

Universidade Federal de Juiz de Fora

Programa de Pós-Graduação em Ecologia

Pilar Cozendey Silva

**Relação da morfo-histologia da língua com o forrageio em
cinco espécies de lagarto**

Juiz de Fora

2015

Pilar Cozendey Silva

Relação da morfo-histologia da língua com forrageio em cinco espécies de lagarto

Dissertação apresentada para a Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como exigência parcial para a obtenção do título de mestre em Ecologia.

Área de Concentração: Ecologia

Orientadora: Profa. Dra. Bernadete Maria de Sousa

Co-orientadora: Profa. Dra. Maria Christina Nogueira Castañon

Pilar Cozendey Silva

**Relação entre a morfologia da língua e o forrageio de cinco espécies
de lagarto**

Dissertação aprovada como
requisito parcial para a obtenção do
título de Mestre no Programa de
Pós Graduação em Ecologia da
Universidade Federal de Juiz de
Fora

Aprovada em ___/___/___

Profa. Dra. Bernadete Maria de Sousa

UFJF - Orientadora

Profa. Dra. Aparecida Alves do Nascimento

UFRRJ - Examinadora

Prof. Dr. Oscar Rocha Barbosa

UERJ - Examinador

“Não é o mais forte que sobrevive, nem o mais inteligente, mas o que melhor se adapta às mudanças.”

Charles Darwin

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão a bolsa durante a realização desse estudo.

À minha orientadora, Profa. Dra. Bernadete Maria de Sousa por todo o incentivo e apoio desde a graduação e por todo o empenho para a realização deste trabalho.

À minha co-orientadora, Profa. Dra. Maria Christina Marques Nogueira Castañon pela boa vontade, apoio e contribuição neste trabalho.

À Profa. Dra. Juliane Floriano Lopes pelas contribuições na qualificação que auxiliaram muito para o trabalho final.

À Profa. Dra. Iara Alves Novelli, pelo enorme apoio durante todo o período do mestrado.

Ao Prof. Dr. Roberto Júnio Pedroso Dias por toda a ajuda com a microscopia e paciência em ensinar.

Ao Prof. Dr. Fabiano Matos Vieira, pelas grandes contribuições no trabalho final.

À funcionária do Laboratório de Histologia, do Departamento de Morfologia da UFJF, Lucia Mara Januário dos Anjos pela ajuda com a confecção das lâminas histológicas.

Aos alunos do Laboratório de Herpetologia-Répteis da Universidade Federal de Juiz de Fora que me auxiliaram também no trabalho histológico: Larissa Barbosa.

Quero agradecer a minha família (todas ela) por toda a compreensão e apoio durante os anos de mestrado. Em especial a minha mãe.

Aos meus amigos que são a minha família fora de casa e sem os quais tudo isso seria muito mais difícil, em especial a Biodeli.

RESUMO

Os répteis Squamata possuem um sistema sensorial sofisticado, adaptado ao ambiente em que vivem e as atividades desempenhadas em seu forrageio. A língua de lagartos é estrutura componente do sistema sensorial fundamental para o forrageio. Desta forma, o presente estudo buscou investigar a estrutura morfo-histológica da língua de cinco espécies de lagartos brasileiros (*Ameiva ameiva*, *Hemidactylus mabouia*, *Aspronema dorsivittatum*, *Ophiodes striatus* e *Tropidurus torquatus*) e sua relação com os tipos de forrageio. Foram analisados o formato e comprimento de língua e confeccionadas lâminas histológicas coradas com HE e PAS, de exemplares das cinco espécies. As espécies estudadas apresentaram revestimento de epitélio pavimentoso estratificado queratinizado, com variações topográficas na espessura da camada córnea. *Ameiva ameiva* apresentou a língua mais especializada e restrita ao forrageio ativo, enquanto *Hemidactylus mabouia* e *Tropidurus torquatus* apresentaram língua com estrutura menos favorável ao “tongue-flicking” e, portanto, mais próximo de forrageio de emboscada. As espécies *Ophiodes striatus* e *Aspronema dorsivittatum* apresentaram resultados característicos tanto de forrageio ativo quanto de emboscada, demonstrando uma provável plasticidade entre estes extremos. Esta flutuação entre tipos de forrageio já foi observada dentro do antigo gênero *Mabuya* a partir de estudos prévios que indicam que fatores como disponibilidade de alimento e alterações de habitat são capazes de alterar a dinâmica de forrageio de algumas espécies. No presente estudo foi possível relacionar aspectos como tipos de papilas, formato de língua, arranjo muscular, camada de queratina, presença de botões gustativos, entre outros, com a provável dinâmica de forrageio das cinco espécies estudadas. O arranjo muscular encontrado nos forrageadores ativos foi considerado mais compacto e direcionado ao “tongue-flicking”, enquanto o dos forrageadores de emboscada o arranjo muscular se mostra menos restrito. A análise das características externas e microscópicas da língua trouxeram grandes contribuições para o entendimento de como cada espécie, por exemplo, otimiza a sua percepção do ambiente, como percebe o tempo e seu gasto energético. Além disso, contribui com maiores informações a cerca da morfologia e ecologia de espécies ocorrentes no Brasil.

Palavras-chave: Histologia, papilas linguais, botões gustativos, “tongue-flicking”.

ABSTRACT

The Squamata reptiles have a sophisticated sensory system, frequently adapted to the environment in which they live and the activities performed in their foraging. The tongue lizards is a fundamental structure of the sensory system for foraging. Thus, this study sought investigate the morphological and histological tongue structure of five species of Brazilian lizards (*Ameiva ameiva*, *Hemidactylus mabouia*, *Aspronema dorsivittatum*, *Ophiodes striatus* e *Tropidurus torquatus*) and its relationship with ambush and active foraging. For that, were analyzed the shape and elongation and made histological slides of language specimens of the five species and colored by HE and PAS. The tongue of all species showed stratified squamous keratinized epithelium, with the keratin layer varying in thickness and position in the tongue. *Ameiva ameiva* showed the most specialized tongue and restricted to wile foraging, while *H. mabouia* and *T. torquatus* presented tongue with less favorable to “tongue-flicking” and therefore closest to ambush foraging structure. The *O. striatus* and *A. dorsivittatum* specie showed characteristics of both foraging types, showing a probable plasticity between the extremes of wile and ambush foraging. This fluctuation between types of foraging has been observed within the old genus *Mabuya* from previous studies that indicate that factors such as food availability and habitat changes are able to alter the dynamics of some species foraging. In the present study it was possible to relate aspects such as types of papillae, tongue shape, muscular arrangement, keratin layer, among others, with the possible dynamics of foraging the five species. The muscle arrangement found in active foragers was considered more compact and focused for the “tongue-flicking”, while the ambush foragers muscle arrangement shown less restricted. And stand out from other factors such as the presence of taste buds. The analysis of external and microscopic characteristics of the tongue provided great contributions to the understanding of how the lizard optimizes its environment perception, as realize the time and its energy expenditure. Also contributes with more information about the morphology and ecology of species occurring in Brazil.

Keywords: Histology, lingual papillae, taste buds, “tongue-flicking”.

Lista de Figuras

- Figura 1. Ilustração dos planos de clivagem parasagital das língua 23
- Figura 2. Fotomacrografia da língua de *Ameiva ameiva* (Spix, 1825). **A.** Vista geral da língua, com destaque para a bainha lingual na base da língua. **B.** Detalhe do revestimento da região dorsal da língua, evidenciando as papilas semelhantes a escamas. **C.** Ápice da língua. Destaque para a profunda bifurcação apical com ausência de papilas 25
- Figura 3. Fotomicrografia da língua de *Ameiva ameiva* (Spix, 1825) corados em HE. **A.** Destaque para feixes de musculatura estriada dispostos em diversos planos, em corte transversal (10X). **B.** Evaginação do epitélio pavimentoso estratificado e lâmina própria formando papila filiforme cônica semelhante à escama, em corte longitudinal. As setas destacam o número de células pavimentosas por camada (40X). **C.** Destaque para a ausência de papilas linguais no terço anterior da língua, corte longitudinal (10X). **D.** Ápice da língua, A seta destaca a camada de queratina, corte longitudinal (10X) 26
- Figura 4. Fotomicrografia da língua de *Ameiva ameiva* (Spix, 1825) corados em HE. **A.** Epitélio pavimentoso estratificado paraqueratinizado, em corte longitudinal. As setas destacam núcleos retidos na camada de queratina mais externa (40X). **B.** Vista em menor aumento das papilas filiformes cônicas semelhantes a escamas (10X). **C.** Destaque do tubo de cartilagem hialina, localizada entre os feixes musculares, em corte transversal (20X). **D.** Destaque dos feixes de musculatura estriada, em corte transversal (4X) 28
- Figura 5. Fotomacrografia da língua de *Hemidactylus mabouia* (Moreau de Jonnès, 1818). **A.** Vista geral da língua. **B.** Destaque para a bifurcação no ápice da língua de *H. mabouia*. **C.** Destaque para as papilas linguais na região dorsal da língua. **D.** Porção ventral do ápice da língua, destacando par de discos bilaterais 29
- Figura 6. Fotomicrografia da língua de *Hemidactylus mabouia* (Moreau de Jonnès, 1818), todos em corte longitudinal e corados em HE. **A.** Observa-se a musculatura com feixes dispostos em diversos planos. A seta destaca um filete nervoso (10X). **B.** Ápice da língua. As setas destacam a camada de queratina se desprendendo (20X). **C.** Destaque para o formato das papilas fungiformes (20X). **D.** Destaque para o formato das papilas filiformes cilíndricas (10X) 30

Figura 7. Fotomicrografia do palato de *Hemidactylus mabouia* (Moreau de Jonnès, 1818) em corte transversal e coradas em HE. As figuras **A** (40X), **B** (40X), **C** (40X) e **D** (20X) destacam a presença de botões gustativos em diferentes pontos do palato de *Hemidactylus mabouia*. As setas indicam a abertura do poro gustativo
..... 31

Figura 8. Fotomicrografia da língua de *Hemidactylus mabouia* (Moreau de Jonnès, 1818). **A**. Destaque para a mudança de epitélio, entre pavimentoso estratificado para epitélio secretor. Corte longitudinal (20X). **B**. Criptas revestidas de células secretoras, em corte transversal (40X). **C**. Corte transversal da base da língua. As setas destacam a presença de feixes vasculo-nervosos (20X). **D**. Vista panorâmica do corte transversal da base da língua. Destaque para os feixes musculares pouco compactos e para a região central da língua onde estaria o feixe de cartilagem hialina (4X). **E** e **F**. Infiltrado linfocítico na lâmina própria da base da língua (10X)
..... 33

Figura 9. Fotomicrografia da língua de *Aspronema dorsivitattum* (Cope, 1862). **A**. Vista geral da língua. Note a presença de uma pequena bifurcação no ápice da língua e como a base da língua acompanha o formato da abertura da faringe em V. **B**. Destaque para as papilas linguais da região dorsal da língua. As laterais da língua apresentam papilas foliadas. **C**. Destaque para a bifurcação no ápice da língua
..... 34

Figura 10. Fotomicrografia da língua de *Aspronema dorsivitattum* (Cope, 1862) em cortes longitudinais e coradas em HE. **A**. Destaque para os feixes de musculatura dispostos em diferentes planos (40X). **B**. Destaque para o formato das papilas filiformes cilíndricas (20X). **C**. Destaque para o formato das papilas filiformes cônicas (10X). **D**. Glândulas linguais na base das papilas filiformes cilíndricas (40X)
..... 35

Figura 11. Fotomicrografia da língua de *Aspronema dorsivitattum* (Cope, 1862), coradas em HE. **A** e **B**. Cortes longitudinais destacando a presença de botões gustativos nas papilas linguais. **C**. Corte transversal do palato de *Aspronema dorsivitattum*. Destaque para a presença de botões gustativos na cavidade oral. **D**. Detalhe de botões gustativos no palato de *Aspronema dorsivitattum* em corte transversal.
..... 36

Figura 12. Fotomicrografia da língua de *Aspronema dorsivitattum* (Cope, 1862) em corte transversal e coradas em HE. **A**. Base da língua de *Aspronema dorsivitattum*. Notam-se as papilas linguais no alto do corte e a organização dos planos musculares. As setas destacam os dois cilindros de musculatura compacta e organizada. A seta central destaca a presença do cilindro de cartilagem hialina entre os feixes musculares (4X). **B**. Destaque para feixes nervosos indicados pelas setas (40X). **C** e **D**. Destaque para as

glândulas saculiformes dispostas entre as papilas linguais (40X)
..... 37

Figura 13. Fotomacrografia da língua de *Ophiodes striatus* (Spix, 1825). Nota-se o a bifurcação no ápice da língua e a base da língua acompanhando o formato da abertura da faringe em V 38

Figura 14. Fotomicrografia da língua de *Ophiodes striatus* (Spix, 1825) em cortes longitudinais e coradas com HE. **A.** Corte longitudinal da língua, com destaque para o formato das papilas filiformes cônicas e o ponto onde se inicia a transição entre o epitélio pavimentoso estratificado e o epitélio glandular. A seta no centro do corte destaca a presença de um filete nervoso entre os feixes de musculatura disposta em diferentes planos (10X). **B.** Detalhe do formato das papilas filiformes cônicas e abaixo da lâmina própria a musculatura disposta em diferentes planos (20X)
..... 39

Figura 15. Fotomicrografia da língua de *Ophiodes striatus* (Spix, 1825) em cortes longitudinais e coradas em HE. **A.** Papilas filiformes cônicas semelhante a escamas com destaque para a deposição de núcleos na camada de queratina no processo de paraqueratinização (40X). **B.** Destaque da transição entre o epitélio pavimentoso estratificado e a formação das glândulas tubulares (10X). **C.** Detalhe das glândulas tubulares em maior aumento. Nota-se a presença de células caliciformes de citoplasma claro (20X)
..... 40

Figura 16. Fotomicrografia da língua de *Ophiodes striatus* (Spix, 1825) em cortes transversais e coradas em HE. **A.** Base da língua. É possível notar os dois cilindros de musculatura estriada bem organizados e compactos. A lâmina própria sustentada por uma camada de musculatura estriada e acima dela a porção glandular da língua (4X). **B.** Base da língua com evidenciando os cilindros musculares em maior aumento. As setas destacam a presença de feixes nervosos entre diversos pontos da musculatura (10X). **C.** As setas destacam a presença do cilindro de cartilagem e um feixe nervoso respectivamente (40X)
..... 41

Figura 17. Fotomacrografia da língua de *Tropidurus torquatus* (Wied, 1820). **A.** Vista geral da língua. Destaque para a ausência de bifurcação no ápice da língua e o profundo sulco na base da língua. **B.** Destaque para os discos bilaterais localizados na porção ventral do ápice da língua
..... 42

Figura 18. Fotomicrografia da língua de *Tropidurus torquatus* (Wied, 1820) em cortes longitudinais e coradas em HE. **A.** Terço anterior da língua. A seta destaca o epitélio pavimentoso estratificado na porção mais apical e a formação das primeiras células

secretoras na base da invaginação (20X). **B.** Destaque para as criptas com células secretoras já formadas ainda com células epiteliais no topo das evaginações (20X). **C.** Glândulas tubulares com células se desprendendo do topo das evaginações (10X). **D.** Detalhe do desprendimento do citoplasma das células secretoras (40X)
..... 44

Figura 19. Fotomicrografia da língua de *Tropidurus torquatus* (Wied, 1820) coradas em HE. **A.** Corte longitudinal da língua destacando a camada de queratina se desprendendo da região ventral de língua. Note a grande quantidade de tecido adiposo entre a musculatura estriada próximo a região ventral da língua (10X). **B.** Corte transversal com destaque para o infiltrado celular localizado na lateral da base da língua (20X). **C.** Corte transversal da base da língua com destaque para os cilindros de musculatura estriada organizados em forma de elipse. A seta no centro do corte destaca a presença do cilindro de cartilagem hialina entre os feixes musculares (4X). **D.** Corte transversal da base da língua. As setas destacam a presença de tecido adiposo na base da língua (10X)
..... 46

Sumário

1. Introdução	13
2. Revisão Bibliográfica	15
2.1. Sinais Químicos	15
2.2. Estrutura da Língua	17
2.3. Estrutura da Língua em Répteis	18
2.4. Forrageio em Lagartos	20
3. Material e Métodos	23
4. Resultados	24
5. Discussão	47
6. Considerações Finais.....	58
7. Referências Bibliográficas.....	59

1. Introdução

O sistema sensorial de vertebrados tem sido moldado pela seleção natural atendendo a diferentes demandas, como encontrar uma presa, identificar um predador e comunicar-se com indivíduos da mesma espécie. Quando são submetidos a contextos ecológicos distintos, como habitats e características de determinados biomas, os aspectos sensoriais resultam em diferentes atividades e tomadas de decisão (Cooper, 1997b). O sentido químico em Reptilia é importante para a detecção de presas e comunicação social, principalmente quando o contato visual é pouco ou o emissor é ausente (Cooper et al., 2002a). Além das interações sociais, a dieta destes animais pode estar relacionada com o modo convergente em que a habilidade de resposta a sinais químicos e a ecologia de forrageio tem evoluído (Cooper, 1995a; Cooper, 1997b).

Os répteis Squamata possuem um sistema sensorial sofisticado, muitas vezes adaptado ao ambiente em que vivem e as atividades desempenhadas em seu forrageio (Cooper, 2007; Silva & Araújo, 2008). O comportamento realizado por serpentes, e algumas espécies de lagarto conhecido como “tongue-flicking” provem a serpentes e lagartos um senso tátil muito sofisticado (Schwenk, 1995).

No comportamento de “tongue-flicking”, quando a língua é protraída para fora da boca, moléculas voláteis do ar e não-voláteis do substrato aderem a sua superfície. As moléculas coletadas são carregadas para o interior da cavidade bucal quando a língua é retraída. As moléculas passam pelos ductos vomeronasais que se abrem no palato e conduzem até o epitélio do órgão vomeronasal (Cooper, 1994). A língua capta as partículas, porém não as interpreta. Uma vez atingindo o epitélio vomeronasal, o estímulo químico é convertido em estímulo elétrico e passam aos nervos vomeronasais que irão levar a mensagem desde as células sensoriais até os bulbos olfativos laterais (Bertmar, 1981; Halpern, 1992).

Após a captura das moléculas químicas do ambiente é possível que o lagarto ou a serpente formem um panorama químico do ambiente influenciando na tomadas de decisões que refletem no uso do habitat e o forrageio ótimo do indivíduo (Graves & Halpern, 1989; Halpern, 1992; Manson, 1992; Cooper, 1997b; Cooper, 2007).

Alguns estudos indicam que ocorreu um processo co-evolutivo entre a língua e o órgão vomeronasal na irradiação de Squamata (Cooper, 1994; Cooper, 1997a; Filoramo & Schwenk, 2009) e esse processo está relacionado ao formato e alongamento da língua

e presença ou não de bifurcação. Os aspectos relativos à discriminação química em Squamata refletem diretamente na maneira em que o indivíduo desempenha suas funções no ambiente. Logo, acredita-se que o desenvolvimento das habilidades e dos atributos morfológicos que contribuem para a discriminação química evoluíram em conjunto com os tipos de forrageio como, por exemplo, estudados em lagartos (Cooper, 1994; Cooper, 1995a; Cooper, 1997b).

A relação da língua com a discriminação química e forrageio em répteis Squamata não se resume apenas ao comportamento “tongue-flicking”. O comportamento conhecido como “labial-licking” consiste na protrusão da língua e o contato desta com as escamas labiais e/ou rostral e/ou mental e, em alguns casos, com as superfícies imediatamente adjacentes (Cooper et al., 1996). Nesse movimento a língua não varre o ar nem entra em contato com substratos muito além do corpo. As funções desse comportamento são ainda incertas, porém, um alta taxa de “labial-licking” após alimentação, observado no trabalho de Cooper et al. (1996), sugere que possa estar associado a um comportamento de higiene. Por outro lado, existem especulações de que este comportamento atuaria liberando o órgão vomeronasal de amostras químicas prévias para que ocorra um novo estímulo (DePerno & Cooper, 1996). Possivelmente as funções químicas do “labial-licking” incluem gustação e captação de partículas químicas (Cooper, 1996; DePerno & Cooper, 1996).

A gustação é um dos sentidos considerados como mais um componente da discriminação química dos répteis, sendo mediada por botões gustativos (Guibé, 1970a). A alta sofisticação do olfato e vomerolfato, além da pouca informação a respeito da presença de botões gustativos em lagartos, levou a ideia de que a gustação seria um sentido químico pouco importante nesse grupo (Schwenk, 1985).

Entretanto, a gustação juntamente com a função vomeronasal pode ser utilizada para discriminar indivíduos entre espécies contribuindo com a evolução de mensagens e respostas mediadas pelo contato com a língua (Schwenck, 1985; Graves & Halpern, 1989). Em muitas espécies de lagartos, os botões gustativos podem ser encontrados na cavidade oral além da língua (Schwenk, 1995). Alguns grupos, como Chamaleonidae, são considerados lagartos estritamente visuais, porém, é sabido que camaleões lambem o substrato. Mesmo lagartos que não possuem forte função relacionada ao vomerolfato mantêm o comportamento de lambar o substrato e tal fato teria ligação com a gustação (Schwenk, 1985).

É conhecido que em lagartos os diferentes aspectos anatômicos e histológicos da língua variam de acordo com o habitat, principalmente em relação à camada de queratina na superfície do epitélio lingual, ligada geralmente a umidade do ambiente (Iwasaki, 2002). Esta relação entre sistema sensorial e os habitats em que vivem os lagartos pode ser muito mais ampla, considerando as demais estruturas que compõem o sistema sensorial.

O estudo de aspectos morfológicos do sistema sensorial de lagartos pode trazer respostas importantes para as perguntas relacionadas à influência do tipo de habitat na dieta e modo de forrageio das espécies; se existem padrões na morfologia das estruturas sensoriais independentes de acordo com seu tipo de forrageio, além de fornecer informações relevantes para futuros estudos ecológicos e filogenéticos dos lagartos ocorrentes no Brasil.

2. Revisão da Literatura

2.1. Sinais Químicos

Os sinais químicos podem estar envolvidos em diferentes atividades do forrageio de lagartos. Na escolha de parceiros, as fêmeas são capazes, através de sinais químicos, de obter informações individuais de bom estado de saúde dos machos (Martín & López, 2000). Machos com níveis elevados de testosterona, por exemplo, podem indicar infecção por parasitos, demonstrando que tal macho é mais suscetível a patógenos, logo menos saudável (Salvador et al., 1996). Fêmeas são capazes de perceber o macho que possui os melhores territórios e assim prover melhores recursos à prole, inclusive através de sinais químicos (Martín & López, 2000).

Diversos trabalhos envolvendo distintos tópicos como escolha de parceiros, detecção de presa, identificação de toxinas em plantas, teste de palatabilidade, identificação de predador, entre outros (Martín & López, 2000; Cooper & Pérez-Mellado, 2001; Cooper et al., 2002b) abordam o aumento da taxa de “tongue-flicking” a partir de um determinado estímulo e com isso destacam importância da captação de partículas químicas realizadas pela língua para a discriminação quimiosensorial (Cooper & Pérez-Mellado, 2001; Cooper & Whiting, 2003a; Cooper, 2007).

Para lagartos onívoros a detecção química, tanto por vomerolfato quanto por gustação, constitui uma defesa a mais. Estes lagartos são capazes de detectar substâncias tóxicas a partir de amostras químicas capturadas através do “tongue-flicking” antes de morder a planta ou logo após a mordida, porém antes que a planta seja engolida, evitando uma intoxicação que pode levá-lo à morte (Cooper et al., 2002b).

O olfato é sensível a moléculas pequenas e altamente voláteis, que atingindo o epitélio olfativo transmite a mensagem pelos nervos olfativos aos bulbos olfativos primários (Halpern, 1992). A comunicação pelo olfato proporciona vantagens ao animal, principalmente do ponto de vista adaptativo, pois permite ao receptor do estímulo firmar parâmetros do seu entorno sem a presença do emissor (Lopéz, 2002).

Segundo Cooper (1995a), as capacidades sensoriais em lagartos refletem efeitos de forças seletivas relacionadas ao comportamento de forrageio desses animais. Em relação a estímulos químicos, lagartos forrageadores ativos seriam capazes de discriminação da presa, enquanto forrageadores de emboscada não. Lagartos onívoros e herbívoros responderiam fortemente a estímulos químicos independente do tipo de forrageio (Cooper et al., 2002b), porém, não se pode dizer com segurança que a relação entre tipo de forrageio e comportamento quimiosensorial seja completamente clara (Cooper, 1995b). Se as mudanças da derivação da capacidade de identificar presas quimicamente levou ao aprimoramento do forrageio ativo e se os forrageadores de emboscada hoje seriam fruto de reversões, isto ainda é uma questão muito debatida (Cooper, 1997b). Cooper (1995a) realizou um estudo filogenético da relação entre a discriminação química da presa e o tipo de forrageio. Neste estudo a probabilidade de uma evolução independente entre o tipo de forrageio e a capacidade de discriminação química foi de menos de 0,001%. Além disso, as mudanças no tipo de forrageio e discriminação química foram significativamente correlacionadas tanto para *Scleroglossa* quanto para *Autarchoglossa*. Enquanto para *Iguania* esta relação não se mostrou significativa.

Entretanto sabe-se que os sinais químicos possuem uma influência direta no forrageio de lagartos, sendo abordados em estudos mais recentes como os lagartos regem inclusive em suas tomadas de decisão mais imediatas (Cooper & Pérez-Mellado, 2001). Cooper & Pérez-Mellado (2001) relatam que, para o lagarto onívoro *Gallotia caesaris* (Lehrs, 1914) (Squamata, Lacertidae), quando lhe é apresentado uma amostra contendo lipídeos, a reação imediata é a mordida, mas quando lhe é oferecido uma amostra açucarada, a reação é o aumento na taxa de “tongue-flicking”. A exposição ao

estímulo proveniente de lipídeos pode, para esse lagarto, representar uma possível presa animal, logo uma presa que pode escapar, assim a reação de mordida poderia ocasionar um sucesso na tentativa de predação. Para açúcares que seriam provenientes de plantas, a análise por “tongue-flicking” pode ser realizada com mais calma pelo lagarto (Cooper & Pérez-Mellado; 2001).

Estes três sentidos, olfato, vomerolfato e gustação, formam em conjunto um sistema sensorial químico sofisticado e muito eficiente em Squamata (Romer & Parsons, 1985; Schwenk, 1985; Halpern, 1992; Cooper, 1994; Schwenk, 1995; Filoramo & Schwenk, 2009) e a língua desempenha papel de grande importância para pelo menos dois destes sentidos.

2.2. Estrutura geral da língua

A língua é uma projeção cranial do assoalho ventral da cavidade bucal que é revestida por uma mucosa com epitélio pavimentoso estratificado com um eixo de músculo estriado esquelético (Banks, 1991).

Para mamíferos a superfície ventral da língua é lisa enquanto a superfície dorsal é irregular, onde se projetam as papilas linguais que tratam-se de elevações do epitélio oral e lâmina própria com variadas formas e funções (Junqueira & Carneiro, 2013). O dorso da língua pode ser dividido em três porções: terços anterior, médio e posterior, onde está localizada a base ou raiz da língua (Banks, 1991; Ross & Rowrell, 1993; George & Castro, 1998; Junqueira e Carneiro, 2013). Localizadas na raiz da língua encontram-se as tonsilas linguais, que são estruturas que possuem nódulos linfáticos com centros germinativos característicos e que também podem possuir criptas linguais. A presença de linfócitos é relatada na literatura (Ross & Rowrell, 1993) e estes invadem boa parte do epitélio estratificado pavimentoso que reveste a tonsila, de forma que os limites entre o epitélio de revestimento e o tecido conjuntivo ficam, muitas vezes, pouco nítidos. Nos dois terços anteriores estão localizadas as papilas linguais, classificadas em quatro tipos: filiformes, fungiformes, foliadas e circunvaladas (George & Castro, 1998, Junqueira & Carneiro 2013).

As papilas filiformes são constituídas por um eixo de tecido conjuntivo recoberto por tecido epitelial pavimentoso estratificado queratinizado, com formato cônico e alongado, pontas afiladas e voltadas para o terço posterior e não possuem botões gustativos (Banks, 1991; Ross & Rowrell, 1993; George & Castro, 1998;

Junqueira & Carneiro, 2013). Este tipo de papila possui função mecânica e de fricção (Banks, 1991).

As papilas fungiformes possuem formato de cogumelo e se espalham isoladamente entre as papilas filiformes e são normalmente visíveis sem auxílio de instrumento óptico. São constituídas de projeções do eixo central de tecido conjuntivo e possuem uma superfície revestida de epitélio pavimentoso estratificado, alojando botões gustativos na região dorsal (Ross & Rowrell, 1993). Este tipo de papila é menos queratinizada do que as papilas filiformes e possuem função mecânica e gustativa (Banks, 1991).

Papilas foliadas ou folhadas são projeções, não queratinizadas, em forma de folha, separadas por invaginações da membrana mucosa que possuem botões gustativos em sua estrutura (Banks, 1991). Papilas circunvaladas ou valadas dispõem-se em número de sete a nove em forma de V anteriormente ao sulco terminal da língua. Estas papilas são grandes e arredondadas podendo ser vistas sem auxílio de instrumento óptico (Junqueira & Carneiro, 2013). Sua porção central é constituída de tecido conjuntivo com revestimento de epitélio pavimentoso estratificado. Possuem um profundo sulco lateral. Em ambas as paredes do sulco estão situados numerosos botões gustativos, e na base deste sulco localizam-se glândulas serosas, também denominadas de Glândulas de Von Ebner, que removem partículas dos poros dos botões gustativos, a fim de limpar a região que contém restos alimentares, possibilitando novos estímulos (Banks, 1991; Ross & Rowrell, 1993; George & Castro, 1998).

Os corpúsculos ou botões gustativos são estruturas intra-epiteliais com formato ovóide, que se estendem da membrana basal até a superfície do epitélio (Banks, 1991). Sua porção apical possui microvilosidades que se projetam por uma abertura denominada poro gustativo. As células que compõem o botão gustativo são denominadas de células de suporte, com função de sustentação, células sensoriais com função gustativa (possuem receptores gustativos) e as células basais com função de reposição (Banks, 1991; Junqueira & Carneiro, 2013).

2.3. Estrutura da língua em Reptília

A língua dos répteis consiste em uma massa muscular mais ou menos móvel cuja função primária é a gustação. Em diversos grupos, a língua sofre modificações dando origem a um órgão protrátil destinado a captura de presas (Chamaleonidae), ou um

órgão tátil sensorial (Varanidae, Ophidia) (Guibé, 1970a). A forma, a estrutura e a mobilidade da língua são muito variáveis nesse grupo.

Os representantes do grupo Reptilia podem viver em ambientes de água doce, marinho e terrestre. Em ambiente terrestre, os habitats variam significativamente quanto à temperatura e umidade (Iwasaki, 2002). Um aspecto interessante da estrutura histológica da língua de répteis é que esta reflete as adaptações aos ambientes secos ou ambientes marinhos, e também aos hábitos alimentares (itens presa), modificando também a estrutura, estratificação e queratinização do epitélio (Guibé, 1970a). A língua de répteis é caracterizada por variações morfológicas e funcionais entre as espécies.

Em Crocódilios a língua é grossa, carnosa e em forma de almofada aderida totalmente a superfície do assoalho bucal e conseqüentemente imóvel, sendo coberta por epitélio estratificado (Guibé, 1970b). Crocódilios, apesar de possuírem hábitos majoritariamente aquáticos, possuem epitélio lingual fortemente queratinizado devido ao fato de permanecerem longos períodos em ambiente terrestre. Este revestimento de queratina contribui para que o órgão não sofra dessecação (Iwasaki, 2002; El-Sayyad, 2011).

Em Testudines a língua é móvel e pode se projetar para fora da boca e apresenta um formato quase triangular e com a base posterior mais ou menos recortada. A mucosa lingual é relativamente simples, mais ou menos córnea, com sua superfície forrada com dobras, sulcos e papilas, tanto para espécies aquáticas quanto para terrestres (Guibé, 1970b; Iwasaki et al., 1996). Nos quelônios, as adaptações morfológicas para diferentes habitats são percebida no tipo de língua. Os quelônios de água doce possuem a maior parte do epitélio lingual composto por células não-queratinizadas e com a presença de grânulos de secreção, enquanto que nos jabutis e as tartarugas marinhas possuem epitélio lingual repleto de células queratinizadas e com grânulos de secreção (Guibé, 1970b).

Em serpentes, por exemplo, a língua não desempenha importante papel na ingestão de alimentos, porém, pode ser utilizada exclusivamente para a captura de partículas químicas em cooperação com órgão vomeronasal (Pough, 2003). A oscilação realizada pela língua de serpentes é o meio pelo qual as partículas odorantes, presentes no ar ou no substrato, são absorvidas. O epitélio da porção anterior da língua de serpentes, envolvidas nas oscilações, é envolvidos por numerosos grânulos lipídicos (Iwasaky, 2002). Os lipídios contidos nesses grânulos são capazes de capturar partículas

odorantes e transferi-las ao órgão vomeronasal. A porção bífida da língua de serpentes é frequentemente exposta ao ar seco.

Lagartos compreendem uma grande variedade de formas linguais, que podem ser do tipo ampla, estreita, carnosa, bifurcada ou não, com mucosa lisa ou recoberta por papilas e estas últimas podem ser imbricadas ou oblíquas (Guibé, 1970b).

Para os lagartos Chamaleonidae a língua está intimamente envolvida em alimentação e grande parte do epitélio lingual é constituído por células com grânulos secretores em sua maioria mucosos e os demais serosos. O formato e a estrutura da língua diferem significativamente entre répteis, refletindo as variadas funções das respectivas línguas (Iwasaky, 2002; El-Sayyad et al., 2011).

Em lagartos as diferenças anatômicas e histológicas da estrutura do epitélio lingual também refletem nas adaptações das espécies a diferentes tipos de habitats e suas respectivas funções desempenhadas naquele ambiente (Pianka, 1986). Uma variação significativa está ligada aos níveis de queratinização do epitélio lingual, que pode depender dos níveis de umidade do ambiente (Iwasaki, 1990, Iwasaki, 2002).

Em alguns grupos de lagartos as variações que ocorrem de uma região para a outra costumam acompanhar um padrão característico de identificação relativamente simples. As células epiteliais do terço anterior da língua são queratinizadas, no terço medial exibem transição entre dois tipos de epitélio (queratinizado e não-queratinizado) e no terço posterior as células epiteliais são não-queratinizadas. O epitélio lingual de lagartos geralmente apresenta corpúsculos ou botões gustativos. Estas estruturas, responsáveis pelo sentido da gustação, são frequentemente encontradas também no epitélio da cavidade oral de lagartos (Schwenk, 1985).

2.4. Forrageio em Lagartos

O termo forrageio é normalmente utilizado para definir uma série de comportamentos apresentados por uma espécie no processo de busca e obtenção de alimento. Estas atividades são geralmente associadas a outros aspectos de vida dos lagartos como termorregulação, uso de habitat e tipo de presa (Rocha, 1992; Silva & Araújo, 2008). Além disso, as atividades relacionadas ao forrageio de lagartos estão associadas ao balanço energético de cada espécie, influenciando de maneira indireta no sucesso reprodutivo. Dessa forma, o sucesso da prole estará fortemente ligado valores

de energia alocados para a reprodução (Miles et al., 2007). O comportamento alimentar do animal é o atributo com maiores implicações em seu “fitness” adaptativo.

Alterações no sucesso da obtenção de presas influenciam, em última análise, nas taxas de crescimento, sobrevivência e sucesso reprodutivo. O êxito do forrageio é consequência de inúmeros comportamentos realizados na busca, perseguição e captura de presas (Huey & Pianka 1981). Diferentes modos de busca por alimento implicam em custos, além disso, o tempo gasto no forrageio e tipos de habitat onde o animal desempenha suas atividades influenciam na exposição ao risco de predação e na habilidade de evitar predadores (Huey & Pianka, 1981).

Existem dois tipos principais de forrageio, ativo e senta-e-espera ou de emboscada. Forrageadores ativos se deslocam cobrindo grandes áreas a procura de alimento, enquanto os senta-e-espera são sedentários, passando a maior parte do tempo imóvel, ou se deslocam pouco, aguardando que uma presa cruze o seu caminho (Rocha, 1992; Zug et al., 2001; Silva & Araújo 2008).

A definição desse tipo de forrageio para cada espécie é um tanto controversa (Miles et al., 2007). Em muitos casos, autores que discutem tipos de forrageio e seus diferentes gradientes, não entram em acordo a respeito dos critérios utilizados para definir esta categoria. A maioria das espécies vem sendo classificada como forrageador senta-e-espera (de emboscada) ou forrageador ativo baseado em análises qualitativas dos padrões de atividade em campo (Rocha, 1992; Pianka & Vitt, 2006). Divisão esta que vem sendo reforçada, em parte, por dados empíricos como distância percorrida, porcentagem de tempo em movimento e número de movimentos por minuto (Vitt et al., 2003; Cooper, 2005; Miles et al., 2007) Estas controvérsias quanto aos métodos de análise acaba por gerar contestação do padrão bimodal de tipos de forrageio. Alguns autores acreditam que uma descrição numérica provém uma abordagem diferenciada, reduzindo a chance de ocorrências de erros e fortalecem as provas estatísticas (Miles et al., 2007).

Pianka em 1979 foi o primeiro pesquisador que sugeriu o uso de parâmetros numéricos para descrever comportamentos de forrageio. Velocidade, número de movimentos por minuto (MPM) e porcentagem de tempo em movimento (PTM) eram os parâmetros utilizados por Pianka (1979) para detalhar tipos de forrageio. Em trabalhos subsequentes a velocidade se mostrou um parâmetro não apropriado para discussões de forrageio, por estar diretamente ligada a condições como tamanho corporal. Dessa forma MPM e PTM tem sido largamente utilizados na descrição de

comportamentos de forrageio, não só para lagartos como também para peixes (Cooper, 2005). Segundo Pianka (1979), MPM e PTM são positivamente correlacionados, isso significa que espécies que possuem alto número de MPM terão, conseqüentemente, alta PTM. Entretanto, por essa razão, boa parte dos trabalhos apresenta ou um ou outro índice e não ambos como seria recomendado, pois estes índices são complementares.

Lagartos forrageadores ativos tendem a capturar presas sedentárias e que geralmente vivem agrupadas, enquanto forrageadores senta-e-espera capturam geralmente presas mais ativas e móveis (Huey & Pianka, 1981). Forrageadores ativos têm maior gasto de energia do que os forrageadores de emboscada, pois se movimentam ativamente durante tempo prolongado, contudo efetuam mais capturas do que os forrageadores de emboscada (Cooper & Whiting, 2000). Estes dois tipos de forrageio, ativo ou de emboscada, constituem os extremos do que acontece na natureza (Rocha, 1992). Outros fatores devem ser levados em consideração quando se trata da abrangência do tipo de forrageio. O ambiente em que vivem, a disponibilidade de presas e até mesmo a existência de espécies simpátricas pode deslocar o gradiente de forrageio das espécies de lagartos (Rocha, 1992; Silva & Araújo, 2008). Apenas duas famílias de lagartos apresentam obrigatoriamente um único tipo de forrageio, Varanidae com forrageio ativo e Iguanidae com forrageio de emboscada (Cooper & Whiting, 2000, Pough et al., 2003).

A avaliação do tipo de forrageio de um lagarto deve ser feita com muito cuidado, pois a baixa taxa de movimentação de uma espécie de lagarto na sua área de forrageio pode ser interpretada como forrageio de emboscada, quando na verdade pode se tratar de comportamento antipredatório, mascarando dessa forma, um forrageio ativo como relatado por Cooper & Sherbrooke (2009).

3. Material e Métodos

Os espécimes de lagartos utilizados no presente estudo foram provenientes da Coleção Herpetológica – Répteis da Universidade Federal de Juiz de Fora (CHR-UFJF). As espécies estudadas foram *Ameiva ameiva* (Linnaeus, 1758) (Teiidae), *Ophiodes striatus* (Spix, 1825) (Diploglossidae), *Aspronema dorsivittatum* (Cope, 1862) (Mabuyidae), *Hemadactylus mabouia* (Moreau de Jonnès, 1818) (Gekkonidae) e *Tropidurus torquatus* (Wied, 1820) (Tropiduridae).

Foram estudados 15 espécimes de cada espécie, totalizando 75 espécimes adultos (machos e fêmeas) estudadas. As medidas das línguas foram aferidas com o auxílio de paquímetro digital 150mm com graduação de 0,01mm (Starrett 799A-6). Os espécimes foram fotografados com o auxílio de estereomicroscópio com câmera acoplada (Olympus SZX7) para a descrição da morfologia externa da língua.

Para o estudo histológico as línguas de três espécimes de cada espécie foram retiradas, totalizando 15 amostras. Estes animais estavam acondicionados em álcool a 70%. A confecção de lâminas histológicas foi realizada no Laboratório de Histologia do Departamento de Morfologia do Instituto de Ciências Biológicas da UFJF. As línguas eram clivadas segundo o padrão parassagital (Figura 1), de modo que foi possível obter tanto cortes longitudinais quanto transversais na mesma peça, visando assim o maior aproveitamento da mesma.

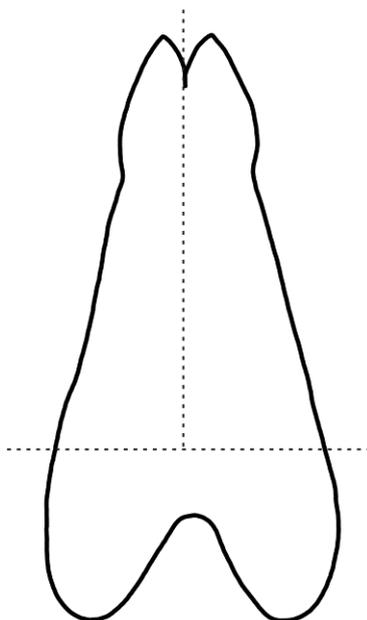


Figura 1. Ilustração dos planos de clivagem parasagital e transversal das línguas dos lagartos.

O processamento histológico das línguas incluiu desidratação em série crescente de etanol a 70% e 100%, diafanização em xilol, impregnação e inclusão em parafina (Dinâmica) para a obtenção de cortes histológicos de 4µm de espessura, feitos em micrótomo rotativo de parafina (MP 09 LUPETEC). As lâminas foram coradas com Hematoxilina-Eosina para a visualização da estrutura e PAS (Ácido Periódico de Schiff) para detecção de células mucossecretoras de glicosaminoglicanas neutras segundo Humason (1979). Após todo processamento histológico as lâminas foram analisadas em microscópio de campo claro Olympus 51X com câmera acoplada e fotodocumentadas.

4. Resultados

Ameiva ameiva (Spix, 1825) (Squamata: Teiidae)

Morfologia externa

A língua de *Ameiva ameiva* (Spix, 1825) é alongada e estreita (Figura 2A), com 17,97mm de comprimento em média. Nesta espécie o ápice da língua possui uma profunda bifurcação e não possui escamas (Figura 2C). A partir do final do terço anterior até o terço posterior a superfície dorsal da língua é revestida por um tegumento muito semelhante a escamas (Figura 2B). Na região posterior existe uma bainha lingual que seria inclusive o caráter diagnóstico do gênero *Ameiva* Meyer, 1795, já que a presença da bainha lingual diferencia o gênero *Ameiva* do gênero *Ameivula* Wagler, 1830 (Spix, 1825) (= *Cnemidophorus*) (Taylor, 1968) (Figura 2C).

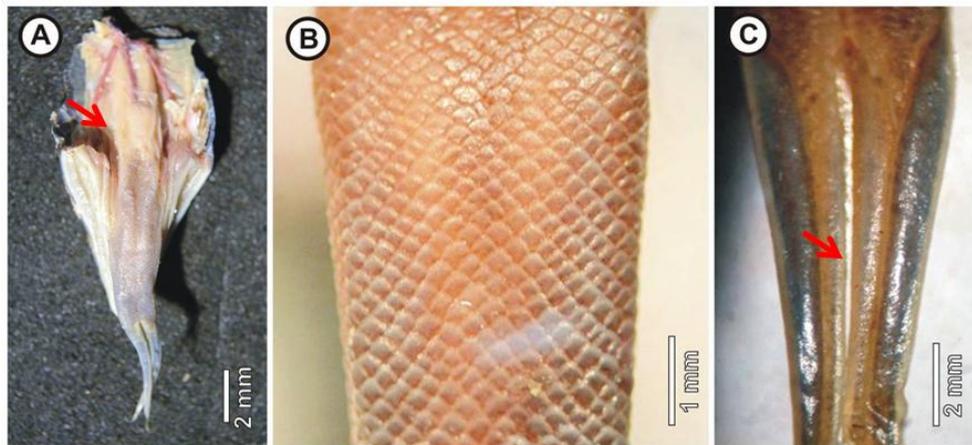


Figura 2. Fotomacrografia da língua de *Ameiva ameiva* (Spix, 1825). **A.** Vista geral da língua, com destaque (seta vermelha) para a bainha lingual na base da língua. **B.** Detalhe do revestimento da região dorsal da língua, evidenciando as papilas semelhantes a escamas. **C.** Ápice da língua. Destaque (seta vermelha) para a profunda bifurcação apical com ausência de papilas.

Microscopia de luz

Em corte longitudinal o eixo da língua é formado por feixes de musculatura estriada que se dispõem em vários planos e se inter cruzam (Figura 3A), sendo revestido por epitélio pavimentoso estratificado com lâmina própria delgada, na qual existe também uma pigmentação acastanhada e vasos sanguíneos (capilares e vênulas).

A região ventral da língua está revestida por um epitélio pavimentoso estratificado delgado com cerca de três camadas de células, da base até a superfície do epitélio apoiado em estreita lâmina própria. Suas células basais são cuboides tornando-se achatadas na superfície. Este epitélio torna-se mais espesso à medida que se desloca na direção do terço anterior da língua. A partir deste ponto, observa-se a presença de grânulos de queratina, que irão participar do processo de queratinização, importante para a proteção contra choques mecânicos como, por exemplo, durante a alimentação e “tongue-flicking”.

A porção mais apical da língua é formada por uma espessa camada de células epiteliais e uma camada de queratina mais externa (Figura 3D). Este processo gradativo de alteração entre um epitélio não queratinizado e o epitélio totalmente queratinizado

define uma epidermização da região apical da língua onde existe mais atrito e fica mais exposta quando em contato com o ambiente externo (Figura 3C). Na espécie *A. ameiva* a camada córnea apresenta queratinócitos ainda com retenção de núcleos o que configura paraqueratinização, que demonstra que todo processo de queratinização e renovação celular são mais acelerados (Figura 4A).

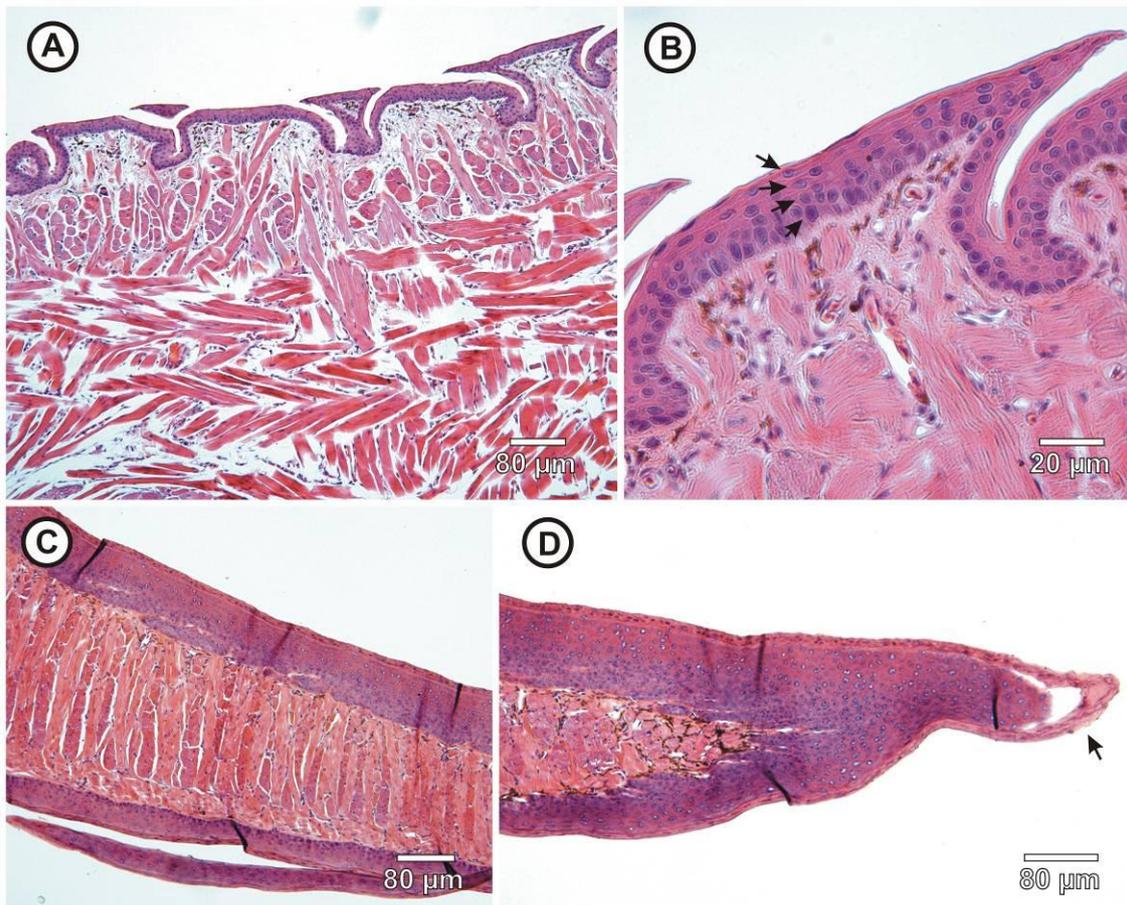


Figura 3. Fotomicrografia de cortes da língua de *Ameiva ameiva* (Spix, 1825) corados em HE. **A.** Destaque para feixes de musculatura estriada dispostos em diversos planos, em corte transversal (10X). **B.** Evaginação do epitélio pavimentoso estratificado e lâmina própria formando papilas filiformes cônicas semelhante à escama, em corte longitudinal. As setas destacam o número de células pavimentosas por camada (40X). **C.** Destaque para a ausência de papilas linguais no terço anterior da língua, corte longitudinal (10X). **D.** Ápice da língua, A seta destaca a camada de queratina, corte longitudinal (10X).

Na parte dorsal, existem projeções da lâmina própria e do epitélio pavimentoso estratificado queratinizado que são denominadas papilas linguais (Figura 4B). Essas

papilas são do tipo filiformes cônicas e possuem função mecânica e tátil. Apesar das papilas linguais de *A. ameiva* terem sido classificadas como sendo filiformes devido ao seu formato cônico, estas possuem suas extremidades voltadas para a porção posterior da língua (em direção à traqueia) e possuem um arranjo semelhante às escamas do tipo imbricadas, já que a extremidade da papila se sobrepõe a base da papila adjacente. Nesta espécie as células claras na base das papilas não são PAS positivas, portanto, não indicando atividade secretora.

Abaixo da camada de epitélio pavimentoso estratificado, na qual se projetam as papilas e da lâmina própria, encontra-se um plano de tecido muscular estriado constituído por feixes oblíquos, transversais e longitudinais.

Em corte transversal é possível notar dois feixes musculares transversais bem organizados e compactos, ambos envolvidos por uma camada circular de músculo, também ricamente innervada e vascularizada (Figura 4D). Acima da camada de músculo circular que reveste os dois feixes principais, encontra-se a mucosa escamosa não queratinizada. Entre os dois feixes de músculos existe um tubo de cartilagem hialina arredondado (Figura 4C).

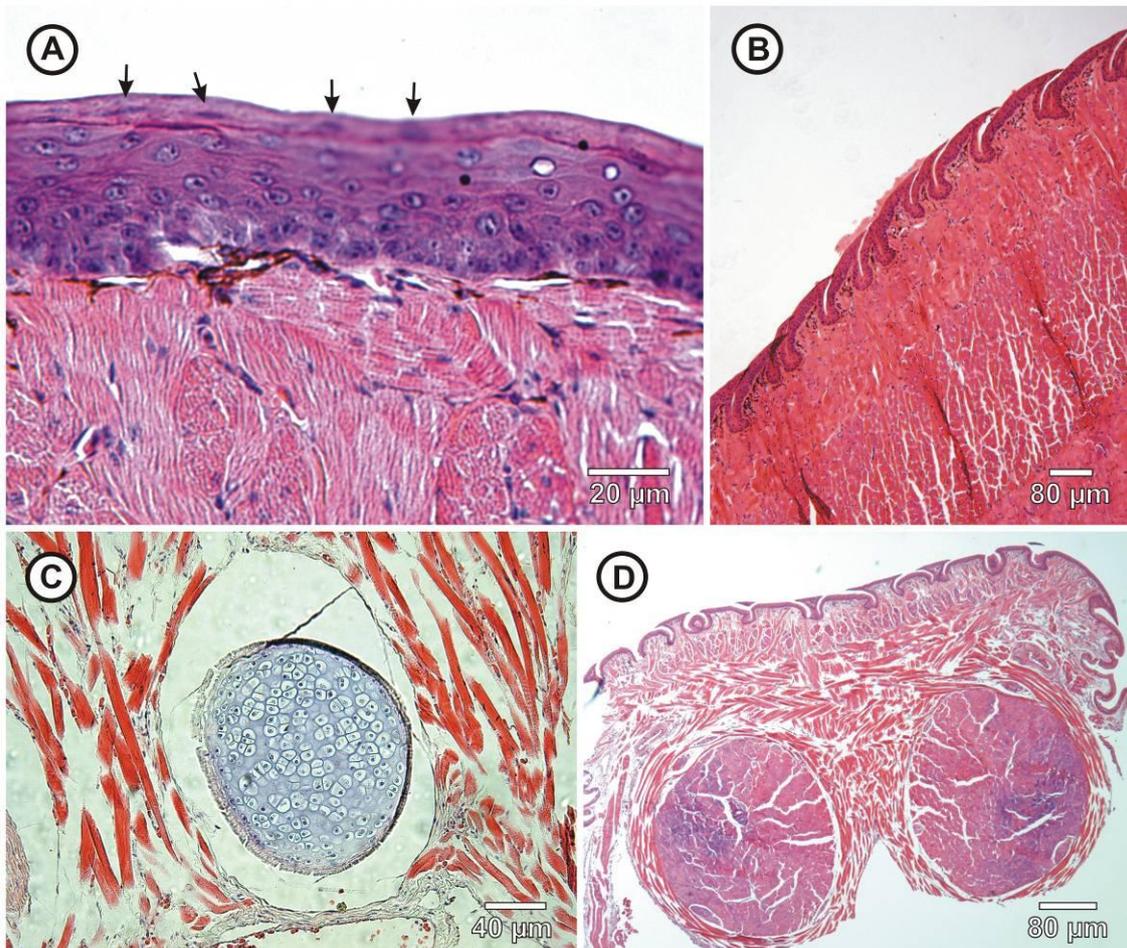


Figura 4. Fotomicrografia da língua de *Ameiva ameiva* (Spix, 1825) corados em HE. **A.** Epitélio pavimentoso estratificado paraqueratinizado, em corte longitudinal. As setas destacam núcleos retidos na camada de queratina mais externa (40X). **B.** Vista em menor aumento das papilas filiformes cônicas semelhantes a escamas (10X). **C.** Destaque do tubo de cartilagem hialina, localizada entre os feixes musculares, em corte transversal (20X). **D.** Destaque dos feixes de musculatura estriada, em corte transversal (4X).

***Hemidactylus mabouia* (Moreau de Jonnès, 1818) (Squamata: Gekkonidae)**

Morfologia externa

Em vista macroscópica a língua de *Hemidactylus mabouia* (Moreau de Jonnès, 1818) apresenta um tamanho moderado com cerca de 7,56mm em média e 4,16mm de largura de sua base, formato triangular e ápice arredondado com uma pequena bifurcação (Figura 5A). Esta bifurcação já foi descrita em outras espécies de Gekkonidae, como *Stenodactylus petrii* Anderson, 1896 (Darwish, 2012), porém não é comum a todos os representantes (Figura 5B). Nesta espécie a língua é achatada dorsoventralmente e observada de forma macroscópica ou com o auxílio de estereomicroscópio é possível visualizar numerosas papilas linguais no dorso da língua. Com o auxílio de um estereomicroscópio as papilas distribuídas pelo dorso da língua apresentam extremidades arredondadas (Figura 5C). Na parte ventral do ápice da língua de *H. mabouia* nota-se a formação de um par de discos bilaterais com pigmentação acastanhada (Figura 5D). Essa espécie possui a base da língua bífida que acompanha o formato em forma de V da faringe.

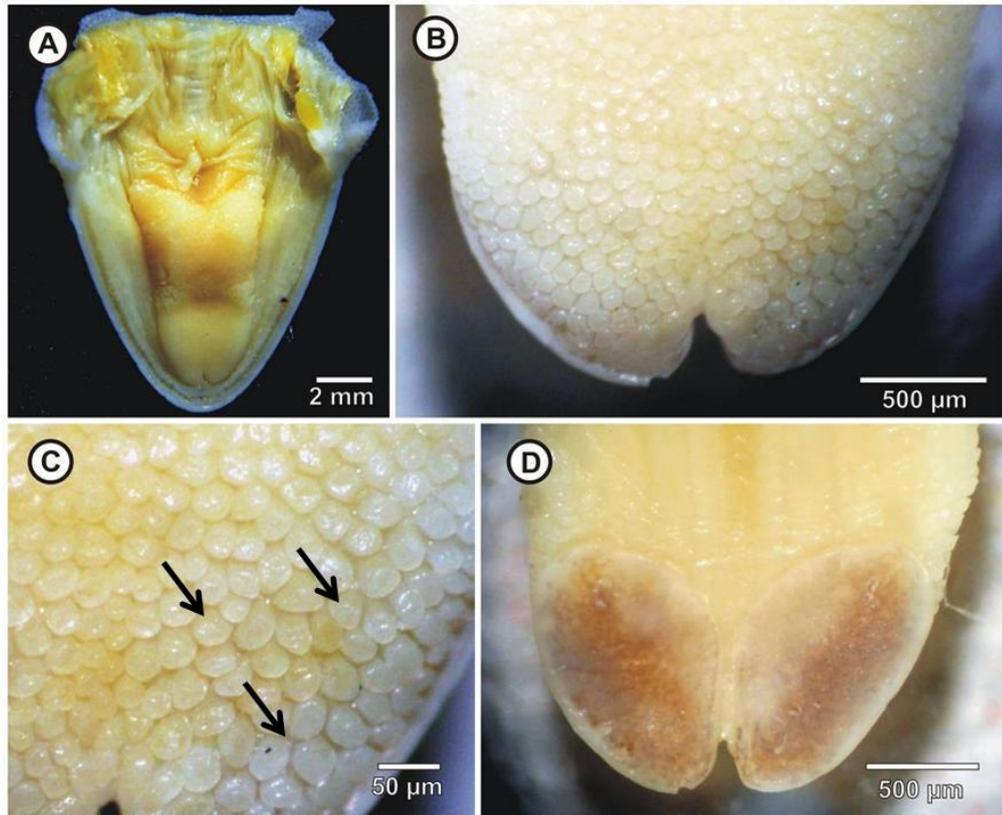


Figura 5. Fotomacrografia da língua de *Hemidactylus mabouia* (Moreau de Jonnès, 1818). **A.** Vista geral da língua. **B.** Destaque para a bifurcação no ápice da língua de *H. mabouia*. **C.** Destaque para as papilas linguais na região dorsal da língua (seta). **D.** Porção ventral do ápice da língua, destacando par de discos bilaterais.

Microscopia de luz

Ao analisar a língua em cortes longitudinais de *H. mabouia* notou-se uma musculatura estriada com feixes orientados em diversas direções, na qual se encontra um filete nervoso que se estende longitudinalmente em direção ao terço anterior da língua (Figura 6A). Nesta espécie a lâmina própria da porção ventral é delgada e revestida por epitélio pavimentoso estratificado não queratinizado que vão se queratinizando em direção ao terço anterior (ápice) da língua (Figura 6B). Também nesta espécie ocorre paraqueratinização, com retenção de núcleos na camada córnea e tal fato está relacionado ao acelerado processo de renovação celular.

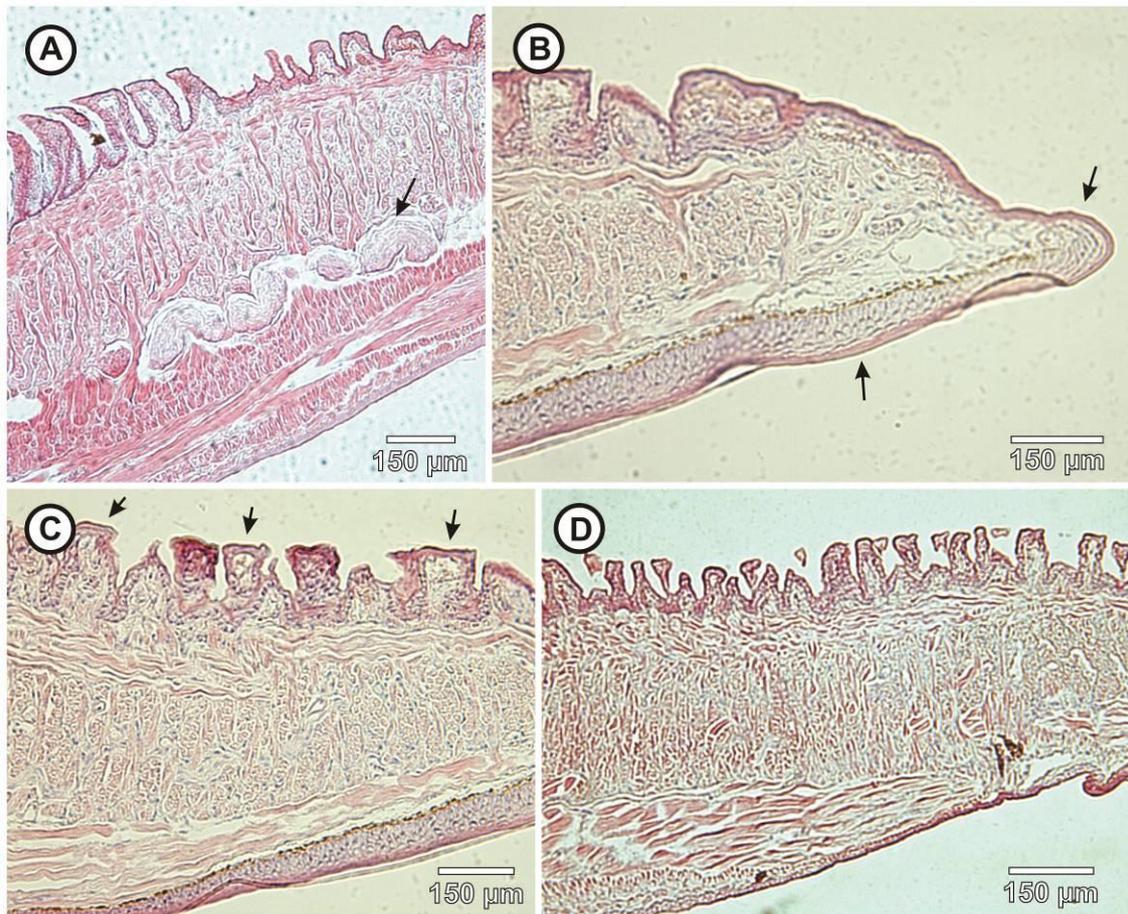


Figura 6. Fotomicrografia da língua de *Hemidactylus mabouia* (Moreau de Jonnès, 1818) todos em corte longitudinal e corados em HE. **A.** Observa-se a musculatura com feixes dispostos em diversos planos. A seta destaca um filete nervoso (10X). **B.** Ápice da língua. As setas destacam a camada de queratina se desprendendo (20X). **C.** Destaque para o formato das papilas fungiformes (20X). **D.** Destaque para o formato das papilas filiformes cilíndricas (10X).

Na superfície dorsal, o epitélio foi do tipo pavimentoso estratificado queratinizado, com pigmentação acastanhada na lâmina própria. O epitélio pavimentoso estratificado e a lâmina própria apresentaram evaginações queratinizadas que formam as papilas linguais. Em *H. mabouia*, além das papilas filiformes cilíndricas (Figura 6D), existem projeções classificadas como papilas fungiformes (Figura 6C). As papilas fungiformes possuem as suas extremidades achatadas, formando um platô. Nas lâminas de língua de *H. mabouia* analisadas não foram encontrados corpúsculos gustativos nas papilas fungiformes, porém estas estruturas foram numerosas, encontradas no palato dessa espécie (Figuras 7A, 7B, 7C e 7D).

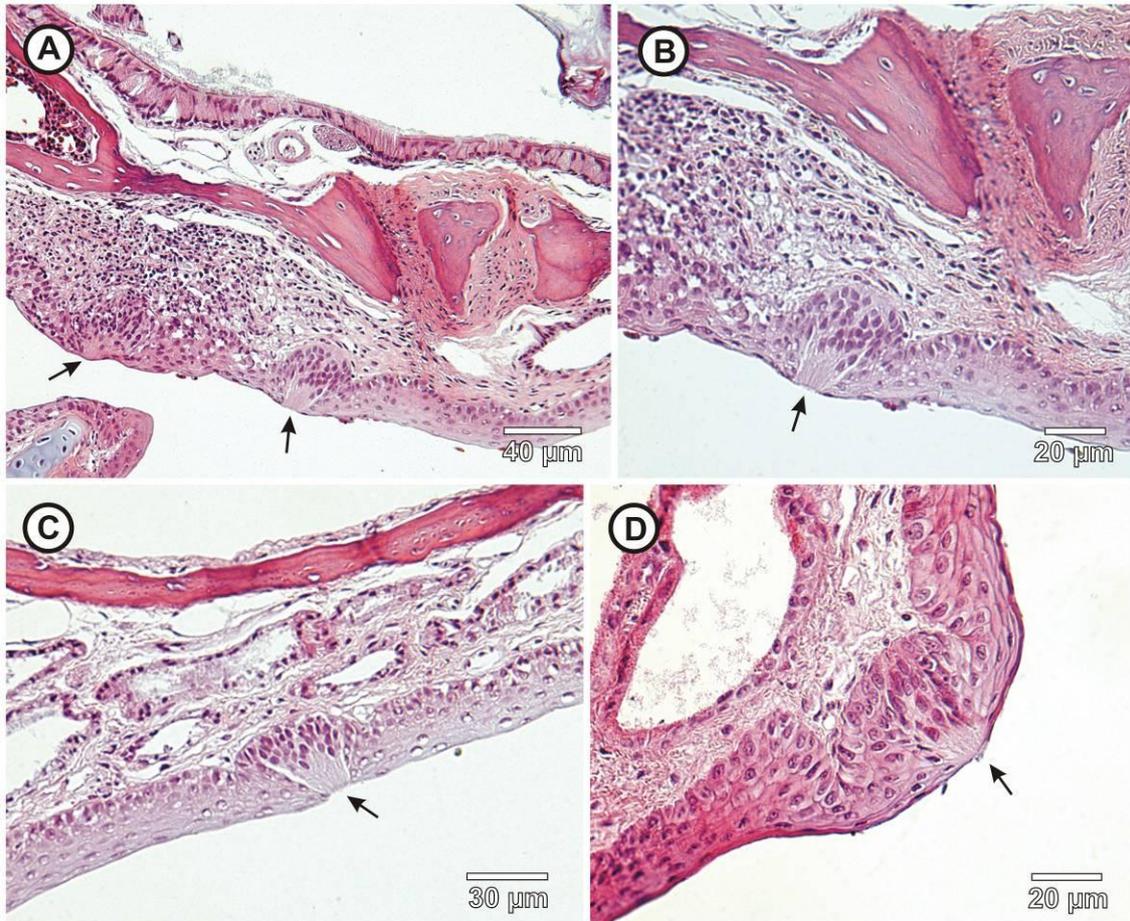


Figura 7. Fotomicrografia do palato de *Hemidactylus mabouia* (Moreau de Jonnès, 1818) em corte transversal e coradas em HE. As figuras **A** (40X), **B** (40X), **C** (40X) e **D** (20X) destacam a presença de botões gustativos em diferentes pontos do palato de *H. mabouia*. As setas indicam a abertura do poro gustativo.

Foi observado nessa espécie que nas regiões do terços médio e posterior, existem papilas que vão se tornando mais aprofundadas, dando origem a invaginações que formam criptas, onde ocorre uma mudança do epitélio (Figura 8A). Este epitélio interpapilar, onde se localizam criptas simples, não ramificadas, é constituído de células cilíndricas claras com citoplasma granuloso (grânulos acidófilos) e núcleo deslocado para a base da célula. A porção da língua que apresenta papilas com revestimento de epitélio pavimentoso estratificado é reduzida nesta espécie, limitando-se ao terço anterior da língua. Dessa forma, a partir do terço médio, o epitélio pavimentoso estratificado é substituído por papilas com células de aspecto secretor (Figura 8B).

Em cortes transversais a musculatura se posiciona em várias direções com dois eixos principais envolvidos por uma frouxa musculatura circular e inervada (Figura 8C).

Nesta espécie a musculatura transversal também apresenta dois eixos, porém, são frouxamente organizados e pouco compactos. Nas porções laterais da base da língua existe um epitélio revestindo as criptas, no qual as células são novamente cilíndricas com núcleos posicionados na base, porém o citoplasma é fracamente acidófilo estando possivelmente repleto de vacúolos lipídicos, o que vai caracterizar uma secreção mucóide (Figura 8D).

Ainda na região basal da língua na lâmina própria existem células com núcleo basofílico e citoplasma escasso. Este agregado de células com estas características na lâmina própria sugerem um infiltrado celular linfocítico (Figuras 8E e 8F). Possivelmente relacionado à defesa imunológica do animal formando uma barreira linfocitária já que patógenos podem atravessar o epitélio glandular. A partir do terço posterior, a língua apresenta revestimento glandular com células PAS positivas. Em direção ao ápice da língua as invaginações que formam papilas filamentosas com revestimento de epitélio glandular tornam-se mais rasas. Dessa forma as células de aspecto secretor PAS positivas vão diminuindo até desaparecerem restando papilas de revestimento de epitélio pavimentoso estratificado.

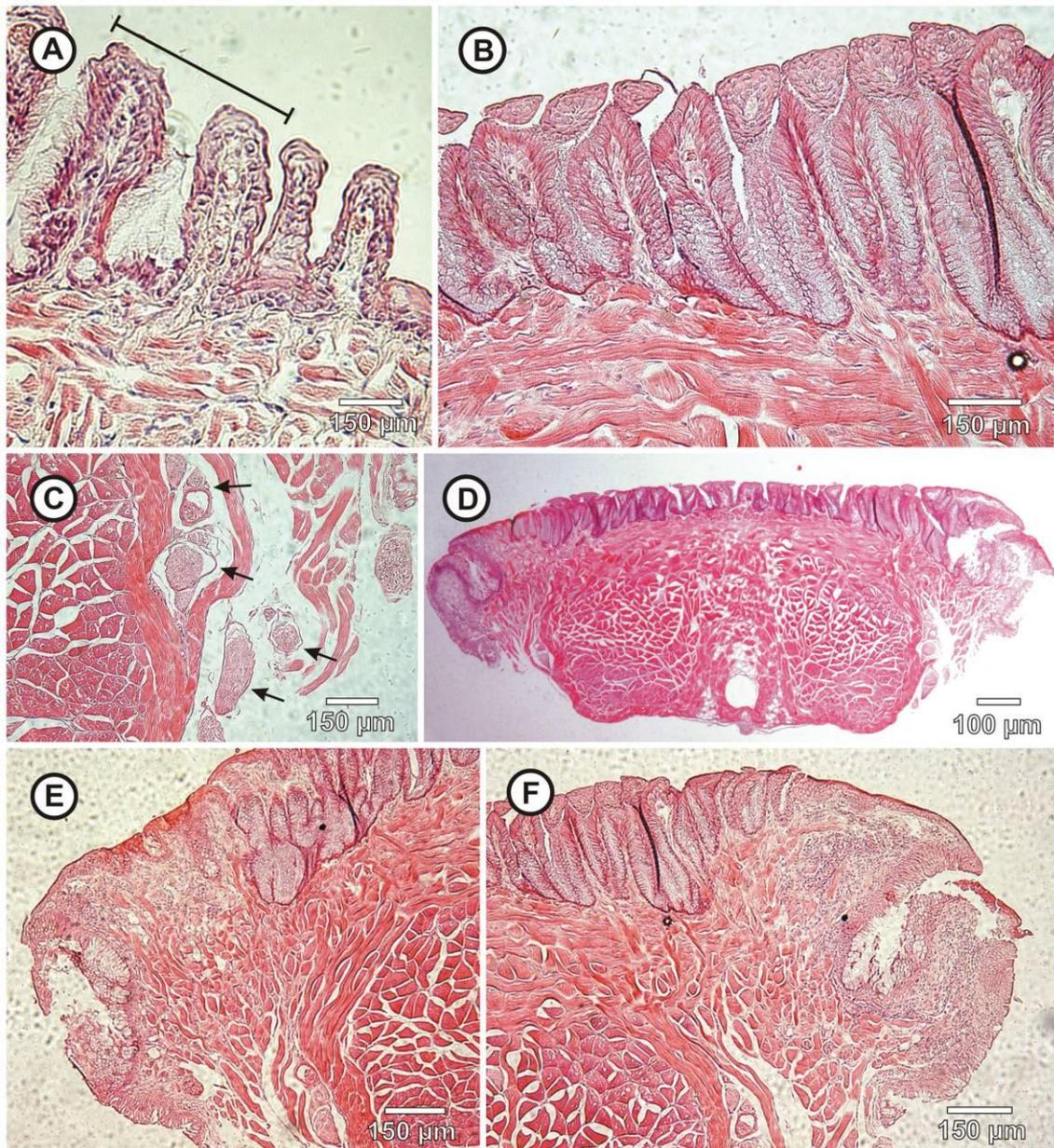


Figura 8. Fotomicrografia da língua de *Hemidactylus mabouia* (Moreau de Jonnès, 1818) coradas em HE. **A.** Destaque para a mudança de epitélio, entre pavimentoso estratificado para epitélio secretor. Corte longitudinal (20X). **B.** Criptas revestidas de células secretoras, em corte transversal (40X). **C.** Corte transversal da base da língua. As setas destacam a presença de feixes vasculo-nervosos (20X). **D.** Vista panorâmica do corte transversal da base da língua. Destaque para os feixes musculares pouco compactos e para a região central da língua onde estaria o feixe de cartilagem hialina (4X). **E e F.** Infiltrado linfocítico na lâmina própria da base da língua (10X).

Aspronema dorsivittatum (Cope, 1862) (Squamata: Mabuyidae)

Morfologia externa

Aspronema dorsivittatum (Cope, 1862) apresenta língua com comprimento médio de 8,39mm. O terço médio e a base da língua possuem uma largura semelhantes, 3,26mm de largura da base e 2,99mm de largura do meio da língua (Figura 9A). A língua torna-se mais estreita apenas no ápice, no qual também existe uma pequena bifurcação, como já observado em outros representantes da família Mabuyidae (Sarhan & Hussein, 2013) (Figura 9C). A língua de *A. dorsivittatum* é achatada dorsoventralmente e suas laterais apresentam papilas foliadas. Com auxílio de um estereomicroscópio não é possível definir o formato das papilas, porém a espécie e apresenta uma superfície dorsal recoberta por tegumento muito semelhante a escamas (Figura 9B). Na parte ventral do ápice da língua foi observada uma estrutura formando um par de discos bilaterais com pigmentação acastanhada.

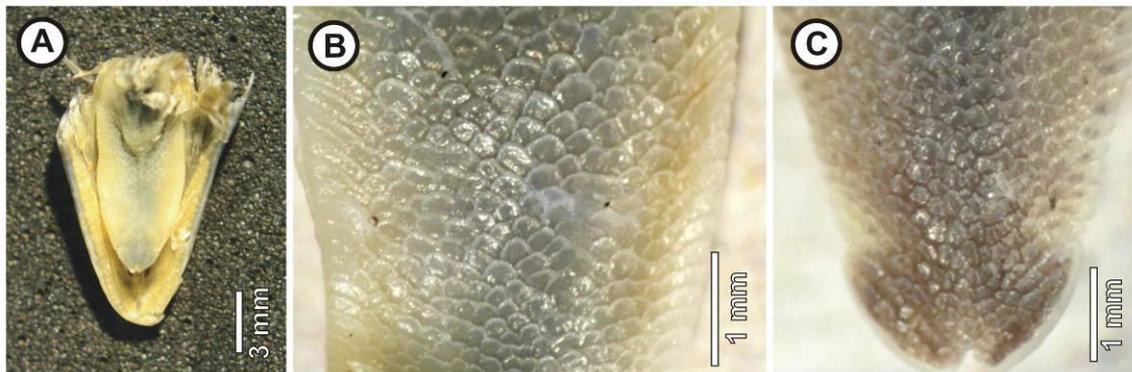


Figura 9. Fotomacrografia da língua de *Aspronema dorsivittatum* (Cope, 1862). **A.** Vista geral da língua. Note a presença de uma pequena bifurcação no ápice da língua e como a base da língua acompanha o formato da abertura da faringe em V. **B.** Destaque para as papilas linguais da região dorsal da língua. As laterais da língua apresentam papilas foliadas. **C.** Destaque para a bifurcação no ápice da língua.

Microscopia de luz

Em corte longitudinal o epitélio ventral da língua de *A. dorsivittatum* apresenta-se pavimentoso estratificado com algumas invaginações e células mucosas na

base dessas invaginações. Ainda em corte longitudinal foi possível observar a musculatura, abaixo da lâmina própria, orientada em diversas direções (Figura 10A). Na superfície dorsal do corte existem projeções e evaginações da mucosa escamosa com eixo do tecido conjuntivo, formando papilas do tipo filiformes cilíndricas e cônicas com paraqueratinização (Figuras 10B e 10C). A partir da metade do terço médio em direção ao terço posterior, observou-se que as bases das papilas possuem células secretoras (Figura 10D). Essas aumentam em número à medida que se avança ao terço posterior. No terço anterior, a língua apresenta uma camada córnea discretamente queratinizada.

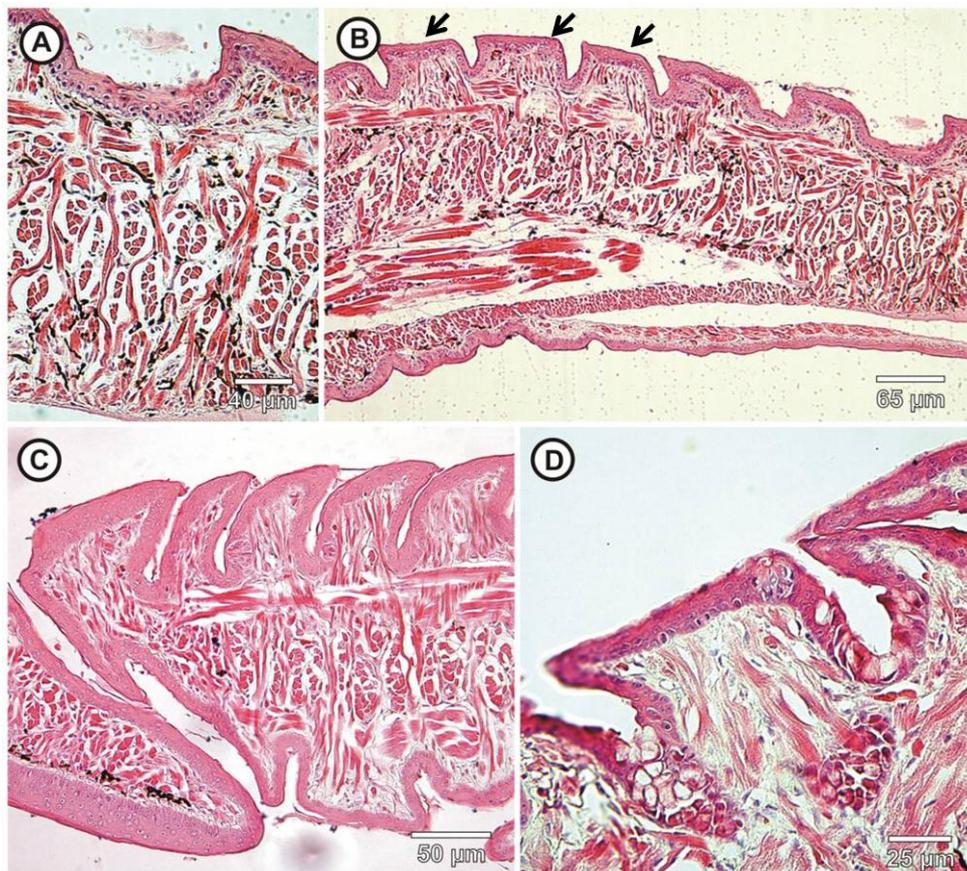


Figura 10. Fotomicrografia da língua de *Aspronema dorsivittatum* (Cope, 1862) em cortes longitudinais e coradas em HE. **A.** Destaque para os feixes de musculatura dispostos em diferentes planos (40X). **B.** Destaque para o formato das papilas filiformes cilíndricas (setas) (20X). **C.** Destaque para o formato das papilas filiformes cônicas (10X). **D.** Células glandulares na base das papilas filiformes cilíndricas (40X).

Foi observado no presente estudo que essa espécie possui botões gustativos localizados na porção lateral interna das papilas filiformes cilíndricas (Figura 11A e 11B) e na mucosa oral (Figuras 11C e 11D). A partir do final o terço médio da língua, as bases das papilas passam a apresentar células secretoras de muco, PAS positivas, enquanto que as extremidades das papilas são revestidas pela mucosa escamosa queratinizada.

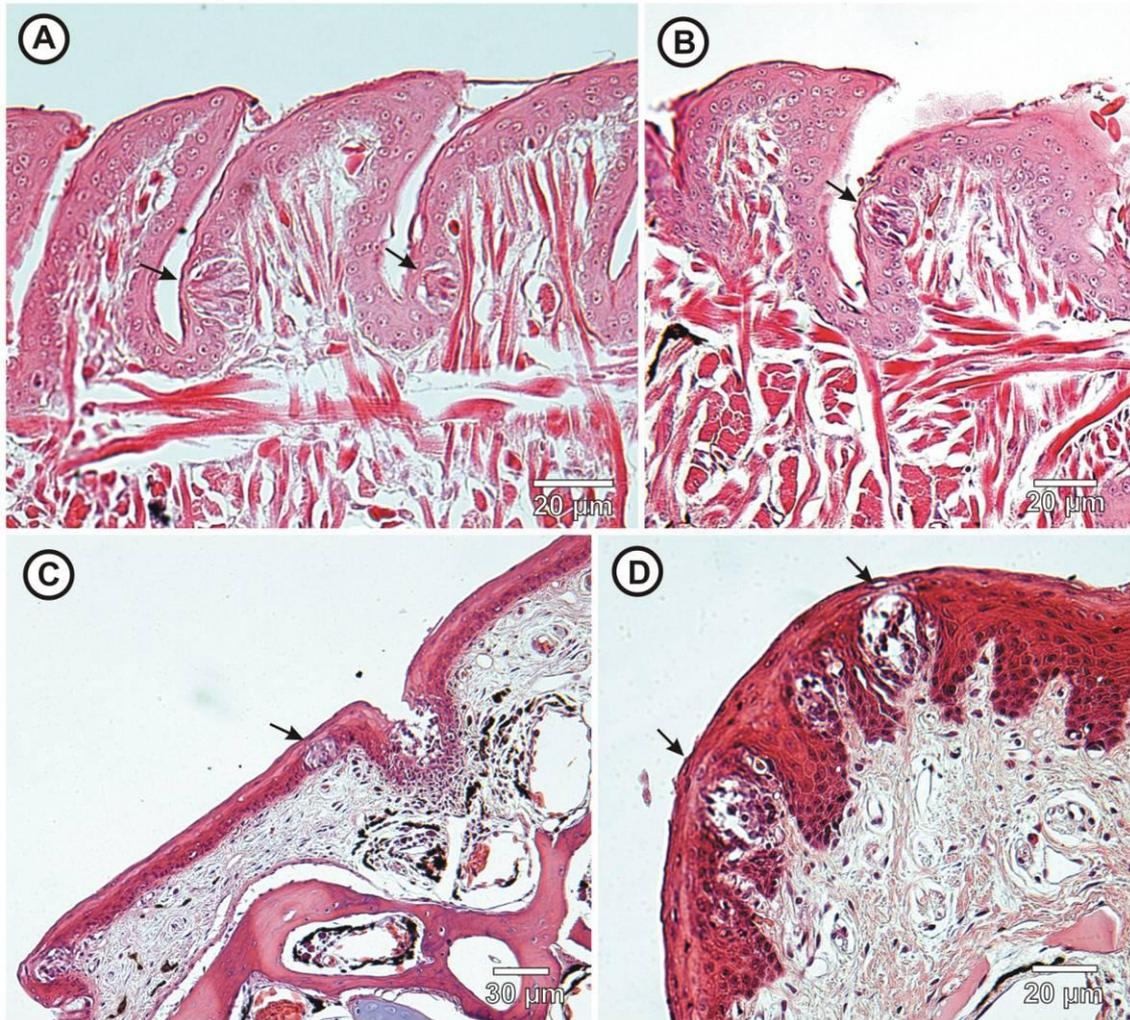


Figura 11. Fotomicrografia da língua de *Aspronema dorsivittatum* (Cope, 1862), coradas em HE. **A** e **B**. Cortes longitudinais destacando a presença de botões gustativos nas papilas linguais (indicados por setas). **C**. Corte transversal do palato de *Aspronema dorsivittatum*. Destaque para a presença de botões gustativos, indicados pelas setas, na cavidade oral. **D**. Detalhe de botões gustativos (indicados por setas) no palato de *Aspronema dorsivittatum* em corte transversal.

Em cortes transversais da língua de *A. dorsivittatum* observam-se dois cilindros de musculatura longitudinal organizados, envolvidos por feixes musculares circulares externos com a presença de feixes nervosos (Figura 12B), no qual também existe uma pigmentação acastanhada (Figura 12A). No eixo central há um orifício preenchido por cartilagem hialina. Revestindo toda esta estrutura muscular observa-se uma mucosa escamosa paraqueratinizada delgada. Observa-se também invaginações saculiformes revestidas por células de aspecto mucoso (Figura 12C e 12D), acredita-se que estas glândulas possuam ramificações, não observadas no presente estudo. Na região ventral, o epitélio pavimentoso estratificado continua permeado por células mucosas e possuem também invaginações.

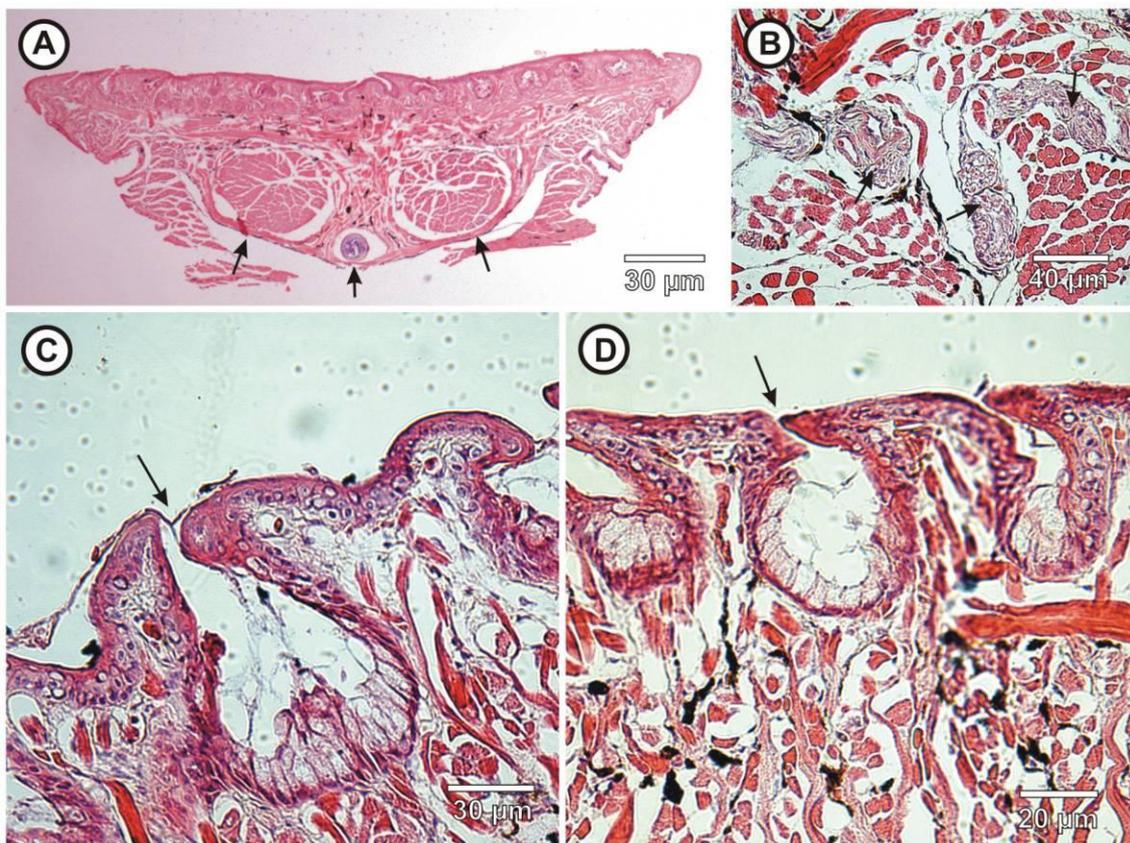


Figura 12. Fotomicrografia da língua de *Aspronema dorsivittatum* (Cope, 1862) em corte transversal e coradas em HE. **A.** Base da língua. Notam-se as papilas linguais no alto do corte e a organização dos planos musculares. As setas destacam os dois cilindros de musculatura compacta e organizada. A seta central destaca a presença do cilindro de cartilagem hialina entre os feixes musculares (4X). **B.** Destaque para feixes nervosos indicados pelas setas (40X). **C** e **D.** Destaque (setas) para as células secretoras dispostas entre as papilas linguais (40X).

***Ophiodes striatus* (Spix, 1825) (Squamata: Diploglossidae)**

Morfologia externa

A língua de *Ophiodes striatus* (Spix, 1825) apresenta um comprimento médio de 9,81mm. Possui base larga e recoberta por rugosidades (Figura 13). A língua torna-se mais estreita em direção ao ápice, que é liso e pigmentado e apresenta uma bifurcação. Esta é a porção retrátil da língua de *O. striatus*. Os terços médio e posterior possuem papilas filiformes cônica e a base da língua é bífida, acompanhando o formato da abertura da faringe em forma semelhante a letra V.



Figura 13. Fotomacrografia da língua de *Ophiodes striatus* (Spix, 1825). Nota-se o a bifurcação no ápice da língua (seta) e a base da língua acompanhando o formato da abertura da faringe em V (seta).

Microscopia de luz

A superfície dorsal da língua de *O. striatus* apresenta papilas filiformes cônicas revestidas por epitélio estratificado pavimentoso queratinizado (Figura 14B). Nesta espécie também nota-se paraqueratinização (Figura 15A). No terço anterior, o ápice da língua possui uma camada espessa de células epiteliais e uma camada córnea suprajacente. A partir do ponto que o epitélio passa a constituir uma mucosa escamosa, a camada de queratina passa ser menos espessa. As papilas filiformes cônicas não cobrem uma extensa porção em direção à região posterior da língua (Figuras 14A).

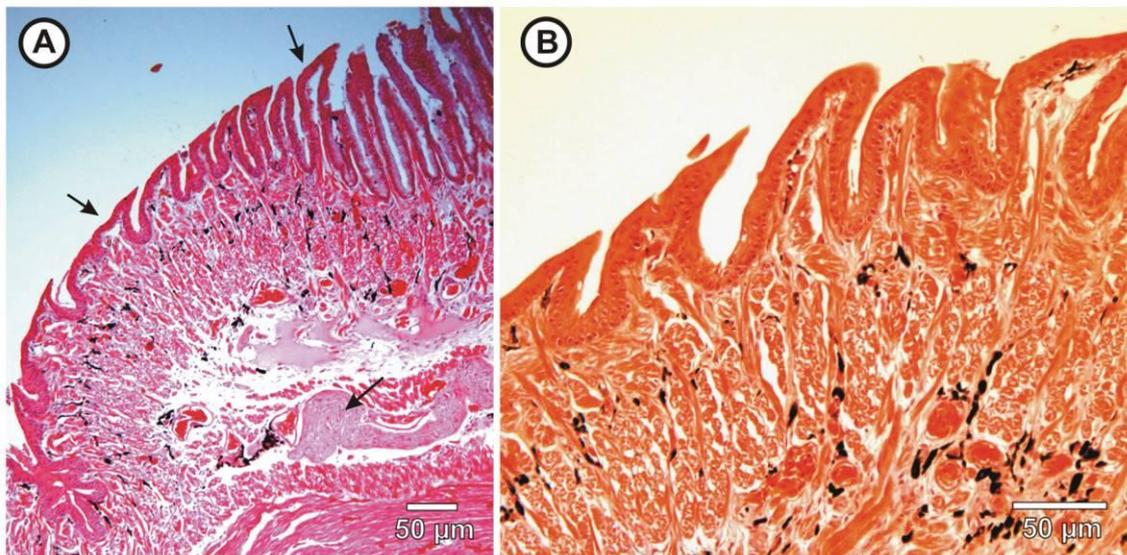


Figura 14. Fotomicrografia da língua de *Ophiodes striatus* (Spix, 1825) em cortes longitudinais e coradas com HE. **A.** Corte longitudinal da língua, com destaque para o formato das papilas filiformes cônicas e o ponto onde se inicia a transição entre o epitélio pavimentoso estratificado e o epitélio glandular. A seta no centro do corte destaca a presença de um filete nervoso entre os feixes de musculatura disposta em diferentes planos (10X). **B.** Detalhe do formato das papilas filiformes cônicas e abaixo da lâmina própria a musculatura disposta em diferentes planos (20X).

A partir do terço médio, as papilas linguais filiformes passam a ser revestidas por células glandulares mucosas (Figuras 15B e 15C). Partindo do terço posterior da língua, observam-se papilas filiformes cônicas revestidas de epitélio glandular com predomínio de células claras PAS positivas e que gradativamente vão desaparecendo em direção ao terço anterior da língua. As papilas filiformes cônicas com revestimento

glandular tornam-se cada vez mais rasas em direção ao terço anterior até que restarão apenas papilas filiformes cônicas com revestimento pavimentoso estratificado, sem presença de células secretoras.

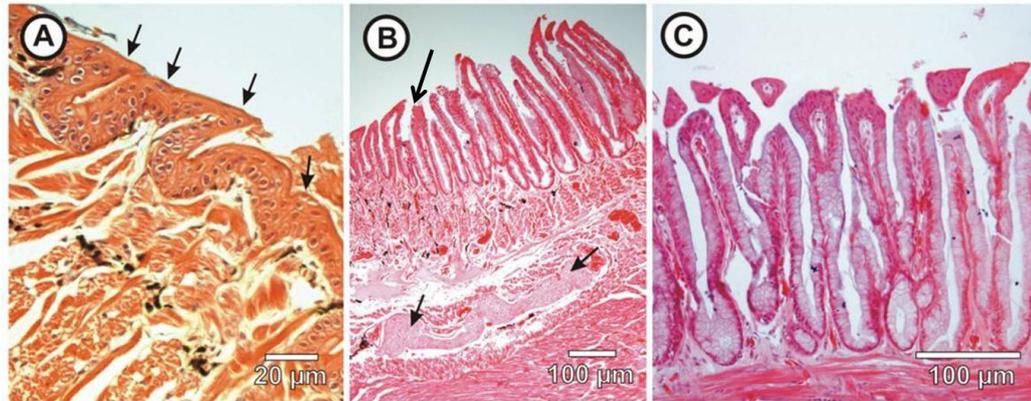


Figura 15. Fotomicrografia da língua de *Ophiodes striatus* (Spix, 1825) em cortes longitudinais e coradas em HE. **A.** Papilas filiformes cônicas semelhante a escamas com destaque (setas) para a deposição de núcleos na camada de queratina no processo de paraqueratinização (40X). **B.** Destaque da transição entre o epitélio escamoso e a transição para o epitélio glandular (As setas no alto da imagem destacam a transição, as setas no centro da imagem destaca um filete nervoso entre a musculatura estriada) (10X). **C.** Detalhe das papilas filiformes cônicas revestidas por epitélio glandular em maior aumento. Nota-se a presença de células caliciformes de citoplasma claro (20X).

Em corte transversal da região posterior da língua, observa-se dois cilindros de musculatura muito organizados e compactos, envolvidos por uma musculatura circular e entre estes feixes nervosos (Figura 16A e 16B). No eixo central do corte transversal, entre os dois cilindros musculares, nota-se a presença de um tubo de cartilagem hialina (Figura 16C). Acima da camada circular de músculo nota-se uma lâmina própria muito delgada onde se sustentam as papilas filiformes cônicas de revestimento glandular.

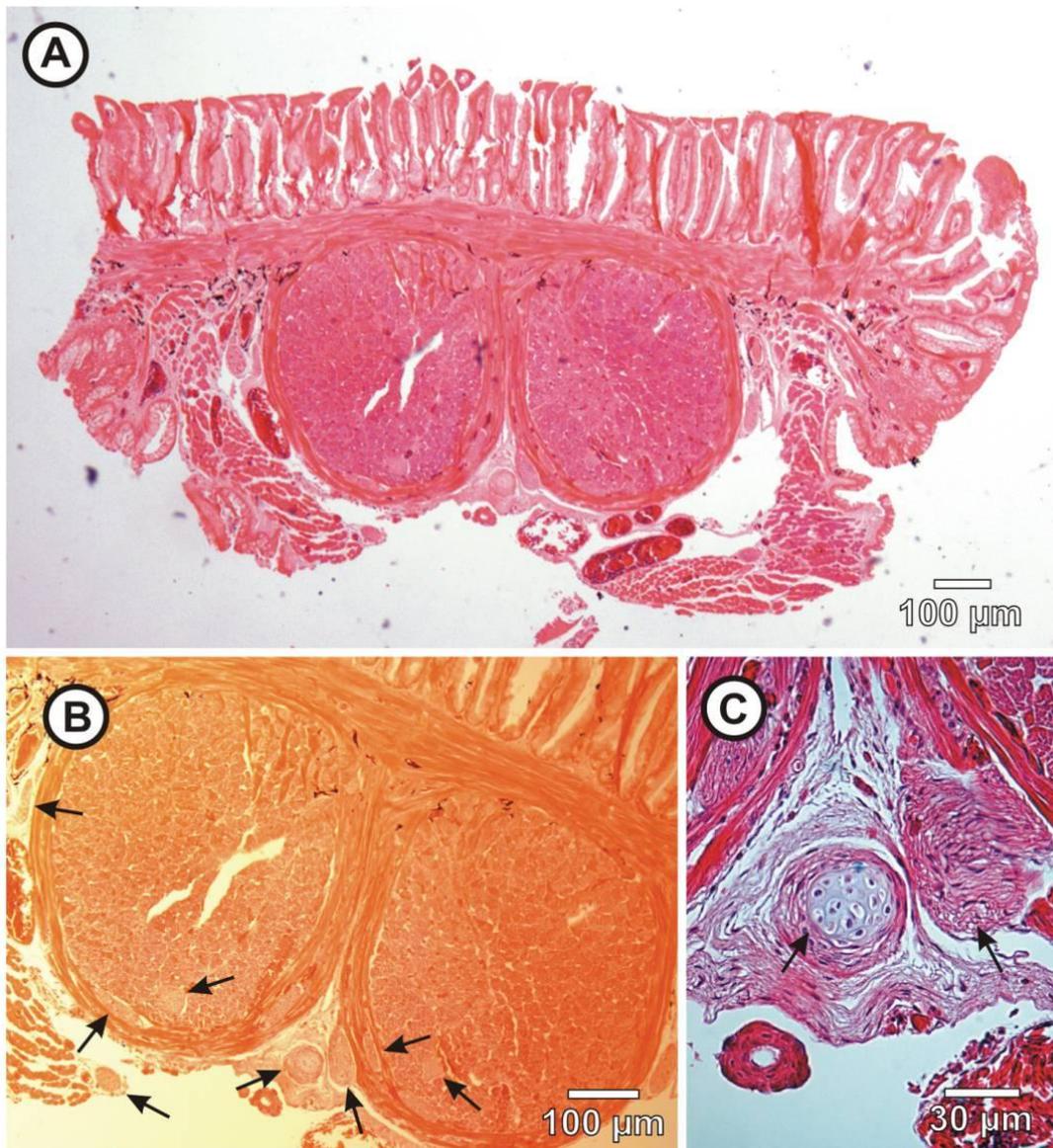


Figura 16. Fotomicrografia da língua de *Ophiodes striatus* (Spix, 1825) em cortes transversais e coradas em HE. **A.** Base da língua. É possível notar os dois cilindros de musculatura estriada bem organizados e compactos. A lâmina própria sustentada por uma camada de musculatura estriada e acima dela a porção glandular da língua (4X). **B.** Base da língua evidenciando os cilindros musculares em maior aumento. As setas destacam a presença de feixes nervosos entre diversos pontos da musculatura (10X). **C.** As setas destacam a presença do cilindro de cartilagem e um feixe nervoso respectivamente (40X).

***Tropidurus torquatus* (Wied, 1820) (Squamata: Tropiduridae)**

Morfologia externa

A língua de *Tropidurus torquatus* (Wied, 1820) tem tamanho médio de 11,80mm. Possui base e porção medial alargados e ápice arredondado sem presença de bifurcação. Esta espécie foi a única que não apresentou nenhum nível de bifurcação do ápice da língua (Figura 17A). À vista desarmada ou mesmo com o auxílio de estereomicroscópio não é possível determinar o formato das papilas linguais. A base da língua de *T. torquatus* possui um profundo sulco em formato de V. Na parte ventral do ápice da língua, assim como em *H. mabouia*, nota-se a presença de um par de estruturas semelhantes a discos bilaterais com pigmentação acastanhada (Figura 17B).

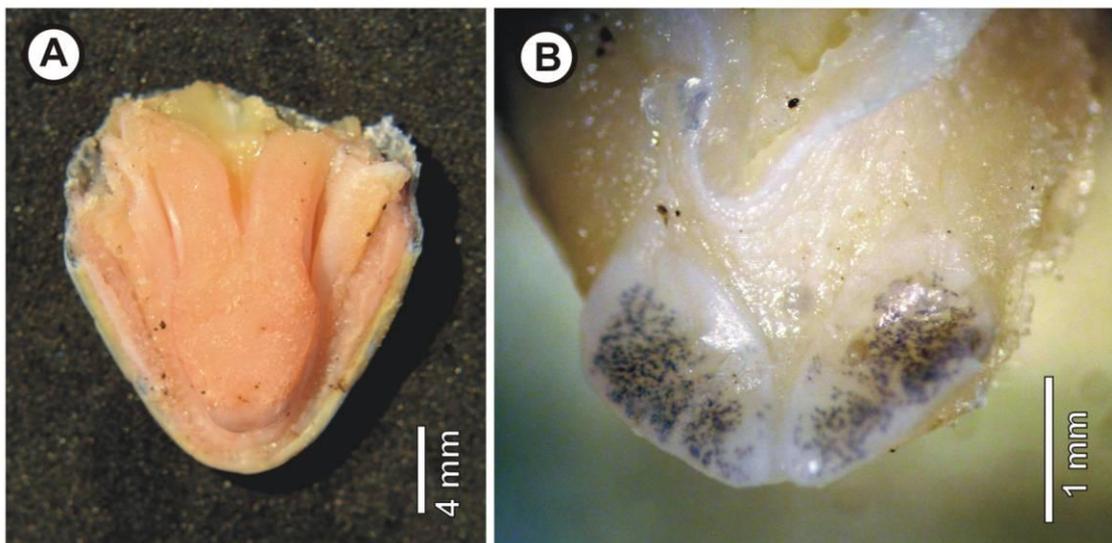


Figura 17. Fotomacrografia da língua de *Tropidurus torquatus* (Wied, 1820). **A.** Vista geral da língua. Destaque para a ausência de bifurcação no ápice da língua e o profundo sulco na base da língua. **B.** Destaque para os discos bilaterais localizados na porção ventral do ápice da língua.

Microscopia de luz

A porção ventral do terço anterior da língua de *T. torquatus* apresenta um revestimento de epitélio pavimentoso estratificado queratinizado, possuindo uma espessa camada córnea (Figura 19A) e superfície dorsal formada por epitélio escamoso

não queratinizado. Nesta porção de epitélio não queratinizado, em alguns pontos, estão associadas células secretoras mucosas entre as células epiteliais escamosas (Figura 18A). A partir do final do terço anterior em direção à região posterior (raiz ou base da língua), surgem profundas criptas que formam invaginações revestidas por células secretoras mucosas, e o epitélio escamoso desaparece sendo substituído por células cilíndricas (Figura 18B).

Nas invaginações encontradas, o revestimento epitelial se caracteriza por apresentar células de aspecto cilíndrico e com a superfície apical se desprendendo (Figura 18C), que é definido como secreção por decapitação, característico da secreção do tipo apócrina, na qual parte do citoplasma apical dessas células se desprende formando a secreção (Figura 18D). As evaginações em forma de papilas com revestimento de epitélio pavimentoso estratificado estão presentes em menor quantidade. São mais numerosas papilas filamentosas revestidas de células secretoras cilíndricas glandulares, PAS positivas caracterizando neste caso possível secreção de mucopolissacarídeo. Do terço médio ao terço posterior as células que revestem as papilas filamentosas são PAS positivas, no terço anterior o epitélio pavimentoso estratificado possui também células secretoras PAS positivas.

Abaixo das invaginações nota-se uma lâmina própria muito delgada, na qual é possível observar feixes musculares orientados em diversas direções e entre os feixes musculares, mais próximos à superfície ventral da língua, surgem densas massas de tecido adiposo.

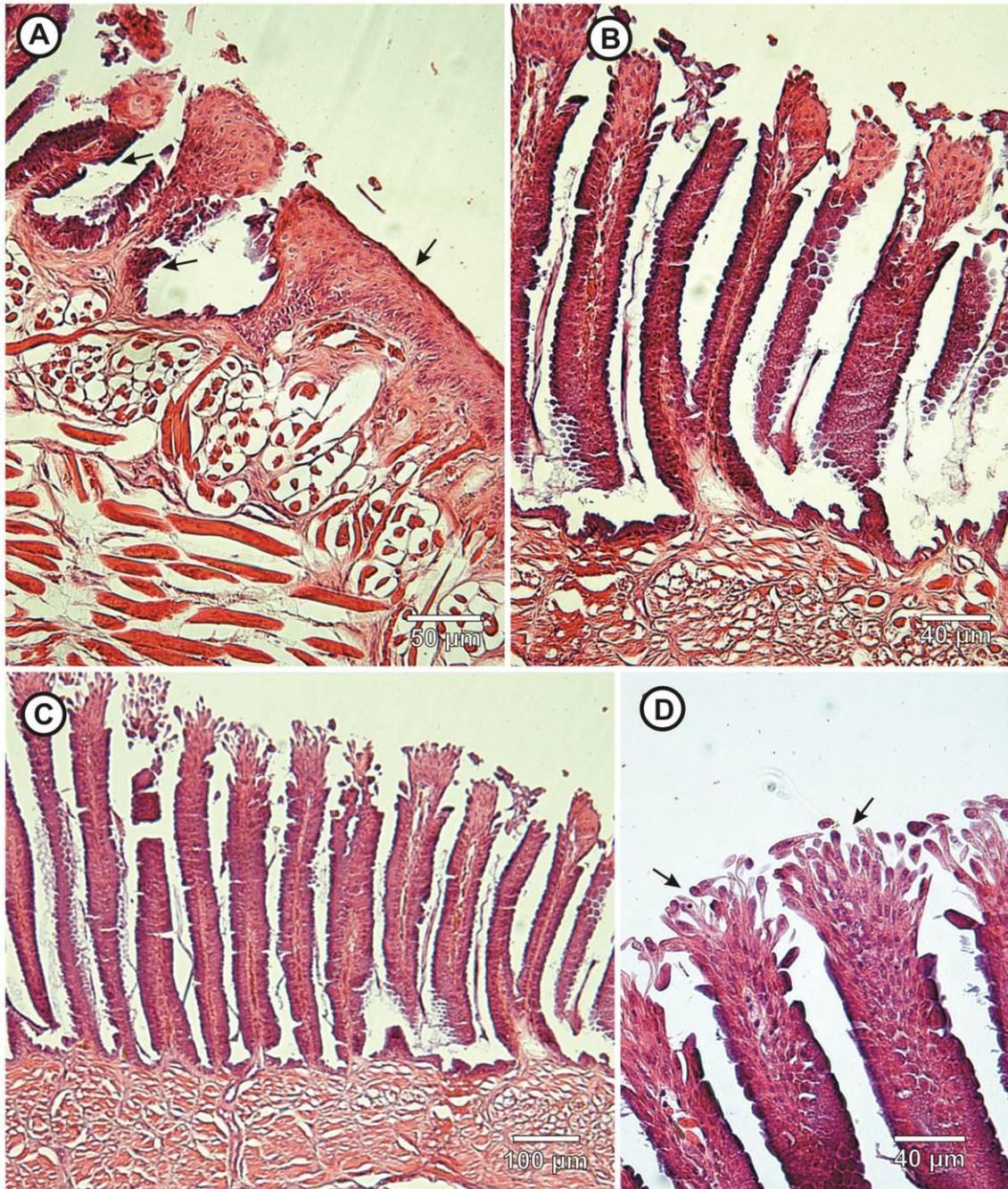


Figura 18. Fotomicrografia da língua de *Tropidurus torquatus* (Wied, 1820) em cortes longitudinais e coradas em HE. **A.** Terço anterior da língua. A seta destaca o epitélio pavimentoso estratificado não queratinizado na porção mais apical e a formação das primeiras células secretoras na base da invaginação (20X). **B.** Destaque para as criptas com células secretoras já formadas ainda com células epiteliais no topo das evaginações (20X). **C.** Papilas filamentosas onde células perdem parte de seu citoplasma apical do topo das evaginações (10X). **D.** Detalhe do desprendimento do citoplasma das células secretoras apócrinas (40X).

Tropidurus torquatus apresenta no terço posterior (raiz da língua) na parte lateral da lâmina própria um infiltrado celular denso com características morfológicas de células linfóides, sendo mais evidentes no corte transversal desta região (Figura 19B). Também em secção transversal, observam-se dois eixos de musculatura, com formato semelhante à de uma elipse, frouxamente organizados (Figura 19C). Estes eixos são envolvidos de musculatura circular pouco espessa e compacta. Acima dos eixos musculares existe uma camada de músculo estriado que sustenta a delgada lâmina própria e as invaginações secretoras da superfície da língua. Também em corte transversal foi observado o tecido adiposo entre a musculatura que separa os dois eixos musculares principais (Figura 19D). Esta musculatura ainda apresenta, em seu eixo central, um tubo de cartilagem hialina (Figura 19C). Não foram encontrados feixes nervosos com coloração HE nesta região da língua.

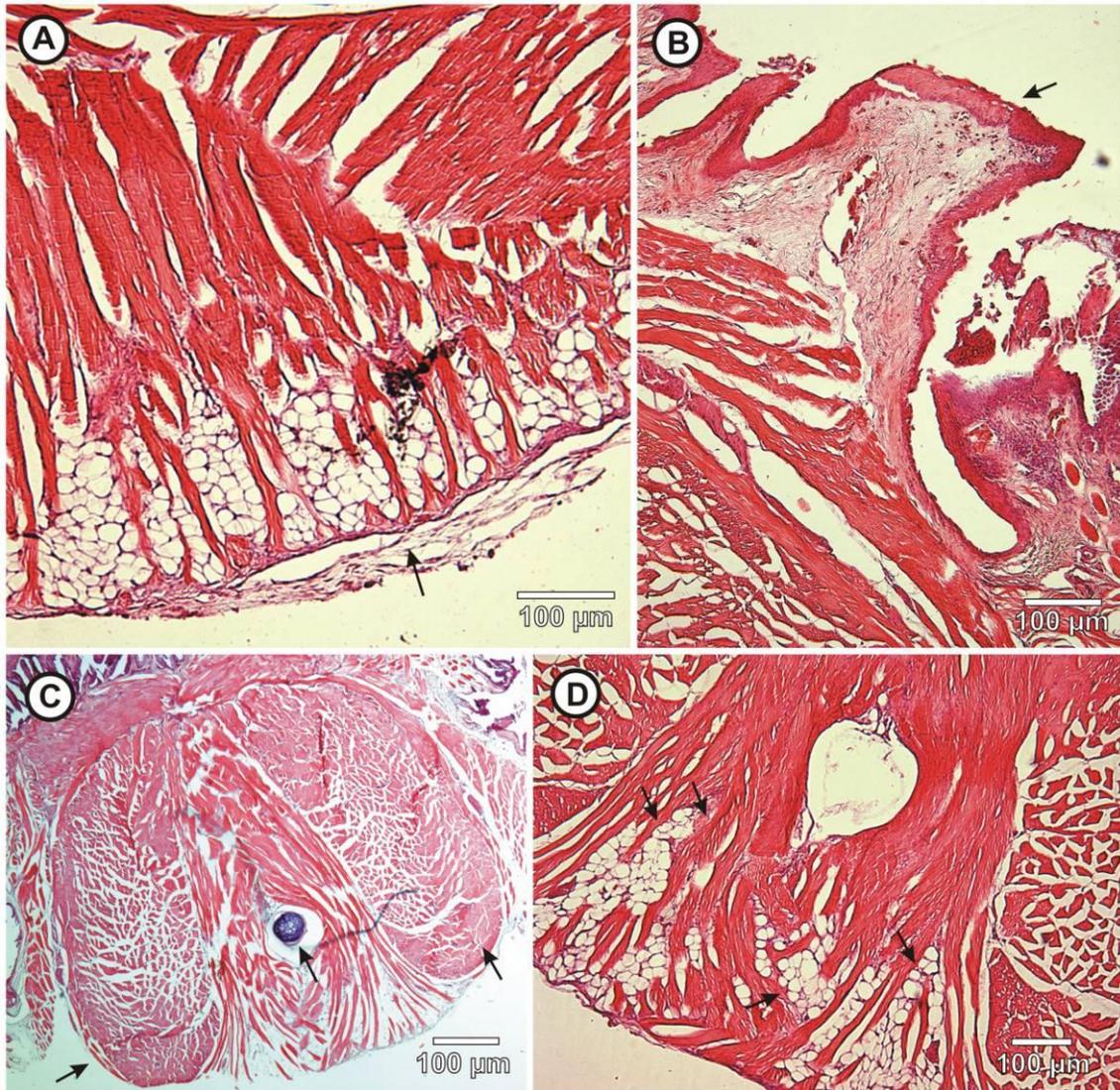


Figura 19. Fotomicrografia da língua de *Tropidurus torquatus* (Wied, 1820) coradas em HE. **A.** Corte longitudinal da língua destacando a camada de queratina se desprendendo da região ventral de língua. Note a grande quantidade de tecido adiposo entre a musculatura estriada próximo a região ventral da língua (10X). **B.** Corte transversal com destaque (seta) para o infiltrado celular localizado na lateral da base da língua (20X). **C.** Corte transversal da base da língua com destaque (seta) para os cilindros de musculatura estriada organizados em forma de elipse. A seta no centro do corte destaca a presença do cilindro de cartilagem hialina entre os feixes musculares (4X). **D.** Corte transversal da base da língua. As setas destacam a presença de tecido adiposo na base da língua (10X).

5. Discussão

Segundo Montuelle et al. (2012) a morfologia dos elementos envolvidos na alimentação, como crânio, mandíbulas, aparato hio-lingual, é moldado por pressão adaptativas de acordo com suas respectivas funções. A língua de répteis apresenta-se muito variável tanto na sua estrutura externa, quanto em sua estrutura microscópica, assim como suas funções dependendo da espécie (Koca et al., 2007). A maioria dos lagartos do grupo Scleroglossa e serpentes possuem a língua modificada para a quimiorrecepção (Schwenk & Rubega, 2005).

As variações na morfologia da cavidade oral, língua e glândulas orais surgem a partir das distinções na dieta e maneira que as espécies manipulam o alimento (Huey & Pianka, 1981; Pianka, 1986; Wassif, 2002). Estas variações também acontecem com a anatomia e histologia da língua de acordo com o tipo de forrageio de emboscada ou ativo (Cooper, 1997b).

Todas as espécies do presente estudo, com exceção de *T. torquatus*, possuem o ápice da língua bifurcado (*A. ameiva*, *O. striatus*, *A. dorsivittatum* e *H. mabouia*) em diferentes profundidades e ápice sem presença de papilas linguais, resultado semelhante ao relatado para o lagarto *Chalcides ocellatus* (Forsk., 1775) para Scincidae (Wassif, 2002), *Gekko japonicus* (Schlegel, 1836) para Gekkonidae (Iwasaki, 1990) e *Anguis fragilis* Linnaeus, 1758 para Diploglossidae (Toubeau, 1994). Na presente pesquisa, apenas *T. torquatus* não possui ápice da língua bifurcado e também não apresenta papilas linguais na região apical. Segundo Wassif (2002), todos os Squamata, exceto lagartos da família Agamidae, teriam algum nível de bifurcação na língua, porém tal bifurcação não ocorre em *T. torquatus*. No presente estudo *H. mabouia* apresentou língua bifurcada, porém a presença ou ausência de bifurcação na língua varia em lagartos da família Gekkonidae (Darwish, 2012).

Em Squamata, mais especificamente em lagartos, existe uma variedade de formatos de papilas linguais maiores do que as encontradas em mamíferos (Iwasaki, 1990). Os diferentes formatos destas estruturas são mais evidentes em estudos que utilizem microscopia eletrônica de varredura (Iwasaki, 1990)

As papilas linguais são descritas como papila filiforme de extremidades arredondadas, filiforme em forma de leque, filiforme em forma de escamas, filiforme cônica e filiforme cilíndrica (Iwasaki, 1990; Darwish, 2012). Porém de maneira geral os

lagartos apresentam papilas filiformes, havendo alterações no formato dependendo da posição na superfície da língua e da espécie. Estas diferenças de formato e distribuição vão variar muito de acordo com a dieta, hábitos alimentares e a maneira como cada espécie lida e manipula o alimento (Pianka, 1986).

No presente estudo, através da microscopia de luz foi possível notar diferentes padrões de formas de papilas que variaram de acordo com a espécie. Em *A. ameiva* as extremidades afiladas e voltadas para a raiz da língua parecem ajudar, com função mecânica, na captura e manutenção da presa na cavidade oral, contribuindo provavelmente também para a deglutição. O mesmo formato de papilas linguais imbricadas semelhantes à escamas foi descrito para todo o gênero *Anthrosaura*, também pertencente a família Teiidae (Hoogmoed & Avila-Pires, 1992).

A conformação do arranjo muscular encontrado em *A. ameiva*, apresentando dois cilindros de musculatura estriada muito compacta e organizada e o cilindro de cartilagem entre os feixes, parece ser importante na movimentação geral da língua. A mobilidade da língua de Teiidae já foi relatada para outras espécies desta família que possuem uma língua longa, estreita e bífida, além de ser muito móvel e flexível (Guibé, 1970b). Essa anatomia e a protrusão da língua do animal favorece assim o comportamento de “tongue-flicking”, típico de lagartos forrageadores ativos (Cooper, 1994). A presença de papilas linguais do tipo filiformes, semelhante a escamas e a ausência de papilas com revestimento glandular, sugerem a função tátil destas papilas.

Ameiva ameiva é uma espécie que apresenta forrageio ativo e amplitude de dieta baixa (Mesquita et al., 2006). O formato e alongamento da língua, conformação muscular e tegumento da língua de *A. ameiva* observados no presente estudo condizem fortemente com o forrageio ativo. O mesmo ocorre para a dieta, por ser muito semelhante em diferentes populações (Mesquita et al., 2006). Porém esta conformação morfológica que torna a espécie tão especialista parece não prejudicar a habilidade de colonização e plasticidade ecológica da espécie que é encontrada em diferentes biomas brasileiros (Sartorius, 1999).

A especificidade da língua de *A. ameiva* para o forrageio ativo, encontrada no presente estudo, parece restringi-la a este tipo de forrageio, uma vez que *A. ameiva* não é capaz de identificar sinais químicos de plantas (Cooper et al., 2002b). Lagartos onívoros, com formatos de língua não tão especializados, são capazes de realizar discriminação química entre presa animal e material vegetal (Cooper et al., 2002a). Esta especificidade morfológica de parte do aparato sensorial de *A. ameiva*, identificado no

presente estudo, parece ser rigorosa, pois os componentes orgânicos de plantas e presa animal são basicamente os mesmos, diferindo em concentração (Cooper et al. 2002a).

Para *A. dorsivittatum* o formato e distribuição das papilas e sua porção glandular é muito semelhante ao descrito para *Chalcides ocellatus* (Forsk., 1775) como observado por Wassif (2002). Observando a língua de *A. dorsivittatum* com o auxílio de estereomicroscópio foi possível notar a presença de papilas foliadas na porção lateral da língua desta espécie. Tal formato de papila encontrado em *A. dorsivittatum* foi relatado para *Podarcis sicula* (Rafinesque-Schmaltz, 1810) e descrito como papila foliada (Abbate et al., 2010). Entretanto, para *C. ocellatus* (Forsk., 1775) e *Chalcides sepsoides* (Audouin, 1829), que fazem parte da mesma família que *A. dorsivittatum*, a mesma estrutura é denominada papila serrada (Sarhan & Hussein, 2013). Segundo Abbate (2010) seriam importantes na secreção de muco que facilita a deglutição. Na língua de *A. dorsivittatum* a região, na qual foram encontradas as papilas foliadas, é repleta de células muco-secretoras, corroborando com os resultados de Abbate (2010).

Distinções na estrutura da língua podem ocorrer inclusive dentro de uma mesma família de lagartos, como o relatado por Sarhan & Hussein (2013), que notaram diferenças na estrutura e distribuição dos diferentes tipos de papilas entre as espécies *C. ocellatus* e *C. sepsoides* e que relataram que tais variações entre as espécies estariam relacionadas ao hábitat e dieta, não compartilhados pelas mesmas.

Em *H. mabouia* nas porções laterais da base da língua existe um epitélio revestindo as criptas, no qual as células são cilíndricas com núcleos posicionados na base, porém o citoplasma é fracamente acidófilo estando possivelmente repleto de vacúolos lipídicos, o que vai caracterizar uma secreção mucoide (mistura de glicoproteínas e de proteoglicanas. Dessa forma, acredita-se que essa espécie pode produzir uma secreção mista, pois existem, em diferentes pontos da língua, células glandulares com características mucosas e serosas. Estas mesmas características foram encontradas na língua de *Ptyodactylus guttatus* Heyden, 1827 e *Stenodactylus petrii* Anderson, 1896 (Darwish, 2012) e em *Gekko japonicus* Schlegel, 1836 (Iwasaki, 1990), todos da família Gekkonidae.

A característica glandular da língua de *H. mabouia*, com um agregado de células com estas características na lâmina própria, configurou um provável infiltrado celular linfocítico que pode estar ligado a uma função imunológica, de retenção de patógenos ainda na cavidade oral. Tal fato pode ser importante, pois esta espécie é do tipo forrageador de emboscada e apresenta uma dieta oportunista e menos seletiva, se

alimentando de insetos, aracnídeos, crustáceos e também de moluscos (Rocha & Anjos, 2007; Albuquerque et al., 2013). Dessa forma a cavidade oral de *H. mabouia* deve estar preparada para o alimento que estiver disponível. O provável infiltrado de linfócitos na língua de *H. mabouia* parece contribuir para a integridade do organismo desta espécie, pois a discriminação química da qualidade da presa é baixa (Schwenk, 1993).

O formato das papilas filiformes cônicas de *H. mabouia* parece indicar função mecânica, como ocorre para *A. ameiva*. Estas papilas de *H. mabouia* apresentam o mesmo formato do encontrado por Darwish (2012) em *P. gutattus* e *S. petrii*. O aspecto de secreção mucóide encontrado para a língua de *H. mabouia* pode facilitar a deglutição. O mesmo foi descrito em outras espécies de Gekkonidae (Darwish, 2012). Em relação a estímulos químicos, lagartos forrageadores ativos seriam capazes de discriminação da presa, enquanto forrageadores de emboscada não (Cooper et al., 2002b). A família Gekkonidae apresenta espécies tanto forrageadoras ativas quanto de emboscada (Schwenk, 1993; Cooper, 1995b). A estrutura da língua de *H. mabouia* não parece ser adaptada para realização do “tongue-flicking”. Porém, sabe-se que a fonte de identificação química da família Gekkonidae está fortemente ligada ao olfato, e pouco ligada ao vomerolfato, como acontece na maioria dos lagartos forrageadores ativos (Schwenk, 1993).

Para lagartos forrageadores de emboscada como *H. mabouia*, o gasto de energia na busca por alimento é menor (Silva & Araújo, 2008). Dessa forma, identificar o predador a certa distância seria interessante para esta espécie. Dial et al. (1989) relatou a ocorrência de autotomia caudal, que se trata de uma estratégia de defesa, na presença de sinais químicos do predador da espécie *Coleonyx variegatus* (Baird, 1858), da família Gekkonidae. A conformação de parte do aparato sensorial de *H. mabouia* encontrado no presente estudo sugere que esta identificação de predador, caso ocorra, seria feita através do olfato, pois a língua de *H. mabouia* não parece favorecer a identificação química por “tongue-flicking”.

A camada de queratina encontrada em todas as espécies analisadas é característica marcante na língua de répteis e é considerada uma adaptação ao ambiente terrestre, que é fundamental para a proteção durante a captura de presas, ingestão, mastigação e deglutição (Iwasaki, 2002; Sahran & Hussein, 2013). O padrão de ápice da língua com camada de queratina e base da língua não queratinizado encontrado nas espécies do presente estudo, com exceção de *A. ameiva*, já foi encontrado para outras espécies de lagartos (Iwasaki, 1990; Koca et al., 2007; Darwish, 2012). No caso de *A.*

ameiva, a porção mediana e base da língua não apresentam porção glandular. No presente estudo foi possível notar a ocorrência do processo de paraqueratinização o que pode indicar a importância desta camada de proteção para a língua, devido a constante renovação (Rabinowitz & Tandler, 2005; Wassif, 2002).

A ocorrência de paraqueratinização indica o uso constante da língua em diferentes atividades desempenhadas por lagartos, pois o uso intenso da língua requer uma renovação rápida e contínua da camada protetora de queratina. Desta forma, a mucosa lingual, mais delicada, não permanece exposta a ação abrasiva, tanto de dentes quanto do substrato.

A estrutura par semelhante a discos bilaterais encontrada na língua de *A. dorsivittatum*, *T. torquatus* e *H. mabouia* foi descrita para a espécie *Anguis fragilis* Linnaeus, 1758 (Toubeau et al., 1994) (Diploglossidae=Anguidae). Esta região do ápice da língua está associada a uma espessa camada de queratina, como encontrada para as espécies do presente estudo. Esta estrutura teria a função de proteger o ápice da língua do contato abrasivo com os dentes anteriores ou com o substrato durante o “tongue-flicking” e “labial-licking” (Toubeau et al., 1994). Estes comportamentos são largamente utilizados por lagartos tanto de forrageio ativo quanto de emboscada.

A configuração muscular possuindo dois cilindros de musculatura estriada envolta por camada muscular e com o cilindro de cartilagem também foi observada para outras espécies do presente estudo como *O. striatus* e *A. dorsivittatum*. Apesar de apresentar língua de base ampla e com pequena bifurcação no ápice, o aparato muscular de *A. dorsivittatum* configura-se de forma favorável a protrusão da língua, como observado para outras espécies da mesma família (Cooper & Whiting, 2000).

O antigo gênero *Mabuya* apresenta tanto o forrageio ativo quanto de emboscada e em uma mesma espécie pode haver oscilações entre os dois tipos de forrageio (Wymann & Whiting, 2002) que estão relacionadas a diferentes fatores. Segundo Huey & Pianka (1981) lagartos exibem padrão de forrageio flexível de acordo com fatores variáveis como tipo de habitat, disponibilidade de alimento e alterações de micro-habitat. Para a espécie *Oligosoma grande* (Gray, 1845) da antiga família Scincidae, mesma família de *A. dorsivittatum*, a distribuição da presa pelo ambiente pode alterar a estratégia de forrageio (Eifler & Eifler, 1999).

Outro fator seriam as alterações no habitat e na disponibilidade de recursos, causadas pelo fogo, que podem resultar em modificações nos hábitos alimentares e na distribuição de uma população de lagartos, por exemplo, e dessa forma, haver uma

modificação do padrão de forrageio ativo ou de emboscada (Araújo et al., 1996; Frizzo et al., 2011).

No presente estudo *A. dorsivittatum* apresentou morfologia característica de ambos os tipos de forrageio. Base larga, bifurcação reduzida e botões gustativos nas papilas linguais são fatores característicos de línguas de espécies forrageadoras de emboscada (Schwenk, 1985; Cooper, 1997a), enquanto o aparato muscular bem organizado, facilitando a mobilidade da língua as aproxima de um forrageio ativo. Pode-se classificar *A. dorsivittatum* como uma espécie com morfologia de língua intermediária, não correspondendo diretamente a nenhuma dos dois extremos dos tipos de forrageio normalmente classificados. O que corrobora com o trabalho de Cooper & Whiting (2000), que observaram forrageio ativo e de emboscada para o antigo gênero *Mabuya*.

Neste estudo de Cooper & Whiting (2000), as espécies *Mabuya acutilabris* (= *Trachylepis acutilabris*) (Peters, 1862) e *Mabuya spilogaster* (= *Trachylepis spilogaster*) (Peters, 1882) foram classificadas como forrageadoras de emboscada, enquanto *Mabuya striata* (= *Trachylepis striata*) (Peters, 1844), *Mabuya sulcata* (= *Trachylepis sulcata*) (Peters, 1867) e *Mabuya variegata* (= *Trachylepis variegata*) (Peters, 1870) foram classificadas como forrageadoras ativas. As diferenças de forrageio encontradas neste estudo se deram devido aos diferentes micro-habitats de forrageio de cada espécie.

Ophiodes striatus, também apresentou arranjo muscular com dois cilindros compactos de musculatura estriada, apresenta o comportamento de “tongue-flicking”, hábitos alimentares generalistas e oportunistas, sendo relatado também o hábito canibalista (Barros & Teixeira, 2007; Montechiaro et al., 2011). A dieta generalista é característica de lagartos forrageadores de emboscada (Vitt, 1991; Rocha, 1992). De maneira geral lagartos Anguimorpha, que incluem os gêneros *Ophiodes* e *Diploglossus* no Brasil, são classificados como forrageadores ativos, havendo informações controversas apenas para a espécie *Elgaria coerulea* (Wiegmann, 1828) como relatada no estudo de Cooper (1990). O arranjo muscular apresentado por *O. striatus* parece favorecer a mobilidade da língua para a realização do “tongue-flicking”, comportamento típico de forrageadores ativos. A sua dieta generalista pode estar ligada a capacidade desta espécie de colonizar tanto áreas de mata fechada quanto áreas abertas (Barros & Teixeira, 2007).

A configuração lingual para *O. striatus*, encontrada no presente estudo, parece favorecer o forrageio ativo, devido a bifurcação e alongamento da língua. O formato cônico das papilas linguais também parece indicar o mesmo. As extremidades voltadas em direção à traqueia podem ter função mecânica, contribuindo para a manipulação e deglutição da presa. Entretanto, a porção glandular da língua de *O. striatus* pode estar relacionada a sua dieta generalista e não diretamente ao tipo de estratégia de forrageio.

Ainda considerando o arranjo muscular, *H. mabouia* e *T. torquatus* diferiram das demais espécies do presente estudo neste aspecto. Ambas as espécies possuem um arranjo muscular que parece não favorecer o comportamento do “tongue-flicking”, com uma musculatura pouco compacta e aspecto frouxo. Além disso, a presença de tecido adiposo parece tornar a língua menos móvel, o que sugere que esta língua teria pouca importância na realização do “tongue-flicking”.

Segundo Cooper (1995b) o movimento de “tongue-flicking” pode quebrar a característica críptica necessária à efetividade do forrageio de emboscada, logo poderia expor o lagarto a algum predador. A característica da língua de *H. mabouia* e *T. torquatus* pouco adaptada ao “tongue-flicking” demonstra a sua ligação ao forrageio de emboscada, sugerindo que haja pouca plasticidade no tipo de forrageio destas espécies até o presente estudo.

As espécies estudadas na presente pesquisa apresentaram um eixo de cartilagem hialina no centro dos cortes transversais. Segundo El-Sayyad (2011), a presença deste eixo de cartilagem facilita o deslizamento, extensão e permite que a língua seja suficientemente rígida para efetuar a protrusão. Tal fato destaca a variedade de funções desenvolvidas pela língua de lagartos como órgão sensorial e tátil, pois todas as espécies estudadas apresentam tal estrutura, não apenas as que realizam o comportamento de “tongue-flicking”. A protrusão da língua, como observada em lagartos, é característica somente encontrada em mamíferos e algumas poucas espécies de anfíbios que possuem morfologia lingual incomum ao grupo (Schwenk & Rubega, 2005).

Com exceção de *A. ameiva*, todas as espécies do presente estudo apresentam botões gustativos. Foi observado que apenas *A. dorsivittatum* apresentou botões gustativos na superfície dorsal da língua, nas papilas linguais. Botões gustativos na superfície da língua já foram encontrados em outras espécies da antiga família Mabuyidae (=Scincidae), como *C. ocellatus* (Wassif, 2002). As demais espécies exibiram botões gustativos no palato. Segundo Delheusy et al. (1994), a função dos

botões gustativos localizados nas papilas da porção anterior da língua seria de examinar a palatabilidade dos alimentos nos primeiros contatos da língua com o item presa no momento da captura. Em *A. dorsivittatum*, a maioria dos botões gustativos encontrados na superfície da língua estava localizado no terço anterior e início do terço médio.

Em outras espécies da antiga família Scincidae (=Mabuyidae), como *Scincella* sp. e *Dasia smaragdinum* (=Lamprolepis smaragdina) (Lesson, 1826) foram descritos botões gustativos em maior quantidade próximo ao ápice da língua e na mucosa oral (Schwenk, 1985). O mesmo foi observado no presente estudo para *A. dorsivittatum*.

Ophiodes striatus apresentou botões gustativos apenas na mucosa oral, como já observado em outros representantes da família Anguidae (=Diploglossidae) (Schwenk, 1985). Porém, no estudo realizado por Schwenk (1985), as espécies da família Anguidae apresentaram botões gustativos nas diferentes regiões da língua. Entretanto, na mucosa oral estas estruturas eram mais abundantes. De acordo com o trabalho de Cooper (1990), a gustação seria um importante sentido químico de suporte ao sistema vomeronasal que teria função sensorial primária para Anguidae (=Diploglossidae). A ausência de botões gustativos na superfície lingual de *O. striatus* pode aproximá-lo do forrageio ativo, pois, segundo Schwenk (1985), a abundância de botões gustativo e de receptores vomeronasais é inversamente proporcional.

Para a família Teiidae, a presença de botões gustativos já foi descrita em *Cnemidophorus tigris* (=Aspidoscelis tigris) (Baird & Girard, 1852) (Schwenk, 1985). Em *C. tigris* foram encontrados botões gustativos nos terços mediano e posterior da superfície dorsal da língua e na cavidade oral, porém, no presente estudo não foram encontrados botões gustativos na nem superfície da língua e nem cavidade oral de *A. Ameiva*, embora seja da mesma família das espécies de *Cnemidophorus*. A ausência de botões gustativos, tanto na cavidade oral quanto na língua, já foi descrita em lagartos da família Varanidae (Young, 2014). Segundo Cooper (1997a) a abundância de receptores vomeronasais aumenta em relação ao alongamento e bifurcação da língua e decresce em relação a maior abundância de botões gustativos. A ausência de botões gustativos relatada no presente estudo para *A. ameiva* pode indicar como lagarto forrageador ativo, reforçando a configuração do seu aparato sensorial, além da língua alongada e bífida.

A interpretação das partículas químicas do ambiente em *A. ameiva* seria tão precisa que não haveria necessidade do contato da língua com a presa para que se tome a decisão de engolir ou rejeitá-la. O conjunto morfológico do aparato sensorial de *A. ameiva*, investigado neste estudo, parece confirmar esta hipótese. E a ausência de botões

gustativos pode ser um indicativo que esta espécie seja a mais especializada no forrageio ativo. A discriminação química em lagartos da família Teiidae é feita a uma considerável distância da presa (Cooper et al., 2002b). Como a gustação é considerada como um sentido mais sutil (Schwenk, 1985) que depende do contato presa-predador, *A. ameiva* seria uma espécie menos dependente deste sentido.

A espécie *H. mabouia* apresentou botões gustativos apenas no palato. Para a família Gekkonidae já foram encontrados botões gustativos na base da língua e na cavidade oral de *Coleonyx variegatus* (Baird, 1858) e em *Gonatodes antillensis* (Lidth de Jeude, 1887) apenas na cavidade oral (Schwenk, 1985).

O lagarto *T. torquatus* é uma espécie generalista, oportunista e onívora, que consome a maioria dos tipos disponíveis de potenciais itens alimentares no ambiente e que geralmente predominam artrópodes e material vegetal. Como por exemplo, a flor de *Centrosema coriaceum* Benth (Leguminosae, Fabaceae), como relatado no trabalho de Gomides et al. (2013). Lagartos onívoros teriam derivado de grupos de lagartos carnívoros forrageadores de emboscada, capazes de identificar sinais químicos (Cooper, 2003b). Segundo Cooper et al. (2002), lagartos onívoros e herbívoros teriam habilidade acentuada de detectar substâncias tóxicas em plantas, tanto através do comportamento de “tongue-flicking” e posterior identificação do vomerolfato, quanto por gustação.

Logo, é possível que outras substâncias provenientes de plantas sejam identificadas por lagartos, como no caso de *T. torquatus*, substâncias com possível propriedades anti-helmínticas (Pereira et al., 2012). No presente estudo, *T. torquatus* apresentou o revestimento da superfície dorsal da língua essencialmente glandular, e arranjo muscular e morfologia externa pouco favoráveis a realização de “tongue-flicking”, porém, não existem trabalhos que comprovem ou descartem a realização de tal comportamento por esta espécie. Dessa forma pode-se sugerir que esta possível identificação química de substâncias anti-helmínticas em *Centrocema coriaceum* por *T. torquatus* seja realizada por sinais visuais e pelos botões gustativos, encontrados no teto da cavidade oral desta espécie.

A realização do “tongue-flicking” não garante que ocorra discriminação química da presa. Segundo Cooper & Sherbrooke (2009), a partir de um estudo comportamental, estes autores observaram que a espécie *Phrynosoma cornutum* (Harlan, 1824) realizava o comportamento de “tongue-flicking”, porém não era capaz de distinguir sobre os itens alimentares apresentados. As características observadas na língua de *T. torquatus* no presente estudo, mesmo que possa sugerir a não realização do “tongue-flicking”, não se

pode afirmar que esta espécie não realize a discriminação química das presas por outros meios. Outras espécies de lagartos forrageadores de emboscada apresentam discriminação química de presas (Downes, 1999).

Os poucos estudos envolvendo botões gustativos e as baixas taxas dessas estruturas encontradas em lagartos sugerem que a gustação teria pouca importância para lagartos (Schwenk, 1985) e dessa forma, os comportamentos de “tongue-flicking”, “labial-licking” e “licking” (lamber o substrato) estariam relacionados às funções envolvidas com a captura de partículas químicas para a interpretação do órgão vomeronasal (Deperno & Cooper, 1996). A presença de botões gustativos em todas as espécies estudadas no presente trabalho, com a exceção de *A. ameiva*, pode indicar a relação existente entre essa estrutura e a discriminação química de presas ingeridas ou analisadas antes da ingestão. Esta identificação pode ser feita por um mecanismo distinto do vomerolfato, identificando partículas distintas as interpretadas pelo órgão vomeronasal.

Todos os lagartos avaliados no presente estudo, que possuem uma dieta mais generalista (*T. torquatus*, *A. dorsivittatum*, *O. striatus* e *H. mabouia*) apresentaram língua com porção glandular significativa. As espécies *T. torquatus* e *H. mabouia*, classificadas como forrageadores de emboscada, apresentaram maior porção da língua revestida por epitélio glandular. As células secretoras na base das papilas com extremidade revestida de tecido epitelial em *A. dorsivittatum* teriam a função de “lavar” os botões gustativos para um novo estímulo (Schwenk, 1985). *Tropidurus torquatus* apresentou, já no terço anterior, papilas filamentosas muito semelhantes às encontradas na espécie de tuatara *Sphenodon punctatus*, espécie na qual também ocorre desprendimento de células secretoras do epitélio glandular que reveste a papila (Schwenk, 1986). Em *H. mabouia* nota-se a presença de epitélio glandular a partir do terço médio. *Ameiva ameiva*, por sua vez, não apresenta epitélio glandular no revestimento da língua e são lagartos forrageadores ativos (Silva & Araújo, 2008) e com dieta especialista pouco variada, se alimentando de cupins, formigas e larvas de insetos (Mesquita, 2006; Silva & Araújo, 2008).

Ophiodes striatus também apresentou língua com porção glandular, mesmo os demais representantes da antiga família Anguidae (=Diploglossidae) sendo considerados lagartos forrageadores ativos (Cooper, 1990), *O. striatus* apresenta uma dieta generalista mais variada característica de forrageadores de emboscada (Barros & Teixeira, 2007; Montechiaro et al., 2011). É possível que a dieta generalista esteja

ligada ao hábito semi-fossorial apresentado pela espécie, devido a grande diversidade de espécies que forrageiam na serrapilheira (Pianka & Vitt, 2006). Estas distinções, de espécie para espécie encontradas no presente estudo, referentes à posição e extensão do epitélio glandular cobrindo a superfície da língua, corrobora a observação de Schwenk (1988), que diferentes porções da língua estariam sujeitas a diferentes pressões seletivas.

Em 1985 Simon & Moakley discutiam que a capacidade sensorial em lagartos deveria ser melhor avaliada. Sabe-se que lagartos da família Iguanidae, por exemplo, são orientados visualmente, entretanto, mesmo que estes lagartos tenham recepção química menos desenvolvida do que os demais grupos, estes ainda são capazes de realizar comunicação química (Simon & Moakley, 1985).

Segundo Cooper (2002b), em relação a estímulos químicos, lagartos forrageadores ativos seriam capazes de discriminação química da presa, enquanto forrageadores de emboscada não teriam esta habilidade. Esta suposição parece estar bem estabelecida em lagartos do hemisfério norte. Para lagartos brasileiros as habilidades sensoriais são pouco conhecidas, logo, esta questão parece ser um pouco mais flexível. Estas habilidades estão relacionadas ao tipo de habitat, Bioma e oferta de itens alimentares disponíveis, dentre outros aspectos que podem variar devido diferentes fatores (Rocha, 1994).

Dessa forma, os diferentes biomas brasileiros, onde existem lagartos, apresentam fitofisionomias muito distintas e que passam por variações climáticas durante o ano (Vitt, 1991; Vitt et al., 1999; Mesquita, 2006), entretanto, estas variações são menos regulares que em regiões do hemisfério norte, onde as estações são mais bem definidas. O forrageio e os hábitos alimentares também seriam provavelmente mais regulares. Estudos que envolvam essas questões devem ser melhor relacionados não apenas com inferências no modo de forrageio e dieta, mas também quanto a morfologia.

Assim, teria-se mais clareza a cerca dos fatores que podem influenciar no modo de vida e tomadas de decisões que cada espécie. Todavia, estas respostas podem variar de acordo com as diferentes pressões ambientais em que cada indivíduo está sujeito no habitat.

Tais variações podem alterar a disponibilidade de presas durante uma determinada época do ano, podendo deslocar a dinâmica de forrageio de lagartos. Dessa forma, existem gradientes de forrageio entre os dois extremos, ativo e emboscada, que

as espécies podem ocupar de acordo com a disponibilidade de recursos (Silva & Araújo, 2008).

6. Considerações Finais

A morfologia de parte do sistema sensorial de lagartos avaliada no presente estudo acompanha a flexibilidade do forrageio. Existem diferentes atributos do sistema sensorial descritos aqui que aproximam as espécies das estratégias de forrageio de emboscada ou ativo, porém, que ainda permitem certa plasticidade de forrageio em caso de perturbações ambientais. Dessa forma, a partir das observações no presente estudo, que avaliou a língua como principal estrutura mediadora do sistema sensorial de lagartos, nota-se que a configuração do sistema sensorial acompanha as pressões ambientais para a realização de um forrageio ótimo. Foi possível perceber para lagartos forrageadores ativos, o quanto a língua é especializada para o desempenho de atividades para este tipo forrageio, enquanto que para lagartos forrageadores de emboscada a estrutura macro e microscópica da língua se mostram mais versátil.

Este estudo buscou estabelecer a estrutura anatômica e histológica das línguas de cinco espécies de lagartos e verificar se seria possível associar tais particularidades da morfologia com o forrageio das espécies. O presente estudo obteve sucesso nesta associação, pois a anatomia e histologia, apesar ser largamente estudada, é pouco associada a suas funções e a aspectos ecológicos das espécies de réptil.

Esta análise das características externas e microscópicas da língua podem trazer grandes contribuições para o entendimento de como o lagarto otimiza a sua percepção do ambiente, como percebe o tempo e seu gasto energético. Dessa forma, nota-se uma clara relação entre a morfologia e maneira como o lagarto desempenha suas funções no habitat, além de revelar maiores conhecimentos a cerca da história natural e biologia do grupo ainda tão pouco estudado no Brasil.

7. Referências Bibliográficas

Abbate, F.; Guerrera, M. C.; Montalbano, G.; Zichichi, R.; Germaná, A.; Ciriaco, E. 2010. Morphology of the Lingual Dorsal Surface and Oral Taste Buds in Italian Lizard (*Podarcis sicula*). *Journal of Veterinary Medicine*. 39, pp. 167-171.

Albuquerque, N. R.; Costa-urquiza, A. S.; Soares, M. P.; Alves, L. S.; Urquiza, M. V. S. 2013. Dieta de dois lagartos senta-e-espera, *Phyllopezus pollicaris* (Spix, 1825) (Phyllodactylidae) e *Hemidactylus mabouia* (Moreau de Jonnés, 1818) (Gekkonidae) em uma área periantrópica do Mato Grosso do Sul, no oeste do Brasil. *Biota Neotrop*. 13(4), pp. 376-381.

Araújo, A. F. B.; Costa, E. M. M.; Oliveira, R. F.; Ferrari, K.; Simon, M. F.; Pires-junior, O. R. 1996. Efeitos de queimadas na fauna de lagartos do Distrito Federal. In: Miranda, H. S.; Saito, C. H.; Dias B. F. S. (Org.). Impactos de queimadas em áreas de Cerrado e Restinga. Brasília: ECL: UnB, pp. 148-160.

Banks, W. J. 1991. Sistema Digestivo I: Canal Alimentar. In: *Histologia Veterinária Aplicada*. 2 ed. Malone Ltda.

Barros, E. H. & Teixeira, R. L. 2007. Diet and fecundity of the Glass-lizard, *Ophiodes striatus* (Sauria, Anguidae) from the Atlantic Forest in southeastern Brazil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*. 22, pp. 11-23.

Bertmar, G. 1981. Evolution of vomerine organs in vertebrates. *Evolution*. 35(2), pp. 359-366.

Cooper, W. E., Jr. 1990. Prey Odor Discrimination by Anguid Lizards. *Herpetologica*. 46(2), pp. 183-190.

Cooper, W. E., Jr. 1994. Chemical discrimination by tongue-flicking in lizards: a review with hypotheses on its origin and its ecological and phylogenetic relationships. *Journal of Chemical Ecology*. 20(2), pp. 439-486.

Cooper, W. E., Jr. 1995a. Foraging mode, prey chemical discrimination, and phylogeny in lizards. *Animal Behavior*. 50 (4), pp. 973-985.

Cooper, W. E., Jr. 1995b. Prey Chemical Discrimination and Foraging Mode in Gekkonidae Lizards. *Herpetological Monographs*. 9, pp. 120-129.

Cooper, W. E., Jr., DePerno, C. S., Steele, L. J. 1996. Effects of movement and eating on chemosensory tongue-flicking and on labial-licking in the leopard gecko (*Eublepharis macularius*). *Chemoecology*. 7(4), pp. 179-183.

Cooper, W. E., Jr. 1997a. Independent evolution of squamate olfaction and vomerolfaction and correlated evolution of vomerolfaction and lingual structure. *Amphibia-Reptilia*. 18(1), pp. 85-105.

Cooper, W. E., Jr. 1997b. Correlated evolution of prey chemical discrimination with foraging, lingual morphology and vomeronasal chemoreceptor abundance in lizards. *Behavior Ecology and Sociobiology*. 41(4), pp. 257-265.

Cooper, W. E., Jr. & Whiting, M. J. 2000. Ambush and Active Foraging Modes Both Occur in the Scincid Genus *Mabuya*. *Copeia*. 2000(1), pp. 112-118.

Cooper, W. E., Jr. & Perez-Mellado. 2001. Chemical responses to sugar and fat by the omnivorous lizards *Gallotia caesaris* with behavioral evidence suggesting a role for gustation. *Physiology and Behavior*. 73(4), 509-516.

Cooper, W. E., Jr; Perez-Mellado, V.; Vitt, L. J.; Budzynski, B. 2002a. Behavioral responses to plant toxins by two omnivorous lizards species. *Phylogeny and Behavior*. 76 (1), pp. 297-303.

Cooper, W. E.; Jr, Caldwell, J. P.; Vitt, L. J.; Pérez-Mellado, V.; Baird, T. A. 2002b. Food-chemical discrimination and correlated evolution between plant diet and plant-chemical discrimination in lacertiform lizards. *Canadian Journal of Zoology*. 80(4), pp. 655-663.

Cooper, W. E., Jr. & Whiting, M. J. 2003a. Prey chemicals do not affect give-up time to ambush posts by the Cordylid Lizard *Platysaurus Broadleyi*. *Herpetologica*. 59(4), pp. 455-458.

Cooper, W. E., Jr. 2003b. Food Chemical Discrimination by the Omnivorous Lizard *Leiolepis belliana*. *Journal of Herpetology*. 37(1), pp. 189-190.

Cooper, W. E., Jr. 2005. Duration of Movement as a Lizard foraging Movement Variable. *Herpetologica*. 61(4), pp. 363-372.

Cooper, W. E., Jr. 2007. Lizards chemical sense, chemosensory behavior, and foraging mode. In: *Lizard Ecology*. Reilly, S. M.; McBrayer, L. B.; Miles, D. B. (eds.). Cambridge University Press. 531pp.

Cooper, W. E., Jr & Sherbrooke, W. C. 2009. Prey Chemical Discrimination by Tongue Flicking Is Absent in the Texas Horned Lizard, *Phrynosoma cornutum*. *Journal of Herpetology*. 43(4), pp. 688-692.

Darwish, S. T. 2012. Comparative Histological and Ultrastructural Study of the Tongue in *Ptyodactylus guttulatus* and *Stenodactylus petrii* (Lacertilia, Gekkonidae). *Journal of American Science*. 8(2), pp. 603-612.

Delheusy, V.; Toubeau, G.; Bels, V. L. 1994. Tongue structure and function in the *Oplurus cuvieri* (Reptilia: Iguanidae). *Anatomical Record*. 238(2), pp. 263-276.

DePerno. C. S.; Cooper, W. E. 1996. Labial-licking for chemical sampling by the leopard gecko (*Eublepharis macularis*). *Journal of Herpetology*. 30(1), pp. 83-88.

Dial, B. E.; Weldon, P. J.; Curtis, B. 1989. Chemosensory Identification of Snake Predators (*Phyllorhynchus decurtatus*) by Banded Geckos (*Coleonyx variegates*). *Journal of Herpetology*. 23(3), pp. 224-229.

Downes, S. 1999. Prey Odor influences retreat-site selection by naive Broad-Headed Snakes (*Hoplocephalus bungaroides*). *Journal of Herpetology*. 33(2), pp. 156-159.

Eifler, D. A. & Eifler, M. A. 1999. The influence of prey distribution on the foraging strategy of the lizard *Oligosoma grande* (Reptilia: Scincidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 45(6), pp. 397-402.

El-Sayyad, H. I. H.; Sabry, D. A.; Khalifa, S. A.; Abou-El-Naga, A. M.; Foda, Y. A. 2011. Studies on tongue of Reptilian Species *Psammophis sibilans*, *Tarentola annularis* and *Crocodylus niloticus*. *International Journal of Morphology*. 29(4), pp. 1139-1147.

Filoramo, N. I. & Schwenk, K. 2009. The mechanism of chemical delivery to the vomeronasal organs in squamates reptiles: A comparative morphological approach. *Journal of Experimental Zoology*. 311(1), pp. 20-34.

Frizzo T. L.; Massochini, C. B.; Borges, M. P.; Vasconcelos, H. L. 2011. Revisão dos efeitos do Fogo sobre a Fauna de Formações Savânicas do Brasil. *Oecologia Australis*. 15(2): 365-379. 2011.

George, L. L. & Castro, R. R. L. 1998. *Histologia Comparada*. 2ed. Roca. São Paulo. 286pp.

Gomides, S. C.; Ribeiro, L. B.; Peters, V. M.; Sousa, B. M. 2013. Feeding and reproduction ecology of the lizard *Tropidurus torquatus* (Squamata: Tropiduridae) in a rock outcrop area in southeastern Brazil. *Revista Chilena de História Natural*. 86(2), pp. 137-151.

Guibé, J. 1970a. Les Organes Gustatifs. *In: Traité de Zoologie – Anatomie, Systématique, Biologie*. P. P. Grassé (eds.). Masson & Cie. Paris.

Guibé, J. 1970b. L'appareil Digestif. *In: Traité de Zoologie – Anatomie, Systématique, Biologie*. P. P. Grassé (eds.). Masson & Cie. Paris.

- Graves, B. M. & Halpern, M. 1989. Chemical Access to the vomeronasal organs of the lizards *Chalcides ocellatus*. *The Journal of Experimental Zoology*. 249(2), pp. 150-157.
- Halpern, M. 1992. Nasal chemical senses in reptiles: Structure and function, pp. 423-523. In: *Biology of Reptilia*. Gans, C. & Crews, D. (eds). The University of Chicago Press, Chicago.
- Hoogmoed, M. S. & Avila-Pires, T. C. S. 1992. Studies on the species of the South American lizards genus *Anthroposaura* Boulenger (Reptilia: Sauria: Teiidae) with the resurrection of two species. *Zoologische Mededelingen*. 66(35), pp. 453-484.
- Huey, R. B. & Pianka, E. R. 1981. Ecological Consequences of Foraging Mode. *Ecology*. 62(4), pp. 991-199.
- Humason, G. L. 1979. *Animal Tissue Techniques*. 4ed. W. H. Freeman. San Francisco.
- Iwasaki, S. 1990. Fine Structure of the Dorsal Lingual Epithelium of the Lizard, *Gekko japonicus* (Lacertilia, Gekkonidae). *The American Journal of Anatomy*. 187(), pp. 12-20.
- Iwasaki, S.; Asami, T.; Wanichanon, C. 1996. Ultrastructura study of the Dorsal Lingual Epthelium of the Soft-Shell Turtle, *Trionyx cartilagineus* (Chelonia, Trionychidae). *The Anatomical Records*. 246(3), pp. 305-316.
- Iwasaki, S. 2002. Evolution of the structure and function of the vertebrates tongue. *Journal of Anatomy*. 201(1), pp. 1-13.
- Junqueira, L. C. U. & Carneiro, J. 2013. Sistema Digestório. In: *Histologia Básica*. 12 ed. Guanabara Koogan.
- Koca, Y. B.; Oguz, E. O.; Osanç, E. 2007. Morphology, and Mucle- and Papillae-Volume Ratios, of the Tongue of *Laudakia stellio* (Agamidae, Squamata): A Histological and Steriological Study. *Zoological Science*. 24(9), pp. 899-905.

Lopéz, P. Comunicación intraespecífica en reptiles mediante señales químicas: La utilización de señales químicas para decidir comportamientos. 2002. Revista Española de Herpetología. Pp. 49-59.

Manson, R. T. 1992. Reptilian Pheromones. In: Biology of Reptilia. Gans, C. & Crews, D. (eds). The University of Chicago Press, Chicago.

Martín, J. & Lopéz, P. 2000. Chemoreception, symmetry and mate choice in lizards. Proceedings of the Royal Society of London. Series B. 267, pp. 1265-1269.

Mesquita, D. O.; Colli, G. R.; França, F. G. R.; Vitt, L. J. 2006. Ecology of a Cerrado Lizard Assemblage in the Jalapão Region of Brazil. Copeia. 2006(3), pp. 460-471.

Miles, D. B.; Losos, J. B.; Irschick, D. J. 2007. Morphology, performance, and foraging mode. In: Lizard Ecology. Reilly, S. M.; McBrayer, L. B.; Miles, D. B. (eds.). Cambridge University Press. 531pp.

Montechiaro, L.; Kaefer, I. L.; Quadros, F.C.; Cechin, S. 2011. Feeding habits and reproductive biology of the glass lizard *Ophiodes cf. striatus* from subtropical Brazil. North-Western Journal of Zoology. 7(1), pp. 63-71.

Montuelle, S. J.; Herrel, A.; Libourel, P. A.; Daillie, S., Bels, V. L. 2012. Prey capture in lizards: differences in jaw-neck-forelimb coordination. Biological Journal of the Linnean Society. 105 (3), pp. 607-622.

Pereira, F. B.; Gomides, S. C.; Sousa, B. M.; Lima, S. S.; Luque, J. L. 2012. The relationship between nematode infections and ontogeny and diet of the lizard *Tropidurus torquatus* (Wied, 1820) (Squamata: Tropiduridae) from the Atlantic Rainforest in southeastern Brazil. The Journal of Helminthology. 87(3), pp. 364-370.

Pianka, E. R. 1979. Diversity and niche structure in desert communities. In.: Arid-Land Ecosystems: Structure, Function and Management. Perry, R. & Goodall, D. (eds.). Cambridge University Press.

Pianka, E. R. 1986. Ecology and natural history of desert lizards. Princeton. N. J. Princeton Univ. Press.

Pianka, E. R. & Vitt, L. J. 2006. Lizards. University of California Press. 348pp.

Pough, F. H.; Andrews, R. M.; Cadle, J. E.; Crump, M. L.; Savitzky, A. H.; Wells, K. D. 2003. Herpetology. 3ed. Hardcover. 726pp.

Rabinowitz, T. & Tandler, B. 2005. Papillary morphology of the tongue of the American chameleon: *Anolis carolinensis*. The Anatomical Records. 216(4), pp. 483-489.

Rocha, F. D. 1992. Introdução à Ecologia de Lagartos Brasileiros. In: Herpetologia no Brasil. L. B. Nascimento; A. T. Bernardes; G. A. Cotta (eds.). Sociedade Brasileira de Herpetologia, pp. 39-57.

Rocha, C. F. D. & Anjos, L. A. 2007. Feeding ecology of a nocturnal invasive alien lizard species, *Hemidactylus mabouia* Moreau de Jonnès , 1818 (Gekkonidae), living in a outcrop rocky area in southeastern Brazil. Brazilian Journal of Biology. 67(3), pp. 485-491.

Ross, M. H., Romrell, L. J. 1993. Sistema Digestivo I: Cavidade Oral e Faringe. In: Histologia: Texto e Atlas. 2 ed. Panamericana. 779pp.

Salvador, A.; Veiga, P.; Martín, J.; Lopéz, P.; Abelenda, M.; Puerta, M. 1996. The cost of producing of sexual signal: testosterone increases the susceptibility of male lizard to ectoparasitic infestation. Behavioral Ecology. 7(2), pp. 145-150.

Sartorius, S. S.; Vitt, L. J.; Colli, G. R. 1999. Use of naturally and anthropogenically disturbed habitat in Amazonian rainforest by the teiid lizard *Ameiva ameiva*. Biological Conservation. 90 (2), pp. 91-101.

Sarhan, O. M. M. & Hussein, R. M. 2013. Ultrastructural studies on the tongue of some Egyptian lizards 1- Scincine lizards *Chalcides ocellatus* and *Chalcides sepsoides* (Lacertilia, Scincidae). *Cytology and Histology*. 4(1), pp.

Schwenk, K. 1985. Occurrence, Distribution and Functional Significance of taste buds in Lizards. *Copeia*. 1985(1), pp. 91-101.

Schwenk, K. 1986. Morphology of the tongue in the Tuatara, *Sphenodon punctatus* (Reptilia, Lepidosauria). With comments on function and phylogeny. *Journal of Morphology*. 188 (2), pp. 129-156.

Schwenk, K. 1988. Comparative Morphology of the Lepidosaur tongue and its relevance to Squamate Phylogeny. In: Estes, R. & Pregill, G. (eds.). *Phylogenetic Relationships of the Lizard Families*. Stanford University Press, Stanford, pp. 569-598.

Schwenk, K. 1993. Are Gekkos Olfactory Specialists? *Journal of Zoology*. 229 (2), pp. 289-302.

Schwenk, K. 1995. Of tongues and noses: chemoreception in lizards and snakes. *Trends Ecology and Evolution*. 10(1), pp. 7-12.

Schwenk, K. & Rubega, M. 2005. Diversity of Vertebrates Feeding Systems. In: *Physiological and Ecological Adaptations to Feeding in Vertebrates*. Starck, J. M. & Wang, T. (eds.). Science Publishers.

Silva, V. N. & Araújo, A. F. B. 2008. *Ecologia de Lagartos Brasileiros*. Technological Books Editora. Rio de Janeiro. 271pp.

Simon, C. A. & Moakley, G. P. 1985. Chemoreception in *Sceloporus jarrovi*: Does Olfaction Activate the Vomeronasal System? *Copeia*. 1985(1), pp. 239-242.

Taylor, E. H. 1968. Tongue structure of Teiidae lizard genera *Ameiva* and *Cnemidophorus* with reallocation of *Ameiva vanzoi*. *Journal of Herpetology*. 5(3-4), pp. 183-185.

Toubeau, G.; Cotman, C.; Bels, V. 1994. Morphological and Kinematic Study of the Tongue and Bucal Cavity in the lizard *Anguis fragilis* (Reptilia: Anguidae). *The Anatomical Records*. 240(3), pp. 423-433.

Vitt, L. Na Introduction to the Ecology of Cerrado Lizards. 1991. *Journal off Herpetology*. 25(1), pp. 79-90.

Vitt, L. J.; Zani, P. A.; Espósito, M. 1999. Historical Ecology of Amazonian Lizards: Implications for Community Ecology. *Oikos*. 87(2), pp. 286-294.

Vitt, L. J.; Pianka, E. R.; Cooper, W. E., Jr; Schwenk, K. 2003. History and Global Ecology of Squamate Reptiles. *The American Naturalist*. 162(1), pp.44-60.

Young, B. A. 2014. On the Absence of Taste Buds in Monitor Lizards (*Varanus*) and Snakes. *Journal of Herpetology*. 31(1), pp. 130-137.

Wassif, E. T. 2002. Ultrastructural of the lingual epithelium of adult scincine lizard *Chalcides ocellatus*. *Egyptian Journal of Biology*. 4, pp. 76-86.

Wymann, M. N. & Whiting, M. J. 2002. Foraging ecology of Rainbow Skinks (*Mabuya margaritifer*) in Southern Africa. *Copeia*. 2002(4), pp. 943-957.

Zug, G. R.; Vitt, L. J.; Caldwell, J. P. 2001. *Herpetology – Na Introductory Biology of Amphibians*. 2 ed. Academic Press. 645pp.