fisiológicas, anfíbios têm preferência por ambientes úmidos ou próximos a corpos d'água (HICKMAN e ROBERTS, 2004; POMBAL e HADDAD, 2005).

O desenvolvimento dos girinos é afetado por diversos fatores endógenos (p.ex. controle hormonal) e exógenos (p.ex. oferta de recursos, predadores, temperatura) (HOTA, 1994; WERNER, 1986). Com isso, o crescimento das larvas pode não acompanhar o desenvolvimento de estruturas, podendo ocorrer eventos ontogenéticos de aceleração e desaceleração, criando um descompasso entre crescimento e desenvolvimento, denominado heterocronia (DOWNIE et al., 2004; FABREZI, 2011).

A heterocronia é um fenômeno que acontece com as larvas de anuros e refere-se à descrição da relação entre as mudanças morfológicas no desenvolvimento dos organismos ao longo do tempo, incluindo o surgimento de estruturas novas durante a ontogenia – série de transformações que ocorrem em um organismo desde a fertilização até a forma adulta (DIAS e AUDINO, 2018) – e evolução de uma linhagem (FABREZI, 2012; KLINGENBERG, 1988). Desta forma, o conceito está ligado ao entendimento das relações recíprocas entre desenvolvimento morfológico, evolução das linhagens, ontogenia e relações filogenéticas (FABREZI et al., 2009; GODOY et al., 2018). O ciclo de vida de um girino é delimitado por uma série de eventos de desenvolvimento, denominados em conjunto como metamorfose, que o diferencia do fenótipo de um adulto.

Durante a metamorfose, alguns traços como o tubo anal, as peças bucais, o espiráculo e a cauda desaparecem, enquanto outros traços típicos de adultos vão surgindo, como as mandíbulas cartilagosas, membros e o intestino (FABREZI, 2011) (Figura 1.)

Figura 1 - Síntese do ciclo de vida bifásico dos anuros. A ontogenia compreende o crescimento e o desenvolvimento. A curva ideal de crescimento do corpo (linha vermelha translúcida) é representada pelo incremento do comprimento do corpo. O crescimento da larva ocorre simultaneamente com o desenvolvimento do membro posterior; o crescimento larval interrompe na emergência do membro anterior e continua após o desaparecimento completo da cauda para atingir o tamanho adulto.



Fonte: adaptado de Fabrezi (2011).

A sequência das transformações metamórficas durante a ontogenia das larvas de anuros, pode variar no tempo de desenvolvimento em que ocorrem (FABREZI e QUINZIO, 2008). A metamorfose tardia, de desenvolvimento lento, com acréscimo de tempo em suas sequências ontogenéticas relacionado à mesma sequência em seus ancestrais, produz um plano corporal peramórfico de características de adulto mesmo em organismos juvenis. Por outro lado, quando transformações metamórficas precoces ocorrem, isto é, em um ritmo de desenvolvimento rápido, onde o organismo desenvolve capacidade de possuir caracteres adultos em fases juvenis, produzem um plano de corpo maduro e pedomórfico, com retenção de características juvenis (DIAS e AUDINO, 2018; FABREZI e QUINZIO, 2018; MCNAMARA, 2012).

No entanto, a extensão do desenvolvimento larval, incluindo a duração da metamorfose, pode ser modificada ou alterada por fatores ambientais como disponibilidade de alimentos e presença de predadores larvais (HIGGINSON e

RUXTON, 2010), condições climáticas (DOWNIE et al., 2004; DUARTE et al., 2012) e dessecação do ambiente aquático (MCMENAMIN et al., 2008). Além disso, espécies que vivem em ambientes semelhantes devem exibir mais características compartilhadas de desenvolvimento larval com espécies relacionadas ao mesmo ambiente (BRASILEIRO et al., 2005).

As curvas de crescimento são modelos matemáticos que visam descrever e prever as taxas de crescimento dos animais em um conjunto de parâmetros biologicamente interpretáveis (SANTOS et al., 2007). Essas curvas são necessárias para descrever as características e taxas de crescimento e como essas relacionam entre si, permitindo, neste caso, compreender os processos envolvidos no crescimento e desenvolvimento de girinos (MANSANO, 2012). Essas informações fornecem condições para compreender diversas tendências ecológicas e evolutivas, além de padrões de crescimento e seus ciclos sazonais (OSWALD et al., 2012), bem como aspectos ecológicos entre organismos (DAMGAARD et al., 2002; GILL, 1972; GILL E HAIRSTON, 1972; RAM et al., 2015, SCHOENER, 1973;).

A obtenção de curvas de crescimento nos permite caracterizar centenas de outras curvas dadas em mesmas condições, embora seja necessário cautela para interpretar essas métricas, considerando seus efeitos na aptidão competitiva dos organismos (SPROUFFSKE & WAGNER, 2016). No entanto, curvas de crescimento são comumente utilizadas por resumirem a três ou quatro parâmetros as características de crescimento dos organismos, permitindo também investigar o relacionamento entre o parâmetro k das curvas, que expressa a taxa de declínio na taxa de crescimento relativa (desaceleração do crescimento) e o tamanho limite do animal no seu tamanho assintótico (FREITAS, 2005).

O Cerrado, um dos biomas brasileiros incluso na lista dos ‘hotspots’ mundiais de biodiversidade (MYERS et al., 2000), é a maior savana neotropical (FRANÇOSO et al., 2020) e possui clima preponderantemente tropical (ALVARES et al., 2013), com duas estações bem-marcadas, apresentando uma estação seca e fria entre abril e outubro e outra quente e chuvosa entre novembro e março (BARRETO & MOREIRA, 2008; KLINK et al., 2005). Tal padrão de distribuição das chuvas afeta a disponibilidade de ambientes para reprodução para anfíbios no Cerrado (SANTORO & BRANDÃO, 2014), criando ambientes efêmeros no período chuvoso e ambientes permanentes, os quais são utilizados de forma diferenciada pela anurofauna do bioma (BRANDÃO & ARAUJO 2001;

BRASILEIRO et al., 2005; MAFFEI et al., 2011; OLALLA-TÁRRAGA et al., 2009; PRADO et al., 2005).

O período chuvoso influencia a disponibilidade de habitats para a reprodução de adultos e o desenvolvimento de girinos de anuros que vivem no Cerrado. Para algumas espécies é neste período que os machos iniciam sua vocalização, indicando o início do período de reprodução (SCHOCH, 2014). Devido às características da paisagem do Cerrado, são formados ambientes úmidos perenes e sazonais, explorados de forma diferenciada pelos anfíbios durante a reprodução. As espécies que apresentam girinos com rápida taxa de desenvolvimento costumam estar relacionadas a ambientes com condições ambientais imprevisíveis, sujeitos a rápido desaparecimento devido à dessecação ou a mudanças na oferta de recursos (BARRETO & MOREIRA, 2008; KUPFERBERG, 1997; MÁRQUEZ-GAARCÍA et al., 2010). Com isso, é esperado que ambientes sazonais e permanentes tenham selecionado estratégias de crescimento e desenvolvimento diferenciadas, afetando o tamanho máximo das larvas, o padrão de desenvolvimento e o tamanho das imagos.

De modo geral, podemos hipotetizar que, se a taxa de crescimento das larvas aumenta, a taxa de desenvolvimento, em contrapartida, é retardada devido ao aproveitamento energético (FABREZI, 2011). Isso que pode gerar imagos de maior tamanho e, conseqüentemente, com maiores chances de sobrevivência (GIBBONS et al., 2019; SMITH, 2016; TARVIN et al., 2015). Por outro lado, se a taxa de crescimento diminui, a energia é direcionada para a taxa de desenvolvimento, onde a metamorfose acelerada é estratégica para o rápido abandono de um ambiente em deterioração (p. ex. uma poça em rápida evaporação) (WILBUR et al., 2019). Desta forma, espécies de anuros que apresentam girinos grandes, resultantes de longos períodos de desenvolvimento, são associados a ambientes reprodutivos permanentes, que proporcionam condições ambientais estáveis e adequadas para garantir a metamorfose sob tais condições (EMERSON, 1988) ou que apresentem poucos predadores (ROCEK et al., 2006). Por outro lado, girinos e imagos de menor tamanho estão relacionados a ambientes temporários, de duração imprevisível.

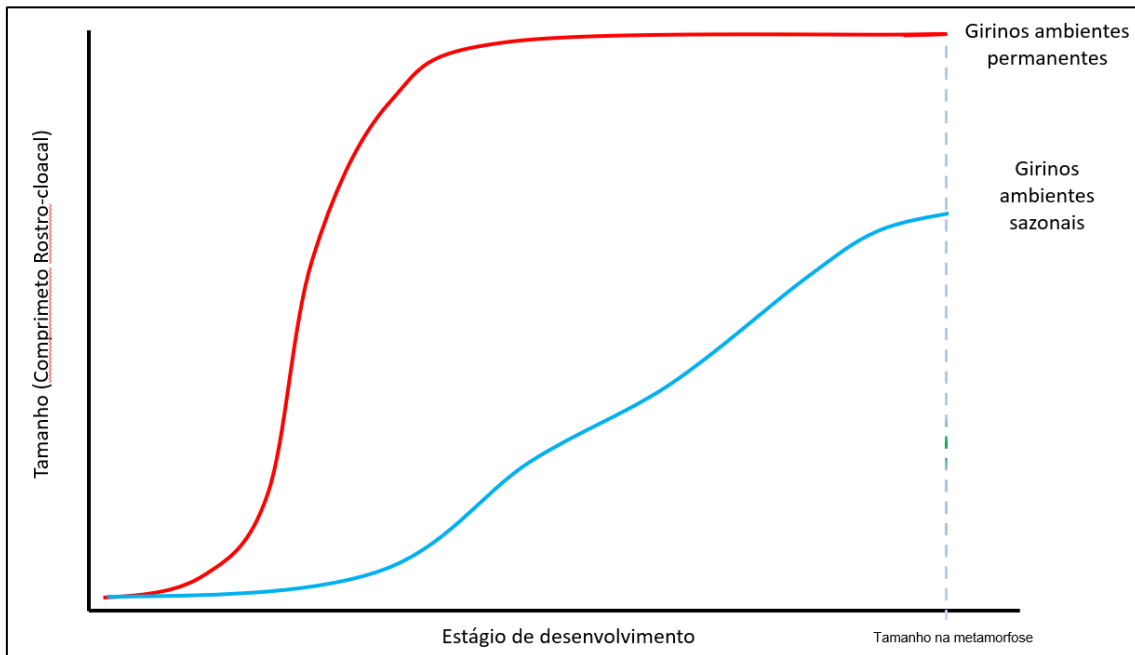
Os padrões descritos anteriormente ocorrem independentemente em diversas linhagens de anuros. Aspectos históricos podem ter tido relevância para determinar os diversos paralelismos observados no desenvolvimento dos girinos de diferentes linhagens

no presente (ROCECK et al., 2006; ROELANTS et al., 2011; ROT-NIKCEVIC & WASSERSUG, 2004). A retenção desse padrão de desenvolvimento permite, inclusive, o uso de tabelas padronizadas contendo estágios larvários para descrever o desenvolvimento de girinos de diferentes linhagens (p.ex. CHULIVER & FABREZI, 2019; GOSNER, 1960). No entanto, até 2004, não havia trabalhos relacionando a duração da metamorfose em cada estágio, ou seja, sem a informação do tempo de duração dos estágios de desenvolvimento em relação ao crescimento do girino (DOWNIE et al., 2004). Atualmente já existe uma série de artigos abordando a relação da forma e do tamanho com mudanças evolutivas no processo ontogenético visando, com base no crescimento, compreender as variações heterocrônicas dos organismos (DIAS & AUDINO, 2018; COLAÇO, 2018). Ainda assim, poucos estudos têm avaliado como diferentes tipos de ambientes aquáticos, sazonais ou perenes, afetam os padrões de desenvolvimento e crescimento de comunidades de girinos no Cerrado, assim como para outros biomas sul-americanos (p.ex. FABREZI, 2011).

Nesse sentido, no presente estudo explorei curvas de crescimento ajustadas à relação entre estágio de desenvolvimento e tamanho corporal de girinos em 14 espécies de anuros do Cerrado que usam ambientes temporários ou perenes para o desenvolvimento larval. Com isso, busquei explorar: i) diferenças na taxa de crescimento dos girinos entre ambientes sazonais e perenes e ii) diferenças no investimento em crescimento corporal entre espécies com reprodução em ambientes sazonais e perenes, expressas na diferença de tamanho entre indivíduos nas fases larvais mais precoces e mais tardias. Com isso, pretendo avaliar se, em ambientes reprodutivos temporários, as larvas investem em rápido desenvolvimento (expressa nos estágios de Gosner 1960), enquanto em ambientes permanentes as larvas apresentam maior investimento em crescimento corporal, aumentando de tamanho sem mudar rapidamente de estágios de desenvolvimento. Desta forma, espero que em ambientes perenes as larvas apresentem maior crescimento tamanho inicial e cresçam pouco durante os estágios tardios da metamorfose. Já nos ambientes sazonais, os girinos devem apresentar desenvolvimento mais acelerado e menor crescimento larval, apresentando metamorfose em curto intervalo de tempo e com imagos de menor tamanho (Fig. 2).

Figura 2 - Hipótese da relação entre tamanho de girinos e estágio de desenvolvimento. Em vermelho, linha hipotética do crescimento de girinos que se desenvolvem em ambientes

permanentes e, em azul, linha hipotética do crescimento de girinos que se desenvolvem em ambientes sazonais.



Fonte: o autor, 2022.

Neste sentido, realizei uma avaliação exploratória dos padrões de crescimento e desenvolvimento em larvas de diferentes espécies de anuros com padrões extremos de desenvolvimento, associados a ambientes sazonais e permanentes das áreas abertas do Brasil.

2 – MATERIAIS E MÉTODOS

Dos espécimes do trabalho

Este estudo inclui espécimes larvais de 14 espécies pertencentes a cinco famílias de anuros: Dendrobatidae [*Ameerega flavopicta* (Lutz, 1925)]; Hylidae [*Boana albopunctata* (Spix, 1824), *Boana buriti* (Caramashi & Cruz, 1999), *Boana lundii* (Burmeister, 1856), *Bokermannohyla pseudispseudis* (Lutz, 1925), *Scinax fuscovarius* (Lutz, 1925), *Scinax rupestris* Araújo-Vieira, Brandão & Faria, 2015, *Scinax tigrinus* Nunes, Carvalho & Pereira, 2010]; Leptodactylidae [*Leptodactylus mystacinus* (Burmeister, 1861), *Leptodactylus syphax* Bokermann, 1969, *Leptodactylus tapiti* Sazima & Bokermann, 1978]; Microhylidae [*Dermatonotus muelleri* (Boettger, 1885)]; Odontophrynidae [*Proceratophrys goyana* (Ribeiro, 1937)] e Phyllomedusidae (*Phyllomedusa sauvagi* Boulenger, 1882) (Tabela 1).

Tabela 1 - Listagem de Família, Espécie e Ambiente de reprodução dos anuros medidos para o presente trabalho presentes na Coleção Herpetológica da UnB (CHUnB).

Família	Espécie	Ambiente
Dendrobatidae	<i>Ameerega flavopicta</i> (Lutz, 1925)	Temporário
Hylidae	<i>Boana albopunctata</i> (Spix, 1824)	Perene
	<i>Boana buriti</i> (Caramashi & Cruz, 1999)	Perene
	<i>Boana lundii</i> (Burmeister, 1856)	Perene
	<i>Bokermannohyla pseudopseudis</i> (Lutz, 1925)	Perene
	<i>Scinax fuscovarius</i> (Lutz, 1925)	Perene
	<i>Scinax rupestris</i> Araújo-Vieira, Brandão & Faria, 2015	Temporário
	<i>Scinax tigrinus</i> Nunes, Carvalho & Pereira, 2010	Perene
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus mystacinus</i> (Burmeister, 1861)	Temporário
	<i>Leptodactylus syphax</i> Bokermann, 1969	Temporário
	<i>Leptodactylus tapiti</i> Sazima & Bokermann, 1978	Temporário
Microhylidae	<i>Dermatonotus muelleri</i> (Boettger, 1885)	Temporário
Odontophrynidae	<i>Proceratophrys goyana</i> (Ribeiro, 1937)	Perene
Phyllomedusidae	<i>Phyllomedusa sauvagi</i> Boulenger, 1882	Temporário

Fonte: o autor (2022).

Da aquisição de dados

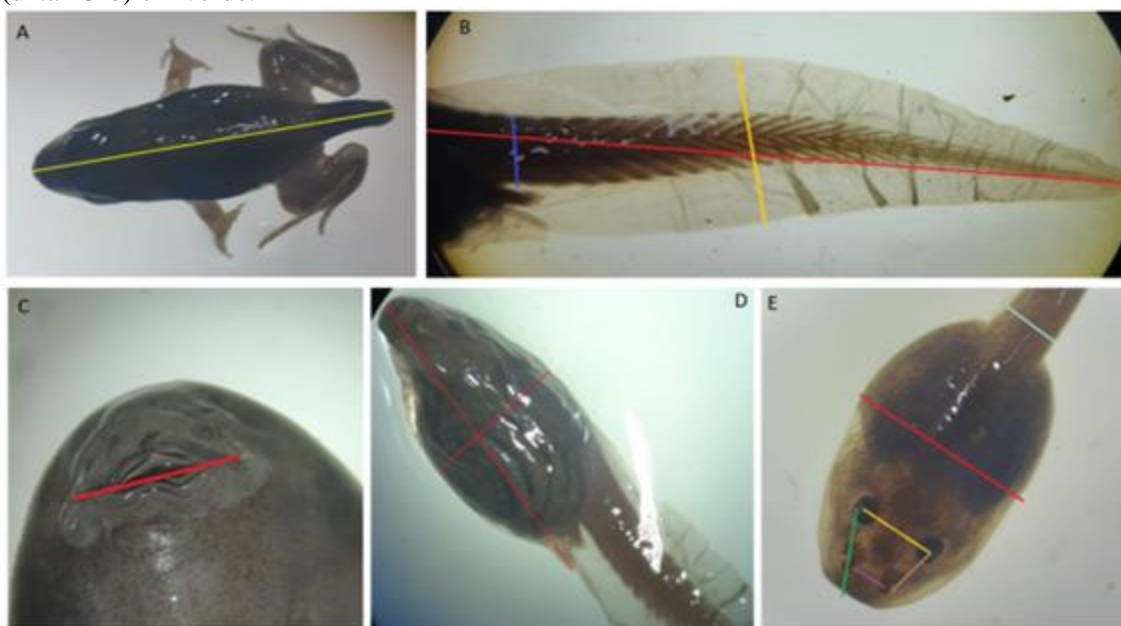
Foram medidos girinos de diferentes estágios larvais de diferentes indivíduos das espécies anteriormente citadas (Tab.1). Dados relativos ao ambiente de desenvolvimento foram retirados da literatura e comparados com o coleta, sendo agrupados em temporário, quando desenvolvidos em poças ou riachos temporários, nos casos de *Ameerega flavopicta* (LIMA & ETEROVICK, 2013), *Dermatonotus muelleri* (NOMURA & ROSA FERES, 2009), *Leptodactylus mystacinus* (BRASILEIRO et. al., 2005), *Leptodactylus siphax* (ANDRADE et. al., 2011), *Leptodactylus tapiti* (BRANDÃO et al., 2013; Vaz-Silva et. al., 2020), *Phyllomedusa sauvagi* (RODRIGUES et al., 2007), *Scinax rupestris* (ARAÚJO-VIEIRA, BRANDÃO & FARIA, 2015) e *S. tigrinus* (NUNES, CARVALHO & PEREIRA, 2010); ou perene, quando desenvolvidos em ambientes permanentes, como nos casos de *Boana albopunctata* (BRASILEIRO et. al., 2005), *Boana buriti* (BRAGA et. al., 2010), *Boana lundii* (BRASILEIRO et. al. 2005), *Bokermannohyla pseudopseudis* (BRANDÃO et. al., 2013) *Scinax fuscovarius* (BRASILEIRO et. al., 2005) e *Proceratophrys goyana* (BRASILEIRO et. al., 2005; ZINA, 2007).

Todos os espécimes de girinos estão depositados na coleção de referência do Laboratório de Fauna e Conservação (LAFUC/UnB), Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, de onde serão, posteriormente, encaminhados para a Coleção Herpetológica da Universidade de Brasília (CHUnB/UnB). Todas as coletas aconteceram oportunisticamente, à medida que os girinos foram encontrados em campo. Com isso, a adição das espécies ao trabalho ocorreu de forma oportunística. A identificação do estágio de desenvolvimento dos girinos seguiu a classificação de Gosner (1960).

Devido a características inerentes às espécies (p.ex. rápido desenvolvimento, stress, dificuldade de desenvolvimento em ambientes artificiais), aos ambientes (rápida dessecação ou dificuldade de acesso) e ao trabalho de campo (p.ex. limitações em pessoal, equipamentos e recursos financeiros), não foi possível ajustar os modelos utilizando girinos individualizados e acompanhados continuamente. Desta forma, optamos por avaliar o padrão de crescimento utilizando a população de girinos encontrada em estudos prévios, provenientes da mesma localidade e na mesma estação reprodutiva, utilizando como premissa que o padrão de crescimento observado em um indivíduo deverá ser comum a outros indivíduos em condições semelhantes (FRYXELL et. al., 2014).

Documentamos a variação de crescimento durante a ontogenia em todos os espécimes. As medidas foram coletadas com o auxílio de um paquímetro digital (0,01 mm), enquanto os estágios de desenvolvimento foram determinados com ajuda de microscópio estereoscópio, seguindo a tabela de desenvolvimento de Gosner (1960). Foram medidos o comprimento total da larva (CTotal) (Figura 3-A); o comprimento da cauda (cCauda), a altura máxima da cauda (hMCauda), a altura do músculo da cauda (hMusCauda) (Fig.3-B); a largura do disco oral (wDiscOral) (Fig. 3 -C); o comprimento do corpo (CCorpo), medido do focinho até a abertura do tubo anal; a altura máxima do corpo (hMCorpo) (Fig.3-D); a largura do corpo (wCorpo), a largura do músculo da cauda (wMusCauda), a distância entre as narinas (dInterNari), a distância entre as órbitas oculares (dInterOrb), a distância do focinho até a órbita ocular (dFociOrbi) e a distância entre a narina e o olho (dNariOrb) (Fig. 3-E). A terminologia para as medidas dos girinos seguiu Altig e McDiarmid (1999) e Lavilla e Scrocchi (1986).

Figura 3 - Imago e Girino de *Leptodactylus mystacinus*, indicando a demarcação das medidas tomadas com imagens das medidas feitas em indivíduo da pesquisa. A – Comprimento total (CTotal). B – Comprimento da cauda (cCauda) em vermelho, a altura máxima da cauda (hMCauda) em amarelo e a altura do músculo da cauda (hMusCauda) em azul. C – Largura do disco oral (wDiscOral). D – Comprimento do corpo (CCorpo), medido do focinho até a abertura do tubo anal e a altura máxima do corpo (hMCorpo). E - Largura do corpo (wCorpo) em vermelho, a largura do músculo da cauda (wMusCauda) em azul claro, a distância entre as narinas (dInterNari) em lilás, a distância entre as órbitas oculares (dInterOrb) em amarelo, a distância do focinho até a órbita ocular (dFociOrbi) em alaranjado e a distância entre a narina e o olho (dNariOrb) em verde.



Fonte: o autor (2022).

Da análise dos dados

A relação entre o crescimento corporal (medida do comprimento do corpo) e o estágio de desenvolvimento foi realizado através de ajustes de curvas, usando o valor de R^2 e Sigma para avaliar qual modelo de crescimento melhor descreve a distribuição dos dados (SPROUFFSKE & WAGNER, 2016). Posteriormente foram analisadas as equações geradas, utilizando os modelos linear, logístico e o modelo de von Bertalanfy, usando o software RStudio versão 4.0.2. Para o modelo linear utilizei o pacote Vegan (OKSANEN et al 2013), utilizando a função “lm”, para o modelo logístico utilizei o pacote GrowthCurver (SPROUFFSKE & WAGNER, 2016), através da função “SummarizeGrowth” e, por fim, o modelo de Von Bertalanfy foi gerado no pacote Car (FOX et al., 2007), utilizando a função “nls”.

Para avaliar se o crescimento dos organismos segue o modelo de crescimento linear, ajustei os dados ao modelo linear simples, dado pela fórmula

$$y = ax + b$$

onde a é a constante de x quando $y=0$ e b é a inclinação da reta. O modelo linear prevê que o investimento em crescimento é constante ao longo do tempo e pode ser aplicado em diversos modelos biológicos (QUINE & ROBINSON, 1992). A maior limitação desse modelo é não prever o tamanho máximo atingido na metamorfose.

Para o estudo das curvas de crescimento, seguindo o modelo de Von Bertalanffy:

$$Vb = L_{inf} * (1 - \exp -k * (t - t_0))$$

adotei para os parâmetros a , b e c as variáveis $a = "L_{inf}"$ usei o comprimento (CRC) assintótico dos indivíduos, para $b = "k"$ usei o coeficiente da taxa de crescimento e para $c = "T_0"$ usei o tamanho do organismo no tempo zero (ou seja, no estágio inicial, 24-25). Este modelo é comumente utilizado para explicar padrões de crescimento de organismos aquáticos (p. ex GOMIERO et al., 2009; MANSANO, 2012), descrevendo os padrões de crescimento com ênfase na velocidade em que os organismos alcançam seu tamanho assintótico, de acordo com a taxa de crescimento (MATEUS & PENHA, 2007)

O crescimento logístico envolve um rápido crescimento exponencial seguido por uma queda no crescimento até o tamanho da metamorfose. O Crescimento Logístico possui ampla aplicabilidade para o estudo de populações, sendo utilizado amplamente no estudo de populações por sua simplicidade e por incorporar efeitos densidade-dependente (BEGON & TOWNSEND, 2020). Para avaliar o ajuste do modelo logístico no crescimento dos girinos segui a equação

$$N_t = \frac{N_0 * K}{N_0 + (K - N_0)e^{-rt}}$$

Onde, N_0 é o tamanho do girino no estágio inicial, K é o tamanho máximo medido entre os girinos e r a taxa de crescimento dos girinos. O valor de sigma é uma medida das qualidades de ajuste dos parâmetros da equação logística para os dados. Valores menores de sigma indicam um melhor ajuste da curva logística aos dados do que valores maiores.

Também comparei os padrões de crescimento logístico das diferentes espécies usando a função "growthcurve" no pacote "statmod" (SMYTH et al. 2015) no software

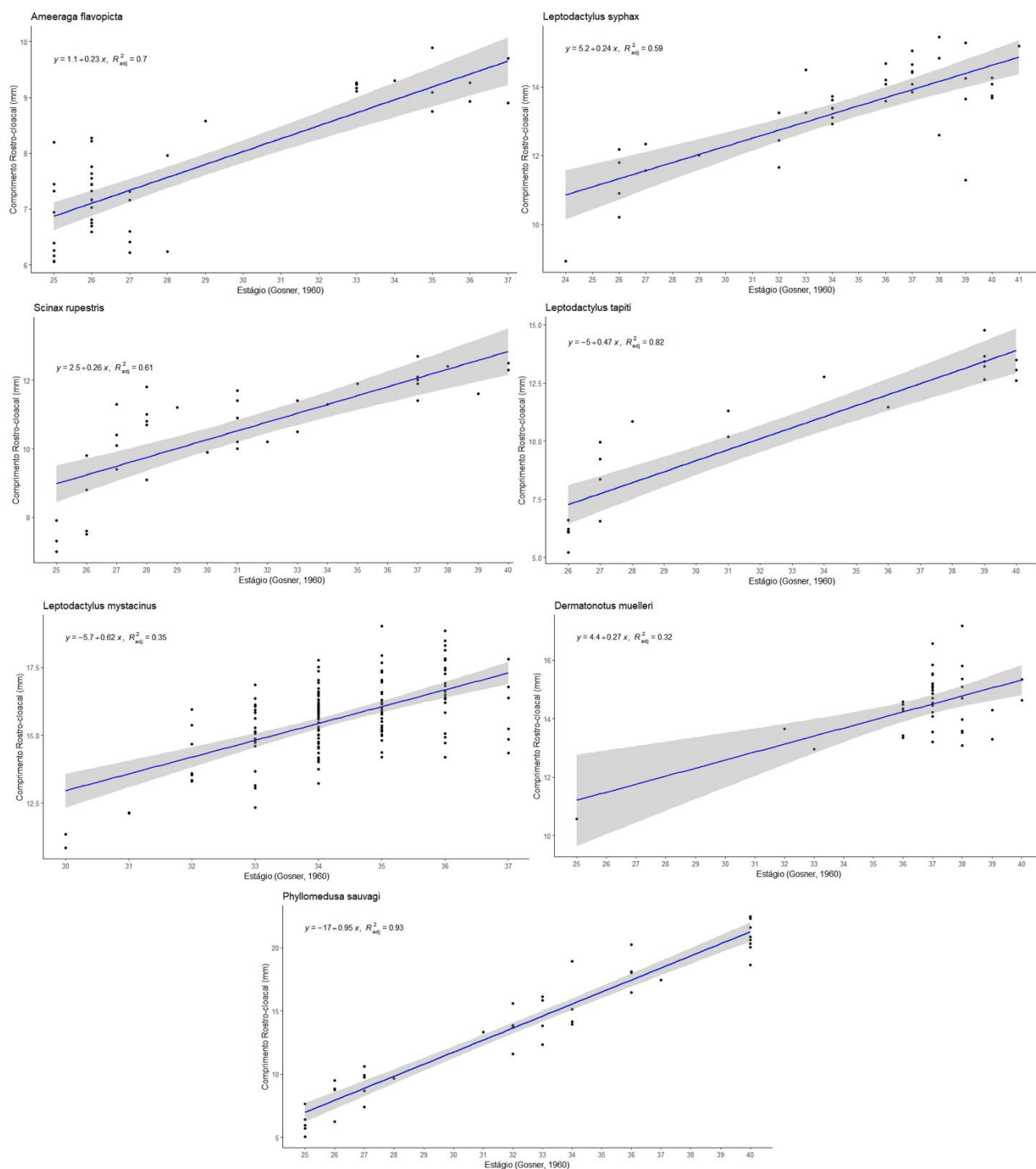
RStudio (R team core). O comando “compareTwoGrowthCurves” realiza testes de permutação para retornar a diferença entre dois grupos de curvas de crescimento. Nesse trabalho comparei as curvas de crescimento par a par, testando a hipótese nula de que não há diferença entre as curvas.

Testei se o módulo do valor da estatística dos testes de permutação entre os pares de espécies gerado pelo “statmod” foi diferente entre as espécies usando ambientes semelhantes em comparação com os valores gerados pelas espécies usando ambientes sazonais *vs* as espécies utilizando ambientes perenes com Análise de Variância simples.

3 – RESULTADOS

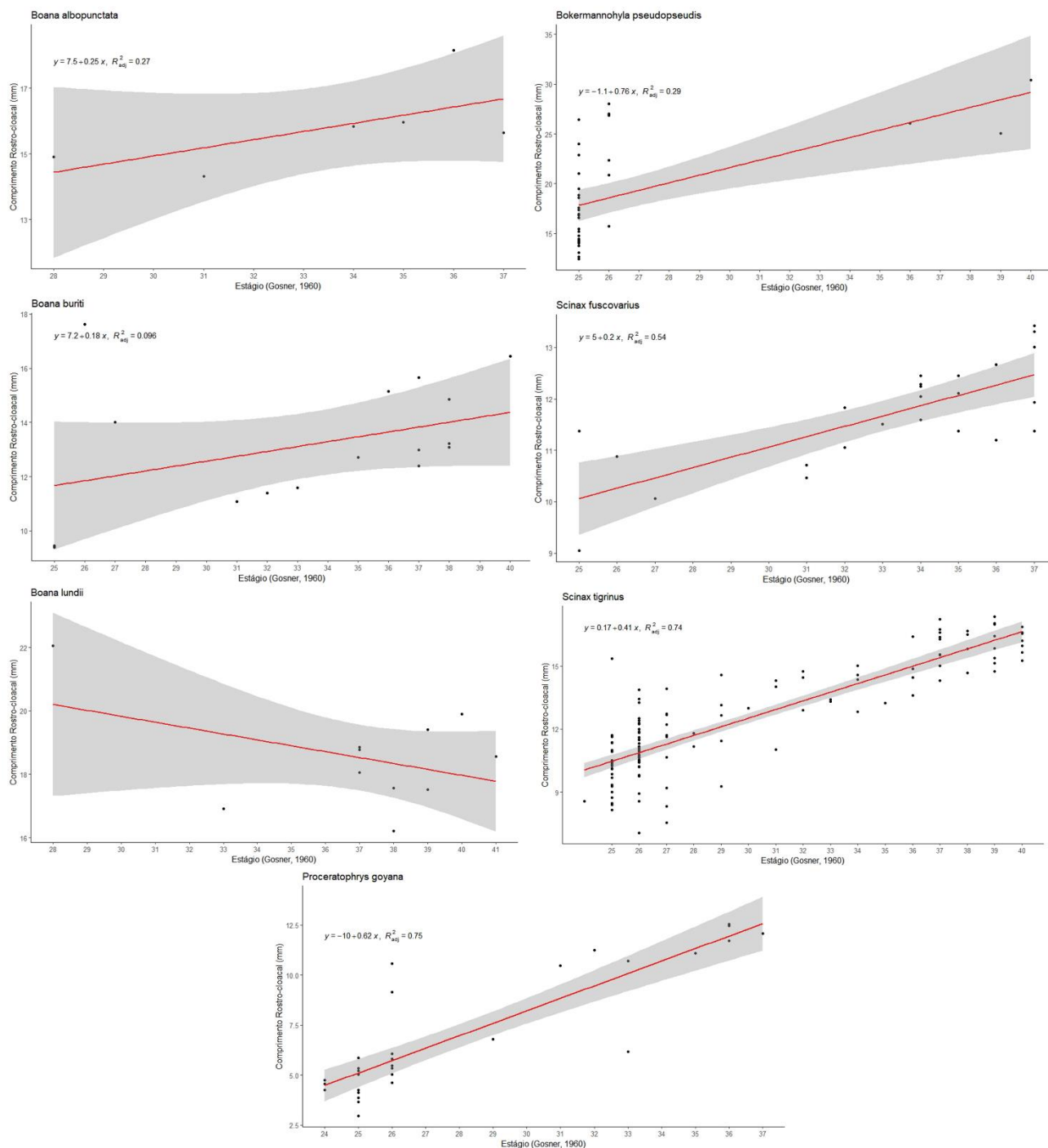
Para os modelos lineares foram geradas as seguintes regressões para cada espécie de ambientes temporárias e perenes, seguindo a relação do comprimento do corpo pelo estágio de desenvolvimento segundo Gosner (1960) (Figuras 4 e 5), com as equações lineares geradas e o valor de R ajustado.

Figura 4 – Curvas de crescimento da relação do comprimento do corpo (CRC) (mm) pelo estágio de desenvolvimento (Gosner, 1960) das espécies relacionadas aos ambientes sazonais de desenvolvimento, com a equação do modelo de crescimento linear gerada para cada espécie, valor de R ajustado e desvio padrão (sombreado em cinza).



Fonte: o autor (2022).

Figura 5 - Curvas de crescimento da relação do comprimento total (CRC) (mm) pelo estágio de desenvolvimento (Gosner, 1960) das espécies relacionadas aos ambientes perenes de desenvolvimento, com a equação do modelo de crescimento linear gerada para cada espécie, o valor de R ajustado e o desvio padrão (sombreado em cinza).



Fonte: o autor (2022).

De forma geral, todos os modelos descreveram de forma satisfatória o padrão de crescimento dos girinos das espécies selecionadas (Tabela 2). No entanto, alguns casos merecem destaque. A curva de crescimento de *Bokermannohyla pseudopseudis* foi diferente de todas as outras comparadas aqui (Tab.3), apresentando alto crescimento nos estágios iniciais seguido de uma estabilização nos estágios finais de desenvolvimento. A curva de regressão diferenciada gerada para *Boana lundii*, pode estar enviesada pela falta de indivíduos medidos nos estágios iniciais.

O modelo linear obteve valores significativos de r^2 de 0.2893 para *Bokermannohyla pseudopseudis* (de ambiente permanente), a 0.93 para *Phyllomedusa sauvagi* (de ambiente sazonal) da variância observada, enquanto o modelo logístico obteve valores de sigma entre 3.8147 *Bokermannohyla pseudopseudis* (ambiente permanente) e 0.6098 para *Ameerega flavopicta* (ambiente sazonal), indicando os piores e os melhores ajustes dos modelos respectivamente.

O modelo logístico com baixo valor de sigma descreve melhor o crescimento das espécies *Ameerega flavopicta* (0.6098), *Scinax fuscovarius* (0.7031), *Leptodactylus siphax* (0.8689) e *Scinax rupestris* (0.8717), sendo dessas apenas *Scinax fuscovarius* relacionada a ambientes permanentes e sazonais de desenvolvimento (generalistas), as demais seguem associadas a ambientes sazonais. Este modelo não teve valor de p significativo para as espécies do *Boana albopunctata*, *B. buriti* e *B. lundii* todas relacionadas a ambientes permanentes.

O modelo de Von Bertalanffy, que descreve o crescimento dos girinos através de três parâmetros (K , L_{inf} e T_0), não possibilitou ajuste para as espécies *B. albopunctata*, *Boana buriti*, *B. lundii* e *Scinax fuscovarius*, todas essas associadas a ambientes permanentes de reprodução, isto é, lagoas que não passam pelo processo de dessecação. Para este modelo obtivemos valores significativos dos três parâmetros para as espécies *Leptodactylus mystacinus*, *L. siphax* e *L. tapiti* e *Scinax rupestris*, todas essas associadas a ambientes temporários e imprevisíveis.

Tabela 2 – Resultado dos modelos de crescimento linear, logístico e Von Bertalanfy das espécies medidas no presente trabalho, com os respectivos parâmetros de cada modelo; r^2 e P-valor, para o modelo linear; L_{inf} , K e T_0 , para o modelo de Von Bertalanfy seguido dos parâmetros ajustados para cada espécie; K, N_0 , r, Rse e Sigma para o modelo logístico.

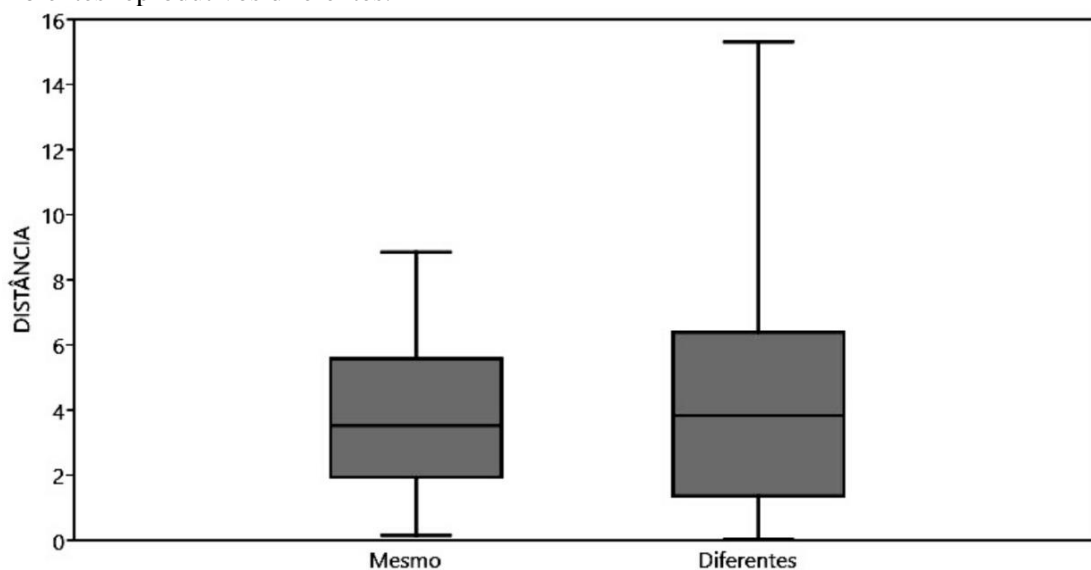
Espécie	Linear		Von Bertalanfy						Logístico					
	r^2	P-valor	Linf	K	t_0	Linf'	K'	t_0'	K	N_0	r	Rse	Sigma	P-valor
<i>Ameerega flavopicta</i>	0.7057	1.76E-13	11.89	0.063	11.64	0.0633	0.515	0.3644	3.508	0	0.353	0.61	0.6098	4.53E-13
<i>Boana albopunctata</i>	0.2652	0.1693							2.681	0	0.66	1.198	11.976	0.169
<i>Boana buriti</i>	0.09567	0.1301							4.061	0.51	0.059	2.300	23.004	0.13006
<i>Boana lundii</i>	0.08874	0.1936							2.35	4.474	0.054	1.77	17.741	0.1936
<i>Bokermannohyla pseudopseudis</i>	0.2893	5.11E-04	27.18	1.036	24.07	6.80E-14	0.0769	<2e-16	15.467	0	1.377	3.815	38.147	0.000511
<i>Dermatonotus muelleri</i>	0.3205	1.30E-04							4.302	0	0.475	0.942	0.9423	0.000126
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	0.3464	1.40E-12	17.24	0.35	27.13	<2e-16	0.000112	<2e-16	6.015	0	0.652	1.093	10.932	1.43E-15
<i>Leptodactylus sypfax</i>	0.5926	2.40E-06	14.58	0.16	17.26	<2e-16	0.0208	1.05E-06	5.463	0.003	0.275	0.869	0.8689	2.44E-09
<i>Leptodactylus tapiti</i>	0.8194	1.80E-06	13.16	0.33	24.066	<2e-16	0.000812	<2e-16	7.698	0	0.751	1.153	11.526	1.80E-09
<i>Phyllomedusa sauvagi</i>	0.9311	2.20E-16	64.91	0.019	19.19	0.221	0.338	<2e-16	10.012	0.002	0.294	1.614	14.504	<2e-16
<i>Proceratophrys goyana</i>	0.7457	2.44E-10	18.98	0.059	19.83	0.204	0.486	1.63E-07	18.231	0.004	0.256	1.450	16.140	2.44E-10
<i>Scinax fuscovarius</i>	0.54	0.0261							9.013	0.056	0.125	0.703	0.7031	2.61E-05
<i>Scinax rupestris</i>	0.6104	4.30E-06	11.82	0.353	22.16	< 2e-16	0.000137	<2e-16	4.599	0	0.759	0.871	0.8717	4.30E-09
<i>Scinax tigrinus</i>	0.7409	2.20E-16	24.07	0.039	10.51	0.0123	0.2687	0.0648	10.743	0.062	0.174	1.314	13.140	<2e-16

Fonte: o autor (2022).

De modo geral, as espécies estudadas apresentam estratégias de crescimento diferenciadas entre si (Tabela 3). Das 91 combinações possíveis entre os pares, 40 indicaram que as duas espécies apresentaram curvas de crescimento semelhante. No entanto, um padrão claro entre espécies que utilizam o hábitat perene e espécies que utilizam o hábitat temporário não foi recuperado.

Os valores de distância na comparação das curvas de crescimento entre espécies que utilizam ambientes diferentes são maiores que para espécies que utilizam ambientes semelhantes (Figura 6). No entanto, não houve diferença nos valores da permutação entre as espécies que usam o mesmo hábitat e espécies que usam habitats diferentes para o desenvolvimento larvário ($f = 0.512$; $p = 0.477$).

Figura 6 - Comparação entre a distância estatística gerada no teste de permutação para espécies utilizando o mesmo tipo de ambiente reprodutivo em comparação com espécie que utilizam ambientes reprodutivos diferentes.



Fonte: o autor (2022).

Tabela 3 - Resultados da comparação par a par das curvas de crescimento dos girinos das espécies, apresentando o valor da estatística acima da diagonal e os valores de “p” abaixo da diagonal. Legenda: AMEFLA: *Ameerega flavopicta*; BOAALB: *Boana albopunctata*; BOALUN: *Boana lundii*; BOABUR: *Boana buriti*; DERMUE: *Dermatonotus muelleri*; LEPMYS: *Leptodactylus mystacinus*; PROGOY: *Proceratophrys goyana*; PHYSAU: *Phylomedusa sauvagi*; BOKPSE: *Bokermannohyla pseudopseudis*; SCIRUP: *Scinax rupestris*; SCIFUS: *Scinax fuscovarius*; SCITIG: *Scinax tigrinus*; LEPSYP: *Leptodactylus syphax*; LEPTAP: *Leptodactylus tapiti*.

	AMEFLA	BOAALB	BOALUN	BOABUR	DERMUE	LEPMYS	PROGOY	PHYSAU	BOKPSE	SCIRUP	SCIFUS	SCITIG	LEPSYP	LEPTAP
AMEFLA		-12.38	-15.31	-6.37	-9.31	-8.85	-0.65	-3.65	-10.63	-5.06	-7.06	-6.92	-8.15	-3.53
BOAALB	0.00		-3.34	2.27	2.81	1.29	5.30	1.25	-4.10	7.55	-8.27	-2.66	3.56	4.00
BOALUN	0.00	0.43		-5.03	6.08	4.22	7.73	2.92	-2.79	11.41	-11.46	-5.82	7.13	0.46
BOABUR	0.00	1.00	0.00		-0.36	-1.17	3.80	-0.02	-6.07	3.40	-2.46	0.15	0.37	1.78
DERMUE	0.00	0.00	0.00	1.00		-1.02	4.19	0.19	5.84	4.73	-4.33	0.56	0.93	2.39
LEPMYS	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00		4.63	0.69	5.06	5.35	-4.64	-1.49	1.92	2.88
PROGOY	1.00	0.00	0.00	0.43	0.00	0.00		-2.66	7.6	-2.21	2.55	4.35	4.28	1.73
PHYSAU	0.00	1.00	0.80	1.00	1.00	1.00	0.80		4.32	2.07	-1.38	0.12	-0.25	-1.13
BOKPSE	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80		9.65	-8.36	-7.34	7.49	6.08
SCIRUP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.80	0.00		1.13	3.65	3.90	0.53
SCIFUS	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	1.00	0.00	1.00		-2.53	-2.91	0.15
SCITIG	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.43	0.80		0.25	1.93
LEPSYP	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00		1.94
LEPTAP	0.00	0.00	0.00	1.00	0.99	0.80	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	

Fonte: o autor (2022).

4 – DISCUSSÃO

Aqui sugerimos uma abordagem preliminar e inédita da ecologia de anfíbios focada na forma como ocorre o desenvolvimento de larvas entre diferentes espécies de Cerrado. Tal abordagem pode ser aplicada no estudo da ecologia, visto que o crescimento pode ser afetado pela temperatura da água e condições climáticas (DOWNIE et al., 2004; DUARTE et al., 2012), competição por recursos (HIGGINSON e RUXTON, 2010), predação (HOTA, 1994; WERNER, 1986) e dessecação do ambiente aquático (MCMENAMIN et al., 2008). Além disso, em anfíbios, a sobrevivência das imágos é fortemente relacionada ao tamanho, visto que as relações entre anfíbios e seus predadores tende a ser tamanho-dependente (MENESES et al., 2021; TOLEDO et al., 2011). Com isso, há forte seleção pelo ajuste à curva de crescimento dos girinos, podendo afetar estratégias de investimento reprodutivo, seleção de hábitat e mudanças nas comunidades de predadores.

Espécies de riacho temporário tendem a apresentar curvas de crescimento mais diferenciadas de acordo com os modelos. A perereca *Scinax rupestris*, restrita a riachos temporários (ARAÚJO-VIEIRA et al., 2015), apresentou curva de crescimento diferente de quase todas as espécies analisadas, exceto de outras espécies de desenvolvimento em riachos semelhantes, como *Leptodactylus tapiti* (BRANDÃO et al., 2013) e *Proceratophrys goyana* (BRANDÃO ET AL., 2013; SANTORO & BRANDÃO, 2014), sugerindo que essas espécies tenham estratégias de desenvolvimento adaptada a ambientes de riachos temporários em regiões de altitude.

A curva de crescimento pode ser utilizada para avaliar a ecologia das espécies (SANTOS et al., 2007; SPROUFFSKE & WAGNER, 2016), com rebatimento inclusive na teoria ecológica (GILL, 1972; RAM; SHOENER, 1973). Desta forma, é interessante notar que pouco mais da metade das comparações entre curvas de crescimento foi diferente, sugerindo ecologias diferenciadas entre os organismos comparados par a par. Por outro lado, organismos oportunistas aparentemente possuem curvas de crescimento generalizadas, o que pode refletir na aptidão para ocupar diferentes ambientes de acordo com sua disponibilidade e afetando os nossos resultados. Ainda não temos informações de como características ambientais (temperatura, comunidade de predadores,

competidores, dentre outros) pode afetar a curva de crescimento das espécies, nem quanto as espécies aqui analisadas podem modelar essa resposta.

Compreender e caracterizar modelos e curvas de crescimento possibilita prever taxas de crescimento e desenvolvimento dos girinos em diferentes ambientes reprodutivos. Descrever a ontogenia das espécies de girinos que ocorrem no Cerrado, é de fundamental importância para avaliar como se dá a evolução das estratégias de desenvolvimento em ambientes contrastantes e de que forma tais padrões podem afetar a ecologia dos organismos em termos de distribuição de tamanho das espécies, comunidades de predadores e ocupação de habitats.

O modelo de Von Bertalanffy se fez ineficiente para algumas espécies do presente trabalho, associamos esse evento ao trabalho de Mansano (2012), no qual o modelo de Von Bertalanffy também não pôde descrever o crescimento de suas espécies, por ter no presente caso subestimado (com valores negativos) o tamanho dos espécimes no tempo inicial (T_0), mostrando assim a dificuldade de interpretação biológica e a inadequação dos modelos para descrever esta espécie durante o início da metamorfose.

Não encontramos, com as espécies estudadas, diferenças no padrão de desenvolvimento entre ambientes sazonais e permanentes, mas encontramos que as espécies tendem a apresentar curvas de crescimento diferenciadas, o que sugere ecologias diferentes entre as espécies. De forma interessante, espécies do mesmo gênero tenderam a apresentar curvas de crescimento semelhantes como *Leptodactylus mystacinus*, *L. siphax* e *L. tapiti*, sugerindo algum efeito da filogenia, não explorada aqui.

O modelo de crescimento de Von Bertalanffy ajustado para as espécies *Leptodactylus mystacinus*, *L. siphax*, *L. tapiti* e *Scinax rupestris*, associadas aos ambientes sazonais, teve valor significativo para os três parâmetros adotados (L_{inf} , k e t_0). Isto descreve o padrão de crescimento acelerado nos estágios iniciais dessas espécies, que têm seu desenvolvimento larvário em ambientes sazonais, o que para este gênero comumente ocorre em ninhos de espuma construído pelos machos das espécies (PRADO et al., 2002). O mesmo ocorreu com espécies de ambientes muito restritivos em espaço, duração e em recursos, como é o caso dos riachos temporários.

A espécie *Bokermannohyla pseudopseudis* apresentou curva de desenvolvimento mais diferenciada das demais analisadas no presente estudo. Essa espécie pode apresentar girinos com mais de 100mm de comprimento total e permanecer por longos períodos em

estágios iniciais do desenvolvimento, notadamente no estágio 25 alcançando valores de comprimento máximo semelhante ao observado em indivíduos de estágios pré-metamorfose (ETEROVICK & BRANDÃO, 2001). Nesses períodos, a espécie apresenta forte crescimento em tamanho (LINS et al., 2018) mas sem sinal de início de metamorfose. Com isso, sugerimos que essa espécie apresenta o desenvolvimento mais adaptado aos riachos permanentes, de águas frias e bem oxigenadas, onde ocorre e pode ser utilizada em estudos futuros focando processos de heterocronia em anfíbios do Cerrado. Ossificação de peças cartilagosas já foram observadas em larvas da espécie (LINS et al., 2018), mas ainda não sabemos o significado desse achado.

5 – CONCLUSÃO

Modelos de crescimento podem ser utilizados para estudar a ecologia de girinos e buscar avaliar o papel dos ambientes e da história filogenética sobre os padrões observados.

Não encontramos diferenças relacionadas às estratégias de desenvolvimento entre as espécies de ambientes sazonais e ambientes permanentes, sugerindo que os anfíbios do Cerrado tendem a apresentar estratégias flexíveis na ocupação dos ambientes ou um forte efeito das espécies generalistas.

Bokermannohyla pseudopseudis é um interessante modelo para estudos de heterocronia no Cerrado e possui a curva de crescimento mais diferenciada de todas as espécies aqui estudadas. Sendo assim, conhecer sua ontogenia (eventos de desenvolvimento) é de fundamental importância e fomenta estudos subsequentes sobre tal espécie e a relação com o seu ambiente de reprodução e a evolução da ecologia do gênero.

O estudo de curvas de crescimento parece ser uma abordagem promissora para o entendimento da ecologia de populações e de comunidades de anfíbios do Cerrado. Nesse aspecto, esse é um estudo pioneiro com diversos desdobramentos sobre aspectos da ecologia do desenvolvimento de anfíbios.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., DE MORAES GONÇALVES, J. L., & SPAROVEK, G. **Mapa de classificação climática de Köppen para o Brasil.** *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711–728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. (2013).
- ALTIG, R., & MCDIARMID, R. W. **Plano Corporal: Desenvolvimento e Morfologia.** In R. W. McDiarmid & R. Altig (Eds.), *Tadpoles: The Biology of Anuran Larvae* (pp. 1–444). Chicago and London: The University of Chicago Press, (1999).
- AMPHIBIAWEB. **Informações sobre Biologia e Conservação de Anfíbios.** Berkeley, California. Disponível em: <http://amphibiaweb.org/>. Acessado em: 20 de setembro de 2022. (2022)
- ANDRADE, E.B., GUIMARÃES, R., LEITE J.R., J. M. A. & LEITE, J. R. S. **Amphibia, Anura, Leptodactylidae, *Leptodactylus syphax* Bokermann, 1969: Extensão de distribuição e mapa de distribuição geográfica.** *verificação*, 7 (5), 592-593. (2011).
- ARAÚJO-VIEIRA, K.; BRANDÃO, R. A. & FARIA, D. D. C. **Uma nova espécie de *Scinax* Wagler (Anura: Hylidae) da Chapada dos Veadeiros, Brasil central.** *Zootaxa*, 3915(1), 52-66. (2015)
- AZEVEDO J.A.R., VALDUJO P.H., NOGUEIRA C.C. **Biogeografia de anuros e escamados no hotspot do Cerrado: padrão de endemismo coincidente na savana mais rica e impactada do globo.** *Journal of Biogeography* 43:2454-2465. doi:10.1111/jbi.12803. (2016)
- BARRETO, L., & MOREIRA, G. **Variação sazonal na estrutura etária e distribuição espacial de uma assembleia de larvas de anuros de savana no Brasil Central** *Journal of Herpetology*, 30(1), 87–92. (2008).
- BEGON, M., & TOWNSEND, C. R. **Ecologia: dos Indivíduos aos Ecossistemas.** John Wiley & Sons. (2020).
- BRAGA LRA, BRANDÃO RA, COLLI GR. **Amphibia, Anura, Hylidae, *Hypsiboas buriti* (Caramaschi and Cruz, 1999): Distribution update and map.** *Check List* 6(2): 232–233. (2010).
- BRANDÃO, R.A. & ARAUJO, A.F.B. **A herpetofauna associada às matas de galeria no Distrito Federal. Cerrado: Caracterização e Recuperação de Matas de Galeria.** In: Ribeiro, J.F.; Fonseca, C.E.L. & Sousa-Silva, J.C. (eds.). 604p. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa cerrados & Ministério do Meio Ambiente, Planaltina. (2001)
- BRANDÃO, R. A., ROLDÃO ALVARES, G. F., & DE SÁ, R. O. **O canto de anúncio do pouco conhecido *Leptodactylus tapiti* (Anura, Leptodactylidae).** *Zootaxa*, 3616(3), 284. (2013).
- BRANDÃO, R. A., U. CARAMASCHI, W. VAZ-SILVA, AND L. A. CAMPOS. **Três novas espécies de *Proceratophrys* Miranda-Ribeiro 1920 do Cerrado brasileiro (Anura, Odontophrynidae).** *Zootaxa* 3750:321–347. doi:10.11646/zootaxa.3750.4.2. (2013).

BRASILEIRO, C.A.; RICARDO J. SAWAYA, R.J.; KIEFER, M.C.; MARTINS, M. **Anfíbios de um fragmento aberto de Cerrado no sudeste do Brasil.** *Biota Neotropica*, Vol. 5 (number 2): (2005)

CAMPOS, E.R.S. **Variação temporal na diversidade e uso de microhábitats em uma comunidade de anuros na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasil Central.** Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília. Brasília, Brasil. (2017).

CARDOSO, A. J. **Descrição e biologia de uma nova espécie de *Hyla Laurenti*, 1768 (Amphibia, Anura, Hylidae).** *IHERINGIA, Série Zoologia* 62:37–45. (1983).

CHULIVER, M., & FABREZI, M. **Uma Tabela de Estadiamento de Desenvolvimento para *Physalaemus biligonigerus* (Cope, 1861) (Anura: Leptodactylidae).** *South American Journal of Herpetology*, 14(2), 150. <https://doi.org/10.2994/SAJH-D-18-00005.1>. (2019).

COLAÇO, G. **Morfologia Larval Externa, Alterações Heterocrônicas e Tabela de desenvolvimento de *Thoropa miliaris* (Anura: Cycloramphidae).** 2018. 40p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Instituto de Ciências Biológicas e Saúde. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. (2018)

DAMGAARD, C., WEINER, J., & NAGASHIMA, H. **Modelando o crescimento individual e a competição em populações de plantas: curvas de crescimento de *Chenopodium album* em duas densidades.** *Journal of Ecology*, 90(4), 666-671. (2002).

DIAS, P.H.S. & AUDINO, J.A. **Ontogenia e Heterocronia.** In *Tópicos de pesquisa em Zoologia* (Vol. 1858, pp. 43-53). (2018).

DOWNIE, J. R., BRYCE, R., & SMITH, J. **Duração metamórfica: Uma variável pouco estudada nas histórias de vida dos sapos.** *Biological Journal of the Linnean Society*, 83(2), 261–272. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2004.00387.x>. (2004).

DUARTE, H., TEJEDO, M., KATZENBERGER, M., MARANGONI, F., BALDO, D., BELTRÁN, J. F., MARTÍ, D. A., RICHTER-BOIX, A., & GONZALEZ-VOYER, A. **Os anfíbios aguentam o calor? Vulnerabilidade ao aquecimento climático em comunidades de larvas de anfíbios subtropicais e temperados.** *Global Change Biology*, 18(2), 412–421. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02518.x>. (2012).

DUELLMAN, W. E. **Padrões de diversidade de espécies em anfíbios anuros nos trópicos americanos.** *Annals of the Missouri Botanical Garden*, Vol. 75, No. 1 (1988), pp. 79-104. Published by: Missouri Botanical Garden Press Stable. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 75(1), 79–104. (1988).

DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. **Biologia de anfíbios**. Imprensa JHU. (1994).

EMERSON, S. B. **O girino gigante de *Pseudis paradoxa*.** *Biological Journal of the Linnean Society*, 34(2), 93–104. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1988.tb01951.x>. (1988).

ETEROVICK, P.C. & BRANDÃO, R.A. **Descrição dos girinos e cantos de anúncio de membros do grupo *Hyla pseudopseudis*.** *Journal of Herpetology*, 35, 442–450. <https://doi.org/10.2307/1565962>. (2001).

FABREZI, M. & QUINZIO, S.I. "Evolução morfológica em rãs *Ceratophryinae* (Anura, Neobatrachia): os efeitos das mudanças heterocrônicas durante o desenvolvimento larval e metamorfose." *Jornal Zoológico da Sociedade Linneana* 154.4 : 752-780. (2008).

FABREZI, M.. **Heterocronia no crescimento e desenvolvimento em anuros do Chaco da América do Sul.** *Evolutionary Biology*, 38(4), 390–411. <https://doi.org/10.1007/s11692-011-9128-5>. (2011)

FABREZI, M. **Heterocronia e variação morfológica em anuros.** *Cuadernos de Herpetología*, 26: 29-27. (2012).

FABREZI, M., QUINZIO, S. I., & GOLDBERG, J. **Girino gigante e metamorfose tardia de *Pseudis platensis gallardo, 1961* (Anura, Hylidae).** *Journal of Herpetology*, 43(2), 228–243. <https://doi.org/10.1670/08-028R3.1>. (2009).

FOX, J., FRIENDLY, G. G., GRAVES, S., HEIBERGER, R., MONETTE, G., NILSSON, H., ... & SUGGESTS, M. A. S. S. **O pacote Car.** R Foundation for Statistical Computing, 1109. (2007).

FRANCOSO, R. D., DEXTER, K. G., MACHADO, R. B., PENNINGTON, R. T., PINTO, J. R., BRANDAO, R. A., & RATTER, J. A. **Delimitando distritos biogeográficos florísticos no Cerrado e avaliando seu estado de conservação.** *Biodiversity and Conservation*, 29(5), 1477-1500. (2020).

FREITAS, A. R. de. **Curvas de crescimento na produção animal.** *Revista Brasileira de Zootecnia* , v. 34, p. 786-795. (2005).

FROST, D. R. **Espécies de anfíbios do mundo: uma referência online.** Version 6.1 Electronic Database accessible at <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA. doi.org/10.5531/db.vz.0001.(2021).

FRYXELL, J. M., SINCLAIR, A. R., & CAUGHLEY, G. **Ecologia, conservação e gestão da vida selvagem.** John Wiley & Sons. (2014).

GIBBONS, A. M. M., MCCARTHY, T. K., GIBBONS, M. M., & MCCARTHY, T. K. **Sociedade Nórdica Oikos Crescimento, Maturação e Sobrevivência de Rãs *Rana temporaria* L.** *Oikos* 7(4), 419–427. (2019).

GILL, D. E. **Taxas intrínsecas de aumento, densidades de saturação e capacidade competitiva. I. Um experimento com *Paramecium*.** *The American Naturalist*, 106(950), 461-471. (1972).

GILL, D. E., & HAIRSTON, N. G. **A dinâmica de uma população natural de *Paramecium* e o papel da competição interespecífica na estrutura da comunidade.** *The Journal of Animal Ecology*, 137-151. (1972).

GODOY, P. L., FERREIRA, G. S., MONTEFELTRO, F. C., VILA NOVA, B. C., BUTLER, R. J., & LANGER, M. C.. **Evidência de heterocronia na evolução craniana de crocodiliformes fósseis.** *Palaeontology*, 61(4), 543–558. <https://doi.org/10.1111/pala.12354>. (2018).

GOMIERO, J. S. G. et al. **Curvas de crescimento morfométrico de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*)**. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 33, p. 882-889. (2009).

GOSNER, K.L. **Uma tabela simplificada para estadiamento de embriões e larvas de anuros com notas sobre a identificação**. *Herpetológica*, 16: 183–190, (1960).

HICKMAN C.P. & ROBERTS, L.S. **Princípios Integrados de Zoologia**. 846p. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. (2004).

HIGGINSON, A. D., & RUXTON, G. D. **Mudanças adaptativas em tamanho e idade na metamorfose podem variar qualitativamente com o tipo de predador e as defesas disponíveis**. *Ecology*, 91(9), 2756–2768. <https://doi.org/10.1890/08-2269.1>.(2010)

HOTA, A. K. **Crescimento em anfíbios**. *Gerontology*, 40(2-4), 147-160. (1994).

KLINGENBERG, C.P. **Heterocronia e alometria: a análise da mudança evolutiva na ontogenia**. *Biological Review*, 73: 79–123. (1998).

KLINK, C. A., KLINK, C. A., MACHADO, R. B., & MACHADO, R. B. **A conservação do Cerrado brasileiro**. *Megadiversidade*, 1(January 2005), 147–155. <https://doi.org/10.1590/S0100-69912009000400001>. (2005).

KUPFERBERG, S. J. **O papel da dieta larval na metamorfose de anuros**. *American Zoologist*, 37(2), 146–159. <https://doi.org/10.1093/icb/37.2.146>. (1997).

LAVILLA, E.O. & SCROCCHI, G. J. **Morfometria larval dos gêneros de Telmatobinae (Anura: Leptodactylidae) da Argentina e Chile**. *Physis*, 44, 39–43, (1986).

LIMA, N.G & ETEROVICK, P.C. **História natural de *Ameerega flavopicta* (Dendrobatidae) em uma ilha formada pelo reservatório hidrelétrico de Três Marias no sudeste do Brasil**. *Journal of Herpetology*, 47 (3), 480-488. (2013).

LINS, A. C. R.; DE MAGALHAES, R. F.; COSTA, R. N.; BRANDÃO, R. A.; PY-DANIEL, T. R.; MIRANDA, N. E. O.; MACIEL, N. M.; NOMURA, F. & PEZZUTI, T. L. **As larvas de duas espécies de *Bokermannohyla* (Anura, Hylidae, Cophomantini) endêmicas das terras altas do Brasil central**. *Zootaxa*, 4527(4), 501-520. (2018).

MAFFEI, F., UBAID, F. K., & JIM, J. **Anurofauna em área de cerrado aberto no município de Borebi, estado de São Paulo, Sudeste do Brasil: Uso do habitat, abundância e variação sazonal**. *Biota Neotropica*, 11(2), 221–233. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000200023>. (2011).

MANSANO, C. F. M. et al. **Non-linear growth models for bullfrog tadpoles**. *Ciência e Agrotecnologia* v. 36, p. 454-462, (2012).

MÁRQUEZ-GARCÍA, M., CORREA-SOLÍS, M., & MÉNDEZ, M. A. **Variación de características de história de vida em girinos do sapo verrugoso em resposta à secagem da lagoa**. *Journal of Zoology*, 281(2), 105–111. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2009.00684.x>. (2010).

MATEUS, L. A.F. & PENHA, J. M. F. **Dinâmica populacional de quatro espécies de grandes bagres na bacia do rio Cuiabá, Pantanal norte, Brasil (Siluriformes, Pimelodidae)**. *Revista Brasileira de zoologia*, v. 24, p. 87-98. (2007).

MCMENAMIN, S. K., HADLY, E. A., & WRIGHT, C. K. **Mudanças climáticas e dessecação de zonas úmidas causam declínio de anfíbios no Parque Nacional de Yellowstone.** *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(44), 16988–16993. <https://doi.org/10.1073/pnas.0809090105>. (2008).

MCNAMARA, K. J. **Heterocronia: a evolução do desenvolvimento.** *Evolução: Educação e Extensão*, v. 5, n. 2, pág. 203-218, (2012).

MENESES, A. S. D. O., CORRÊA, B. A. A. P., FERNANDES, M. D. A. R., LOPES, B. E. P. D. C., CITELI, N. K., & BRANDAO, R. A. **Que tamanho de sapos neotropicais as aranhas atacam?** *Biologia*, 76(3), 919-932. (2021).

MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., DA FONSECA, G. A. B., & KENT, J. **Hotspots de biodiversidade para as prioridades de conservação.** *Nature*, 403(6772), 853–858. <https://doi.org/10.1038/35002501>. (2000).

NOMURA, F., ROSSA-FERES, DC, & LANGEANI, F. **Comportamento de escavação de *Dermatonotus muelleri* (Anura, Microhylidae) com referência à origem do comportamento de escavação de Anura.** *Journal of Ethology*, 27 (1), 195-201 (2009).

NUNES, I., CARVALHO JR, RD, & PEREIRA, EG **Uma nova espécie de *Scinax* Wagler (Anura: Hylidae) do Cerrado do Brasil.** *Zootaxa*, 2514 (1), 24-34. (2010).

OKSANEN, J., BLANCHET, F. G., KINDT, R., LEGENDRE, P., MINCHIN, P. R., O'HARA, R. B. & OKSANEN, M. J. **Package ‘vegan’.** *Community ecology package*, version, 2(9), 1-295. (2013).

OLALLA-TÁRRAGA, M. Á., DINIZ-FILHO, J. A. F., BASTOS, R. P., & RODRÍGUEZ, M. Á. **Gradientes geográficos de tamanho corporal em regiões tropicais: déficit hídrico e tamanho corporal de anuros no cerrado brasileiro.** *Ecography*, 32(4), 581–590. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2008.05632.x>. (2009).

OSWALD, F. **R pacote para ajuste flexível de curvas paramétricas não lineares,** *Methods Ecol.* (2012).

PRADO, C. P. DE A., UETANABARO, M., & HADDAD, C. F. **Padrões de atividade reprodutiva, modos reprodutivos e uso de habitat por anuros.** *Amphibia Reptilia*, 26, 211–221. (2005).

PRADO, C. P. DE A; UETANABARO, M.; HADDAD, C.F.B. **Descrição de um novo modo reprodutivo em *Leptodactylus* (Anura, Leptodactylidae), com revisão da especialização reprodutiva em direção à terrestre no gênero.** *Copeia*, n. 4, pág. 1128-1133, (2002)

POMBAL, J. P., & HADDAD, C. F. B. **Estratégias e modos reprodutivos de anuros (Anfíbios) em uma lagoa permanente na serra de paranapiacaba, sudeste do Brasil.** *Papeis Avulsos de Zoologia*, 45(15), 201–213. <https://doi.org/10.1590/S0031-10492005001500001>. (2005).

QUINE, M. P., & ROBINSON, J. **Estimação para um modelo de crescimento linear.** *Statistics & Probability Letters*, 15(4), 293-297. (1992).

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: Uma linguagem e ambiente para computação estatística.** R Fundação para Computação Estatística. Vienna, Austria, ISBN 3-900051-07-0, <http://www.R-project.org>. (2008).

RAM, Y., DELLUS-GUR, E., OBOLSKI, U., BIBI, M., BERMAN, J., & HADANY, L. **A previsão da concorrência resulta das curvas de crescimento.** *bioRxiv* 22640. (2015).

RITTMAYER E.N., ALLISON A., GRÜNDLER M.C., THOMPSON D.K., AUSTIN C.C. **Evolução da Guilda Ecológica e a Descoberta do Mundo.** Smallest Vertebrate. *PLoS ONE* 7(1): e29797. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029797>. (2012).

ROČEK, Z., BÖTTCHER, R., & WASSERSUG, R. **Gigantismo em girinos do sapo Neogene *Palaeobatrachus*.** *Paleobiology*, 32(4), 666–675. <https://doi.org/10.1666/05073.1>. (2006).

RODRIGUES, D. J., UETANABARO, M., & LOPES, F. S. **Biologia reprodutiva de *Phyllomedusa azurea* Cope, 1862 e *P. sauvagii* Boulenger, 1882 (Anura) do Cerrado, Brasil central.** *Journal of Natural History*, 41(29-32), 1841-1851. (2007).

ROELANTS, K., HAAS, A., & BOSSUYT, F. **Radiações de anuros e a evolução do morfoespaço dos girinos.** *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(21), 8731–8736. <https://doi.org/10.1073/pnas.1100633108>. (2011).

ROT-NIKCEVIC, I., & WASSERSUG, R. J. **Desenvolvimento interrompido em girinos de *Xenopus laevis*: como o tamanho restringe a metamorfose.** *Journal of Experimental Biology*, 207(12), 2133–2145. <https://doi.org/10.1242/jeb.01002>. (2004).

RSTUDIO Team, **R.: integrated development environment for RStudio** [homepage on the Internet]. Boston, MA: RStudio; (2020).

SANTORO, G. R. C. C., & BRANDÃO, R. A. **Modos reprodutivos, uso do habitat e riqueza de anuros da Chapada dos Veadeiros, Brasil central.** *North-Western Journal of Zoology*, 10(2), 365–373. (2014).

SANTOS, V. B. dos et al. **Avaliação de curvas de crescimento morfométrico de linhagens de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*).** *Ciência e Agrotecnologia* [online], v. 31, n. 5, pp. 1486-1492. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000500032>. Epub 29 Out 2007. ISSN 1981-1829. (2007)

SCHOENER, T. W. **Crescimento populacional regulado pela competição intraespecífica por energia ou tempo: algumas representações simples.** *Theoretical Population Biology*, 4(1), 56-84. (1973).

SEGALLA, M. V.; BERNECK, B.; CANEDO, C.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A. G. C.; GARCIA, P. C. A.; GRANT, T.; HADDAD, C. F. B.; LOURENCO, A. C. C.; MANGIA, S.; MOTT, T.; NASCIMENTO, L. B.; TOLEDO, L. F.; WERNECK,

FERNANDA P; LANGONE, J. A. **Lista de anfíbios brasileiros**. *Herpetologia brasileira*, v. 10, p. 121-216, (2021).

SEGALLA, M.V., CARAMASHI, U., CRUZ, C.A.G., GARCIA, P.C.A., GRANT, T., HADDAD, C.F.B., SANTANA, D.J., TOLEDO, L.F. & LANGONE, J.A. **Anfíbios Brasileiros: Lista de espécies**. *Sociedade Brasileira de Herpetologia*, 8: 65-96. (2019).

SCHOCH, R. R. **Evolução dos Anfíbios**. In *Amphibian Evolution*. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118759127>. (2014).

SHERRATT, E., VIDAL-GARCÍA, M., ANSTIS, M., & KEOGH, J. S. **Rãs e girinos adultos têm diferentes padrões macroevolutivos em todo o continente australiano**. *Nature Ecology & Evolution*, 1(9), 1385-1391. (2017).

SMITH, D. C.. **Recrutamento de adultos em sapos de cor: efeitos do tamanho e da data na metamorfose** Wiley Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/1939265>
REFERENCES Linked references are available on JSTOR for this article : You ma. 68(2), 344–350. (2016).

SMYTH, G., HU, Y., DUNN, P., PHIPSON, B., & CHEN, Y. **Statmod: Modelagem Estatística. Versão do pacote R 1.4. 21**. (2015).

SPROUFFSKE, K., & WAGNER, A. **Growthcurver: um pacote R para obter métricas interpretáveis de curvas de crescimento microbiano**. *BMC Bioinformatics*, 17(1), 1-4. (2016).

TARVIN, R. D., SILVA BERMÚDEZ, C., BRIGGS, V. S., & WARKENTIN, K. M. **Efeitos de transferência de tamanho na metamorfose em pererecas de olhos vermelhos: maior sobrevivência, mas crescimento mais lento de metamorfos maiores**. *Biotropica*, 47(2), 218–226. <https://doi.org/10.1111/btp.12198>(2015).

TOLEDO, L. F., SAZIMA, I., & HADDAD, C. F. **Defesas comportamentais de anuros: uma visão geral**. *Ethology Ecology & Evolution*, 23(1), 1-25. (2011).

VALDUJO P.H., CARNAVAL A.C.O.Q., GRAHAM C.H. **Correlatos ambientais da diversidade beta de anuros no Cerrado brasileiro**. *Ecography* 36:708-717. doi:10.1111/j.1600-0587.2012.07374.x. (2013).

VALDUJO, P. H., SILVANO, D. L., COLLI, G., & MARTINS, M. **Composição e Padrões de Distribuição de Espécies de Anuros no Cerrado Brasileiro, um Hotspot Neotropical**. *South American Journal of Herpetology*, 7(2), 63–78. <https://doi.org/10.2994/057.007.0209>. (2012).

VAZ-SILVA, W., MACIEL, N. M., NOMURA, F., MORAIS, A. R. D., BATISTA, V. G., SANTOS, D. L., ... & BASTOS, R. P. **Guia de identificação das espécies de anfíbios (Anura e Gymnophiona) do estado de Goiás e do Distrito Federal, Brasil Central**. *Sociedade Brasileira de Zoologia*. (2020).

WASSERSUG, R. J. **Morfologia oral de larvas de anuros: terminologia e descrição geral**. *Occasional Papers of the Museum of Natural History, University of Kansas*, 48, 1–23, (1976).

WERNER, E. E. **Metamorfose de anfíbios: taxa de crescimento, risco de predação e o tamanho ideal na transformação**. *The American Naturalist*, 128(3), 319-341. (1986).

WICKHAM, H.; CHANG, W.; WICKHAM, M. H.; Pacote 'ggplot2'. **Crie visualizações de dados elegantes usando a gramática dos gráficos. Versão** , v. 2, n. 1, pág. 1-189, (2016).

WILBUR, H. M., COLLINS, J. P., WILBUR, H. M., & COLLINS, J. P.. **Aspectos Ecológicos da Metamorfose de Anfíbios** *Ecological Aspects of Amphibian Metamorphosis*. 182(4119), 1305–1314. (2019).

ZINA, J., ENNSER, J., PINHEIRO, S.C.P., HADDAD, C.F.B. & TOLEDO, L.F. **Taxocenose de anuros de uma mata semidecídua do interior do Estado de São Paulo e comparações com outras taxocenoses do Estado, sudeste do Brasil.** *Biota Neotropical*. Vol. 7, no. 2 <http://www.biotaneotropica.org.br/v7n2/pt/abstract?article+bn00607022007>. ISSN 1676-0603. (2007)