



Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Departamento de Ecologia

**Variação Geográfica na Morfologia de *Gymnodactylus amarali*
(Squamata, Gekkonidae)**

Fabrizius Maia Chaves Bicalho Domingos

Brasília-DF
2009

Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Departamento de Ecologia

**Variação Geográfica na Morfologia de *Gymnodactylus amarali*
(Squamata, Gekkonidae)**

Fabrizius Maia Chaves Bicalho Domingos

Orientador: Guarino Rinaldi Colli, Ph.D.

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Mestre em Ecologia

Brasília-DF

2009

FABRICIUS MAIA CHAVES BICALHO DOMINGOS

**Varição Geográfica na Morfologia de *Gymnodactylus amarali* (Squamata,
Phyllodactylidae)**

Dissertação realizada com o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF) e aprovada junto ao Programa de Pós Graduação em Ecologia da Universidade de Brasília como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Banca Examinadora:

Dr. Guarino Rinaldi Colli
Departamento de Zoologia, UnB
(Orientador, Presidente da Banca Examinadora)

Dr. Kátia Cristina Machado Pellegrino
Departamento de Ciências Biológicas, UNIFESP
(Membro Titular da Banca Examinadora)

Dr. Reginaldo Constantino
Departamento de Zoologia, UnB
(Membro Titular da Banca Examinadora)

Dr. Reuber Albuquerque Brandão
Departamento de Engenharia Florestal, UnB
(Membro Suplente da Banca Examinadora)

Brasília, agosto de 2009

“Há beleza nesta maneira de enxergar a vida”

Darwin, 1859

“Death is a lie”

Nergal, 1999

ÍNDICE GERAL

Índice	iv
Agradecimentos	vi
Introdução geral	1
Referências Bibliográficas	4
Capítulo 1 - Influência de Fatores Climáticos e Geográficos na Variação Morfológica de <i>Gymnodactylus amarali</i> Barbour, 1925 (Squamata, Phyllodactylidae)	8
Resumo	9
Abstract	10
Introdução	11
Material e Métodos	15
Resultados	17
Discussão	18
Referências Bibliográficas	22
Tabelas	30
Legenda das Figuras	49
Apêndice I. Descrição dos caracteres de folidose de <i>Gymnodactylus amarali</i> utilizados.	52
Apêndice II. Descrição das variáveis ambientais utilizadas.	55
Capítulo 2 - Biogeografia de <i>Gymnodactylus amarali</i> Barbour, 1925: Áreas Ancestrais de Distribuição e sua Associação com o Soerguimento do Planalto Central Brasileiro	58
Resumo	59
Abstract	60

iv

Introdução	61
Material e Métodos	64
Resultados	67
Discussão	67
Referências Bibliográficas	70
Tabelas	75
Legenda das Figuras	85
Apêndice I. Descrição dos caracteres de foliose de <i>Gymnodactylus amarali</i> utilizados.	88
Apêndice II. Espécimes examinados.	91
Considerações finais	93
Referências Bibliográficas	94

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho (e pelos fatores conexos). Pessoas ou instituições não estão introduzidas em ordem de importância.

Ao CNPq, à FAPDF e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da UnB pelo apoio financeiro e logístico.

Inicialmente, sou extremamente grato ao meu orientador Guarino Colli, pelos aproximadamente seis anos de orientação e vivência, tanto científica quanto pessoal. Com certeza sua integridade e destreza acadêmica influenciarão todo o resto da minha carreira científica.

Às pessoas que contribuíram diretamente para a realização do presente estudo: Marcella Santos, que esteve ao meu lado ao longo de todas as infinitas contagens e das expedições (agora já era, colaboração eterna!). Lílian Giugliano, minha tutora de assuntos moleculares e biogeográficos e pela co-orientação não institucionalizada. Rosane Collevatti pela orientação na parte molecular (não finalizada, mas vai rolar).

Agradeço a José Cassimiro pelas experiências *gymnodactylescas* trocadas e, juntamente com Miguel Rodrigues, pelas amostras de tecido cedidas e pelo acesso aos exemplares do MZUSP.

Aos meus amigos da CHUNB, vivos e extintos (ordem aleatória): Chelinha (por estar sempre lá! caLLma!), Renan (pelos incontáveis *Gymnodactylus* coletados e todas as “colônias de férias” compartilhadas, valeu Gonan!), Gabriel Horta, Xislove, Bernardo, Mari Mira, Marizinha, Tatá, Guth, Fred França, Ana Hermínia, Belão, Daniel Velho, Guilherme Fajardo, Tiago, Danielzinho (por todos os ensinamentos ao longo dos anos, e por revisar o primeiro capítulo. Valeu!), Fê (Filogeografia rules!!), Gabriel Costa (shapes e mais shapes!), Gus, Davi, Allan e Nó Cega. Aos meus amigos de término de pós-graduação, Roger (UnB, FTB, LicBio, mestrado...) e Felipe (grande Felipão!), pelas fortes (e desesperadoras) emoções compartilhadas. Lembrete especial à Mari Zatz, por ter iniciado minha formação como herpetólogo, muito obrigado!

À Marina, por tudo, e por ter me acompanhado durante os últimos meses de término de dissertação. Com certeza absoluta, sem ela, este documento não estaria em suas mãos.

Aos amigos do Laboratório de Anatomia Comparada e Toxinologia: Leandro (por todas as mil horas de discussão sobre biogeografia e sistemática. Aprendi muito, valeu mesmo!), Natan (atual UFG. Obrigado por toda a disponibilidade, pela ajuda no sufoco e por todos ensinamentos), Kokubun e Pedro Ivo. Ao professor Osmino, Jana, Rafael (sorriso) e Natiela pela expedição do doce-de-leite.

Amigos dos anos de UnB (ordem aleatória): Isabella, Carol (ah Meu Deus Carol!), Mary, Letícia, Darlan, Hugo, Sol, Leticiaà, Maria Fernanda, Thaís, Eduardo, Raphael Igor, Passa, Irene, Marcelinho, Jonas, Brito, Robertinha, Clarissa (Death Metal Brothers!) e outros que eu esteja esquecendo (juro que não é falta de importância, mas sim a minha memória à beira do colapso), por todos os anos e experiências, acadêmicas ou não, compartilhadas. À República da uva: Rafael Maia, Débora e Pedro por todos os momentos trabalhando juntos e conversas loucas que podem mudar as nossas vidas. Lembrete especial à Luiza e ao Henrique por todo o companheirismo e horas de trabalho e/ou diversão dedicadas! Obrigado!

À todos os meus professores em todos esses anos de UnB, especialmente à Regina Macedo, Ivone Diniz, Rosane Tidon e Toninho Sebben, por terem influenciado decisivamente a minha formação acadêmica.

Saindo do ambiente acadêmico: Agradeço muito especialmente à minha mãe, por ter sempre me apoiado e incentivado em todos os aspectos da minha vida, e por ter me ensinado o que verdadeiramente significa a vida (filosoficamente). Sua dedicação foi fundamental na minha formação como pessoa e como cientista. Não tenho como expressar, em poucas palavras, como sou grato por tudo! Às minhas irmãs Dora e Didiça por estarem sempre ao meu lado, e pelos constantes incentivos. Ao meu pai por, mesmo estando distante, sempre se interessar pelo andamento das coisas e da vida. Ao resto da família, Aneres, Kaehna, Miramez, e especialmente ao Caio, por estarem sempre por perto, nos momentos bons e nos difíceis.

Galera do Power Metal Gang (ordem alfabética): Bruno (Betano), Carlos, Guilherme,

Rodrigo (mază) e Theo (valeu pelo mapa!), por toda a amizade ao longo dos anos. Minha vida não seria a mesma sem vocês! Valeu!

Ao conjunto musical Macakongs 2099 (ordem alfabética): Djalma (Phú), Fredvan (Nobris), Gabriel (Traidô) e Robson, por todos os últimos anos de Hard Core, doença, Death Metal e extremismo! Eu quero isso!

Em tempo, gostaria também de agradecer a todos aqueles que dedicam seu tempo para o desenvolvimento de programas computacionais sem fins lucrativos, possibilitando livre acesso a técnicas modernas e auxiliando na difusão da ciência ao redor do mundo, indo contra os paradigmas vigentes da exploração comercial! Todos os programas de análises estatísticas, filogenéticas e biogeográficas utilizados nesta dissertação são de livre acesso!

Por último, mas não menos importante, agradeço imensamente a Adam Michał Darski (Nergal) e Jon Schaffer, pela maravilhosa trilha sonora que utilizei ao longo da dissertação e da vida! Muito obrigado!

INTRODUÇÃO GERAL

No que concerne à herpetofauna, poucos estudos de biogeografia foram conduzidos na região do Cerrado, e os mecanismos envolvidos na evolução da biodiversidade local apenas começam a ser desvendados (Colli, 2005; Werneck & Colli, 2006; Nogueira *et al.*, 2009). Apesar de inicialmente apontado como depauperado e sem uma fauna de lagartos característica em relação a outros biomas brasileiros (Vanzolini, 1948; Vanzolini, 1976; Vitt, 1991), estudos recentes têm demonstrado que, para a herpetofauna, o Cerrado apresenta uma alta diversidade e níveis de endemismo (Colli *et al.*, 2002; Nogueira *et al.*, 2005; Mesquita *et al.*, 2006; Costa *et al.*, 2007). Diversas novas espécies de lagartos vêm sendo descritas para a região (e.g. Colli *et al.*, 2003a; e.g. Nogueira & Rodrigues, 2006; Rodrigues *et al.*, 2007; Rodrigues *et al.*, 2008) evidenciando que, de maneira geral, o bioma continua mal amostrado. Pouco se conhece acerca dos padrões ecológicos e históricos destes organismos, visto que trabalhos que abordem significativamente estes aspectos foram desenvolvidos apenas recentemente (Mesquita *et al.*, 2006; Mesquita *et al.*, 2007; Vitt *et al.*, 2007; França *et al.*, 2008; Vitt *et al.*, 2008; Werneck *et al.*, 2009), de maneira que a região carece ainda de pesquisas que abordem tais assuntos.

Os lagartos do gênero *Gymnodactylus* Spix, 1825 (Squamata, Phyllodactylidae) apresentam características morfológicas marcantes, tais como pálpebras fixas, membros pentadáctilos, pupila vertical elíptica, fileiras longitudinais de tubérculos dorsais distribuídos entre grânulos, dedos não dilatados e dotados de garras (Vanzolini, 1953; Vanzolini, 1982; Vanzolini, 2004; Vanzolini, 2005). Atualmente, o grupo é composto por cinco espécies existentes apenas no Brasil: *Gymnodactylus darwini*, que ocorre nas regiões costeiras de Mata Atlântica do Rio Grande do Norte até o litoral norte de São Paulo, incluindo algumas ilhas do litoral norte de São Paulo; *G. guttulatus* é endêmico dos campos rupestres da Serra do Espinhaço; *G. geckoides* é endêmico da caatinga; *G. vanzolini* é conhecido apenas para a Serra do Sincorá, Chapada Diamantina; e *G. amarali* que possui ampla

distribuição pelo Cerrado brasileiro, sendo endêmico da região (Vanzolini, 1982; Vanzolini, 2004; Vanzolini, 2005; Cassimiro & Rodrigues, 2009). Esta última, antes uma subespécie de *G. geckoides*, foi elevado à categoria de espécie sob o nome de *G. carvalhoi* (Vanzolini, 2005), mas recentemente sinonimizado com *G. amarali* (Cassimiro & Rodrigues, 2009). Tal espécie é terrestre, possui hábitos diurnos e noturnos e vive tanto em ambientes rochosos e de vegetação aberta quanto em campos abertos, associados a abrigos (Colli *et al.*, 2003b; Vitt *et al.*, 2007).

Para o grupo *G. darwini*, estudos moleculares e citogenéticos indicam que o mesmo se trata de um complexo de espécies, que coincidem com o sistema de rios da Mata Atlântica (Pellegrino *et al.*, 2005), apontando uma variação clinal destas linhagens dentro de sua área de distribuição. A espécie também apresenta uma variação clinal para alguns caracteres morfológicos (Freire, 1998), que aparentemente coincide com a encontrada utilizando o outro conjunto de dados. Os caracteres morfológicos não variam da maneira esperada caso se tratassem de adaptações (Freire, 1998) e, apesar de nenhum estudo ter se proposto a investigar essa variação de um ponto de vista histórico, considerando os resultados encontrados por Pellegrino e colaboradores (2005), é provável que ela ocorra devido às mesmas razões biogeográficas. Por outro lado, Vanzolini (2004) afirma que, ao reanalisar os dados de Freire (1998), as diferenças entre o número de tubérculos não são relacionadas à latitude, e sim à temperatura média anual, porém, apesar de tais dados não terem sido publicados, isto indicaria que embora não seja um padrão para todos, alguns dos caracteres avaliados em *G. darwini* variam de acordo com fatores ecológicos relacionados ao ambiente, assim como foi encontrado para *G. geckoides* (Vanzolini, 2004).

Estudos realizados por Colli e colaboradores (2003b) reconheceram diferenças ecológicas entre *G. geckoides* e *G. amarali*, que refletem adaptações ecotípicas devido às diferenças ambientais entre Caatinga e Cerrado. Diferentes padrões reprodutivos também foram evidenciados entre as duas espécies, sendo que *G. amarali* possui dimorfismo sexual, apresenta um pico reprodutivo na estação seca (Maio a Setembro) e depositam ovos menores e em maior número por ninhada, enquanto os

animais da Caatinga não têm dimorfismo sexual, possuem reprodução contínua ao longo do ano, e depositam ovos de tamanho maior e em menor número. Além disso, Vanzolini (2005) evidenciou a variação geográfica na folidose entre populações de *G. amarali* e, assim, analisando ambos os trabalhos supracitados e levando em consideração que esta é uma espécie endêmica do Cerrado, é possível perceber que se trata de um bom objeto de estudo para testar hipóteses tanto ecológicas quanto históricas relacionadas ao bioma.

De maneira geral, a extensa distribuição geográfica, a grande variabilidade de condições ambientais às quais as populações estão expostas, o tempo de isolamento e a alta diversidade genética são fatores que podem contribuir nas adaptações encontradas entre populações de uma espécie (Sites & Marshall, 2003).-Tais adaptações podem ser observadas, para lagartos, em características relacionadas a contagem de escamas (Malhotra & Thorpe, 1994; Calsbeek *et al.*, 2006) mas, por outro lado, existem evidências de que tanto fatores históricos quanto ecológicos podem influenciar nas variações de folidose encontradas, inclusive para espécies de geconídeos (Gubitz *et al.*, 2000; Gübitz *et al.*, 2005). Não existem trabalhos que investiguem aspectos similares para a fauna de lagartos do Cerrado.

Visto que a herpetofauna do Cerrado ainda é substancialmente desconhecida no que diz respeito às suas características ecológicas, biogeográficas e em boa parte da resolução sistemática dos animais que nele se encontram, é de extrema importância que novos esforços sejam concentrados no sentido de ampliar a gama de informações disponíveis, e gerar conhecimentos acerca dos processos que influenciaram na diversificação, estruturação geográfica e especiação destes organismos. A associação dessas características com as altas taxas atuais de desmatamento e a pequena representatividade do bioma em Unidades de Conservação (2,2%) (Silva *et al.*, 2006), faz com que o Cerrado seja considerado um dos 25 “hotspots” para a conservação da biodiversidade mundial (Myers *et al.*, 2000).

Considerando que ainda há muito a ser explorado no sentido de compreender a história e ecologia dos organismos do Cerrado, a presente proposta tem como objetivo realizar um estudo da variação morfológica do lagarto *Gymnodactylus amarali*, de maneira a contribuir na compreensão das variáveis

envolvidas na sua evolução em termos adaptativos, bem como na reconstrução dos eventos históricos relacionados à diferenciação geográfica das populações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calsbeek, R.; Knouft, J. H.; Smith, T. B.; 2006. Variation in scale numbers is consistent with ecologically based natural selection acting within and between lizard species. *Evolutionary Ecology*. **20** (4): 377-394.
- Cassimiro, J.; Rodrigues, M. T.; 2009. A new species of lizard genus *Gymnodactylus* Spix, 1825 (Squamata: Gekkota:Phyllodactylidae) from Serra do Sincorá, northeastern Brazil, and the status of *G. carvalhoi* Vanzolini, 2005. *Zootaxa*. **2008**: 38 - 52.
- Colli, G. R.; 2005. As origens e a diversificação da herpetofauna do Cerrado. *Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação*. (A. Scariot, JC Souza-Silva & JM Felfili, eds.). Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 247-264.
- Colli, G. R.; Bastos, R. P.; Araujo, A. F. B.; 2002. *The character and dynamics of the Cerrado herpetofauna*. In: The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna. P. S. OLIVEIRA and R. J. MARQUIS. New York, Columbia University Press: 223–241.
- Colli, G. R.; Caldwell, J. P.; Costa, G. C.; Gainsbury, A. M.; Garda, A. A.; Mesquita, D. O.; Filho, C. M. M.; Soares, A. H. B.; Silva, V. N.; Valdujo, P. H.; Vieira, G. H. C.; Vitt, L. J.; Werneck, F. P.; Wiederhecker, H. C.; Zatz, M. G.; 2003a. A new species of *Cnemidophorus* (Squamata, Teiidae) from the Cerrado biome in central Brazil. *Occasional Papers Of The Oklahoma Museum Of Natural History*. **14**: 1-14.
- Colli, G. R.; Mesquita, D. O.; Rodrigues, P. V. V.; Kitayama, K.; 2003b. Ecology of the Gecko

- Gymnodactylus geckoides amarali* in a Neotropical Savanna. *Journal of Herpetology*. **37** (4): 694-706.
- Costa, G. C.; Nogueira, C.; Machado, R. B.; Colli, G. R.; 2007. Squamate richness in the Brazilian Cerrado and its environmental climatic associations. *Diversity and Distributions*. **13** (6): 714-724.
- França, F. G. R.; Mesquita, D. O.; Nogueira, C. C.; Araújo, A. F. B.; 2008. Phylogeny and ecology determine morphological structure in a snake assemblage in the Central Brazilian Cerrado. *Copeia*. **2008** (1): 23-38.
- Freire, E. M. X.; 1998. Diferenciação geográfica em *Gymnodactylus Darwini* (Gray, 1845) (Sauria, Gekkonidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*. **40** (20): 311-322.
- Gubitz, T.; Thorpe, R. S.; Malhotra, A.; 2000. Phylogeography and natural selection in the Tenerife gecko *Tarentola delalandii*: testing historical and adaptive hypotheses. *Molecular Ecology*. **9** (9): 1213-1221.
- Gübitz, T.; Thorpe, R. S.; Malhotra, A.; 2005. The dynamics of genetic and morphological variation on volcanic islands. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. **272** (1564): 751-757.
- Malhotra, A.; Thorpe, R. S.; 1994. Parallels between island lizards suggests selection on mitochondrial DNA and morphology. *Proceedings: Biological Sciences*. 37-42.
- 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): 460-471.
- Mesquita, D. O.; Colli, G. R.; Vitt, L. J.; 2007. Ecological release in lizard assemblages of neotropical savannas. *Oecologia*. **153** (1): 185-195.
- Myers, N.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C. G.; da Fonseca, G. A. B.; Kent, J.; 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. **403** (6772): 853-858.
- Nogueira, C.; Colli, G. R.; Martins, M.; 2009. Local richness and distribution of the lizard fauna in natural habitat mosaics of the Brazilian Cerrado. *Austral Ecology*. **34** (1): 83-96.

- Nogueira, C.; Rodrigues, M. T.; 2006. The genus *Stenocercus* (Squamata: Tropicuridae) in Extra-Amazonian Brazil, with the description of two new species. *South American Journal of Herpetology*. **1** (3): 149-165.
- Nogueira, C.; Valdujo, P. H.; França, F. G. R.; 2005. Habitat variation and lizard diversity in a Cerrado area of Central Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. **40** (2): 105-112.
- Pellegrino, K. C. M.; Rodrigues, M. T.; Waite, A. N.; Morando, M.; Yassuda, Y. Y.; Sites, J. W.; 2005. Phylogeography and species limits in the *Gymnodactylus darwini* complex (Gekkonidae, Squamata): genetic structure coincides with river systems in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Journal of the Linnean Society*. **85** (1): 13-26.
- Rodrigues, M. T.; Pavan, D.; Curcio, F. F.; 2007. Two new species of lizards of the genus *Bachia* (Squamata, Gymnophthalmidae) from Central Brazil. *Journal of Herpetology*. **41** (4): 545-553.
- Rodrigues, M. U. T.; Camacho, A.; Nunes, P. M. S.; Recorder, R. S.; Teixeira Jr., M.; Valdujo, P. H.; Ghellere, J. M. B.; Mott, T.; Nogueira, C.; 2008. A new species of the lizard genus *Bachia* (Squamata: Gymnophthalmidae) from the Cerrados of Central Brazil. *Zootaxa*. **1875**: 39–50.
- Silva, J. F.; Farinas, M. R.; Felfili, J. M.; Klink, C. A.; 2006. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. *Journal of Biogeography*. **33** (3): 536-548.
- Sites, J. W.; Marshall, J. C.; 2003. Delimiting species: a Renaissance issue in systematic biology. *Trends in Ecology & Evolution*. **18** (9): 462-470.
- Vanzolini, P. E.; 1948. Notas sobre os ofídios e lagartos da Cachoeira de Emas no município de Pirassununga, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia*. **8** (3): 377-400.
- Vanzolini, P. E.; 1953. Sobre a diferenciação geográfica de *Gymnodactylus geckoides* (Sauria, Gekkonidae). *Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia* **11** (14): 225-262.
- Vanzolini, P. E.; 1976. On the lizards of a Cerrado-Caatinga contact: evolutionary and zoogeographical implications (Sauria). *Papéis Avulsos de Zoologia*. **29** (16): 111-119.
- Vanzolini, P. E.; 1982. A new *Gymnodactylus* from Minas Gerais, Brazil, with remarks on the genus

- and on montane endemisms in Brazil (Sauria, Gekkonidae). *Papéis Avulsos Zool., São Paulo*. **34 (29)**: 403-413.
- Vanzolini, P. E.; 2004. On the geographical differentiation of *Gymnodactylus geckooides* Spix, 1825 (Sauria, Gekkonidae): speciation in the Brazilian caatingas. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. **76**: 663-698.
- Vanzolini, P. E.; 2005. On *Gymnodactylus amarali* Barbour, 1925, with the description of a new species (Sauria, Gekkonidae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. **77**: 595-611.
- Vitt, L. J.; 1991. An introduction to the ecology of Cerrado lizards. *Journal of Herpetology*. **25 (1)**: 79-90.
- Vitt, L. J.; Shepard, D. B.; Caldwell, J. P.; Vieira, G. H. C.; Franca, F. G. R.; Colli, G. R.; 2007. Living with your food: geckos (*Gymnodactylus carvalhoi*) in termitaria of Cantão. *Journal of Zoology*. **272**: 321-328.
- Vitt, L. J.; Shepard, D. B.; Vieira, G. H. C.; Caldwell, J. P.; Colli, G. R.; Mesquita, D. O.; 2008. Ecology of *Anolis nitens brasiliensis* in Cerrado Woodlands of Cantão. *Copeia*. **2008 (1)**: 144-153.
- Werneck, F. P.; Colli, G. R.; 2006. The lizard assemblage from Seasonally Dry Tropical Forest enclaves in the Cerrado biome, Brazil, and its association with the Pleistocenic Arc. *Journal of Biogeography*. **33 (11)**: 1983-1992.
- Werneck, F. P.; Colli, G. R.; Vitt, L. J.; 2009. Determinants of assemblage structure in Neotropical dry forest lizards. *Austral Ecology*. **34 (1)**: 97-115.

Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Biológicas

Departamento de Ecologia

Capítulo 1

Influência de Fatores Climáticos e Geográficos na Variação Morfológica de *Gymnodactylus amarali* Barbour, 1925 (Squamata, Phyllodactylidae)

Fabrizius Maia Chaves Bicalho Domingos

Orientador: Guarino Rinaldi Colli, Ph.D.

Brasília – DF

2009

RESUMO

As diferenças de folidose entre populações geograficamente distintas no Cerrado brasileiro de *Gymnodactylus amarali* (Squamata, Phyllodactylidae) e suas relações com variáveis ambientais de clima e altitude foram investigadas. Foi realizada também uma busca por autocorrelação espacial destes caracteres. Dados de folidose foram obtidos de 1044 espécimes de 44 localidades diferentes tombados em coleções herpetológicas, consistindo de 21 caracteres merísticos e oito (8) qualitativos. Análises de correspondência canônica (CCA) foram conduzidas, em três passos consecutivos: 1, busca por autocorrelação espacial; 2, busca por variáveis ambientais que expliquem a variação nos dados morfológicos, utilizando 56 variáveis retiradas do banco de dados *WorldClim*; 3, CCA final utilizando os componentes selecionados anteriormente. Não foi observada autocorrelação espacial para caracteres morfológicos utilizados. Duas variáveis ambientais (**TMAX9** - temperatura máxima do mês de setembro, e **TSeasonality** – sazonalidade térmica, desvio padrão da média anual das médias de temperatura semanais) melhor explicam a variação dos caracteres. Possivelmente a capacidade de se adaptar a variações e/ou transições de temperatura possui forte caráter seletivo nestes organismos, mais do que a simples adaptação a situações extremas de aridez, especialmente para o Cerrado onde ocorrem enormes flutuações climáticas ao longo do ano. Um total de 12,69% da variação morfológica foi constringida pela análise, indicando que podem explicar em termos adaptativos parte da variação morfológica observada. Análises filogeográficas de *G. amarali* seriam fundamentais na tentativa de explicar as influências históricas envolvidas no restante da variação.

Palavras-chave: Cerrado, lagartos, folidose, autocorrelação espacial, análise de correlação canônica.

ABSTRACT

Folidosis differences among geographically distinct populations of *Gymnodactylus amarali* (Squamata, Phyllodactylidae) in the Brazilian Cerrado and their relationships with environmental variables of climate and altitude were investigated. Folidosis data were obtained from 1044 specimens of 44 different locations in herpetological collections, consisting of 21 meristic and eight (8) qualitative characters. Canonical correspondence analysis (CCA) were performed in three consecutive steps: 1, searching for spatial autocorrelation; 2, searching for environmental variables that explain the variation in the morphological data, using 56 variables from the database WorldClim; 3, last CCA using the previously selected components. There was no spatial autocorrelation for the morphological characters used. Two environmental variables (**TMAX9** - maximum temperature of September, and **TSeasonality** - temperature seasonality, the standard deviation of the annual mean of the weeks temperatures means) better explain the characters variation. Possibly, there are a strong selection acting in the ability to adapt to changes and/or temperature transitions in these organisms, showing more than a simple adaptation to situations of extreme dryness, especially for Cerrado, where huge climate fluctuations during the year occurs. A total of 12.69% of the morphological variation was constrained by the analysis, indicating that adaptation may in part explain the morphological variation observed. Phylogeographical analysis of *G. amarali* would play an important role explaining the historical factors involved in the remained variation.

Key words: Cerrado, lizards, folidosis, spatial autocorrelation, canonical correspondence analysis.

INTRODUÇÃO

A distribuição e a variação geográfica dos organismos na natureza é assunto de grande interesse ecológico há mais de um século (Wallace, 1869; Darwin, 1874; Bates, 1981; MacArthur, 1984), e muitos são os determinantes da variação geográfica encontrada em espécies, populações ou comunidades (Borcard *et al.*, 1992; Condit *et al.*, 2000; Lobo *et al.*, 2001; Guisan & Thuiller, 2005; Austin, 2007). Diferentes abordagens vêm sendo utilizadas no sentido de desvendar a importância relativa das possíveis variáveis envolvidas nesta determinação, como separar a variação observada em componentes espaciais e ambientais (Borcard *et al.*, 1992), identificar padrões espaciais de distribuição (Condit *et al.*, 2000), integrar elementos biogeográficos históricos e ecológicos (Wiens & Donoghue, 2004), interpretar padrões globais de distribuição (Jablonski *et al.*, 2006), dentre outros. Além disso, distintas variáveis ambientais climáticas têm sido utilizadas para interpretar as diferenças encontradas na distribuição de espécies, em estudos de diversas abordagens (Hill, 1991; Hawkins *et al.*, 2003; Kreft & Jetz, 2007; Diniz-Filho *et al.*, 2008; Field *et al.*, 2009). Essas variáveis, bem como outras mais relacionadas às características do ambiente ocupado pelas espécies (i.e. micro-habitats, fitofisionomias), estão sendo grandemente utilizadas também na previsão da distribuição das espécies (Guisan & Zimmermann, 2000; Costa *et al.*, 2007; Waltari *et al.*, 2007), e de estabelecer os determinantes das estruturas de comunidades e taxocenoses (Smith *et al.*, 2005; Werneck *et al.*, 2009b). Porém, além das variáveis ambientais, fatores históricos como inércia filogenética e outros não estritamente relacionados à adaptação ao ambiente podem determinar tais padrões (Mesquita *et al.*, 2006; Pincheira-Donoso *et al.*, 2008; Werneck *et al.*, 2009a). Alguns estudos apontam, ainda, para uma influência de ambos os fatores (Brown & Zinari, 1998; França *et al.*, 2008).

A variação geográfica de características morfológicas dos organismos vem sendo amplamente tratada nos últimos anos, inclusive no que concerne à herpetofauna (Gallagher *et al.*, 1986; Thorpe *et al.*, 1991; Glor *et al.*, 2003; Thorpe *et al.*, 2005; Kolbe *et al.*, 2007). Para o Brasil, contudo, os

exemplos são mais restritos, como os encontrados para os grupos de *Tropidurus* (Rodrigues, 1987), e algumas espécies de *Gymnodactylus* (Vanzolini, 1953; Freire, 1998; Vanzolini, 2004; Vanzolini, 2005). Muitos estudos que levam em consideração variáveis ambientais climáticas ou de altitude na tentativa de explicar a variação morfológica observada podem ser encontrados, em especial no que concerne a lagartos (Soule & Kerfoot, 1972; Brown & Thorpe, 1991; Malhotra & Thorpe, 1991a; Malhotra & Thorpe, 1991b; Taylor & Buschman, 1993; Johansson *et al.*, 2008); tais estudos concentram-se basicamente em diferenças relacionadas ao número e tamanho de escamas. Para esse grupo de organismos, esforços foram também concentrados no sentido de explicar a variação morfológica encontrada em caracteres de foliose (merísticos e qualitativos), devido à distribuição geográfica dos mesmos (Gallagher *et al.*, 1986; Thorpe & Baez, 1993; Malhotra & Thorpe, 1997; Gubitz *et al.*, 2000).

Os primeiros trabalhos com herpetofauna no Cerrado apontaram a região como depauperada em relação a outros biomas (Vanzolini, 1976; Vitt, 1991), porém, trabalhos mais recentes vêm demonstrando o contrário, e indicando o Cerrado como uma região de alta riqueza em relação a esse grupo (Colli *et al.*, 2002; Costa *et al.*, 2007; Nogueira *et al.*, 2009). O clima do bioma possui uma sazonalidade demarcada (Eiten, 1972), com uma estação seca de maio a setembro e uma estação chuvosa de outubro a abril, quando se concentram os 1.500 a 2.000 mm de pluviosidade anual, além de apresentar uma temperatura média anual variando entre 20 e 22 °C (Nimer, 1989). A região também é considerada praticamente homogênea quanto à duração e posicionamento dos períodos secos e chuvosos (Rao & Hada, 1990).

Os caracteres de contagem de escamas em lagartos variam de acordo com as variáveis ambientais (Brown & Znari, 1998; Calsbeek *et al.*, 2006) e, inclusive, diferentes caracteres podem variar devido a distintas variáveis climáticas (Malhotra & Thorpe, 1997). Considerando que a perda de água cutânea se configura como boa parte da perda de água total em lagartos (Dawson *et al.*, 1966), e a perda de água evaporativa total (não-respiratória) varia diretamente com a temperatura (Snyder, 1975), espera-se que tais fatores possuam valor adaptativo, ou seja, que a quantidade e conseqüentemente o

tamanho das escamas variem relacionados aos regimes de temperatura e precipitação (Soule & Kerfoot, 1972; Brown & Thorpe, 1991; Taylor & Buschman, 1993). Esses padrões, considerando que a perda de água evaporativa ocorre pelos espaços entre as escamas, demonstram, portanto, uma relação negativa do número de escamas com a precipitação, e uma relação positiva do tamanho das mesmas com a temperatura, embora essas conclusões sejam controversas em alguns casos (Malhotra & Thorpe, 1997). Estes últimos autores também observaram que, enquanto algumas características estão sujeitas a variação de acordo com o ambiente, outras não demonstram nenhum tipo de associação com os componentes ambientais, mesmo sendo significativamente diferentes entre populações de localização geográfica distintas. Considerando os padrões expostos, é possível que as diferenças sazonais climáticas encontradas no Cerrado influenciem na variação das características de foliose de lagartos evidenciando assim, adaptações a essas condições climáticas; bem como possíveis diferenças morfológicas poderiam ser encontradas relacionadas apenas à distribuição geográfica destes organismos, demonstrando uma estruturação geográfica destes caracteres possivelmente relacionada mais ao fluxo gênico entre as populações.

Os lagartos do gênero *Gymnodactylus* Spix, 1825 (Squamata, Phyllodactylidae), apresentam características morfológicas marcantes tais como pálpebras fixas, membros pentadáctilos, pupila vertical elíptica, fileiras longitudinais de tubérculos dorsais distribuídos entre grânulos, dedos não dilatados e dotados de garras (Vanzolini, 1953; Vanzolini, 2004). Atualmente, o gênero é composto por cinco espécies existentes apenas no Brasil. Dentre elas, *Gymnodactylus amarali*, antes uma subespécie de *G. geckoides*, foi elevado à categoria de espécie sob o nome de *G. carvalhoi*, permanecendo *G. geckoides* restrito à caatinga, e a nova espécie restrita ao Cerrado e com ampla distribuição no bioma, enquanto *G. amarali* foi considerado limitado à bacia do Alto Parnaíba, mas sendo conhecido apenas de sua localidade tipo (Engenheiro Dodt, PiauÍ) (Vanzolini, 2005). Recentemente, *G. carvalhoi* foi sinonimizado com *G. amarali* (Cassimiro & Rodrigues, 2009), sendo assim, reconhece-se apenas uma espécie de *Gymnodactylus* de ampla distribuição para o Cerrado, endêmica do mesmo. Essa espécie é

terrestre, possui hábitos diurnos e noturnos e vive tanto em ambientes rochosos e de vegetação aberta quanto em campos abertos, associados a abrigos (Colli *et al.*, 2003; Vitt *et al.*, 2007).

Estudo realizado em termos das antigas subespécies reconheceu diferenças ecológicas entre *G. geckoides* e *G. amarali*, que refletem adaptações ecotípicas devido às diferenças ambientais entre Caatinga e Cerrado (Colli *et al.*, 2003). Padrões reprodutivos distintos também foram evidenciados entre as duas espécies, sendo que *G. amarali* possui dimorfismo sexual, apresenta um pico reprodutivo na estação seca (maio a setembro) e deposita ovos menores e em maior número por ninhada, enquanto os animais da Caatinga não têm dimorfismo sexual, possuem reprodução contínua ao longo do ano, e depositam ovos maiores e em menor número. Além disso, foi encontrada correlação significativa entre o tamanho da ninhada e o tamanho da fêmea (Colli *et al.*, 2003), demonstrando a grande plasticidade adaptativa destes organismos.

Trabalho realizado por Pellegrino e colaboradores (2005) considerou *G. darwinii* um complexo de espécies devido à existência de duas linhagens cromossômicas ($2N= 38 - 40$) e diferentes filogrupos que coincidem com o sistema de rios da Mata Atlântica. A existência de mais de um cariótipo ($2N= 38 - 41/42$) foi também descrita dentro de uma mesma população de *G. amarali*, em estudo utilizando 23 indivíduos de Serra da Mesa e nove (9) de Lajeado (Goiás) (Pellegrino, 1998). Assim, a extensa distribuição geográfica, a grande variabilidade de condições ambientais climáticas às quais as populações estão expostas, o tempo de isolamento e a alta diversidade genética são fatores que podem contribuir nas adaptações encontradas entre populações de uma espécie (Horton, 1972; Avise, 2001; Sites & Marshall, 2003).

O objetivo desse trabalho foi o de investigar prováveis diferenças morfológicas de folidose entre populações geograficamente distintas de *Gymnodactylus amarali*, bem como suas possíveis relações com variáveis ambientais de clima e altitude. Para tanto, foram testadas as seguintes hipóteses: (1) A variação geográfica na morfologia de *Gymnodactylus amarali* é relacionada com a distribuição espacial das populações; e (2) A variação geográfica na morfologia de *Gymnodactylus amarali* é

correlacionada com a variação ambiental do Cerrado, de maneira que populações em ambientes com maiores taxas de precipitação e temperaturas mais altas apresentem menores quantidades de escamas.

MATERIAL E MÉTODOS

Lagartos da espécie *Gymnodactylus amarali* foram analisados com o auxílio de um estereomicroscópio para a obtenção de caracteres morfológicos de foliose, sendo os espécimes provenientes da Coleção Herpetológica de Brasília (CHUNB) e do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP). Tais dados consistiram de 21 caracteres merísticos e oito (8) qualitativos (ver Apêndice I para uma completa descrição dos caracteres e estados). As contagens foram realizadas com espécimes representantes de 44 localidades diferentes (Tabela 1, Tabela 3), das quais foram compiladas as coordenadas geográficas provenientes dos arquivos das coleções (32 localidades) e dos trabalhos de Vanzolini (2005) (3) e Marimom Junior e Haridasan (2005) (1). Quando não disponíveis tais coordenadas foram retiradas do sítio na internet, IBGE cidades (www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php, 20/ 01/ 2009) (8). Todos os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando o programa R v.2.8.0 (R Development Core Team, 2008).

Inicialmente os dados foram verificados quanto à presença de possíveis valores extremos (*outliers*) multivariados e univariados. Para os primeiros, a busca foi realizada através de uma análise de componentes principais (ACP) aonde os coeficientes (*scores*) obtidos foram transformados no sentido de apresentar distribuição normal e, posteriormente, a distância de Mahalanobis foi calculada entre os coeficientes e sua matriz de covariância. A busca por valores extremos univariados foi realizada ordenando a distribuição de probabilidades escalonada de cada um dos 29 caracteres e inspecionando visualmente os mesmos e, para os caracteres merísticos, também calculando a distância quadrática de mahalanobis entre os dados e sua matriz de covariância, e comparando os resultados com uma estimativa de probabilidade de $p < 0,001$ para o caso se qualificar como um valor extremo

(Tabachnick & Fidell, 1996). Não foi verificada a presença de valores extremos em nenhuma das abordagens utilizadas.

De um total de 30276 contagens ou observações (29 caracteres de 1044 indivíduos), 3770 foram valores faltantes (*missings values*) (12,45%) resultantes de espécimes danificados. Como em análises multivariadas um dado faltante de uma única variável significa excluir todo o caso (i.e., espécime individual) e, conseqüentemente, resulta em perda de informação, tais dados foram substituídos por imputação múltipla baseada em predição por adequação de média (*predictive mean matching*), utilizando o pacote “mice” (Van Buuren & Oudshoorn, 2007). A técnica de imputação múltipla, apesar de pouco utilizada, é a mais adequada para tratar conjuntos de dados desta natureza (Rubin, 2003; Nakagawa & Freckleton, 2008).

Variáveis ambientais foram obtidas para cada uma das localidades, de acordo com suas coordenadas geográficas, utilizando o banco de dados *WorldClim* (Hijmans *et al.*, 2005), totalizando 56 variáveis (Tabela 2) (ver Apêndice II para uma completa descrição de cada variável). As variáveis foram extraídas com resolução de 2,5 arco-minutos.

As análises estatísticas consistiram de três análises de correspondência canônica (CCA), utilizando a média dos caracteres merísticos e a moda dos caracteres qualitativos (Tabela 3), em três passos consecutivos distintos, realizados utilizando o pacote “Vegan” (Oksanen *et al.*, 2008). (1) Busca por autocorrelação espacial, CCA realizada com as coordenadas (latitude e longitude) de cada localidade, bem como suas respectivas extensões polinomiais (Borcard *et al.*, 1992) (Tabela 1). Tal passo investiga componentes que possam servir como covariáveis nos dois passos seguintes (Borcard *et al.*, 1992). (2) Busca por variáveis ambientais que expliquem a variação nos dados morfológicos; CCA realizada com as 56 variáveis disponíveis, e posterior seleção de modelos por passos utilizando o critério de informação de AKAIKE (AIC), visando selecionar o melhor conjunto de variáveis explicativas dos caracteres utilizados. (3) CCA final utilizando os resultados dos passos anteriores, de maneira a esclarecer a influência das variáveis ambientais na variação morfológica observada nas

populações de *G. amarali*. Análises de variância (ANOVA) por permutação foram rodadas para cada uma das três análises de correlação canônica para testar a significância da correlação obtida, também utilizando o pacote “vegan” (Oksanen et al., 2008). Os caracteres “**ptim**” (posicionamento do tímpano) e “**anec**” (anéis na cauda) foram excluídos das análises por não apresentarem variação entre as localidades depois de obtida a moda dos mesmos.

RESULTADOS

Foram obtidos dados de 1044 espécimes de *Gymnodactylus amarali* provenientes de 44 diferentes localidades do Cerrado brasileiro (Tabela 1, Figura 1).

A primeira CCA realizada (1) não foi significativa ($F_{9/34}=0.9770$, $p=0.49$), bem como a seleção por passos não selecionou nenhum dos componentes considerados, indicando que não existe autocorrelação espacial para os caracteres morfológicos considerados. Sendo assim, nenhuma das variáveis espaciais entrou como covariável nos próximos passos. Para a segunda CCA (2), duas variáveis ambientais (**TMAX9** - temperatura máxima do mês de setembro, e **TSeasonality** – sazonalidade térmica, desvio padrão da média anual das médias de temperatura semanais) foram obtidas pela seleção de modelos por passos, indicando uma correlação destas com os caracteres morfológicos utilizados. Por fim, a última CCA realizada (3) foi significativa ($F_{2/41}=2.9780$, $p<0,01$), explicando parte da variação observada nos caracteres morfológicos (Figura 2), sendo 66.83% dos resultados obtidos explicados quando considerado apenas o primeiro eixo canônico, e 100% quando considerados os dois eixos juntos.

O coeficiente de contingência (*inertia*) devolvido por essa última CCA (passo 3) indica que 12,69% da variação encontrada nos caracteres de foliose foi constringida pela análise, enquanto 87,32% tratou-se de variação não explicada pelas duas variáveis ambientais utilizadas. A variável **TMAX9** está mais correlacionada com o primeiro eixo canônico (coeficiente CCA1= 0,8262) enquanto

TSeasonality demonstrou maior correlação com o segundo (coeficiente CCA2= -0,9568) como pode ser observado na figura 2. Ainda, nenhum dos caracteres apresentou alta correlação em particular com algum dos dois eixos canônicos, como pode ser observado pelos seus coeficientes de correlação (Tabela 4), e visualmente por estarem todos concentrados na origem dos eixos canônicos (Figura 2). Assim, apesar da variação entre as populações ser explicada pelas variáveis ambientais selecionadas, a relação entre essas variáveis e os caracteres utilizados não é clara.

DISCUSSÃO

Há muito se sabe que as características de foliose de lagartos são herdadas geneticamente e que a variação encontrada nestes caracteres pode ser acessada através de estudos comparativos entre espécies e populações (Soule, 1967; McKinney, 1969; Parker Jr., 1979). Como a quantidade das escamas possivelmente determina a área de superfície cutânea, são esperadas diferenças adaptativas relacionadas aos regimes de temperatura aos quais estes organismos estão expostos (Soule & Kerfoot, 1972). Por outro lado, também é conhecido que lagartos, quando submetidos a condições de dessecação, podem reduzir a perda de água por evaporação cutânea a valores inferiores que a metade de outros indivíduos em regime de umidade (Kobayashi *et al.*, 1983). Tal plasticidade fenotípica, observada tanto em campo quanto em laboratório, pode modificar em parte as conclusões a respeito das correlações entre adaptações relacionadas à aridez do ambiente e a quantidade de escamas dos lagartos (Kobayashi *et al.*, 1983; Dmi'el *et al.*, 1997).

Ainda assim, variações relacionadas a gradientes clinais de temperatura e umidade já foram observadas para espécies da família Geckonidae (Thorpe, 1991). Os resultados aqui expostos indicam que existe correlação entre as variáveis ambientais de temperatura máxima do mês de setembro (**TMAX9**) e de sazonalidade térmica (desvio padrão da média anual das médias de temperatura semanais - **TSeasonality**) com os caracteres de foliose de *Gymnodactylus amarali*. Isto indica que

setembro pode ser um mês chave na compreensão dos mecanismos de adaptação destes organismos, visto que encontra-se exatamente na transição entre a estação seca e a chuvosa (Nimer, 1989). É possível que as pressões seletivas sejam mais intensas neste momento quando altas temperaturas estariam influenciando de maneira fundamental a sobrevivência dos indivíduos durante a transição das estações. Tal inferência é reforçada pelo fato da outra variável mais explicativa tratar-se exatamente de uma medida da variação e amplitude da temperatura como um todo, ou seja, a capacidade de se adaptar a variações e/ou transições de temperatura teria mais influência na seleção destes organismos do que a simples adaptação a situações mais extremas de aridez. Para o Cerrado, tal vantagem adaptativa se configuraria como uma realidade principalmente considerando as enormes flutuações climáticas a que esta região está sujeita ao longo do ano (Eiten, 1972).

Apesar de usualmente relatado na literatura que as variáveis ambientais climáticas e de altitude influenciam na variação de caracteres de folidose de lagartos (Malhotra & Thorpe, 1991a; Malhotra & Thorpe, 1997; Calsbeek et al., 2006), inclusive em experimentos controlados de translocação de indivíduos e exposição a diferentes regimes ambientais (Thorpe et al., 2005), outros estudos têm demonstrado que essas variações podem estar mais relacionadas a eventos históricos e não ecológicos (Mesquita et al., 2006; Werneck et al., 2009a; Werneck et al., 2009b). Por outro lado, Brown e colaboradores (1991) mostraram que duas espécies irmãs do gênero *Chalcides* (Scincidae) apresentam variações semelhantes de coloração num gradiente norte-sul, em respostas a diferenças climáticas em ilhas, sendo possível prever os padrões morfológicos observados em relação às variáveis ambientais estudadas. Como as ilhas em questão, e conseqüentemente os lagartos, sempre estiveram separados, uma explicação histórica para esse padrão é extremamente improvável e, portanto, tais características apenas podem ser decorrentes de seleção natural paralela devido às diferenças no ambiente. Alguns estudos demonstram também variações clinais possivelmente relacionadas a diferenças climáticas encontradas entre as localidades, porém tais variáveis ambientais não puderam ser acessadas e indicadas como determinantes das diferenças de folidose encontradas (Rodrigues, 1987; Freire, 1998)

Como pode ser inferido pela observação da Tabela 4 e da Figura 2, nenhum dos caracteres de foliose de *G. amarali* demonstrou relações claras com algum dos dois eixos canônicos, e também nenhum apresentou correlações mais específicas que os demais com as duas variáveis ambientais consideradas, visto que encontram-se todos concentrados e sobrepostos na origem dos eixos canônicos. Considerando que a CCA 3 foi significativa, isso deixa claro que, apesar das variáveis **TMAX9** e **TSeasonality** realmente poderem explicar em termos adaptativos parte da variação morfológica observada, suas qualidades preditivas da natureza desta variação são baixas. Além disso, considerando que 12,69% das diferenças encontradas nos caracteres são realmente explicadas pelos dois eixos canônicos, explicações históricas que complementassem a interpretação da variação observada seriam de grande importância no entendimento da história evolutiva de *G. amarali*. Ainda, esta variação não explicada pode estar relacionada a outras características ecológicas mais específicas, refletindo adaptações ao micro-ambiente que a espécie ocupa.

Considerando que a variação não pôde ser atribuída a fatores que indiquem uma simples relação de aumento ou diminuição adaptativa do número ou conformação das escamas, a hipótese proposta de que a variação geográfica ocorreria de maneira que populações encontradas em ambientes com maiores taxas de precipitação e temperaturas mais altas apresentariam menores quantidades de escamas foi refutada, porém, é ainda plausível crer que tais modificações estejam correlacionadas com as características ambientais do bioma. Tal correlação, como sugerido acima, possivelmente pode ter sido obscurecida pelo fato do ambiente utilizado pela espécie ser tamponado, pois *G. amarali* utiliza-se sempre de um micro-habitat relacionado a esconderijos, como frestas de rochas (Colli et al., 2003), cupinzeiros (Vitt et al., 2007), troncos caídos ou frestas de tijolos e telhas em ambientes modificados (observação pessoal). Desta maneira, considerando este aspecto da ecologia da espécie, por mais que as variáveis de temperatura afetem as características corporais destes lagartos, tais relações podem ser mais complexas dos que as usualmente descritas na literatura. A variação observada entre diferentes populações nem sempre possui causas evidentes, por mais que sejam claramente adaptativas (Thorpe &

Baez, 1987), fato inclusive observado em estudos realizados com geckonídeos (Harmon & Gibson, 2006).

Assumidos estes fatores, as variações morfológicas em número de escamas de *G. amarali* podem ser explicadas em ambos os sentidos, históricos ou ecológicos (Brown & Zinari, 1998; França et al., 2008), porém análises filogeográficas moleculares da espécie seriam fundamentais na tentativa de explicar as influências históricas envolvidas. Ainda, variações congruentes entre caracteres morfológicos e moleculares (i.e., sequências parciais de citocromo b) foram encontradas em populações de *Anolis marmoratus* (Malhotra & Thorpe, 1994), bem como de *Gymnodactylus darwini* (Freire, 1998; Pellegrino et al., 2005), indicando que a morfologia pode estar sofrendo seleção de acordo com variações ambientais, corroborada pelo fato das populações se tratarem de linhagens distintas sujeitas a diferentes pressões e, assim, demonstrando a enorme importância desses componentes ambientais na evolução das populações naturais de lagartos.

Distintos padrões encontrados nos caracteres morfológicos entre diferentes localidades sugerem que tais características estão sujeitas à seleção natural e, portanto, variariam geograficamente de acordo com as diferentes pressões impostas pelo ambiente ao longo do tempo evolutivo (Endler, 1986). Os resultados desse trabalho demonstram que não existe correlação entre a variação nos caracteres de foliose de *G. amarali* e a localização geográfica das populações (i.e. autocorrelação espacial), refutando a hipótese inicial de que a variação geográfica na morfologia de *Gymnodactylus amarali* estaria relacionada com a distribuição espacial das populações. Alternativamente, os caracteres utilizados podem não ter produzido sinal suficiente para identificar essa estruturação. Análises destas populações com ferramentas moleculares poderiam também ressaltar tal variação, bem como auxiliar na compreensão dos mecanismos históricos envolvidos na evolução da espécie, assim como no contexto da atuação da seleção natural sobre estas características.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Austin, M.; 2007. Species distribution models and ecological theory: a critical assessment and some possible new approaches. *Ecological Modelling*. **200** (1-2): 1-19.
- Avise, J. C.; 2001. *Phylogeography: the History and Formation of Species*. Cambridge, Harvard University Press.
- Bates, H. W.; 1981. Contributions to an insect fauna of the Amazon valley (Lepidoptera: Heliconidae). *Biological Journal of the Linnean Society*. **16** (1): 41-54.
- Borcard, D.; Legendre, P.; Drapeau, P.; 1992. Partialling out the spatial component of ecological variation. *Ecology*. **73** (3): 1045-1055.
- Brown, R. P.; Thorpe, R. S.; 1991. Within-island microgeographic variation in body dimensions and scalation of the skink *Chalcides sexlineatus*, with testing of causal hypotheses. *Biological Journal of the Linnean Society*. **44** (1): 47-64.
- Brown, R. P.; Thorpe, R. S.; Baez, M.; 1991. Parallel within-Island Microevolution of Lizards on Neighboring Islands. *Nature*. **352** (6330): 60-62.
- Brown, R. P.; Znari, M.; 1998. Geographic variation in *Agama impalearis* from Morocco: evidence for historical population vicariance and current climatic effects. *Ecography*. **21** (6): 605-612.
- Calsbeek, R.; Knouft, J. H.; Smith, T. B.; 2006. Variation in scale numbers is consistent with ecologically based natural selection acting within and between lizard species. *Evolutionary Ecology*. **20** (4): 377-394.
- Cassimiro, J.; Rodrigues, M. T.; 2009. A new species of lizard genus *Gymnodactylus* Spix, 1825 (Squamata: Gekkota:Phyllodactylidae) from Serra do Sincorá, northeastern Brazil, and the status of *G. carvalhoi* Vanzolini, 2005. *Zootaxa*. **2008**: 38 - 52.
- Colli, G. R.; Bastos, R. P.; Araujo, A. F. B.; 2002. *The character and dynamics of the Cerrado*

- herpetofauna*. In: The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna. P. S. OLIVEIRA and R. J. MARQUIS. New York, Columbia University Press: 223–241.
- Colli, G. R.; Mesquita, D. O.; Rodrigues, P. V. V.; Kitayama, K.; 2003. Ecology of the Gecko *Gymnodactylus geckoides amarali* in a Neotropical Savanna. *Journal of Herpetology*. **37** (4): 694-706.
- Condit, R.; Ashton, P. S.; Baker, P.; Bunyavejchewin, S.; Gunatilleke, S.; Gunatilleke, N.; Hubbell, S. P.; Foster, R. B.; Itoh, A.; LaFrankie, J. V.; 2000. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. *Science*. **288** (5470): 1414.
- Costa, G. C.; Nogueira, C.; Machado, R. B.; Colli, G. R.; 2007. Squamate richness in the Brazilian Cerrado and its environmental climatic associations. *Diversity and Distributions*. **13** (6): 714-724.
- Darwin, C.; 1874. *The Structure And Distribution Of Coral Reefs*. London, Smith Elder & Co.
- Dawson, W. R.; Shoemaker, V. H.; Licht, P.; 1966. Evaporative Water Losses of Some Small Australian Lizards. *Ecology*. **47** (4): 589-594.
- Diniz-Filho, J. A. F.; Bini, L. M.; Vieira, C. M.; Blamires, D.; Terribile, L. C.; Bastos, R. P.; de Oliveira, G.; Barreto, B. D. S.; 2008. Spatial Patterns of Terrestrial Vertebrate Species Richness in the Brazilian Cerrado. *Zoological Studies*. **47** (2): 146-157.
- Dmi'el, R.; Perry, G.; Lazell, J.; 1997. Evaporative Water Loss in Nine Insular Populations of the Lizard *Anolis cristatellus* Group in the British Virgin Islands. *Biotropica*. **29** (1): 111-116.
- Eiten, G.; 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *The Botanical Review*. 201-341.
- Endler, J. A.; 1986. *Natural Selection in the Wild*. Princeton, New Jersey, Princeton University Press.
- Field, R.; Hawkins, B. A.; Cornell, H. V.; Currie, D. J.; Diniz-Filho, J. A. F.; Guegan, J. F.; Kaufman, D. M.; Kerr, J. T.; Mittelbach, G. G.; Oberdorff, T.; 2009. Spatial species-richness gradients across scales: a meta-analysis. *Journal of Biogeography*. **36** (1): 132-147.

- França, F. G. R.; Mesquita, D. O.; Nogueira, C. C.; Araújo, A. F. B.; 2008. Phylogeny and ecology determine morphological structure in a snake assemblage in the Central Brazilian Cerrado. *Copeia*. **2008** (1): 23-38.
- Freire, E. M. X.; 1998. Diferenciação geográfica em *Gymnodactylus Darwini* (Gray, 1845) (Sauria, Gekkonidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*. **40** (20): 311-322.
- Gallagher, D. S., Jr.; Dixon, J. R.; Schmidly, D. J.; 1986. Geographic variation in the *Kentropyx calcarata* species group (Sauria: Teiidae): A possible example of morphological character displacement. *Journal of Herpetology*. **20** (2): 179-189.
- Glor, R. E.; Kolbe, J. J.; Powell, R.; Larson, A.; Losos, J. B.; 2003. Phylogenetic analysis of ecological and morphological diversification in Hispaniolan trunk-ground anoles (*Anolis cybotes* group). *Evolution*. **57** (10): 2383-2397.
- Gubitz, T.; Thorpe, R. S.; Malhotra, A.; 2000. Phylogeography and natural selection in the Tenerife gecko *Tarentola delalandii*: testing historical and adaptive hypotheses. *Molecular Ecology*. **9** (9): 1213-1221.
- Guisan, A.; Thuiller, W.; 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*. **8** (9): 993-1009.
- Guisan, A.; Zimmermann, N. E.; 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*. **135** (2-3): 147-186.
- Harmon, L. J.; Gibson, R.; 2006. Multivariate phenotypic evolution among island and mainland populations of the ornate day gecko, *Phelsuma ornata*. *Evolution*. **60** (12): 2622-2632.
- Hawkins, B. A.; Field, R.; Cornell, H. V.; Currie, D. J.; Guegan, J. F.; Kaufman, D. M.; Kerr, J. T.; Mittelbach, G. G.; Oberdorff, T.; O'Brien, E. M.; 2003. Energy, water, and broad-scale geographic patterns of species richness. *Ecology*. **84** (12): 3105-3117.
- Hijmans, R. J.; Cameron, S. E.; Parra, J. L.; Jones, P. G.; Jarvis, A.; 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. **25**

(15).

- Hill, M. O.; 1991. Patterns of species distribution in Britain elucidated by canonical correspondence analysis. *Journal of biogeography*. **18** (3): 247-255.
- Horton, D. R.; 1972. Lizard scale size and adaptation. *Systematic Zoology*. **21** (4): 441-443.
- Jablonski, D.; Roy, K.; Valentine, J. W.; 2006. Out of the tropics: evolutionary dynamics of the latitudinal diversity gradient. *Science*. **314** (5796): 102-106.
- Johansson, H.; Surget-Groba, Y.; Thorpe, R. S.; 2008. The roles of allopatric divergence and natural selection in quantitative trait variation across a secondary contact zone in the lizard *Anolis roquet*. *Molecular Ecology*. **17** (23): 5146-5156.
- Kobayashi, D.; Mautz, W. J.; Nagy, K. A.; 1983. Evaporative Water Loss: Humidity Acclimation in *Anolis carolinensis* Lizards. *Copeia*. **1983** (3): 701-704.
- Kolbe, J. J.; Larson, A.; Losos, J. B.; 2007. Differential admixture shapes morphological variation among invasive populations of the lizard *Anolis sagrei*. *Molecular Ecology*. **16** (8): 1579-1591.
- Kreft, H.; Jetz, W.; 2007. Global patterns and determinants of vascular plant diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. **104** (14): 5925.
- Lobo, J. M.; Castro, I.; Moreno, J. C.; 2001. Spatial and environmental determinants of vascular plant species richness distribution in the Iberian Peninsula and Balearic Islands. *Biological Journal of the Linnean Society*. **73** (2): 233-253.
- MacArthur, R. H.; 1984. *Geographical Ecology: Patterns in the Distribution of Species*, Princeton University Press.
- Malhotra, A.; Thorpe, R. S.; 1991a. Experimental detection of rapid evolutionary response in natural lizard populations. *Nature*. **353** (6342): 347-348.
- Malhotra, A.; Thorpe, R. S.; 1991b. Microgeographic variation in *Anolis oculatus*, on the Island of Dominica, West-Indies. *Journal of Evolutionary Biology*. **4** (2): 321-335.
- Malhotra, A.; Thorpe, R. S.; 1994. Parallels between island lizards suggests selection on mitochondrial

DNA and morphology. *Proceedings: Biological Sciences*. 37-42.

- Malhotra, A.; Thorpe, R. S.; 1997. Microgeographic variation in scalation of *Anolis oculatus* (Dominica, West Indies): a multivariate analysis. *Herpetologica*. **53** (1): 49-62.
- Marimon Junior, B. H.; Haridasan, M.; 2005. Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um cerradão e um cerrado sensu stricto em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. **19** (4): 913-926.
- McKinney, C. O.; 1969. Experimental Hybridization in Three Populations of the Lizard *Uta stansburiana*. *Copeia*. **1969** (2): 289-292.
- Mesquita, D. O.; Costa, G. C.; Colli, G. R.; 2006. Ecology of an Amazonian savanna lizard assemblage in Monte Alegre, Pará state, Brazil. *South American Journal of Herpetology*. **1** (1): 61-71.
- Nakagawa, S.; Freckleton, R. P.; 2008. Missing inaction: the dangers of ignoring missing data. *Trends in Ecology & Evolution*. **23** (11): 592-596.
- Nimer, N.; 1989. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- Nogueira, C.; Colli, G. R.; Martins, M.; 2009. Local richness and distribution of the lizard fauna in natural habitat mosaics of the Brazilian Cerrado. *Austral Ecology*. **34** (1): 83-96.
- Oksanen, J.; Kindt, R.; Legendre, P.; O'Hara, B.; Simpson, G. L.; Solymos, P.; Stevens, M. H. H.; Wagner, H.; 2008. *Vegan: Community Ecology Package*.
- Parker Jr., E. D.; 1979. Phenotypic Consequences of Parthenogenesis in Cnemidophorus Lizards. I. Variability in Parthenogenetic and Sexual Populations. *Evolution*. **33** (4): 1150-1166.
- Pellegrino, K. C. M.; 1998. Diversidade cariotípica e evolução cromossômica em lagartos das famílias Gymnophthalmidae e Gekkonidae (Squamata): evidências baseadas em coloração diferencial e hibridação *in situ* fluorescente (FISH). *Genetics and Molecular Biology*. **21**: 418-419.
- Pellegrino, K. C. M.; Rodrigues, M. T.; Waite, A. N.; Morando, M.; Yassuda, Y. Y.; Sites, J. W.; 2005. Phylogeography and species limits in the *Gymnodactylus darwini* complex (Gekkonidae, Squamata): genetic structure coincides with river systems in the Brazilian Atlantic Forest.

- Biological Journal of the Linnean Society*. **85** (1): 13-26.
- Pincheira-Donoso, D.; Hodgson, D. J.; Tregenza, T.; 2008. Comparative evidence for strong phylogenetic inertia in precloacal signalling glands in a species-rich lizard clade. *Evolutionary Ecology Research*. **10** (1): 11-28.
- R Development Core Team; 2008. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- Rao, V. B.; Hada, K.; 1990. Characteristics of rainfall over Brazil: Annual variations and connections with the Southern Oscillation. *Theoretical and Applied Climatology*. **42** (2): 81-91.
- Rodrigues, M. T.; 1987. Sistemática, ecologia e zoogeografia dos *Tropidurus* do grupo torquatus ao sul do Rio Amazonas (Sauria, Iguanidae). *Arquivos de Zoologia*. **31** (3): 105-230.
- Rubin, D. B.; 2003. Discussion on multiple imputation. *International Statistical Review*. **71** (3): 619-625.
- Sites, J. W.; Marshall, J. C.; 2003. Delimiting species: a Renaissance issue in systematic biology. *Trends in Ecology & Evolution*. **18** (9): 462-470.
- Smith, S. A.; Stephens, P. R.; Wiens, J. J.; 2005. Replicate patterns of species richness, historical biogeography, and phylogeny in Holarctic treefrogs. *Evolution*. **59** (11): 2433-2450.
- Snyder, G. K.; 1975. Respiratory Metabolism and Evaporative Water-Loss in a Small Tropical Lizard. *Journal of Comparative Physiology*. **104** (1): 13-18.
- Soule, M.; 1967. Phenetics of Natural Populations. II. Asymmetry and Evolution in a Lizard. *The American Naturalist*. **101** (918): 141-160.
- Soule, M.; Kerfoot, W. C.; 1972. On the climatic determination of scale size in a lizard. *Systematic Zoology*. **21** (1): 97-105.
- Tabachnick, B. G.; Fidell, L. S.; 1996. *Using Multivariate Statistics*, New York, HarperCollins.
- Taylor, H. L.; Buschman, D.; 1993. A multivariate analysis of geographic variation in the Teiid lizard *Cnemidophorus tigris septentrionalis*. *Herpetologica*. **49** (1): 42-51.

- Thorpe, R. S.; 1991. Clines and Cause: Microgeographic Variation in the Tenerife Gecko (*Tarentola delalandii*). *Systematic Zoology*. **40** (2): 172-187.
- Thorpe, R. S.; Baez, M.; 1987. Geographic Variation within an Island: Univariate and Multivariate Contouring of Scalation, Size, and Shape of the Lizard *Gallotia galloti*. *Evolution*. **41** (2): 256-268.
- Thorpe, R. S.; Baez, M.; 1993. Geographic variation in scalation of the lizard *Gallotia stehlini* within the island of Gran Canaria. *Biological Journal of the Linnean Society*. **48** (1): 75-87.
- Thorpe, R. S.; Brown, R. P.; Malhotra, A.; Wuster, W.; 1991. Geographic variation and population systematics: distinguishing between ecogenetics and phylogenetics. *Italian Journal of Zoology*. **58** (4): 329-335.
- Thorpe, R. S.; Reardon, J. T.; Malhotra, A.; 2005. Common garden and natural selection experiments support ecotypic differentiation in the Dominican anole (*Anolis oculatus*). *The American Naturalist*. **165** (4): 495-504.
- Van Buuren, S.; Oudshoorn, C. G. M.; 2007. Multivariate Imputation by Chained Equations.
- Vanzolini, P. E.; 1953. Sobre a diferenciação geográfica de *Gymnodactylus geckoides* (Sauria, Gekkonidae). *Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia* **11** (14): 225-262.
- Vanzolini, P. E.; 1976. On the lizards of a Cerrado-Caatinga contact: evolutionary and zoogeographical implications (Sauria). *Papéis Avulsos de Zoologia*. **29** (16): 111-119.
- Vanzolini, P. E.; 2004. On the geographical differentiation of *Gymnodactylus geckoides* Spix, 1825 (Sauria, Gekkonidae): speciation in the Brazilian caatingas. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. **76**: 663-698.
- Vanzolini, P. E.; 2005. On *Gymnodactylus amarali* Barbour, 1925, with the description of a new species (Sauria, Gekkonidae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. **77**: 595-611.
- Vitt, L. J.; 1991. An introduction to the ecology of Cerrado lizards. *Journal of Herpetology*. **25** (1): 79-90.

Vitt, L. J.; Shepard, D. B.; Caldwell, J. P.; Vieira, G. H. C.; Franca, F. G. R.; Colli, G. R.; 2007.

Living with your food: geckos (*Gymnodactylus carvalhoi*) in termitaria of Cantão. *Journal of Zoology*. **272**: 321-328.

Wallace, A. R.; 1869. *The Malay Archipelago*. New York, Cosimo Classics.

Waltari, E.; Hijmans, R. J.; Peterson, A. T.; Nyári, Á.; Perkins, S. L.; Guralnick, R. P.; 2007.

Locating Pleistocene refugia: comparing phylogeographic and ecological niche model predictions. *PLoS One*. **2** (7): e563.

Werneck, F. D. P.; Giugliano, L. G.; Collevatti, R. G.; Colli, G. R.; 2009a. Phylogeny, biogeography and evolution of clutch size in South American lizards of the genus *Kentropyx* (Squamata: Teiidae). *Molecular Ecology*. **18** (2): 262-278.

Werneck, F. P.; Colli, G. R.; Vitt, L. J.; 2009b. Determinants of assemblage structure in Neotropical dry forest lizards. *Austral Ecology*. **34** (1): 97-115.

Wiens, J. J.; Donoghue, M. J.; 2004. Historical biogeography, ecology and species richness. *Trends in Ecology & Evolution*. **19** (12): 639-644.

www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php; 20/ 01/ 2009.

TABELAS

Tabela 1: Localidades de onde foram obtidas amostras de *Gymnodactylus amarali* com suas coordenadas geográficas e respectivas extensões polinomiais. Latitude está referida como X e longitude como Y. As localidades são referentes a municípios brasileiros, exceto aquelas aonde o município encontra-se após a barra.

Localidade	Estado	Latitude (X)	Longitude (Y)	X ²	XY	Y ²	X ³	X ² Y	XY ²	Y ³
Almas	Tocantins	-11.47	-47.12	131.65	540.65	2220.40	-1510.45	-6203.27	-25476.15	-104627.77
Alto Paraíso	Goiás	-14.16	-47.52	200.57	673.04	2258.47	-2840.49	-9531.68	-31984.89	-107329.80
Alto Parnaíba	Maranhão	-9.10	-45.95	82.81	418.15	2111.40	-753.57	-3805.12	-19213.76	-97018.94
Barra do Garças	Mato Grosso	-15.88	-52.25	252.28	829.90	2730.06	-4007.05	-13181.64	-43362.49	-142645.77
Barra do Rio São Domingos	Tocantins	-13.24	-47.12	175.30	623.87	2220.29	-2320.94	-8260.02	-29396.70	-104620.27
Bom Jesus do Tocantins	Tocantins	-8.96	-48.16	80.28	431.51	2319.39	-719.32	-3866.36	-20781.69	-111701.61
Buritiz	Minas Gerais	-15.62	-46.42	243.91	725.03	2155.13	-3809.41	-11323.35	-33658.28	-100048.13
Cana Brava/ Minaçu	Goiás	-13.51	-48.36	182.48	653.20	2338.26	-2464.93	-8823.68	-31585.99	-113067.85
Carolina	Maranhão	-7.37	-47.43	54.27	349.43	2249.92	-399.77	-2574.10	-16574.42	-106721.26
Caseara	Tocantins	-9.37	-49.84	87.84	467.14	2484.32	-823.26	-4378.20	-23283.76	-123825.82
Cavalcante	Goiás	-13.79	-47.45	190.16	654.34	2251.50	-2622.36	-9023.29	-31048.22	-106833.79
Cocalinho	Mato Grosso	-14.37	-51.00	206.62	733.13	2601.23	-2970.11	-10538.32	-37391.19	-132668.34
Cocalzinho	Goiás	-15.79	-48.77	249.32	770.08	2378.51	-3936.83	-12159.54	-37556.72	-116000.07
Colinas do Sul	Goiás	-14.15	-48.07	200.22	680.19	2310.72	-2833.15	-9624.70	-32696.76	-111076.55
Coribe	Bahia	-13.82	-44.45	190.99	614.30	1975.80	-2639.51	-8489.61	-27305.59	-87824.42
Dianópolis	Tocantins	-11.62	-46.82	135.02	544.05	2192.11	-1568.98	-6321.84	-25472.35	-102634.70
Estreito	Maranhão	-6.56	-47.45	43.07	311.41	2251.74	-282.62	-2043.61	-14777.04	-106850.68
Guaraí	Tocantins	-8.83	-48.52	78.03	428.56	2353.87	-689.25	-3785.65	-20792.49	-114201.78
Gurupi	Tocantins	-11.72	-49.07	137.28	574.90	2407.54	-1608.47	-6735.89	-28208.32	-118129.85
Ipueiras	Tocantins	-11.23	-48.47	126.19	544.44	2349.02	-1417.51	-6115.90	-26387.30	-113849.06
Januária/ Peruaçu	Minas Gerais	-15.12	-44.24	228.72	669.06	1957.19	-3458.94	-10118.39	-29599.19	-86586.16
Lajeado	Tocantins	-9.85	-48.32	97.02	475.92	2334.50	-955.67	-4687.80	-22994.83	-112795.27
Mateiros	Tocantins	-10.70	-46.41	114.54	496.72	2154.15	-1225.81	-5316.02	-23054.19	-99979.91
Minaçu	Goiás	-13.50	-48.40	182.14	653.16	2342.31	-2458.05	-8814.87	-31611.21	-113361.63
Mineiros	Goiás	-17.56	-52.55	308.35	922.78	2761.50	-5414.69	-16203.98	-48491.98	-145116.96
Monte Alegre	Goiás	-13.09	-47.02	171.43	615.69	2211.21	-2244.62	-8061.39	-28951.93	-103978.88

Localidade	Estado	Latitude (X)	Longitude (Y)	X ²	XY	Y ²	X ³	X ² Y	XY ²	Y ³
Niquelândia	Goiás	-14.27	-48.27	203.63	688.81	2329.99	-2905.84	-9829.36	-33249.00	-112468.76
Nova Roma	Goiás	-13.75	-46.88	189.06	644.65	2198.05	-2599.61	-8863.88	-30223.15	-103051.77
Nova Xavantina	Mato Grosso	-14.41	-52.20	207.65	752.20	2724.84	-2992.21	-10839.23	-39264.94	-142236.65
Palmas	Tocantins	-10.19	-48.11	103.82	490.18	2314.43	-1057.82	-4994.56	-23582.06	-111343.86
Paranã	Tocantins	-12.75	-47.76	162.64	609.08	2280.93	-2074.18	-7767.60	-29088.88	-108934.97
Pedro Afonso	Tocantins	-8.58	-48.10	73.62	412.70	2313.61	-631.63	-3540.95	-19850.77	-111284.64
Peixe	Tocantins	-12.03	-48.35	144.80	581.81	2337.72	-1742.44	-7001.13	-28130.59	-113028.88
Pirenópolis	Goiás	-15.83	-49.01	250.46	775.65	2402.08	-3963.79	-12275.35	-38015.25	-117728.54
Pium	Tocantins	-10.44	-49.19	109.04	513.61	2419.22	-1138.62	-5363.19	-25262.02	-118990.62
Porto Alegre do Tocantins	Tocantins	-11.60	-47.04	134.56	545.66	2212.76	-1560.90	-6329.70	-25668.03	-104088.31
Porto Nacional	Tocantins	-10.70	-48.42	114.49	518.06	2344.17	-1225.04	-5543.22	-25082.66	-113497.07
Posse	Goiás	-14.08	-46.33	198.34	652.53	2146.78	-2793.29	-9189.77	-30233.79	-99467.37
Rio das Mortes	Mato Grosso	-13.30	-51.24	176.89	681.49	2625.54	-2352.64	-9063.84	-34919.65	-134532.55
Rio Verde	Goiás	-17.80	-50.93	316.84	906.61	2594.20	-5639.75	-16137.72	-46176.84	-132131.48
São Domingos	Goiás	-13.45	-46.45	180.90	624.72	2157.43	-2433.02	-8402.32	-29016.93	-100208.34
São Salvador do Tocantins	Tocantins	-12.73	-48.23	162.14	614.17	2326.45	-2064.55	-7820.45	-29623.52	-112212.65
Serra Negra/ Niquelândia	Goiás	-14.02	-48.35	196.47	677.74	2337.96	-2753.81	-9499.67	-32770.47	-113046.42
Teresina de Goiás	Goiás	-13.69	-47.24	187.52	646.90	2231.61	-2567.89	-8858.50	-30559.35	-105421.25

Tabela 2: Dados ambientais para cada localidade amostrada. As variáveis foram extraídas do banco de dados *WorldClim* com resolução de 2,5 arcominutos. As localidades são referentes a municípios brasileiros, exceto aquelas aonde o município encontra-se após a barra.

Localidade	TMIN1	TMIN2	TMIN3	TMIN4	TMIN5	TMIN6	TMIN7	TMIN8	TMIN9	TMIN10	TMIN11	TMIN12
Almas	20.00	20.10	20.40	19.50	17.90	16.50	16.70	18.40	20.00	20.40	20.20	19.80
Alto Paraíso	17.20	17.30	17.10	16.20	15.20	14.00	14.70	16.20	17.30	17.50	17.40	16.40
Alto Parnaíba	20.70	20.90	21.00	20.20	18.80	17.60	17.80	19.10	20.30	20.90	20.90	20.50
Barra do Garças	21.20	21.10	21.10	20.00	18.00	15.40	14.60	16.40	19.50	21.00	21.30	21.00
Barra do Rio São Domingos	20.60	20.60	20.50	19.90	18.70	17.20	17.30	19.20	20.80	21.10	20.90	20.10
Bom Jesus do Tocantins	21.20	21.70	21.90	21.00	19.50	18.40	18.60	20.00	21.20	21.50	21.30	20.90
Buritiz	19.60	19.40	19.00	17.50	15.40	14.00	14.50	16.40	18.50	19.30	19.70	18.80
Cana Brava/ Minaçu	21.20	21.20	21.10	20.50	18.90	17.20	17.40	19.00	20.70	21.40	21.30	20.60
Carolina	21.80	22.10	22.20	21.30	19.90	19.40	20.20	21.70	21.80	22.00	21.70	21.30
Caseara	21.30	21.80	21.50	20.90	19.70	18.20	18.20	19.20	20.60	21.10	21.00	20.80
Cavalcante	19.50	19.50	19.40	18.70	17.70	16.20	16.40	18.10	19.50	19.90	19.70	18.90
Cocalinho	21.70	21.80	21.60	20.80	18.90	17.20	17.50	18.80	20.60	21.50	21.60	21.40
Cocalzinho	17.60	17.70	17.50	17.10	15.10	14.30	15.10	16.60	17.40	17.70	17.70	17.10
Colinas do Sul	20.50	20.50	20.40	19.70	18.30	16.80	17.20	18.80	20.30	20.70	20.60	19.80
Coribe	18.20	18.10	18.20	17.60	15.90	14.30	14.10	15.30	17.50	18.80	18.70	18.20
Dianópolis	19.10	19.20	19.40	18.50	17.10	15.90	16.40	17.90	19.20	19.40	19.20	18.80
Estreito	20.50	20.60	20.90	20.50	19.00	17.40	16.80	17.90	19.60	20.40	20.50	20.40
Guaraí	20.50	20.90	21.10	20.40	18.90	17.80	18.00	19.40	20.60	20.80	20.50	20.10
Gurupi	21.60	21.90	21.70	21.20	19.70	17.70	17.60	18.90	20.90	21.60	21.60	21.20
Ipueiras	21.40	21.60	21.50	20.90	19.10	17.20	17.10	19.00	21.10	21.50	21.50	21.00
Januária/ Peruaçu	18.50	18.40	18.40	17.50	15.40	13.70	13.60	14.40	16.70	18.40	18.50	18.20
Lajeado	20.70	21.40	21.60	20.40	19.00	17.60	17.70	19.00	20.60	21.00	20.80	20.40
Mateiros	18.80	19.00	19.30	18.50	16.90	15.20	15.20	16.40	18.20	19.00	19.10	18.80
Minaçu	20.90	21.00	20.90	20.30	18.70	17.00	17.20	18.80	20.50	21.10	21.10	20.40
Mineiros	18.60	18.50	18.00	16.50	14.60	13.10	13.10	14.90	17.00	18.10	18.50	17.90
Monte Alegre	20.90	20.90	20.80	20.10	18.90	17.50	17.50	19.50	21.10	21.40	21.10	20.40
Niquelândia	21.20	21.30	21.10	20.50	18.90	17.50	17.90	19.50	20.90	21.40	21.30	20.60
Nova Roma	19.70	19.70	19.60	18.90	18.20	16.60	16.70	18.50	19.90	20.10	19.90	19.10
Nova Xavantina	20.60	20.50	20.50	19.40	17.20	14.80	14.70	16.10	18.80	19.90	20.20	20.30
Palmas	19.10	19.70	20.10	18.90	17.60	16.00	15.90	17.30	19.00	19.50	19.30	18.90
Paranã	21.20	21.10	21.10	20.10	18.10	16.40	16.50	18.40	20.60	21.50	21.50	20.60
Pedro Afonso	21.00	21.40	21.70	20.90	19.40	18.40	18.80	20.20	21.10	21.30	21.10	20.70

Localidade	TMIN1	TMIN2	TMIN3	TMIN4	TMIN5	TMIN6	TMIN7	TMIN8	TMIN9	TMIN10	TMIN11	TMIN12
Peixe	21.20	21.40	21.30	20.30	17.90	16.90	17.30	19.20	20.90	21.40	21.30	20.50
Pirenópolis	19.40	19.50	19.30	19.20	16.70	16.20	17.60	19.10	19.60	19.50	19.40	18.80
Pium	22.00	23.00	21.90	21.10	19.50	18.20	18.70	20.20	21.50	21.80	21.70	21.30
Porto Alegre do Tocantins	20.50	20.50	20.80	19.90	18.30	17.00	17.20	18.90	20.50	20.80	20.70	20.20
Porto Nacional	21.10	21.50	21.70	21.00	19.60	17.20	16.60	18.40	20.90	21.50	21.30	21.10
Posse	19.30	19.30	18.90	17.70	16.20	15.20	16.20	18.20	19.40	19.60	19.60	18.50
Rio das Mortes	21.90	22.00	21.80	21.10	19.30	17.20	17.20	18.20	20.20	21.40	21.50	21.50
Rio Verde	19.30	19.30	18.10	16.70	15.10	14.30	15.70	17.00	18.50	19.10	19.30	17.90
São Domingos	20.60	20.60	20.50	19.80	18.80	17.50	17.60	19.50	21.00	21.20	20.90	20.20
São Salvador do Tocantins	21.30	21.30	21.30	20.50	18.50	16.80	16.70	18.40	20.60	21.50	21.50	20.80
Serra Negra/ Niquelândia	19.40	19.50	19.30	18.70	17.30	15.90	16.40	17.90	19.20	19.70	19.60	18.80
Teresina de Goiás	20.30	20.30	20.20	19.50	18.70	16.90	17.00	18.90	20.40	20.70	20.50	19.80

Tabela 2: Continuação.

Localidade	TMAX1	TMAX2	TMAX3	TMAX4	TMAX5	TMAX6	TMAX7	TMAX8	TMAX9	TMAX10	TMAX11	TMAX12
Almas	30.30	30.40	30.60	31.20	31.50	31.90	32.90	34.10	33.80	32.00	30.60	30.80
Alto Paraíso	25.90	26.20	26.40	26.20	25.90	25.60	27.30	28.50	28.20	26.80	25.80	26.30
Alto Parnaíba	30.80	30.90	30.90	31.70	32.50	33.00	33.80	34.70	34.70	33.30	31.90	31.70
Barra do Garças	31.00	31.30	31.70	31.60	31.40	30.90	31.10	33.30	33.60	33.30	32.00	31.30
Barra do Rio São Domingos	29.90	30.10	30.60	30.60	30.60	30.40	31.50	32.90	32.80	31.20	29.90	30.30
Bom Jesus do Tocantins	31.20	31.50	31.60	32.50	33.40	33.90	34.50	34.80	33.90	32.40	31.50	32.10
Buritit	30.00	30.50	30.40	29.90	29.20	28.80	30.00	31.60	31.70	31.20	29.80	29.80
Cana Brava/ Minaçu	30.10	30.40	30.80	30.90	30.80	30.70	32.00	33.40	33.00	31.40	30.20	30.60
Carolina	30.50	30.70	31.30	32.20	33.20	33.80	34.50	34.50	32.50	31.30	30.60	32.00
Caseara	31.80	31.60	31.80	32.70	33.20	33.60	34.10	35.00	34.00	32.90	32.30	32.50
Cavalcante	28.20	28.50	29.00	28.90	28.70	28.40	29.70	31.10	30.90	29.50	28.20	28.60
Cocalinho	31.20	31.70	31.70	31.80	31.50	31.30	32.30	33.90	33.70	32.80	31.90	31.80
Cocalzinho	26.30	26.70	26.50	26.20	25.50	25.50	26.60	28.10	28.10	26.60	26.00	26.40
Colinas do Sul	29.00	29.40	29.80	29.60	29.30	29.10	30.60	31.90	31.60	30.10	29.10	29.50
Coribe	29.40	29.50	29.40	29.40	29.00	28.40	28.70	30.10	31.80	32.00	29.90	29.20
Dianópolis	29.50	29.60	29.70	30.20	30.50	30.70	31.80	33.10	32.70	31.10	29.70	30.00
Estreito	30.00	30.00	30.40	30.90	31.50	32.20	33.00	33.60	32.70	32.00	30.80	30.90
Guaraí	30.70	30.90	31.10	32.10	32.90	33.50	34.10	34.20	33.20	31.80	31.00	31.60
Gurupi	31.20	31.10	31.40	32.00	32.30	32.50	33.30	34.90	34.50	32.90	31.60	31.50
Ipueiras	31.20	30.70	31.30	32.00	32.70	33.20	34.10	35.40	34.80	32.80	31.40	31.50
Januária/ Peruaçu	29.40	29.70	29.40	29.00	28.40	28.00	28.10	29.70	31.60	31.60	29.70	28.70
Lajeado	30.80	31.10	30.80	31.70	32.50	33.00	33.50	34.10	33.80	32.00	31.00	31.30
Mateiros	29.70	29.80	29.70	30.40	31.00	31.30	32.00	33.10	33.60	32.20	30.50	30.20
Minaçu	29.80	30.20	30.50	30.70	30.50	30.50	31.80	33.20	32.80	31.20	30.00	30.40
Mineiros	28.90	29.30	28.90	28.50	27.90	27.60	28.10	30.20	30.60	30.50	29.20	28.70
Monte Alegre	30.20	30.50	31.00	31.00	31.00	30.80	31.80	33.30	33.20	31.60	30.30	30.60
Niquelândia	29.70	30.30	30.50	30.40	30.00	29.90	31.30	32.60	32.30	30.80	29.80	30.30
Nova Roma	28.50	28.80	29.30	29.10	29.00	28.60	29.80	31.10	31.20	29.90	28.50	28.90
Nova Xavantina	31.00	31.40	31.60	31.80	31.40	31.00	31.40	33.20	33.60	33.30	32.10	31.60
Palmas	29.20	29.40	29.10	30.10	30.90	31.40	31.90	32.70	32.70	30.80	29.60	29.60
Paraná	30.80	31.00	31.50	31.80	31.80	32.00	33.20	34.50	34.00	32.10	30.80	31.30
Pedro Afonso	30.90	31.20	31.50	32.40	33.30	33.90	34.60	34.60	33.40	32.00	31.20	32.00
Peixe	30.80	31.00	31.40	31.90	32.00	32.60	34.00	34.90	33.80	32.00	30.80	31.60
Pirenópolis	27.70	28.40	28.10	27.90	27.10	27.40	28.80	30.10	29.70	27.80	27.40	28.20

Localidade	TMAX1	TMAX2	TMAX3	TMAX4	TMAX5	TMAX6	TMAX7	TMAX8	TMAX9	TMAX10	TMAX11	TMAX12
Pium	32.20	31.50	31.90	32.70	33.20	33.50	33.80	35.20	33.90	32.60	31.80	32.50
Porto Alegre do Tocantins	30.70	30.90	31.00	31.60	31.90	32.20	33.30	34.50	34.20	32.40	31.00	31.30
Porto Nacional	31.00	30.60	30.80	31.80	32.80	33.40	33.90	35.20	35.20	33.10	31.40	31.10
Posse	29.00	29.40	29.60	29.30	29.00	28.80	30.20	31.20	31.00	29.90	28.50	29.20
Rio das Mortes	31.70	32.10	31.90	32.40	32.10	31.90	32.50	34.30	34.40	33.50	32.60	32.30
Rio Verde	29.70	29.80	29.10	28.50	27.90	27.90	30.20	30.80	30.70	29.60	28.80	29.20
São Domingos	30.10	30.40	30.90	30.70	30.80	30.30	31.20	32.70	32.80	31.60	30.20	30.40
São Salvador do Tocantins	30.80	30.90	31.40	31.70	31.80	31.90	33.20	34.50	34.00	32.30	30.90	31.20
Serra Negra/ Niquelândia	28.10	28.50	28.70	28.60	28.30	28.20	29.70	31.10	30.70	29.10	28.10	28.50
Teresina de Goiás	29.00	29.40	29.90	29.80	29.70	29.30	30.50	31.90	31.80	30.50	29.10	29.50

Tabela 2: Continuação.

Localidade	PREC1	PREC2	PREC3	PREC4	PREC5	PREC6	PREC7	PREC8	PREC9	PREC10	PREC11	PREC12
Almas	262.00	231.00	216.00	121.00	28.00	6.00	3.00	5.00	30.00	127.00	211.00	281.00
Alto Paraíso	260.00	256.00	206.00	134.00	33.00	12.00	4.00	5.00	43.00	216.00	283.00	353.00
Alto Parnaíba	254.00	236.00	229.00	155.00	26.00	5.00	0.00	4.00	22.00	105.00	176.00	203.00
Barra do Garças	314.00	236.00	233.00	77.00	32.00	7.00	5.00	14.00	59.00	139.00	200.00	263.00
Barra do Rio São Domingos	277.00	213.00	195.00	94.00	19.00	7.00	1.00	4.00	33.00	137.00	214.00	255.00
Bom Jesus do Tocantins	299.00	271.00	278.00	178.00	37.00	7.00	4.00	9.00	56.00	173.00	209.00	274.00
Buritis	187.00	162.00	125.00	69.00	14.00	3.00	8.00	3.00	22.00	112.00	213.00	278.00
Cana Brava/ Minaçu	272.00	257.00	192.00	108.00	16.00	3.00	3.00	8.00	44.00	151.00	238.00	257.00
Carolina	249.00	233.00	283.00	177.00	54.00	12.00	9.00	9.00	44.00	123.00	187.00	218.00
Caseara	313.00	287.00	302.00	234.00	71.00	14.00	6.00	21.00	68.00	196.00	235.00	286.00
Cavalcante	312.00	258.00	214.00	108.00	20.00	11.00	3.00	5.00	32.00	176.00	269.00	302.00
Cocalinho	283.00	244.00	214.00	95.00	32.00	5.00	5.00	7.00	40.00	140.00	217.00	280.00
Cocalzinho	269.00	211.00	210.00	120.00	33.00	8.00	8.00	14.00	48.00	162.00	210.00	244.00
Colinas do Sul	305.00	234.00	205.00	105.00	27.00	4.00	3.00	7.00	39.00	171.00	239.00	296.00
Coribe	123.00	105.00	112.00	60.00	8.00	0.00	1.00	1.00	12.00	63.00	148.00	181.00
Dianópolis	269.00	235.00	236.00	136.00	24.00	4.00	3.00	4.00	33.00	138.00	187.00	261.00
Estreito	247.00	254.00	262.00	200.00	89.00	21.00	14.00	19.00	44.00	105.00	131.00	178.00
Guaraí	329.00	293.00	280.00	173.00	37.00	9.00	4.00	12.00	71.00	181.00	227.00	289.00
Gurupi	238.00	223.00	240.00	125.00	19.00	8.00	2.00	7.00	37.00	144.00	202.00	235.00
Ipueiras	265.00	246.00	248.00	141.00	27.00	7.00	2.00	5.00	38.00	149.00	199.00	228.00
Januária/ Peruaçu	162.00	115.00	128.00	52.00	11.00	2.00	2.00	3.00	17.00	80.00	185.00	229.00
Lajeado	291.00	272.00	273.00	163.00	42.00	5.00	3.00	10.00	51.00	162.00	219.00	290.00
Mateiros	224.00	218.00	189.00	129.00	25.00	3.00	0.00	2.00	29.00	111.00	188.00	218.00
Minaçu	285.00	257.00	203.00	111.00	17.00	3.00	3.00	9.00	45.00	148.00	241.00	269.00
Mineiros	318.00	225.00	225.00	108.00	56.00	19.00	18.00	25.00	74.00	166.00	200.00	257.00
Monte Alegre	281.00	213.00	204.00	100.00	20.00	8.00	2.00	4.00	34.00	135.00	223.00	254.00
Niquelândia	298.00	234.00	216.00	107.00	24.00	3.00	3.00	7.00	41.00	164.00	242.00	294.00
Nova Roma	260.00	209.00	187.00	101.00	20.00	10.00	2.00	6.00	34.00	147.00	223.00	267.00
Nova Xavantina	247.00	217.00	214.00	103.00	33.00	4.00	5.00	6.00	45.00	141.00	222.00	266.00
Palmas	282.00	273.00	251.00	154.00	42.00	7.00	3.00	8.00	50.00	155.00	225.00	277.00
Paraná	241.00	215.00	179.00	93.00	14.00	2.00	1.00	3.00	26.00	111.00	205.00	236.00
Pedro Afonso	291.00	261.00	274.00	185.00	41.00	8.00	5.00	13.00	62.00	191.00	209.00	253.00
Peixe	279.00	237.00	219.00	112.00	23.00	4.00	2.00	5.00	33.00	138.00	230.00	247.00
Pirenópolis	268.00	230.00	208.00	121.00	31.00	8.00	5.00	8.00	48.00	165.00	218.00	265.00

Localidade	PREC1	PREC2	PREC3	PREC4	PREC5	PREC6	PREC7	PREC8	PREC9	PREC10	PREC11	PREC12
Pium	312.00	283.00	302.00	177.00	56.00	7.00	5.00	13.00	51.00	178.00	239.00	338.00
Porto Alegre do Tocantins	261.00	230.00	215.00	120.00	25.00	5.00	2.00	5.00	28.00	126.00	208.00	277.00
Porto Nacional	248.00	254.00	263.00	152.00	35.00	4.00	4.00	5.00	46.00	156.00	206.00	248.00
Posse	259.00	209.00	176.00	115.00	27.00	11.00	6.00	8.00	44.00	141.00	228.00	291.00
Rio das Mortes	284.00	254.00	210.00	111.00	31.00	4.00	3.00	8.00	53.00	133.00	210.00	280.00
Rio Verde	275.00	205.00	196.00	113.00	43.00	13.00	13.00	24.00	56.00	169.00	248.00	294.00
São Domingos	230.00	184.00	170.00	85.00	16.00	6.00	1.00	3.00	29.00	114.00	186.00	219.00
São Salvador do Tocantins	271.00	224.00	197.00	94.00	15.00	2.00	2.00	5.00	28.00	111.00	220.00	274.00
Serra Negra/ Niquelândia	337.00	283.00	250.00	131.00	30.00	6.00	4.00	11.00	52.00	187.00	284.00	352.00
Teresina de Goiás	275.00	219.00	188.00	96.00	18.00	8.00	1.00	5.00	30.00	152.00	228.00	266.00

Tabela 2: Continuação.

Localidade	ALT	TMA anual	VT Mensal	Isothermality	T Seasonality	MTM Quente	MTM Frio	ATA anual	MeTU Quarter	MeTQ Quarter	MeTU Quarter
Almas	467.00	25.42	12.52	71.12	73.90	34.10	16.50	17.60	25.23	25.08	26.45
Alto Paraíso	1243.00	21.48	10.22	70.46	79.75	28.50	14.00	14.50	21.50	21.05	22.42
Alto Parnaíba	307.00	26.19	12.60	73.68	65.57	34.70	17.60	17.10	25.87	26.00	27.17
Barra do Garças	325.00	25.55	12.66	66.62	137.85	33.60	14.60	19.00	26.15	23.62	26.78
Barra do Rio São Domingos	535.00	25.32	11.16	71.07	80.35	32.90	17.20	15.70	25.28	24.75	26.33
Bom Jesus do Tocantins	201.00	26.69	12.18	74.24	43.23	34.80	18.40	16.40	26.52	26.70	27.30
Buritís	554.00	23.96	12.57	71.00	128.77	31.70	14.00	17.70	24.62	22.55	25.03
Cana Brava/ Minaçu	408.00	25.62	11.15	68.83	78.92	33.40	17.20	16.20	25.68	24.95	26.48
Carolina	175.00	26.77	10.98	72.68	54.46	34.50	19.40	15.10	26.43	27.35	27.53
Caseara	193.00	26.66	12.60	75.00	38.54	35.00	18.20	16.80	26.63	26.38	27.13
Cavalcante	795.00	23.88	10.52	70.58	78.20	31.10	16.20	14.90	23.85	23.32	24.83
Cocalinho	245.00	26.21	11.85	70.96	92.24	33.90	17.20	16.70	26.60	25.17	27.02
Cocalzinho	1142.00	21.64	9.80	71.01	85.49	28.10	14.30	13.80	21.97	21.03	22.42
Colinas do Sul	597.00	24.69	10.45	69.21	81.12	31.90	16.80	15.10	24.75	24.07	25.57
Coribe	651.00	23.40	12.66	70.72	122.65	32.00	14.10	17.90	23.93	21.82	24.78
Dianópolis	678.00	24.53	12.38	71.95	72.82	33.10	15.90	17.20	24.37	24.30	25.57
Estreito	165.00	25.52	11.96	71.18	43.61	33.60	16.80	16.80	25.40	25.15	26.03
Guaraí	292.00	26.09	12.34	75.25	41.68	34.20	17.80	16.40	25.78	26.17	26.67
Gurupi	288.00	26.45	11.97	69.17	70.71	34.90	17.60	17.30	26.48	25.82	27.28
Ipueiras	228.00	26.42	12.35	67.49	74.05	35.40	17.10	18.30	26.28	26.00	27.43
Januária/ Peruaçu	722.00	23.13	12.63	70.19	137.45	31.60	13.60	18.00	23.83	21.25	24.42
Lajeado	366.00	26.08	12.12	73.43	50.79	34.10	17.60	16.50	25.95	25.82	26.75
Mateiros	600.00	24.50	13.26	72.06	74.30	33.60	15.20	18.40	24.38	23.87	25.43
Minaçu	451.00	25.40	11.14	68.78	78.75	33.20	17.00	16.20	25.45	24.75	26.27
Mineiros	786.00	22.80	12.47	71.24	136.63	30.60	13.10	17.50	23.65	21.17	23.98
Monte Alegre	481.00	25.64	11.27	71.31	81.93	33.30	17.50	15.80	25.58	25.07	26.68
Niquelândia	448.00	25.42	10.48	69.43	80.52	32.60	17.50	15.10	25.48	24.78	26.25
Nova Roma	791.00	24.15	10.48	71.80	78.45	31.20	16.60	14.60	24.10	23.55	25.12
Nova Xavantina	288.00	25.27	13.37	70.72	125.05	33.60	14.70	18.90	25.97	23.53	26.32
Palmas	639.00	24.53	12.18	72.47	58.37	32.70	15.90	16.80	24.32	24.20	25.33
Paraná	295.00	25.91	12.31	68.00	86.47	34.50	16.40	18.10	26.00	25.17	26.85
Pedro Afonso	211.00	26.54	12.08	74.59	43.48	34.60	18.40	16.20	26.28	26.75	27.12
Peixe	311.00	26.10	12.27	68.15	75.44	34.90	16.90	18.00	26.08	25.82	27.03
Pirenópolis	822.00	23.45	9.53	68.53	87.01	30.10	16.20	13.90	23.67	23.20	24.30
Pium	247.00	26.90	11.99	70.54	55.45	35.20	18.20	17.00	27.08	26.60	27.53

Localidade	ALT	TMA anual	VT Mensal	Isothermality	T Seasonality	MTM Quente	MTM Frio	AT Anual	MeTU Quarter	MeTQ Quarter	MeTU Quarter
Porto Alegre do Tocantins	398.00	25.85	12.48	71.29	74.63	34.50	17.00	17.50	25.68	25.52	26.88
Porto Nacional	217.00	26.34	12.37	66.49	77.37	35.20	16.60	18.60	26.12	25.78	27.38
Posse	852.00	23.88	11.42	71.35	92.50	31.20	15.20	16.00	24.02	23.30	24.88
Rio das Mortes	223.00	26.46	12.37	71.90	94.34	34.40	17.20	17.20	26.92	25.22	27.27
Rio Verde	719.00	23.44	11.83	71.67	118.07	30.80	14.30	16.50	24.03	22.65	24.33
São Domingos	557.00	25.43	11.16	72.93	82.56	32.80	17.50	15.30	25.40	24.80	26.47
São Salvador do Tocantins	296.00	25.99	12.12	68.07	82.21	34.50	16.70	17.80	26.05	25.25	26.88
Serra Negra/ Niquelândia	787.00	23.72	10.49	69.02	78.93	31.10	15.90	15.20	23.75	23.20	24.62
Teresina de Goiás	643.00	24.73	10.60	70.67	80.46	31.90	16.90	15.00	24.70	24.08	25.70

Tabela 2: Continuação.

Localidade	MeTFQuarter	PAnual	PMUmido	PMSeco	SazPrec	PUQuarter	PSQuarter	PQQuarter	PFQuarter
Almas	24.57	1521.00	281.00	3.00	86.39	774.00	14.00	162.00	37.00
Alto Paraíso	20.45	1805.00	353.00	4.00	84.21	896.00	21.00	264.00	49.00
Alto Parnaíba	25.58	1415.00	254.00	0.00	86.42	719.00	9.00	131.00	31.00
Barra do Garças	23.57	1579.00	314.00	5.00	85.74	813.00	26.00	398.00	44.00
Barra do Rio São Domingos	24.28	1449.00	277.00	1.00	88.32	746.00	12.00	174.00	27.00
Bom Jesus do Tocantins	26.37	1795.00	299.00	4.00	79.78	848.00	20.00	238.00	782.00
Buritis	21.98	1196.00	278.00	3.00	94.88	678.00	14.00	347.00	25.00
Cana Brava/ Minaçu	24.50	1549.00	272.00	3.00	86.26	786.00	14.00	203.00	22.00
Carolina	26.32	1598.00	283.00	9.00	77.67	765.00	30.00	62.00	654.00
Caseara	26.17	2033.00	313.00	6.00	72.87	902.00	41.00	285.00	91.00
Cavalcante	22.85	1710.00	312.00	3.00	88.21	883.00	19.00	213.00	34.00
Cocalinho	24.78	1562.00	283.00	5.00	86.34	807.00	17.00	397.00	42.00
Cocalzinho	20.35	1537.00	269.00	8.00	78.82	724.00	30.00	224.00	49.00
Colinas do Sul	23.55	1635.00	305.00	3.00	86.94	840.00	14.00	217.00	34.00
Coribe	21.73	814.00	181.00	0.00	95.26	452.00	2.00	223.00	9.00
Dianópolis	23.73	1530.00	269.00	3.00	85.44	765.00	11.00	175.00	31.00
Estreito	24.98	1564.00	262.00	14.00	73.54	763.00	54.00	168.00	124.00
Guaraí	25.73	1905.00	329.00	4.00	79.33	911.00	25.00	264.00	845.00
Gurupi	25.52	1480.00	240.00	2.00	83.15	701.00	17.00	188.00	29.00
Ipueiras	25.57	1555.00	265.00	2.00	82.81	759.00	14.00	192.00	36.00
Januária/ Peruaçu	21.20	986.00	229.00	2.00	97.80	576.00	7.00	282.00	15.00
Lajeado	25.55	1781.00	291.00	3.00	80.81	853.00	18.00	223.00	50.00
Mateiros	23.60	1336.00	224.00	0.00	84.77	660.00	5.00	328.00	28.00
Minaçu	24.28	1591.00	285.00	3.00	86.48	811.00	15.00	202.00	23.00
Mineiros	20.73	1691.00	318.00	18.00	73.90	800.00	62.00	440.00	93.00
Monte Alegre	24.58	1478.00	281.00	2.00	87.59	758.00	14.00	173.00	30.00
Niquelândia	24.25	1633.00	298.00	3.00	86.85	834.00	13.00	212.00	30.00
Nova Roma	23.15	1466.00	267.00	2.00	86.09	750.00	18.00	187.00	32.00
Nova Xavantina	23.42	1503.00	266.00	4.00	83.17	735.00	15.00	408.00	42.00
Palmas	23.95	1727.00	282.00	3.00	80.60	832.00	18.00	213.00	52.00
Paraná	24.67	1326.00	241.00	1.00	90.25	692.00	6.00	140.00	17.00
Pedro Afonso	26.15	1793.00	291.00	5.00	76.62	826.00	26.00	80.00	753.00
Peixe	25.12	1529.00	279.00	2.00	86.72	763.00	11.00	176.00	29.00
Pirenópolis	22.30	1575.00	268.00	5.00	80.99	763.00	21.00	221.00	44.00

Localidade	MeTFQuarter	PAnual	PMUmido	PMSeco	SazPrec	PUQuarter	PSQuarter	PQQuarter	PFQuarter
Pium	26.15	1961.00	338.00	5.00	80.11	933.00	25.00	242.00	68.00
Porto Alegre do Tocantins	24.98	1502.00	277.00	2.00	87.18	768.00	12.00	159.00	32.00
Porto Nacional	25.58	1621.00	263.00	4.00	80.79	765.00	13.00	207.00	43.00
Posse	22.60	1515.00	291.00	6.00	83.80	778.00	25.00	193.00	44.00
Rio das Mortes	25.03	1581.00	284.00	3.00	84.81	818.00	15.00	396.00	38.00
Rio Verde	21.73	1649.00	294.00	13.00	77.46	817.00	50.00	473.00	169.00
São Domingos	24.37	1243.00	230.00	1.00	87.72	635.00	10.00	146.00	23.00
São Salvador do Tocantins	24.82	1443.00	274.00	2.00	91.98	769.00	9.00	144.00	19.00
Serra Negra/ Niquelândia	22.63	1927.00	352.00	4.00	85.46	973.00	21.00	250.00	40.00
Teresina de Goiás	23.68	1486.00	275.00	1.00	88.22	769.00	14.00	187.00	27.00

Tabela 3: Média dos dados métricos e moda dos dados qualitativos dos caracteres de foliose de *Gymnodactylus amarali*. Ver Apêndice I para uma completa descrição dos caracteres e estados. As localidades são referentes à municípios brasileiros, exceto aquelas aonde o município encontra-se após a barra.

Localidade (n)	cantr	asup	ainf	sup	inf	supra	dor	fqui	qui	tub	ocel
Almas (16)	7,81 ± 0,4	16,50 ± 1,1	10,06 ± 0,57	12,19 ± 0,83	10,00 ± 0,37	15,81 ± 0,66	212,43 ± 13,68	5,94 ± 1,34	3,88 ± 0,72	38,31 ± 2,98	10,50 ± 1,55
Alto Paraíso (23)	8,91 ± 0,95	15,91 ± 1,47	11,04 ± 1,11	12,43 ± 1,27	10,17 ± 0,58	15,09 ± 1,35	271,39 ± 35,34	2,57 ± 1,73	1,74 ± 1,81	27,52 ± 6,18	9,17 ± 1,67
Alto Parnaíba (1)	7,00	16,00	13,00	11,00	10,00	13,00	176,00	7,00	4,00	37,00	9,00
Barra do Garças (7)	7,43 ± 0,53	15,14 ± 0,90	10,00 ± 1,29	12,14 ± 0,90	9,57 ± 0,79	13,14 ± 0,38	179,71 ± 17,89	5,86 ± 1,68	3,86 ± 0,69	31,29 ± 4,86	8,00 ± 1,53
Barra do Rio São Domingos (26)	7,81 ± 0,57	16,35 ± 1,23	11,38 ± 0,75	12,69 ± 0,84	10,54 ± 0,81	14,12 ± 0,95	177,08 ± 25,49	6,58 ± 1,33	3,77 ± 1,21	34,96 ± 3,17	8,46 ± 1,03
Bom Jesus do Tocantins (1)	8,00	16,00	10,00	11,00	10,00	14,00	205,00	6,00	4,00	34,00	15,00
Burititis (2)	8,00 ± 0,00	16,00 ± 0,00	12,00 ± 1,41	12,00 ± 0,00	10,00 ± 0,00	13,00 ± 0,00	162,50 ± 4,95	7,50 ± 2,12	3,50 ± 0,71	35,50 ± 3,54	7,50 ± 0,71
Cana Brava/Minaçu (6)	7,17 ± 0,75	15,33 ± 0,82	10,33 ± 1,21	12,67 ± 0,52	11,00 ± 0,89	12,17 ± 0,41	162,83 ± 8,64	6,00 ± 0,63	4,17 ± 0,41	34,33 ± 2,80	8,83 ± 0,98
Carolina (5)	8,00 ± 1,00	16,20 ± 2,17	11,00 ± 1,22	10,40 ± 0,89	10,00 ± 0,00	13,40 ± 0,55	208,20 ± 26,31	5,20 ± 1,64	3,60 ± 0,55	37,80 ± 3,03	10,80 ± 1,79
Caseara (35)	9,29 ± 0,79	14,20 ± 1,02	10,26 ± 1,04	10,91 ± 0,95	8,71 ± 0,86	14,11 ± 1,18	253,14 ± 21,18	3,91 ± 1,67	2,60 ± 1,65	41,09 ± 3,80	9,80 ± 1,08
Cavalcante (5)	7,40 ± 0,55	15,20 ± 1,64	9,80 ± 0,84	10,40 ± 0,89	9,40 ± 0,89	15,20 ± 0,45	192,60 ± 4,04	7,00 ± 1,00	4,40 ± 0,55	42,60 ± 2,61	11,80 ± 1,48
Cocalinho (1)	7,00	13,00	9,00	11,00	10,00	16,00	175,00	6,00	3,00	40,00	7,00
Cocalzinho (3)	7,67 ± 0,58	16,67 ± 2,08	11,67 ± 1,15	11,67 ± 0,58	10,00 ± 0,00	13,67 ± 1,15	220,67 ± 23,54	5,33 ± 1,53	3,67 ± 0,58	36,33 ± 0,58	10,33 ± 0,58
Colinas do Sul (5)	7,80 ± 0,84	15,60 ± 0,89	9,40 ± 1,34	12,00 ± 0,00	10,00 ± 0,00	13,40 ± 0,55	216,00 ± 13,23	4,40 ± 1,52	3,20 ± 0,45	32,00 ± 1,58	9,60 ± 0,55
Coribe (1)	7,00	16,00	8,00	12,00	10,00	13,00	194,00	4,00	4,00	27,00	9,00
Dianópolis (1)	7,00	17,00	11,00	11,00	9,00	13,00	198,00	7,00	3,00	42,00	8,00
Estreito (18)	7,32 ± 0,62	15,14 ± 0,99	10,41 ± 1,07	11,39 ± 0,88	9,94 ± 0,74	13,52 ± 1,43	187,06 ± 14,93	6,13 ± 0,97	3,96 ± 0,67	36,61 ± 3,73	9,64 ± 2,16
Guaraí (1)	7,00	17,00	11,00	12,00	10,00	13,00	230,00	8,00	4,00	39,00	8,00
Gurupi (1)	7,00	16,00	9,00	12,00	10,00	14,00	172,00	6,00	3,00	45,00	11,00
Ipueiras (5)	7,00 ± 0,71	15,80 ± 0,84	10,20 ± 0,84	11,80 ± 0,45	9,40 ± 0,89	13,20 ± 1,10	173,00 ± 10,54	6,20 ± 1,48	4,20 ± 0,84	37,00 ± 1,41	8,80 ± 0,84
Januária/Peruaçu (12)	7,17 ± 0,39	15,92 ± 0,67	10,42 ± 0,79	13,33 ± 0,49	11,92 ± 0,51	13,33 ± 0,65	167,33 ± 7,56	7,08 ± 1,68	4,58 ± 0,79	27,50 ± 1,73	8,58 ± 1,08
Lajeado (67)	7,52 ± 0,66	15,88 ± 1,19	10,93 ± 1,58	11,76 ± 1,14	9,78 ± 0,69	13,99 ± 0,90	167,13 ± 12,37	6,40 ± 1,27	4,00 ± 0,87	38,91 ± 3,41	10,09 ± 1,38
Mateiros (180)	7,58 ± 0,56	14,66 ± 1,09	11,12 ± 0,97	11,41 ± 0,94	9,87 ± 0,54	14,32 ± 0,93	224,57 ± 18,38	6,24 ± 1,19	3,87 ± 0,63	37,37 ± 2,97	9,68 ± 1,48
Minaçu (182)	7,60 ± 0,65	15,45 ± 1,16	10,25 ± 0,97	12,05 ± 0,82	10,16 ± 0,66	14,24 ± 1,13	183,97 ± 22,50	5,35 ± 1,44	3,34 ± 0,98	32,56 ± 3,97	8,71 ± 1,27
Mineiros (1)	8,00	14,00	11,00	12,00	10,00	13,00	206,00	4,00	3,00	38,00	10,00
Monte Alegre (36)	9,03 ± 0,81	15,47 ± 0,97	10,31 ± 0,95	10,08 ± 1,02	9,14 ± 0,93	15,50 ± 1,08	250,64 ± 21,90	5,47 ± 1,30	4,36 ± 1,05	39,47 ± 3,38	9,22 ± 2,80
Niquelândia (4)	6,75 ± 0,96	15,00 ± 1,15	9,75 ± 0,96	11,75 ± 0,50	10,00 ± 0,00	12,00 ± 1,41	170,50 ± 12,45	6,00 ± 0,82	3,75 ± 1,26	34,00 ± 1,83	8,50 ± 1,29
Nova Roma (1)	7,00	16,00	11,00	12,00	12,00	14,00	148,00	6,00	4,00	35,00	9,00
Nova Xavantina (11)	7,73 ± 0,47	14,64 ± 1,03	11,00 ± 1,34	11,45 ± 0,69	10,00 ± 0,45	14,00 ± 1,18	197,00 ± 15,00	6,73 ± 1,01	4,18 ± 0,40	38,09 ± 2,95	8,45 ± 1,51
Palmas (47)	7,89 ± 0,67	15,81 ± 1,14	10,47 ± 1,02	12,13 ± 0,68	10,00 ± 0,63	15,70 ± 1,00	217,09 ± 18,53	5,66 ± 1,18	3,91 ± 0,65	40,13 ± 3,68	10,43 ± 1,31

Localidade (n)	cantr	asup	ainf	sup	inf	supra	dor	fqui	qui	tub	ocel
Paraná (87)	7,76 ± 0,71	14,68 ± 0,90	10,34 ± 0,96	9,92 ± 0,55	8,82 ± 0,87	14,62 ± 1,06	246,97 ± 18,22	5,99 ± 1,60	4,30 ± 0,94	41,92 ± 2,35	9,25 ± 2,37
Pedro Afonso (2)	8,00 ± 1,00	15,50 ± 0,50	10,50 ± 0,50	11,00 ± 1,00	10,00 ± 0,00	14,00 ± 1,00	227,50 ± 13,50	5,50 ± 0,50	3,50 ± 0,50	34,50 ± 1,50	10,50 ± 0,50
Peixe (26)	7,23 ± 0,43	15,46 ± 0,95	10,35 ± 1,20	11,42 ± 0,81	9,77 ± 0,71	13,12 ± 1,21	190,46 ± 20,88	6,50 ± 1,21	4,08 ± 0,56	40,58 ± 3,10	9,23 ± 1,39
Pirenópolis (72)	8,65 ± 0,73	15,85 ± 1,32	11,39 ± 0,97	11,39 ± 0,97	9,74 ± 0,79	15,74 ± 0,98	252,39 ± 25,46	4,85 ± 1,42	4,01 ± 1,07	31,22 ± 4,46	10,32 ± 1,29
Pium (4)	7,00 ± 0,00	14,25 ± 1,26	9,00 ± 0,00	11,50 ± 1,00	10,00 ± 0,82	12,75 ± 0,50	177,75 ± 14,31	6,00 ± 0,00	3,25 ± 0,96	37,25 ± 4,19	8,75 ± 1,26
Porto Alegre do Tocantins (3)	7,00 ± 1,00	15,67 ± 1,15	10,67 ± 1,53	11,67 ± 0,58	9,33 ± 1,15	13,33 ± 1,53	205,33 ± 20,74	6,33 ± 0,58	3,67 ± 0,58	42,00 ± 1,00	10,33 ± 1,53
Porto Nacional (2)	7,50 ± 0,71	17,50 ± 0,71	12,00 ± 0,00	11,50 ± 0,71	9,00 ± 1,41	13,00 ± 1,41	187,50 ± 30,41	6,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	34,50 ± 3,54	9,00 ± 0,00
Posse (3)	7,00 ± 1,00	16,00 ± 1,00	10,00 ± 1,00	13,00 ± 0,00	10,33 ± 0,58	13,33 ± 1,53	156,67 ± 12,58	4,67 ± 1,15	3,33 ± 1,15	31,00 ± 3,00	9,33 ± 0,58
Rio das Mortes (5)	7,20 ± 0,45	14,80 ± 0,45	12,80 ± 2,17	11,60 ± 0,55	10,20 ± 0,45	13,80 ± 1,10	184,40 ± 21,90	6,60 ± 0,55	3,80 ± 0,84	38,60 ± 2,97	8,00 ± 2,00
Rio Verde (1)	7,00	15,00	9,00	12,00	10,00	11,00	166,00	7,00	4,00	40,00	10,00
São Domingos (107)	7,78 ± 0,69	16,29 ± 1,24	10,64 ± 0,90	11,84 ± 1,07	9,86 ± 0,87	14,96 ± 1,15	243,67 ± 15,79	5,29 ± 1,40	3,80 ± 0,96	36,25 ± 5,06	9,44 ± 1,87
São Salvador do Tocantins (25)	7,08 ± 0,40	15,20 ± 0,87	11,48 ± 1,42	11,16 ± 0,94	9,56 ± 0,82	15,64 ± 0,57	183,44 ± 11,16	6,08 ± 1,08	4,00 ± 0,58	40,00 ± 3,74	9,16 ± 1,25
Serra Negra/Niquelândia (1)	7,00	15,00	10,00	12,00	10,00	13,00	171,00	6,00	3,00	31,00	9,00
Teresina de Goiás (2)	8,00 ± 0,00	15,00 ± 0,00	10,50 ± 0,71	11,50 ± 0,71	11,00 ± 1,41	14,00 ± 1,41	222,50 ± 12,02	6,50 ± 0,71	4,00 ± 0,00	38,50 ± 0,71	8,50 ± 2,12

Tabela 3: Continuação.

Localidade (n)	ocef	ftub	vem	men	lam	fven	fem	lama	clo	ane
Almas (16)	3,94 ± 1,34	13,94 ± 0,25	20,31 ± 0,87	5,81 ± 1,05	12,25 ± 0,93	74,00 ± 5,45	19,44 ± 1,15	14,63 ± 0,72	7,38 ± 2,13	11,44 ± 1,97
Alto Paraíso (23)	3,83 ± 0,98	12,17 ± 0,78	21,30 ± 0,70	4,04 ± 1,36	13,13 ± 1,06	89,52 ± 8,33	20,61 ± 0,94	15,83 ± 0,94	6,57 ± 1,53	12,22 ± 1,83
Alto Parnaíba (1)	2,00	14,00	16,00	5,00	12,00	57,00	21,00	14,00	4,00	10,00
Barra do Garças (7)	3,86 ± 0,90	13,71 ± 0,49	19,14 ± 1,46	4,57 ± 1,13	12,14 ± 1,07	62,71 ± 7,34	20,43 ± 1,13	15,57 ± 0,79	5,43 ± 0,79	12,86 ± 1,86
Barra do Rio São Domingos (26)	3,35 ± 0,98	14,00 ± 0,94	19,96 ± 1,15	4,88 ± 1,95	13,35 ± 0,85	66,77 ± 6,88	20,96 ± 1,87	15,65 ± 1,29	6,15 ± 1,29	13,46 ± 2,34
Bom Jesus do Tocantins (1)	3,00	14,00	20,00	4,00	12,00	69,00	19,00	14,00	5,00	12,00
Buritis (2)	2,00 ± 0,00	12,00 ± 0,00	19,00 ± 1,41	5,00 ± 1,41	12,50 ± 0,71	62,00 ± 1,41	18,50 ± 0,71	14,50 ± 0,71	5,50 ± 0,71	11,50 ± 0,71
Cana Brava/Minaçu (6)	2,67 ± 1,03	14,33 ± 0,52	17,83 ± 1,47	3,67 ± 1,21	13,50 ± 1,87	62,50 ± 5,54	20,83 ± 1,47	15,83 ± 1,17	4,83 ± 1,33	13,00 ± 1,41
Carolina (5)	3,40 ± 0,55	14,20 ± 0,45	18,20 ± 2,28	5,40 ± 0,55	11,80 ± 0,84	68,60 ± 4,22	20,00 ± 1,00	15,80 ± 0,45	5,60 ± 0,55	11,00 ± 1,22
Caseara (35)	3,37 ± 1,03	14,43 ± 0,78	21,91 ± 1,60	6,34 ± 0,68	11,31 ± 0,87	85,40 ± 7,23	19,54 ± 1,12	13,69 ± 0,68	6,57 ± 1,20	12,31 ± 2,92
Cavalcante (5)	4,60 ± 0,55	13,80 ± 0,45	18,00 ± 1,22	6,00 ± 1,00	12,20 ± 0,45	72,40 ± 3,78	19,20 ± 0,84	14,80 ± 1,30	4,80 ± 0,84	12,80 ± 3,96
Cocalinho (1)	2,00	15,00	20,00	4,00	12,00	70,00	20,00	15,00	6,00	12,00
Cocalzinho (3)	3,33 ± 0,58	13,33 ± 0,58	19,67 ± 0,58	5,00 ± 2,00	12,00 ± 0,00	72,00 ± 2,65	20,00 ± 1,73	15,67 ± 1,53	5,33 ± 1,15	12,67 ± 1,15
Colinas do Sul (5)	3,00 ± 1,00	13,40 ± 0,55	19,20 ± 1,48	5,40 ± 0,89	11,80 ± 0,45	65,60 ± 7,54	19,80 ± 1,30	16,00 ± 1,00	5,60 ± 0,55	12,80 ± 2,17
Coribe (1)	2,00	13,00	20,00	3,00	13,00	68,00	20,00	17,00	6,00	16,00
Dianópolis (1)	3,00	14,00	16,00	5,00	13,00	57,00	20,00	15,00	5,00	12,00
Estreito (18)	3,83 ± 0,84	13,86 ± 1,14	18,96 ± 1,69	4,74 ± 1,03	11,60 ± 1,89	61,53 ± 7,27	20,16 ± 1,70	15,39 ± 1,81	6,09 ± 0,97	12,60 ± 2,62
Guaraí (1)	2,00	15,00	20,00	3,00	12,00	74,00	20,00	14,00	5,00	12,00
Gurupi (1)	5,00	14,00	20,00	5,00	11,00	65,00	17,00	14,00	6,00	10,00
Ipueiras (5)	3,60 ± 1,14	13,80 ± 0,45	18,20 ± 1,48	7,00 ± 1,22	12,00 ± 0,00	54,00 ± 7,65	20,00 ± 1,22	15,40 ± 1,14	5,60 ± 0,89	14,60 ± 1,82
Januária/Peruaçu (12)	3,92 ± 0,90	13,17 ± 0,83	17,58 ± 1,56	2,83 ± 0,58	14,00 ± 1,13	63,58 ± 5,55	20,08 ± 1,38	17,50 ± 1,31	5,58 ± 0,79	11,92 ± 2,27
Lajeado (67)	4,03 ± 0,78	13,97 ± 0,58	19,10 ± 1,21	6,60 ± 1,51	12,07 ± 1,02	63,24 ± 5,73	19,79 ± 1,20	14,60 ± 1,48	6,09 ± 1,57	12,61 ± 2,65
Mateiros (180)	2,77 ± 0,81	13,99 ± 0,26	19,00 ± 1,13	5,17 ± 1,29	11,79 ± 0,80	68,44 ± 5,33	19,35 ± 0,97	15,08 ± 0,85	5,72 ± 1,14	12,73 ± 2,14
Minaçu (182)	2,99 ± 0,95	13,96 ± 0,64	19,54 ± 1,31	4,68 ± 1,26	11,98 ± 0,83	64,78 ± 6,89	19,65 ± 1,14	15,14 ± 0,92	5,57 ± 1,18	12,55 ± 2,14
Mineiros (1)	3,00	14,00	19,00	3,00	12,00	74,00	20,00	14,00	5,00	13,00
Monte Alegre (36)	3,14 ± 1,44	13,92 ± 0,44	20,31 ± 1,14	6,64 ± 1,20	12,36 ± 0,68	82,89 ± 6,96	19,78 ± 0,99	15,11 ± 1,04	7,19 ± 1,26	12,67 ± 1,51
Niquelândia (4)	3,75 ± 0,50	13,75 ± 0,50	18,75 ± 1,71	4,50 ± 0,58	11,00 ± 0,82	62,25 ± 4,03	20,75 ± 1,50	15,25 ± 0,96	4,50 ± 1,29	13,25 ± 2,50
Nova Roma (1)	3,00	14,00	21,00	4,00	12,00	67,00	22,00	16,00	7,00	11,00
Nova Xavantina (11)	3,45 ± 0,69	13,45 ± 1,04	17,73 ± 1,42	4,91 ± 1,22	11,73 ± 0,65	64,73 ± 4,27	21,09 ± 1,04	14,45 ± 0,82	5,82 ± 1,33	12,64 ± 2,34
Palmas (47)	4,36 ± 1,01	13,87 ± 0,49	21,40 ± 1,77	5,28 ± 1,70	12,23 ± 0,87	76,15 ± 6,46	20,85 ± 1,35	14,17 ± 1,36	7,60 ± 2,11	12,79 ± 1,53
Paranã (87)	3,09 ± 1,14	14,00 ± 0,46	20,36 ± 1,03	6,54 ± 1,08	12,15 ± 0,77	79,15 ± 5,26	19,87 ± 0,97	15,13 ± 0,95	7,85 ± 1,64	13,23 ± 2,18
Pedro Afonso (2)	2,00 ± 0,00	14,00 ± 0,00	19,50 ± 2,50	4,50 ± 0,50	12,00 ± 0,00	75,50 ± 2,50	20,00 ± 1,00	14,50 ± 0,50	5,50 ± 0,50	12,00 ± 0,00
Peixe (26)	3,38 ± 0,85	13,96 ± 0,45	18,69 ± 1,38	6,54 ± 1,45	11,88 ± 1,03	62,42 ± 5,90	19,73 ± 1,43	15,04 ± 1,08	6,15 ± 1,32	12,46 ± 1,88
Pirenópolis (72)	4,13 ± 0,87	12,40 ± 0,93	20,38 ± 1,11	3,99 ± 1,34	12,58 ± 0,88	82,39 ± 5,24	20,38 ± 0,96	16,56 ± 0,79	6,39 ± 1,37	13,13 ± 1,86

Localidade (n)	ocef	ftub	vem	men	lam	fven	fem	lama	clo	ane
Pium (4)	4,00 ± 0,82	14,50 ± 1,00	19,75 ± 0,96	5,50 ± 0,58	11,75 ± 0,50	67,50 ± 4,12	21,25 ± 0,96	15,00 ± 0,00	4,50 ± 0,58	14,00 ± 0,82
Porto Alegre do Tocantins (3)	2,67 ± 0,58	14,00 ± 0,00	19,67 ± 1,53	5,33 ± 1,53	11,33 ± 0,58	69,33 ± 0,58	18,00 ± 1,00	14,33 ± 1,53	5,33 ± 0,58	11,67 ± 1,53
Porto Nacional (2)	2,50 ± 0,71	14,00 ± 0,00	18,00 ± 1,41	9,00 ± 2,83	13,00 ± 1,41	63,50 ± 2,12	20,00 ± 1,41	15,50 ± 0,71	9,50 ± 2,12	14,50 ± 2,12
Posse (3)	3,67 ± 0,58	14,00 ± 0,00	19,33 ± 2,08	4,33 ± 1,15	11,67 ± 0,58	61,67 ± 3,51	21,00 ± 1,00	13,67 ± 2,08	4,33 ± 0,58	12,67 ± 0,58
Rio das Mortes (5)	2,40 ± 0,55	13,80 ± 0,45	18,60 ± 1,52	5,20 ± 0,84	11,60 ± 0,55	71,20 ± 3,70	20,20 ± 1,79	15,00 ± 0,71	6,20 ± 1,10	13,20 ± 1,10
Rio Verde (1)	2,00	15,00	20,00	7,00	12,00	53,00	21,00	15,00	5,00	16,00
São Domingos (107)	3,20 ± 0,95	14,17 ± 0,78	19,92 ± 1,26	5,29 ± 1,72	12,73 ± 0,95	74,53 ± 5,26	19,66 ± 1,27	15,42 ± 0,79	6,17 ± 1,40	12,93 ± 1,74
São Salvador do Tocantins (25)	4,00 ± 0,87	14,04 ± 0,35	19,36 ± 1,22	7,88 ± 1,67	11,72 ± 0,74	64,44 ± 3,50	21,60 ± 0,82	14,96 ± 0,79	5,64 ± 1,22	13,92 ± 1,96
Serra Negra/Niquelândia (1)	3,00	14,00	19,00	3,00	13,00	64,00	20,00	16,00	5,00	14,00
Teresina de Goiás (2)	2,00 ± 0,00	14,00 ± 0,00	21,00 ± 1,41	7,00 ± 1,41	12,00 ± 0,00	68,00 ± 4,24	21,50 ± 0,71	15,00 ± 1,41	6,00 ± 1,41	10,50 ± 0,71

Tabela 3: Continuação.

Localidade (n)	nas	supn	front	fim	ptim	odor	omem	anec
Almas (16)	0	1	1	2	0	0	1	0
Alto Paraíso (23)	0	1	1	2	0	0	1	0
Alto Parnaíba (1)	0	1	1	2	0	0	0	0
Barra do Garças (7)	0	1	0	2	0	0	1	0
Barra do Rio São Domingos (26)	0	1	0	2	0	0	0	0
Bom Jesus do Tocantins (1)	0	1	1	2	0	0	0	0
Buritis (2)	1	1	1	2	0	0	1	0
Cana Brava/Minaçu (6)	0	2	0	2	0	0	0	0
Carolina (5)	1	1	1	2	0	0	0	0
Caseara (35)	0	1	1	2	0	0	0	0
Cavalcante (5)	0	1	0	2	0	0	0	0
Cocalinho (1)	1	1	1	2	0	0	2	0
Cocalzinho (3)	1	2	0	0	0	0	0	0
Colinas do Sul (5)	0	1	1	0	0	0	0	0
Coribe (1)	0	2	0	0	0	0	0	0
Dianópolis (1)	1	1	0	0	0	0	1	0
Estreito (18)	1	1	1	2	0	0	0	0
Guaraí (1)	1	1	0	2	0	0	2	0
Gurupi (1)	0	1	1	0	0	0	0	0
Ipueiras (5)	0	1	1	2	0	0	1	0
Januária/Peruaçu (12)	0	2	0	0	0	0	0	0
Lajeado (67)	1	1	1	0	0	0	0	0
Mateiros (180)	0	1	1	0	0	0	0	0
Minaçu (182)	0	1	1	0	0	0	0	0
Mineiros (1)	1	2	0	0	0	0	0	0
Monte Alegre (36)	0	1	1	2	0	0	1	0
Niquelândia (4)	1	1	1	2	0	0	0	0
Nova Roma (1)	0	2	1	2	0	0	0	0
Nova Xavantina (11)	1	1	1	0	0	0	1	0
Palmas (47)	0	1	1	2	0	0	0	0
Paranã (87)	0	1	1	2	0	0	1	0
Pedro Afonso (2)	1	1	1	0	0	1	1	0
Peixe (26)	0	1	1	0	0	0	0	0
Pirenópolis (72)	1	2	0	0	0	0	0	0

Localidade (n)	nas	supn	front	ftim	ptim	odor	omem	anec
Pium (4)	1	1	0	0	0	0	1	0
Porto Alegre do Tocantins (3)	0	1	1	0	0	0	1	0
Porto Nacional (2)	1	2	0	2	0	0	1	0
Posse (3)	1	2	1	0	0	0	0	0
Rio das Mortes (5)	1	1	1	0	0	0	1	0
Rio Verde (1)	1	1	1	2	0	0	0	0
São Domingos (107)	0	1	1	0	0	0	1	0
São Salvador do Tocantins (25)	0	1	1	0	0	0	1	0
Serra Negra/Niquelândia (1)	1	1	1	2	0	0	0	0
Teresina de Goiás (2)	0	1	1	0	0	0	2	0

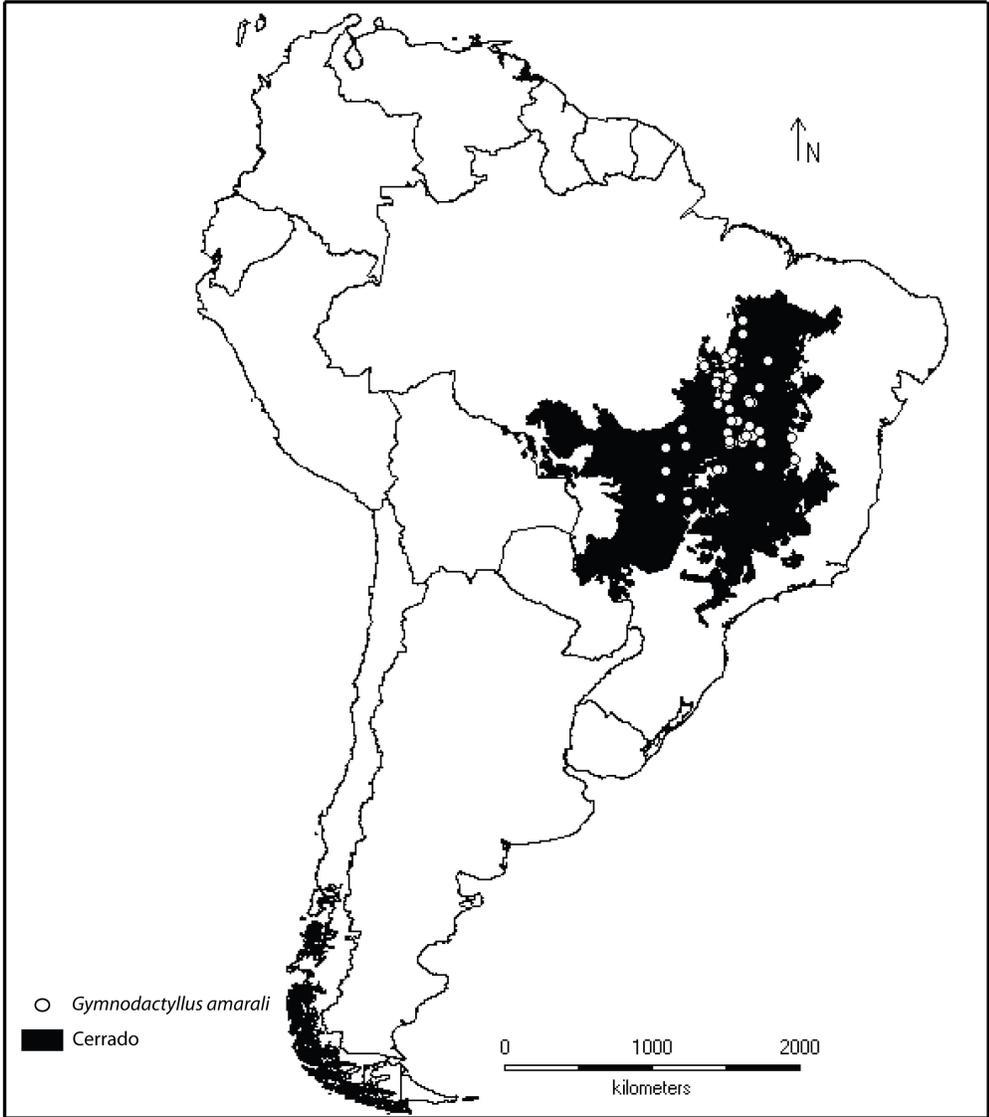
Tabela 4: Coeficientes de correlação obtidos pela análise de correspondência canônica (CCA) dos caracteres de *Gymnodactylus amarali* com o primeiro (CCA1) e o segundo eixo canônico (CCA2) (Ver Apêndice I para uma completa descrição dos caracteres).

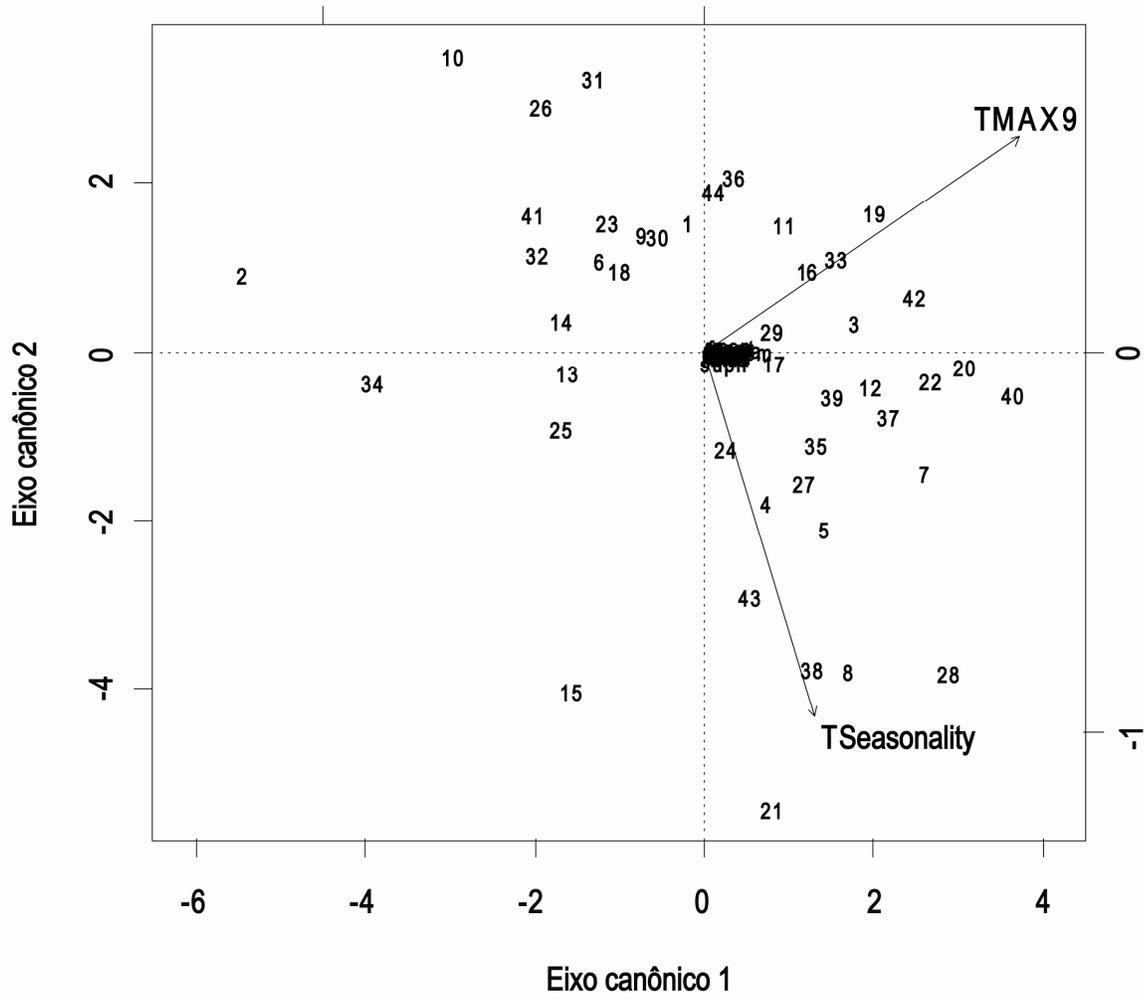
	CCA1	CCA2
Canthus rostralis	0,00055	-0,01305
Acima das supralabiais	0,013644	-0,00862
Abaixo das infralabiais	0,024824	-0,0105
Supralabiais	0,019268	-0,03994
Infralabiais	0,011577	-0,03478
Supraciliares	0,015963	-0,00325
Dorsais	-0,02542	0,009978
Fileiras de dorsais quilhadas na cauda	0,089535	0,005139
Dorsais quilhadas em uma fileira na cauda	0,073899	-0,01909
Tubérculos em uma fileira paramediana	0,05184	0,030838
Ocelos em uma linha paravertebral	-0,01581	0,027527
Ocelos em uma fileira transversal	-0,01111	0,001531
Fileiras de tubérculos	0,033751	0,004206
Ventrais em fileira transversal	0,003182	-0,01037
Entre pós-mentais	0,095711	0,062771
Lamelas 4° dedo	0,018268	-0,03409
Fileiras transversais de ventrai	-0,0176	-0,00435
Fileiras de femorais e tibiais	0,016788	-0,02259
Lamelas 4° artelho	0,014533	-0,03855
Da cloaca até o primeiro escudo sub-caudal	0,049721	0,004186
Anéis na cauda	0,030239	-0,04185
Tamanhos relativos das pós-nasais em relação à supranasa	-0,03542	-0,04406
Contato entre as supranasais	-0,03846	-0,16408
Alinhamento entre a divisão das frontonasais e a sutura incompleta da rostral	0,042293	0,06465
Formato do tímpano	0,009804	0,040189
Ocelos no dorso	0,013898	0,015869
Ocelos nos membros	0,141123	0,012283

LEGENDA DAS FIGURAS

Figura 1: Localidades de *Gymnodactylus amarali* amostradas no Cerrado brasileiro.

Figura 2: Gráfico da análise de correspondência canônica dos 29 dados de foliose de *Gymnodactylus amarali* explicados pelas variáveis ambientais **TMAX9** (temperatura máxima do mês de setembro) e **TSeasonality** (sazonalidade térmica, desvio padrão da média anual das médias de temperatura semanais). As setas representam as duas variáveis ambientais, e os nomes acumulados em suas origens os caracteres. Números representam as localidades amostradas (1 - Almas, 2 - Alto Paraíso, 3 - Alto Parnaíba, 4 - Barra do Garças, 5 - Barra do Rio São Domingos, 6 - Bom Jesus do Tocantins, 7 - Buritis, 8 - Cana Brava/ Minaçu, 9 - Carolina, 10 - Caseara, 11 - Cavalcante, 12 - Cocalinho, 13 - Cocalzinho, 14 - Colinas do Sul, 15 - Coribe, 16 - Dianópolis, 17 - Estreito, 18 - Guaraí, 19 - Gurupi, 20 - Ipueiras, 21 - Januária/ Peruaçu, 22 - Lajeado, 23 - Mateiros, 24 - Minaçu, 25 - Mineiros, 26 - Monte Alegre, 27 - Niquelândia, 28 - Nova Roma, 29 - Nova Xavantina, 30 - Palmas, 31 - Paranã, 32 - Pedro Afonso, 33 - Peixe, 34 - Pirenópolis, 35 - Pium, 36 - Porto Alegre do Tocantins, 37 - Porto Nacional, 38 - Posse, 39 - Rio das Mortes, 40 - Rio Verde, 41 - São Domingos, 42 - São Salvador do Tocantins, 43 - Serra Negra/ Niquelândia e 44 - Teresina de Goiás).





Apêndice I. Descrição dos caracteres de foliose de *Gymnodactylus amarali* utilizados.

Para cada espécime foram obtidos os seguintes caracteres merísticos quantitativos (1 a 21) e caracteres qualitativos (22 a 29):

1. Canthus rostralis (cantr – número de escamas no canthus rostralis, da pós-nasal até o olho).
2. Acima das supralabiais (asup – número de escamas acima das supralabiais, da frontonasal até a última supralabial).
3. Abaixo das infralabiais (ainf – número de escamas abaixo das infralabiais, da mental até a última supralabial).
4. Supralabiais (sup – número de supralabiais, total em ambos os lados).
5. Infralabiais (inf – número de infralabiais, total em ambos os lados).
6. Supraciliares (supra – número de supraciliares dilatadas na fileira mais dorsal da pálpebra).
7. Dorsais (dor – número de escamas dorsais, da escama rostral até a margem posterior da coxa).
8. Fileiras de dorsais quilhadas na cauda (fqui – número de fileiras de escamas dorsais quilhadas na cauda).
9. Dorsais quilhadas em uma fileira na cauda (qui – número de escamas em uma fileira de escamas dorsais quilhadas na cauda, contado sempre na terceira fileira).
10. Tubérculos em uma fileira paramediana (tub – número de tubérculos em uma fileira paramediana, da margem posterior do tímpano até a margem posterior da coxa).
11. Ocelos em uma linha paravertebral (ocel – número de ocelos em uma linha paravertebral, da escama rostral até a margem posterior da coxa).
12. Ocelos em uma fileira transversal (ocel – número de ocelos em uma fileira transversal,

- contados no meio do corpo).
13. Fileiras de tubérculos (ftub – número de fileiras transversais de tubérculos, contadas no meio do corpo).
 14. Ventrais em fileira transversal (ven – número de escamas ventrais em uma fileira transversal, contadas no meio do corpo).
 15. Entre pós-mentais (men – número de escamas entre as pós-mentais, em contato com a mental).
 16. Lamelas 4º dedo (lam – número de escamas dilatadas abaixo do 4º dedo).
 17. Fileiras transversais de ventrais (fven – número de fileiras transversais de ventrais, contadas da mental até a cloaca).
 18. Fileiras de femorais e tibiais (fem – número de fileiras de escamas ventrais femorais e tibiais, contadas da base da coxa até o início do pé, no meio da coxa).
 19. Lamelas 4º artelho (lama – número de escamas dilatadas abaixo do 4º artelho).
 20. Da cloaca até o primeiro escudo sub-caudal (clo – número de escamas da cloaca até o primeiro escudo sub-caudal).
 21. Anéis na cauda (ane – número de anéis na cauda, contados da cloaca até a ponta do rabo).
 22. Tamanhos relativos das pós-nasais em relação à supranasal (nas – (0): ambas pós-nasais menores do que a supranasal; (1): primeira pós-nasal menor e a segunda de tamanho parecido com a supranasal).
 23. Contato entre as supranasais (supn – (0): em pleno contato; (1): parcialmente em contato, formando uma pequena reentrância; (2): sem contato, com pequenas escamas no meio).
 24. Alinhamento entre a divisão das frontonasais e a sutura incompleta da rostral (front –

- (0): alinhado; (1) não alinhado).
25. Formato do tímpano (ftim – (0) circular; (1) elíptico sagital; (2) elíptico dorsal; (3) elíptico ventral, considerando a margem posterior ao plano sagital).
26. Ocelos no dorso (odor – (0): presentes; (1) ausentes).
27. Ocelos nos membros (omem – (0): presentes; (1) coloração marmorada; (2) ausentes).
28. Posicionamento do tímpano (ptim – (0) alinhado com a boca; (1) alinhado com o olho).
29. Anéis na cauda (anec – (0): presentes; (1) ausentes).

Apêndice II. Descrição das variáveis ambientais utilizadas. Variáveis extraídas do banco de dados WorldClim através do programa DIVA-GIS, para cada uma das localidades de *Gymnodactylus amarali* amostradas.

As seguintes variáveis ambientais foram utilizadas:

- Temperatura mínima do mês de janeiro (TMIN1).
- Temperatura mínima do mês de fevereiro (TMIN2).
- Temperatura mínima do mês de março (TMIN3).
- Temperatura mínima do mês de abril (TMIN4).
- Temperatura mínima do mês de maio (TMIN5).
- Temperatura mínima do mês de junho (TMIN6).
- Temperatura mínima do mês de julho (TMIN7).
- Temperatura mínima do mês de agosto (TMIN8).
- Temperatura mínima do mês de setembro (TMIN9).
- Temperatura mínima do mês de outubro (TMIN10).
- Temperatura mínima do mês de novembro (TMIN11).
- Temperatura mínima do mês de dezembro (TMIN12).
- Temperatura máxima do mês de janeiro (TMAX1).
- Temperatura máxima do mês de fevereiro (TMAX2).
- Temperatura máxima do mês de março (TMAX3).
- Temperatura máxima do mês de abril (TMAX4).
- Temperatura máxima do mês de maio (TMAX5).
- Temperatura máxima do mês de junho (TMAX6).

- Temperatura máxima do mês de julho (TMAX7).
- Temperatura máxima do mês de agosto (TMAX8).
- Temperatura máxima do mês de setembro (TMAX9).
- Temperatura máxima do mês de outubro (TMAX10).
- Temperatura máxima do mês de novembro (TMAX11).
- Temperatura máxima do mês de dezembro (TMAX12(a)).
- Precipitação média do mês de janeiro (PREC1).
- Precipitação média do mês de fevereiro (PREC2).
- Precipitação média do mês de março (PREC3).
- Precipitação média do mês de abril (PREC4).
- Precipitação média do mês de maio (PREC5).
- Precipitação média do mês de junho (PREC6).
- Precipitação média do mês de julho (PREC7).
- Precipitação média do mês de agosto (PREC8).
- Precipitação média do mês de setembro (PREC9).
- Precipitação média do mês de outubro (PREC10).
- Precipitação média do mês de novembro (PREC11).
- Precipitação média do mês de dezembro (PREC12).
- Altura exata referente às coordenadas da localidade (ALT).
- Temperatura média anual (TMAntual).
- Variação mensal média da temperatura (VTMensal).
- Isotermalidade (Isothermality – amplitude mensal média da temperatura dividida pela amplitude anual da temperatura ((VTMensal/ VTAnual) *100)).

- Sazonalidade térmica (TSeasonality – desvio padrão da média anual das médias de temperatura semanais).
- Temperatura máxima do mês mais quente (MTMQuente).
- Temperatura máxima do mês mais frio (MTMFrio).
- Amplitude anual da temperatura (ATAAnual).
- Temperatura média do trimestre mais úmido (MTWQuarter).
- Temperatura média do trimestre mais seco (MTDQuarter).
- Temperatura média do trimestre mais quente (MTWQuarter).
- Temperatura média do trimestre mais frio (MTCQuarter).
- Precipitação anual média (PAnual).
- Precipitação média do mês mais úmido (PMUmido).
- Precipitação média do mês mais seco (PMSeco).
- Sazonalidade pluviométrica (SazPrec – desvio padrão da média anual das médias de temperatura semanais).
- Precipitação média do trimestre mais úmido (PWQuarter).
- Precipitação média do trimestre mais seco (PrecDriQuarter).
- Precipitação média do trimestre mais quente (PWQuarter).
- Precipitação média do trimestre mais frio (PCQuarter).

Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Biológicas

Departamento de Ecologia

Capítulo 2

Biogeografia de *Gymnodactylus amarali* Barbour, 1925: Áreas Ancestrais de Distribuição e sua Associação com o Soerguimento do Planalto Central Brasileiro

Fabricius Maia Chaves Bicalho Domingos

Orientador: Guarino Rinaldi Colli, Ph.D.

Brasília – DF

2009

RESUMO

A tentativa de compreender e interpretar os eventos responsáveis pela diversificação da biota é área de grande interesse da biogeografia histórica. Para o Cerrado, pouco se sabe acerca dos processos responsáveis pela diversificação de sua biota, em especial no que concerne à herpetofauna. Muita ênfase tem sido dada aos eventos do Quaternário para explicar a origem e diversificação da herpetofauna da região, em detrimento de eventos do Terciário, que podem ter tido uma influência ainda mais significativa na diferenciação dos organismos da herpetofauna Sul-Americana. O presente estudo apresenta um teste da hipótese de que a diferenciação morfológica de *Gymnodactylus amarali* está relacionada à dinâmica histórica de depressões e platôs do Cerrado, gerada pelo soerguimento do Planalto Central. Foram conduzidas análises filogenéticas de 44 populações de *G. amarali*, utilizando *G. darwini* e *G. geckoides* como grupos externos, e as áreas ancestrais de distribuição das populações de *G. amarali* foram inferidas por uma análise de dispersão-vicariância. Seis (6) reconstruções biogeográficas mais parcimoniosas foram geradas sendo, na hipótese consenso, necessários 11 eventos de dispersão para explicar a atual distribuição. O presente estudo apresenta uma primeira avaliação específica de uma hipótese relacionada a eventos geológicos do Terciário para uma espécie da herpetofauna endêmica do Cerrado. Estudos com filogeografia molecular poderiam corroborar a hipótese apresentada, possibilitando a reconstrução de um cenário de evolução morfológica e molecular que poderia esclarecer melhor a diferenciação geográfica entre as populações, bem como consolidar a utilização de hipóteses relacionadas a eventos do Terciário para explicar a diversificação da herpetofauna do Cerrado.

Palavras-chave: Cerrado, Terciário, filogeografia, morfologia, folidose, lagartos.

ABSTRACT

The attempt to understand and interpret the events responsible for diversification of the biota is of great interest in historical biogeography. For the Cerrado, little is known about the processes that generate the diversification of the biota, in particular concerning the herpetofauna. Much emphasis has been given to Quaternary events to explain the origin and diversification of the regional herpetofauna, rather than events in the Tertiary that may have had a more significant influence on the differentiation of South American herpetofauna. This study presents a test of the hypothesis that morphological differentiation of *Gymnodactylus amarali* is related to the dynamic history of depressions and plateaus of the Cerrado generated by the uplift of the Brazilian Central Plateau. Phylogenetic analysis of 44 *G. amarali* populations were conducted, using *G. darwini* and *G. geckoides* as outgroups, and the ancestral areas of the populations distribution were inferred by a dispersion-vicariance analysis. Six (6) more parsimonious biogeographical reconstructions were generated and the consensus hypothesis required 11 dispersal events to explain the current distribution of the populations. This study presents a first evaluation of a specific hypothesis related to the Tertiary geological events for an endemic species of the Cerrado herpetofauna. Studies with molecular phylogeography could support the hypothesis presented, enabling the reconstruction of a scenario of morphological and molecular changes that could clarify the geographical differentiation among populations, and to consolidate the use of Tertiary related hypotheses to explain the diversification of the Cerrado herpetofauna.

Key words: Cerrado, Tertiary, phylogeography, morphology, foliosis, lizards.

INTRODUÇÃO

A tentativa de compreender e interpretar os eventos responsáveis pela diversificação da biota é área de grande interesse da biogeografia histórica (Brown & Lomolino, 1998; Posadas *et al.*, 2006). Dentre seus ramos de estudo, a Filogeografia tem como objetivo analisar, por meio da distribuição e da variação geográfica das populações de uma espécie, os processos históricos e geográficos que influenciaram a determinação das linhagens evolutivas vistas atualmente (Avice, 2001). Essa abordagem surgiu a partir da necessidade de integrar a sistemática com a genética de populações para explicar os processos evolutivos ocorridos dentro de uma espécie, considerando a distribuição geográfica dos grupos taxonômicos (Avice *et al.*, 1987). Apesar de inicialmente proposta com a utilização apenas de dados moleculares (Avice *et al.*, 1987; Avice, 1998), e isso ter sido consagrado historicamente nos trabalhos realizados (Posada & Crandall, 2001; Beheregaray, 2008), recentes estudos têm utilizado com sucesso caracteres morfológicos para inferir relações entre populações, bem como para avaliar sua história evolutiva e geográfica (Diniz-Filho *et al.*, 1999; Glor *et al.*, 2003; Maxi, 2009).

Para o Cerrado, pouco se sabe acerca dos processos responsáveis pela diversificação de sua biota, em especial no que concerne à herpetofauna (Colli, 2005). Em recente revisão sobre a situação após vinte anos de pesquisas em Filogeografia, Beheregaray (2008) notou que a América do Sul é o continente com menor proporção de estudos na área, apesar de apresentar uma das maiores riquezas de espécies no mundo. Quando se trata de fisionomias abertas de Cerrado os trabalhos são ainda mais raros, com análises filogeográficas que enfoquem o bioma apenas para duas espécies de árvores (Collevatti *et al.*, 2003; Ramos *et al.*, 2007). Esses estudos apontam a fragmentação do Cerrado causada pelas flutuações climáticas durante o Pleistoceno (i.e. refúgios pleistocênicos) como hipótese para explicar a estruturação genética das populações das árvores investigadas. Porém, dado que a

maioria dos eventos de diversificação na região Neotropical ocorreu antes do Pleistoceno, é necessária a utilização de uma variedade de hipóteses explicativas para a origem desta diversidade (Costa, 2003).

Colli (2005) aponta que muita ênfase tem sido dada nos eventos do Quaternário para explicar a origem e diversificação da herpetofauna no Cerrado. O autor sugere que eventos do Terciário foram mais importantes para essa diversificação, como o surgimento da dicotomia entre formações florestais e abertas na América do Sul, a intensificação de um gradiente latitudinal de temperatura no continente, o soergimento dos Andes e eventos de vicariância causados por transgressões marinhas e pelo soergimento do Planalto Central. Alguns trabalhos têm corroborado essa posição, designando às mudanças ambientais no Quaternário um papel restrito na diversificação dos grupos locais, com efeitos mais importantes na formação de rotas de dispersão e diferenciação genética no nível populacional (Garda & Cannatella, 2007; Gamble *et al.*, 2008; Werneck *et al.*, 2009). Ainda assim, eventos antigos podem ter causado a estruturação de linhagens intraespecíficas de Squamata, como no caso das populações de *Gymnodactylus darwini* onde, segundo sugerem os autores, sua diversificação é compatível com os dados geomorfológicos que indicam a formação de rios na Mata Atlântica durante o Mioceno/Plioceno (Pellegrino *et al.*, 2005).

Os lagartos do gênero *Gymnodactylus* Spix, 1825 (Squamata, Phyllodactylidae) são endêmicos da América do Sul e, atualmente, o gênero é composto por cinco espécies: *Gymnodactylus darwini*, que ocorre nas regiões costeiras de Mata Atlântica do Rio Grande do Norte até o litoral norte de São Paulo, incluindo algumas ilhas do litoral norte de São Paulo; *G. guttulatus* é endêmico dos campos rupestres da Serra do Espinhaço; *G. geckoides* é endêmico da caatinga; *G. vanzolini* é conhecido apenas para a Serra do Sincorá, Chapada Diamantina; e *G. amarali* que possui ampla distribuição pelo Cerrado brasileiro, sendo endêmico da região (Vanzolini, 2005; Cassimiro & Rodrigues, 2009). Até recentemente, *G. geckoides* encontrava-se dividido em duas subespécies alopátricas: *G. g. amarali* e *G. g. geckoides*, que foram reconhecidas como espécies válidas (Vanzolini, 2005; Cassimiro & Rodrigues, 2009).

Diversos fatores podem ter influenciado a distribuição e diferenciação geográfica de *Gymnodactylus geckoides* e *G. amarali*. Apesar de não existirem grandes barreiras atuais separando o Cerrado e a Caatinga, isso pode ter sido bem diferente no passado. Existem evidências de que eventos ambientais históricos, como as flutuações climáticas globais do Pleistoceno e Holoceno, causaram modificações expressivas na paisagem sul americana, devido a períodos de expansões e retrações das savanas e florestas brasileiras (Ab'Saber, 1977; Oliveira-Filho & Ratter, 1995). Desta forma, Vanzolini (2004), baseado em características ambientais atuais e evidências geomorfológicas e paleopalínológicas, relaciona a diferenciação morfológica de algumas populações de *G. geckoides* do semi-árido baiano à existência de refúgios ecológicos formados por eventos paleoclimáticos há aproximadamente 11 000 anos (Holoceno). Tais considerações, embora tenham um poder explicativo razoável, ilustram a enorme importância dada, historicamente, a eventos do Quaternário, em detrimento do teste de hipóteses que levem em consideração os supra-citados padrões biogeográficos do Terciário, que podem ter tido uma influência ainda mais significativa na diferenciação dos organismos da herpetofauna Sul-Americana (Garda & Cannatella, 2007; Giugliano *et al.*, 2007; Gamble *et al.*, 2008; Werneck *et al.*, 2009).

O soerguimento do Planalto Central brasileiro no Terciário fez com que fosse criada uma dinâmica de platôs e depressões em praticamente toda a área de distribuição do Cerrado (Brasil & Alvarenga, 1989). As grandes depressões do relevo dessa região são ocupadas pelos sistemas de drenagem que banham o local, destacando-se as depressões do rio Araguaia, do rio Xingu, do rio Tocantins e do rio Paraguai (ou depressão do Pantanal) (Galvão, 1977). Já o Maciço Central, como são conjuntamente conhecidos os planaltos soerguidos de topos aplanados da região central brasileira, trata-se de enormes áreas elevadas constituído pelas chapadas (platôs), como a dos Veadeiros, onde está localizado o ponto culminante da região (1 676 m), e a dos Parecis, a maior em extensão (Galvão, 1977).

Visto que poucos estudos de biogeografia e filogeografia foram conduzidos na região do

Cerrado, pouco se conhece sobre os padrões históricos da biodiversidade regional. Desta forma, é de extrema importância que novos esforços sejam concentrados para ampliar a gama de informações disponíveis, e gerar conhecimentos acerca dos processos que influenciaram na diversificação, estruturação geográfica e especiação desses organismos. Ainda, considerando que as características atuais do relevo do Planalto Central brasileiro se formaram durante o Terciário, o presente estudo apresenta um teste da hipótese de que a diferenciação morfológica de *Gymnodactylus amarali* está relacionada à dinâmica histórica de depressões e platôs do Cerrado, na tentativa de propor um cenário biogeográfico para a evolução das populações da espécie na região.

MATERIAL E MÉTODOS

Lagartos das espécies *Gymnodactylus amarali*, *Gymnodactylus geckoides* e *Gymnodactylus darwini* foram analisados com o auxílio de um estereomicroscópio para a obtenção de caracteres de foliose, sendo os espécimes provenientes da Coleção Herpetológica de Brasília (CHUNB) e do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP). Os dados consistiram de 21 caracteres merísticos e oito (8) qualitativos (ver Apêndice I para uma completa descrição dos caracteres e estados). As contagens foram realizadas em espécimes de 44 localidades diferentes de *G. amarali*, duas (2) localidades de *G. geckoides* e uma (1) *G. darwini* (Tabela 1). Para todas foram compiladas as coordenadas geográficas provenientes dos arquivos das coleções (32 localidades) e dos trabalhos de Vanzolini (2005) (3) e Marimom Junior e Haridasan (2005) (1). Quando não disponíveis tais coordenadas foram retiradas do sítio na internet, IBGE cidades (www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php, 20/01/2009) (10) (Tabela 1).

Os dados de *G. amarali* foram inicialmente verificados quanto à presença de possíveis valores extremos (*outliers*) multivariados e univariados. Para os primeiros, a busca foi realizada através de uma

análise de componentes principais (ACP) aonde os coeficientes (*scores*) obtidos foram transformados para apresentar distribuição normal e, posteriormente, a distância de Mahalanobis foi calculada entre os coeficientes e sua matriz de covariância. A busca por valores extremos univariados foi realizada ordenando a distribuição de probabilidades escalonada de cada um dos 29 caracteres e inspecionando visualmente os mesmos e, para os caracteres merísticos, também calculando a distância de Mahalanobis entre os dados e sua matriz de covariância, e comparando os resultados com uma estimativa de probabilidade de $p < 0,001$, para o caso se qualificar como um valor extremo (Tabachnick & Fidell, 1996). Não foi verificada a presença de valores extremos em nenhuma das abordagens utilizadas.

Ainda considerando *G. amarali*, de um total de 30276 contagens ou observações (29 caracteres de 1044 indivíduos), 3770 foram valores faltantes (*missings values*) (12,45%) resultantes de espécimes danificados. Como em análises multivariadas um dado faltante de uma única variável significa excluir todo o caso (i.e., espécime individual) e, conseqüentemente, resulta em perda de informação, tais dados foram substituídos por imputação múltipla baseada em predição por adequação de média (*predictive mean matching*), utilizando o pacote “mice” (Van Buuren & Oudshoorn, 2007). Tal procedimento foi também adotado para o caráter **ane** (anéis na cauda) em cinco (5) indivíduos de *G. geckoides*. A técnica de imputação múltipla, apesar de pouco utilizada, é a mais adequada para tratar conjuntos de dados desta natureza (Rubin, 2003; Nakagawa & Freckleton, 2008). Todos estes procedimentos estatísticos foram realizados utilizando o programa R v.2.8.0 (R Development Core Team, 2008).

Com a intenção de testar a hipótese biogeográfica proposta, foi realizada uma análise filogenética de parcimônia das populações de *G. amarali*, utilizando populações de *G. darwini* e *G. geckoides* como grupos externos sendo que, para a segunda espécie, não foi forçado o enraizamento. Foi calculada a média dos dados merísticos e moda dos dados discretos dos caracteres de foliose para que pudessem ser inseridos na matriz para cada localidade (Tabela 2).

Dados contínuos quantitativos normalmente não são utilizados em análises filogenéticas

(Thiele, 1993; Wiens, 2001), e a maioria dos programas disponíveis sequer permitem estes tipos de dados. Desta maneira, eles geralmente precisam ser tratados para assumirem formato de dados discretos antes mesmo de serem inseridos na matriz a ser utilizada. Os dados foram, então, codificados utilizando o método “gap weighting” (Thiele, 1993) (Tabela 3). O caráter **anec** foi excluído da análise por não apresentar variação entre as localidades. O índice de suporte de Bremer foi calculados para cada nó. Todos os procedimentos relacionadas à análise filogenética foram conduzidos utilizando o programa TNT (Goloboff *et al.*, 2008).

Posteriormente, as áreas ancestrais de distribuição das populações de *G. amarali* foram inferidas por uma análise de dispersão-vicariância, utilizando o programa DIVA 1.2 (Ronquist, 1997). Tal método procura por áreas ancestrais que minimizem eventos de extinção e dispersão, podendo ser utilizado para descrever tanto padrões dicotômicos quanto reticulares sendo, portanto, adequado para descrever padrões filogeográficos (Ronquist, 1997). Para realizar a análise, a árvore gerada pela análise filogenética, bem como padrões de distribuição atual das populações são inseridos no programa de maneira que, utilizando um algoritmo baseado em parcimônia, as áreas ancestrais de distribuição das populações são inferidas e atribuídas a eventos de vicariância ou dispersão. O programa atribui um peso para a ocorrência de dispersões, e nenhum peso para a ocorrência de um evento de vicariância de maneira que, idealmente, nenhum evento de dispersão seria necessário para explicar a atual distribuição das populações, ou seja, resultaria numa reconstrução biogeográfica totalmente parcimoniosa baseada na árvore filogenética utilizada (Ronquist, 1997). Foram utilizadas duas áreas de distribuição atual das populações de *Gymnodactylus amarali*, no Cerrado, segundo a hipótese apresentada: (A) platôs, constituída pelas populações localizadas sobre as chapadas, (B) depressões, constituída pelas populações localizadas nos vales; sendo os grupos externos considerados como pertencentes a uma terceira área (C) localizada fora do domínio do Cerrado (Figura 1).

RESULTADOS

Foram obtidos dados de 1044 espécimes de *Gymnodactylus amarali* provenientes de 44 diferentes localidades do Cerrado brasileiro, 12 de *Gymnodactylus geckoides* provenientes de 2 localidades e 3 (três) de *Gymnodactylus darwini* provenientes de 1 (uma) localidade (Tabela 1, Figura 1). A matriz utilizada, com os dados já codificados, encontra-se na Tabela 3, e exemplares utilizados encontram-se listados no Apêndice II.

A análise filogenética produziu apenas uma árvore mais parcimoniosa (Figura 2), de maneira que as duas localidades de *G. geckoides* ficaram agrupadas como grupo externo de todas as populações de *G. amarali*. Seis (6) reconstruções biogeográficas mais parcimoniosas foram geradas pela análise de dispersão-vicariância, sendo aqui apresentado o resultado da hipótese consenso entre elas (Figura 2). Considerando as relações entre as populações, foram necessários 11 eventos de dispersão para explicar a atual distribuição.

DISCUSSÃO

Considerando os resultados apresentados, é plausível que um cenário evolutivo que onde a dinâmica histórica de depressões e platôs do Cerrado influenciou a diferenciação morfológica das populações de *Gymnodactylus amarali*. Tais eventos devem ter ocorrido antes do anteriormente previsto pelas principais hipóteses de diversificação de linhagens intraespecíficas da região (Collevatti et al., 2003; Vanzolini, 2004; Ramos et al., 2007). Apesar da maioria dos ramos do cladograma apresentarem baixos índices de suporte (Figura 2), o fato de apenas uma árvore mais parcimoniosa ter sido gerada é fator suficiente para ela ser considerada uma boa hipótese das relações entre as populações, visto que tais índices são epistemologicamente recomendados apenas quando da tomada de

decisão entre duas hipóteses igualmente explicativas (Grant & Kluge, 2003), de forma que não existe nenhuma restrição no sentido de considerar como adequadas reconstruções biogeográficas que se baseiem nesta hipótese filogenética.

Desta maneira, segundo a análise de dispersão-vicariância, as populações ancestrais de *G. amarali* originaram-se em áreas de platôs (A, ver figura 2) e foram marcadas, posteriormente, por diversos eventos de dispersão para as regiões menos elevadas (B). Ao todo, 11 eventos de dispersão para essas áreas explicam a atual distribuição das populações sendo, todos os outros, eventos vicariantes relacionados ao soerguimento do Planalto Central. Tal padrão de distribuição é compatível com o esperado para lagartos da família Geckonidae que são, em geral, mais diversos em ambientes rochosos (Bauer, 1993) como aqueles encontrados nas regiões altas do Cerrado.

Além disso, esta espécie é encontrada ocupando rochas em localidades altas como Alto Paraíso, Pirenópolis e Minaçu (Colli *et al.*, 2003) mas, por outro lado, apresenta-se associada à abrigos em regiões baixas como Caseara (Vitt *et al.*, 2007). Espécies congêneras também são encontradas associadas a rochas, como *G. geckoides* (Vitt, 1995) e *G. guttulatus* (Vanzolini, 1982). Assim, torna-se razoável admitir que os ancestrais de *G. amarali* tenham surgido em ambientes altos e rochosos, e que a utilização de abrigos, como cupinzeiros e troncos, seja uma característica ecológica derivada relacionada à dispersão para ambientes menos elevados. Possivelmente, esta espécie será encontrada utilizando rochas quando disponíveis nas regiões baixas, como aqueles animais encontrados em Nova Xavantina (observação pessoal).

Considerando estes fatores, o soerguimento do Planalto Central claramente teve enorme influência sobre a diferenciação geográfica de *G. amarali* pois, quando consideradas a infinidade de eventos dicotômicos necessários para gerar a atual estruturação de todas as 44 populações, apenas 11 dispersões foram observadas, reforçando que um evento desta proporção teria uma influência muito marcante na estruturação geográfica dos organismos. Ainda, considerando que não é observada autocorrelação espacial entre as populações de *G. amarali* (este trabalho, Capítulo 1), fica evidente que

tal estruturação geográfica não está relacionada especificamente à localização espacial das populações, ou seja, à proximidade entre elas, mas aos eventos biogeográficos ocorridos na região, que teriam exercido uma influência maior na diversificação destes organismos, gerando os padrões observados (Figura 2).

A utilização de hipóteses relacionadas às flutuações climáticas do Quaternário (i.e. refúgios pleistocênicos) vêm sendo apresentadas como explicativa para a diversificação dos organismos de maneira, em geral, não rigorosa, sem testes biogeográficos específicos que vinculem a distribuição dos organismos à estes eventos (Silva, 1996; Méio *et al.*, 2003; Miranda *et al.*, 2007). Exceções são encontradas, levando em consideração a herpetofauna, apenas para ambientes florestais (Carnaval *et al.*, 2009). Por outro lado, o presente estudo apresenta uma primeira avaliação específica de uma hipótese relacionada a eventos geológicos do Terciário (i.e. soerguimento do Planalto Central) para uma espécie da herpetofauna endêmica do Cerrado, demonstrando que, como proposto por Colli (2005), tais eventos podem possuir um maior poder explicativo quando da consideração da diversificação dos táxons da região.

Estudos com filogeografia molecular poderiam corroborar a hipótese apresentada, dada ainda a possibilidade de datação do tempo de divergência entre as populações, de maneira a relacioná-lo aos eventos vicariantes e de dispersão ocorridos (Giugliano *et al.*, 2007; Recuero *et al.*, 2007; Werneck *et al.*, 2009), possibilitando a reconstrução de um cenário de evolução morfológica e molecular que poderia esclarecer melhor a diferenciação geográfica entre as populações, bem como consolidar a utilização de hipóteses relacionadas a eventos do Terciário para explicar a diversificação da herpetofauna do Cerrado, como já é evidente para alguns organismos amplamente distribuídos pela América do Sul (Garda & Cannatella, 2007; Gamble *et al.*, 2008).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ab'Saber, A. N.; 1977. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. *Paleoclimas*. **3**: 1-19.
- Avise, J. C.; 1998. The history and purview of phylogeography: a personal reflection. *Molecular Ecology*. **7** (4): 371-379.
- Avise, J. C.; 2001. *Phylogeography: the History and Formation of Species*. Cambridge, Harvard University Press.
- Avise, J. C.; Arnold, J.; Ball, R. M.; Bermingham, E.; Lamb, T.; Neigel, J. E.; Reeb, C. A.; Saunders, N. C.; 1987. Intraspecific Phylogeography - the Mitochondrial-DNA Bridge between Population-Genetics and Systematics. *Annual Review of Ecology and Systematics*. **18**: 489-522.
- Bauer, A. M.; 1993. *African–South American relationships: a perspective from the Reptilia*. In: Biological Relationships Between Africa and South America. P. Goldblatt. New Haven, CT, Yale University Press: 244–288.
- Beheregaray, L. B.; 2008. Twenty years of phylogeography: the state of the field and the challenges for the Southern Hemisphere. *Molecular Ecology*. **17** (17): 3754-3774.
- Brasil, A. E.; Alvarenga, S. M.; 1989. *Relevo*. In: Geografia do Brasil. Região Centro-Oeste. A. C. Duarte. Rio de Janeiro, RJ, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: 53-72.
- Brown, J. H.; Lomolino, M. V.; 1998. *Biogeografia*. 2 ed. S. Associates. Sunderland, MA.
- Carnaval, A. C.; Hickerson, M. J.; Haddad, C. F. B.; Rodrigues, M. T.; Moritz, C.; 2009. Stability predicts genetic diversity in the Brazilian Atlantic Forest hotspot. *Science*. **323** (5915): 785-789.
- Cassimiro, J.; Rodrigues, M. T.; 2009. A new species of lizard genus *Gymnodactylus* Spix, 1825 (Squamata: Gekkota:Phyllodactylidae) from Serra do Sincorá, northeastern Brazil, and the

- status of *G. carvalhoi* Vanzolini, 2005. *Zootaxa*. **2008**: 38 - 52.
- Collevatti, R. G.; Grattapaglia, D.; Hay, J. D.; 2003. Evidences for multiple maternal lineages of *Caryocar brasiliense* populations in the Brazilian Cerrado based on the analysis of chloroplast DNA sequences and microsatellite haplotype variation. *Molecular Ecology*. **12** (1): 105-115.
- Colli, G. R.; 2005. As origens e a diversificação da herpetofauna do Cerrado. *Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação*. (A. Scariot, JC Souza-Silva & JM Felfili, eds.). Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 247-264.
- Colli, G. R.; Mesquita, D. O.; Rodrigues, P. V. V.; Kitayama, K.; 2003. Ecology of the Gecko *Gymnodactylus geckoides amarali* in a Neotropical Savanna. *Journal of Herpetology*. **37** (4): 694-706.
- Costa, L. P.; 2003. The historical bridge between the Amazon and the Atlantic Forest of Brazil: a study of molecular phylogeography with small mammals. *Journal of Biogeography*. **30** (1): 71-86.
- Diniz-Filho, J. A. F.; Fuchs, S.; Arias, M. C.; 1999. Phylogeographical autocorrelation of phenotypic evolution in honey bees (*Apis mellifera* L.). *Heredity*. **83** (6): 671-680.
- Galvão, M. V.; 1977. *Geografia do Brasil: Região Centro-Oeste*. Rio de Janeiro, RJ, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- Gamble, T.; Simons, A. M.; Colli, G. R.; Vitt, L. J.; 2008. Tertiary climate change and the diversification of the Amazonian gecko genus *Gonatodes* (Sphaerodactylidae, Squamata). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. **46** (1): 269-277.
- Garda, A. A.; Cannatella, D. C.; 2007. Phylogeny and biogeography of paradoxical frogs (Anura, Hylidae, Pseudae) inferred from 12S and 16S mitochondrial DNA. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. **44** (1): 104-114.
- Giugliano, L. G.; Collevatti, R. G.; Colli, G. R.; 2007. Molecular dating and phylogenetic relationships among Teiidae (Squamata) inferred by molecular and morphological data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. **45** (1): 168-179.

- Glor, R. E.; Kolbe, J. J.; Powell, R.; Larson, A.; Losos, J. B.; 2003. Phylogenetic analysis of ecological and morphological diversification in Hispaniolan trunk-ground anoles (*Anolis cybotes* group). *Evolution*. **57** (10): 2383-2397.
- Goloboff, P. A.; Farris, J. S.; Nixon, K. C.; 2008. TNT, a free program for phylogenetic analysis. *Cladistics*. **24** (5): 774-786.
- Grant, T.; Kluge, A. G.; 2003. Data exploration in phylogenetic inference: scientific, heuristic, or neither. *Cladistics*. **19** (5): 379-418.
- Marimon Junior, B. H.; Haridasan, M.; 2005. Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um cerradão e um cerrado sensu stricto em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. **19** (4): 913-926.
- Maxi, P.; 2009. Hierarchical comparative analysis of genetic and genitalic geographical structure: testing patterns of male and female genital evolution in the scarab beetle *Phyllophaga hirticula* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Biological Journal of the Linnean Society*. **96** (1): 135-149.
- Méio, B. B.; Freitas, C. V.; Jatobá, L.; 2003. Influência da flora das florestas Amazônica e Atlântica na vegetação do cerrado sensu stricto. *Revista Brasileira de Botânica*. **26** (4): 437-444.
- Miranda, G. B.; Andrades-Miranda, J.; Oliveira, L. F. B.; Langguth, A.; Mattevi, M. S.; 2007. Geographic patterns of genetic variation and conservation consequences in three South American rodents. *Biochemical Genetics*. **45** (11): 839-856.
- Nakagawa, S.; Freckleton, R. P.; 2008. Missing inaction: the dangers of ignoring missing data. *Trends in Ecology & Evolution*. **23** (11): 592-596.
- Oliveira-Filho, A. T.; Ratter, J. A.; 1995. A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. *Edinburgh Journal Of Botany*. **52** (2): 141-194.
- Pellegrino, K. C. M.; Rodrigues, M. T.; Waite, A. N.; Morando, M.; Yassuda, Y. Y.; Sites, J. W.; 2005. Phylogeography and species limits in the *Gymnodactylus darwinii* complex (Gekkonidae, Squamata): genetic structure coincides with river systems in the Brazilian Atlantic Forest.

Biological Journal of the Linnean Society. **85** (1): 13-26.

Posada, D.; Crandall, K. A.; 2001. Intraspecific gene genealogies: trees grafting into networks. *Trends in Ecology & Evolution*. **16** (1): 37-45.

Posadas, P.; Crisci, J. V.; Katinas, L.; 2006. Historical biogeography: a review of its basic concepts and critical issues. *Journal of Arid Environments*. **66** (3): 389-403.

R Development Core Team; 2008. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.

Ramos, A. C. S.; Lemos-Filho, J. P.; Ribeiro, R. A.; Santos, F. R.; Lovato, M. B.; 2007.

Phylogeography of the tree *Hymenaea stigonocarpa* (Fabaceae: Caesalpinioideae) and the influence of quaternary climate changes in the Brazilian Cerrado. *Annals of Botany*. **100** (6): 1219.

Recuero, E.; Iraola, A.; Rubio, X.; Machordom, A.; Garcia-Paris, M.; 2007. Mitochondrial differentiation and biogeography of *Hyla meridionalis* (Anura: Hylidae): an unusual phylogeographical pattern. *Journal of Biogeography*. **34** (7): 1207-1219.

Ronquist, F.; 1997. Dispersal-vicariance analysis: a new approach to the quantification of historical biogeography. *Systematic Biology*. **46** (1): 195.

Rubin, D. B.; 2003. Discussion on multiple imputation. *International Statistical Review*. **71** (3): 619-625.

Silva, J. M. C. d.; 1996. Distribution of Amazonian and Atlantic birds in gallery forests of the Cerrado region, South America. *Ornitologia Neotropical*. **7** (1): 1-18.

Tabachnick, B. G.; Fidell, L. S.; 1996. *Using Multivariate Statistics*, New York, HarperCollins.

Thiele, K.; 1993. The holy grail of the perfect character: the cladistic treatment of morphometric data. *Cladistics*. **9** (3): 275-304.

Van Buuren, S.; Oudshoorn, C. G. M.; 2007. *Multivariate Imputation by Chained Equations*.

Vanzolini, P. E.; 1982. A new *Gymnodactylus* from Minas Gerais, Brazil, with remarks on the genus

- and on montane endemisms in Brazil (Sauria, Gekkonidae). *Papéis Avulsos Zool., São Paulo*. **34 (29)**: 403-413.
- Vanzolini, P. E.; 2004. On the geographical differentiation of *Gymnodactylus geckoides* Spix, 1825 (Sauria, Gekkonidae): speciation in the Brazilian caatingas. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. **76**: 663-698.
- Vanzolini, P. E.; 2005. On *Gymnodactylus amarali* Barbour, 1925, with the description of a new species (Sauria, Gekkonidae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. **77**: 595-611.
- Vitt, L. J.; 1995. The ecology of tropical lizards in the caatinga of northeast Brazil. *Occasional Papers of the Oklahoma Museum of Natural History*. **1**: 1-29.
- Vitt, L. J.; Shepard, D. B.; Caldwell, J. P.; Vieira, G. H. C.; Franca, F. G. R.; Colli, G. R.; 2007. Living with your food: geckos (*Gymnodactylus carvalhoi*) in termitaria of Cantão. *Journal of Zoology*. **272**: 321-328.
- Werneck, F. D. P.; Giugliano, L. G.; Collevatti, R. G.; Colli, G. R.; 2009. Phylogeny, biogeography and evolution of clutch size in South American lizards of the genus *Kentropyx* (Squamata: Teiidae). *Molecular Ecology*. **18 (2)**: 262-278.
- Wiens, J. J.; 2001. Character Analysis in Morphological Phylogenetics: Problems and Solutions. *Systematic Biology*. **50 (5)**: 689-699.
- www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php; 20/ 01/ 2009.

TABELAS

Tabela 1: Localidades de ocorrência de *Gymnodactylus amarali*, *Gymnodactylus geckoides* e *Gymnodactylus darwini* utilizadas, com suas respectivas coordenadas geográficas. As localidades são referentes à municípios brasileiros, exceto aquelas aonde o município encontra-se ao lado. As duas primeiras linhas contêm as espécies e localidades dos grupos externos utilizados nas análises filogenéticas.

Localidade	Estado	Latitude	Longitude
<i>G. darwini</i> – Presidente Kennedy	Espírito Santo	-21.09	-41.04
<i>G. geckoides</i> – Exu	Pernambuco	-7,51	-39,72
<i>G. geckoides</i> – Milagres	Ceará	-7,31	-38,94
Almas	Tocantins	-11.47	-47.12
Alto Paraíso	Goiás	-14.16	-47.52
Alto Parnaíba	Maranhão	-9.10	-45.95
Barra do Garças	Mato Grosso	-15.88	-52.25
Barra do Rio São Domingos	Tocantins	-13.24	-47.12
Bom Jesus do Tocantins	Tocantins	-8.96	-48.16
Buritis	Minas Gerais	-15.62	-46.42
Cana Brava/ Minaçu	Goiás	-13.51	-48.36
Carolina	Maranhão	-7.37	-47.43
Caseara	Tocantins	-9.37	-49.84
Cavalcante	Goiás	-13.79	-47.45
Cocalinho	Mato Grosso	-14.37	-51.00
Cocalzinho	Goiás	-15.79	-48.77
Colinas do Sul	Goiás	-14.15	-48.07
Coribe	Bahia	-13.82	-44.45
Dianópolis	Tocantins	-11.62	-46.82
Estreito	Maranhão	-6.56	-47.45
Guaraí	Tocantins	-8.83	-48.52
Gurupi	Tocantins	-11.72	-49.07
Ipeiras	Tocantins	-11.23	-48.47
Januária/ Peruaçu	Minas Gerais	-15.12	-44.24
Lajeado	Tocantins	-9.85	-48.32
Mateiros	Tocantins	-10.70	-46.41
Minaçu	Goiás	-13.50	-48.40
Mineiros	Goiás	-17.56	-52.55
Monte Alegre	Goiás	-13.09	-47.02
Niquelândia	Goiás	-14.27	-48.27
Nova Roma	Goiás	-13.75	-46.88
Nova Xavantina	Mato Grosso	-14.41	-52.20
Palmas	Tocantins	-10.19	-48.11
Paraná	Tocantins	-12.75	-47.76
Pedro Afonso	Tocantins	-8.58	-48.10
Peixe	Tocantins	-12.03	-48.35
Pirenópolis	Goiás	-15.83	-49.01
Pium	Tocantins	-10.44	-49.19
Porto Alegre do Tocantins	Tocantins	-11.60	-47.04
Porto Nacional	Tocantins	-10.70	-48.42

Localidade	Estado	Latitude	Longitude
Posse	Goiás	-14.08	-46.33
Rio das Mortes	Mato Grosso	-13.30	-51.24
Rio Verde	Goiás	-17.80	-50.93
São Domingos	Goiás	-13.45	-46.45
São Salvador do Tocantins	Tocantins	-12.73	-48.23
Serra Negra/ Niquelândia	Goiás	-14.02	-48.35
Teresina de Goiás	Goiás	-13.69	-47.24

Tabela 2: Média dos dados merísticos e moda dos dados qualitativos dos caracteres de foliose de *Gymnodactylus amarali* (Ver Apêndice I para uma completa descrição dos caracteres e estados). As localidades são referentes à municípios brasileiros, exceto aquelas aonde o município encontra-se após a barra. As duas primeiras linhas contêm as espécies e localidades dos grupos externos utilizados nas análises filogenéticas.

Localidade (n)	cantr	asup	ainf	sup	inf	supra	dor	fqui	qui	tub	ocel
<i>G. darwini</i> – Presidente Kennedy (3)	11,67 ± 0,58	16,67 ± 0,58	11,00 ± 0,00	11,33 ± 1,15	10,67 ± 1,15	16,33 ± 1,15	187,00 ± 17,06	3,33 ± 0,58	3,33 ± 0,58	71,00 ± 11,00	8,67 ± 1,15
<i>G. geckoides</i> – Exu (7)	8,43 ± 0,79	15,14 ± 0,69	10,00 ± 0,82	11,29 ± 0,95	9,86 ± 0,38	16,43 ± 0,53	208,57 ± 8,4	5,71 ± 0,95	4,71 ± 0,49	43,57 ± 3,21	9,14 ± 1,21
<i>G. geckoides</i> – Milagres (5)	8,8 ± 0,45	15,60 ± 0,55	10,00 ± 0,71	12,00 ± 0,00	10,00 ± 0,71	16,20 ± 0,45	217,00 ± 5,15	6,40 ± 1,34	5,20 ± 0,84	42,60 ± 3,05	9,40 ± 1,95
Almas (16)	7,81 ± 0,4	16,50 ± 1,1	10,06 ± 0,57	12,19 ± 0,83	10,00 ± 0,37	15,81 ± 0,66	212,43 ± 13,68	5,94 ± 1,34	3,88 ± 0,72	38,31 ± 2,98	10,50 ± 1,55
Alto Paraíso (23)	8,91 ± 0,95	15,91 ± 1,47	11,04 ± 1,11	12,43 ± 1,27	10,17 ± 0,58	15,09 ± 1,35	271,39 ± 35,34	2,57 ± 1,73	1,74 ± 1,81	27,52 ± 6,18	9,17 ± 1,67
Alto Parnaíba (1)	7,00	16,00	13,00	11,00	10,00	13,00	176,00	7,00	4,00	37,00	9,00
Barra do Garças (7)	7,43 ± 0,53	15,14 ± 0,90	10,00 ± 1,29	12,14 ± 0,90	9,57 ± 0,79	13,14 ± 0,38	179,71 ± 17,89	5,86 ± 1,68	3,86 ± 0,69	31,29 ± 4,86	8,00 ± 1,53
Barra do Rio São Domingos (26)	7,81 ± 0,57	16,35 ± 1,23	11,38 ± 0,75	12,69 ± 0,84	10,54 ± 0,81	14,12 ± 0,95	177,08 ± 25,49	6,58 ± 1,33	3,77 ± 1,21	34,96 ± 3,17	8,46 ± 1,03
Bom Jesus do Tocantins (1)	8,00	16,00	10,00	11,00	10,00	14,00	205,00	6,00	4,00	34,00	15,00
Burititis (2)	8,00 ± 0,00	16,00 ± 0,00	12,00 ± 1,41	12,00 ± 0,00	10,00 ± 0,00	13,00 ± 0,00	162,50 ± 4,95	7,50 ± 2,12	3,50 ± 0,71	35,50 ± 3,54	7,50 ± 0,71
Cana Brava/Minaçu (6)	7,17 ± 0,75	15,33 ± 0,82	10,33 ± 1,21	12,67 ± 0,52	11,00 ± 0,89	12,17 ± 0,41	162,83 ± 8,64	6,00 ± 0,63	4,17 ± 0,41	34,33 ± 2,80	8,83 ± 0,98
Carolina (5)	8,00 ± 1,00	16,20 ± 2,17	11,00 ± 1,22	10,40 ± 0,89	10,00 ± 0,00	13,40 ± 0,55	208,20 ± 26,31	5,20 ± 1,64	3,60 ± 0,55	37,80 ± 3,03	10,80 ± 1,79
Caseara (35)	9,29 ± 0,79	14,20 ± 1,02	10,26 ± 1,04	10,91 ± 0,95	8,71 ± 0,86	14,11 ± 1,18	253,14 ± 21,18	3,91 ± 1,67	2,60 ± 1,65	41,09 ± 3,80	9,80 ± 1,08
Cavalcante (5)	7,40 ± 0,55	15,20 ± 1,64	9,80 ± 0,84	10,40 ± 0,89	9,40 ± 0,89	15,20 ± 0,45	192,60 ± 4,04	7,00 ± 1,00	4,40 ± 0,55	42,60 ± 2,61	11,80 ± 1,48
Cocalinho (1)	7,00	13,00	9,00	11,00	10,00	16,00	175,00	6,00	3,00	40,00	7,00
Cocalzinho (3)	7,67 ± 0,58	16,67 ± 2,08	11,67 ± 1,15	11,67 ± 0,58	10,00 ± 0,00	13,67 ± 1,15	220,67 ± 23,54	5,33 ± 1,53	3,67 ± 0,58	36,33 ± 0,58	10,33 ± 0,58
Colinas do Sul (5)	7,80 ± 0,84	15,60 ± 0,89	9,40 ± 1,34	12,00 ± 0,00	10,00 ± 0,00	13,40 ± 0,55	216,00 ± 13,23	4,40 ± 1,52	3,20 ± 0,45	32,00 ± 1,58	9,60 ± 0,55
Coribe (1)	7,00	16,00	8,00	12,00	10,00	13,00	194,00	4,00	4,00	27,00	9,00
Dianópolis (1)	7,00	17,00	11,00	11,00	9,00	13,00	198,00	7,00	3,00	42,00	8,00
Estreito (18)	7,32 ± 0,62	15,14 ± 0,99	10,41 ± 1,07	11,39 ± 0,88	9,94 ± 0,74	13,52 ± 1,43	187,06 ± 14,93	6,13 ± 0,97	3,96 ± 0,67	36,61 ± 3,73	9,64 ± 2,16
Guaraí (1)	7,00	17,00	11,00	12,00	10,00	13,00	230,00	8,00	4,00	39,00	8,00
Gurupi (1)	7,00	16,00	9,00	12,00	10,00	14,00	172,00	6,00	3,00	45,00	11,00
Ipueiras (5)	7,00 ± 0,71	15,80 ± 0,84	10,20 ± 0,84	11,80 ± 0,45	9,40 ± 0,89	13,20 ± 1,10	173,00 ± 10,54	6,20 ± 1,48	4,20 ± 0,84	37,00 ± 1,41	8,80 ± 0,84
Januária/Peruaçu (12)	7,17 ± 0,39	15,92 ± 0,67	10,42 ± 0,79	13,33 ± 0,49	11,92 ± 0,51	13,33 ± 0,65	167,33 ± 7,56	7,08 ± 1,68	4,58 ± 0,79	27,50 ± 1,73	8,58 ± 1,08
Lajeado (67)	7,52 ± 0,66	15,88 ± 1,19	10,93 ± 1,58	11,76 ± 1,14	9,78 ± 0,69	13,99 ± 0,90	167,13 ± 12,37	6,40 ± 1,27	4,00 ± 0,87	38,91 ± 3,41	10,09 ± 1,38
Mateiros (180)	7,58 ± 0,56	14,66 ± 1,09	11,12 ± 0,97	11,41 ± 0,94	9,87 ± 0,54	14,32 ± 0,93	224,57 ± 18,38	6,24 ± 1,19	3,87 ± 0,63	37,37 ± 2,97	9,68 ± 1,48
Minaçu (182)	7,60 ± 0,65	15,45 ± 1,16	10,25 ± 0,97	12,05 ± 0,82	10,16 ± 0,66	14,24 ± 1,13	183,97 ± 22,50	5,35 ± 1,44	3,34 ± 0,98	32,56 ± 3,97	8,71 ± 1,27
Mineiros (1)	8,00	14,00	11,00	12,00	10,00	13,00	206,00	4,00	3,00	38,00	10,00
Monte Alegre (36)	9,03 ± 0,81	15,47 ± 0,97	10,31 ± 0,95	10,08 ± 1,02	9,14 ± 0,93	15,50 ± 1,08	250,64 ± 21,90	5,47 ± 1,30	4,36 ± 1,05	39,47 ± 3,38	9,22 ± 2,80
Niquelândia (4)	6,75 ± 0,96	15,00 ± 1,15	9,75 ± 0,96	11,75 ± 0,50	10,00 ± 0,00	12,00 ± 1,41	170,50 ± 12,45	6,00 ± 0,82	3,75 ± 1,26	34,00 ± 1,83	8,50 ± 1,29

Localidade (n)	cantr	asup	ainf	sup	inf	supra	dor	fqui	qui	tub	ocel
Nova Roma (1)	7,00	16,00	11,00	12,00	12,00	14,00	148,00	6,00	4,00	35,00	9,00
Nova Xavantina (11)	7,73 ± 0,47	14,64 ± 1,03	11,00 ± 1,34	11,45 ± 0,69	10,00 ± 0,45	14,00 ± 1,18	197,00 ± 15,00	6,73 ± 1,01	4,18 ± 0,40	38,09 ± 2,95	8,45 ± 1,51
Palmas (47)	7,89 ± 0,67	15,81 ± 1,14	10,47 ± 1,02	12,13 ± 0,68	10,00 ± 0,63	15,70 ± 1,00	217,09 ± 18,53	5,66 ± 1,18	3,91 ± 0,65	40,13 ± 3,68	10,43 ± 1,31
Paraná (87)	7,76 ± 0,71	14,68 ± 0,90	10,34 ± 0,96	9,92 ± 0,55	8,82 ± 0,87	14,62 ± 1,06	246,97 ± 18,22	5,99 ± 1,60	4,30 ± 0,94	41,92 ± 2,35	9,25 ± 2,37
Pedro Afonso (2)	8,00 ± 1,00	15,50 ± 0,50	10,50 ± 0,50	11,00 ± 1,00	10,00 ± 0,00	14,00 ± 1,00	227,50 ± 13,50	5,50 ± 0,50	3,50 ± 0,50	34,50 ± 1,50	10,50 ± 0,50
Peixe (26)	7,23 ± 0,43	15,46 ± 0,95	10,35 ± 1,20	11,42 ± 0,81	9,77 ± 0,71	13,12 ± 1,21	190,46 ± 20,88	6,50 ± 1,21	4,08 ± 0,56	40,58 ± 3,10	9,23 ± 1,39
Pirenópolis (72)	8,65 ± 0,73	15,85 ± 1,32	11,39 ± 0,97	11,39 ± 0,97	9,74 ± 0,79	15,74 ± 0,98	252,39 ± 25,46	4,85 ± 1,42	4,01 ± 1,07	31,22 ± 4,46	10,32 ± 1,29
Pium (4)	7,00 ± 0,00	14,25 ± 1,26	9,00 ± 0,00	11,50 ± 1,00	10,00 ± 0,82	12,75 ± 0,50	177,75 ± 14,31	6,00 ± 0,00	3,25 ± 0,96	37,25 ± 4,19	8,75 ± 1,26
Porto Alegre do Tocantins (3)	7,00 ± 1,00	15,67 ± 1,15	10,67 ± 1,53	11,67 ± 0,58	9,33 ± 1,15	13,33 ± 1,53	205,33 ± 20,74	6,33 ± 0,58	3,67 ± 0,58	42,00 ± 1,00	10,33 ± 1,53
Porto Nacional (2)	7,50 ± 0,71	17,50 ± 0,71	12,00 ± 0,00	11,50 ± 0,71	9,00 ± 1,41	13,00 ± 1,41	187,50 ± 30,41	6,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	34,50 ± 3,54	9,00 ± 0,00
Posse (3)	7,00 ± 1,00	16,00 ± 1,00	10,00 ± 1,00	13,00 ± 0,00	10,33 ± 0,58	13,33 ± 1,53	156,67 ± 12,58	4,67 ± 1,15	3,33 ± 1,15	31,00 ± 3,00	9,33 ± 0,58
Rio das Mortes (5)	7,20 ± 0,45	14,80 ± 0,45	12,80 ± 2,17	11,60 ± 0,55	10,20 ± 0,45	13,80 ± 1,10	184,40 ± 21,90	6,60 ± 0,55	3,80 ± 0,84	38,60 ± 2,97	8,00 ± 2,00
Rio Verde (1)	7,00	15,00	9,00	12,00	10,00	11,00	166,00	7,00	4,00	40,00	10,00
São Domingos (107)	7,78 ± 0,69	16,29 ± 1,24	10,64 ± 0,90	11,84 ± 1,07	9,86 ± 0,87	14,96 ± 1,15	243,67 ± 15,79	5,29 ± 1,40	3,80 ± 0,96	36,25 ± 5,06	9,44 ± 1,87
São Salvador do Tocantins (25)	7,08 ± 0,40	15,20 ± 0,87	11,48 ± 1,42	11,16 ± 0,94	9,56 ± 0,82	15,64 ± 0,57	183,44 ± 11,16	6,08 ± 1,08	4,00 ± 0,58	40,00 ± 3,74	9,16 ± 1,25
Serra Negra/Niquelândia (1)	7,00	15,00	10,00	12,00	10,00	13,00	171,00	6,00	3,00	31,00	9,00
Teresina de Goiás (2)	8,00 ± 0,00	15,00 ± 0,00	10,50 ± 0,71	11,50 ± 0,71	11,00 ± 1,41	14,00 ± 1,41	222,50 ± 12,02	6,50 ± 0,71	4,00 ± 0,00	38,50 ± 0,71	8,50 ± 2,12

Tabela 2. Continuação.

Localidade (n)	ocef	ftub	vem	men	lam	fven	fem	lama	clo	ane
<i>G. darwini</i> – Presidente Kennedy (3)	4,00 ± 1,00	14,00 ± 0,00	16,00 ± 2,65	2,67 ± 0,58	13,67 ± 1,15	73,00 ± 9,54	20,67 ± 3,06	17,67 ± 0,58	5,67 ± 1,15	5,67 ± 0,58
<i>G. geckoides</i> – Exu (7)	4,57 ± 1,13	12,00 ± 0,00	20,14 ± 0,90	3,00 ± 0,58	12,71 ± 0,76	71,29 ± 3,82	21,86 ± 1,95	16,71 ± 0,76	6,14 ± 0,90	11,14 ± 2,97
<i>G. geckoides</i> – Milagres (5)	4,60 ± 1,52	12,20 ± 0,45	20,00 ± 0,71	3,40 ± 0,89	13,00 ± 0,00	73,80 ± 4,09	22,20 ± 0,45	17,40 ± 0,55	7,00 ± 0,71	9,80 ± 2,59
Almas (16)	3,94 ± 1,34	13,94 ± 0,25	20,31 ± 0,87	5,81 ± 1,05	12,25 ± 0,93	74,00 ± 5,45	19,44 ± 1,15	14,63 ± 0,72	7,38 ± 2,13	11,44 ± 1,97
Alto Paraíso (23)	3,83 ± 0,98	12,17 ± 0,78	21,30 ± 0,70	4,04 ± 1,36	13,13 ± 1,06	89,52 ± 8,33	20,61 ± 0,94	15,83 ± 0,94	6,57 ± 1,53	12,22 ± 1,83
Alto Parnaíba (1)	2,00	14,00	16,00	5,00	12,00	57,00	21,00	14,00	4,00	10,00
Barra do Garças (7)	3,86 ± 0,90	13,71 ± 0,49	19,14 ± 1,46	4,57 ± 1,13	12,14 ± 1,07	62,71 ± 7,34	20,43 ± 1,13	15,57 ± 0,79	5,43 ± 0,79	12,86 ± 1,86
Barra do Rio São Domingos (26)	3,35 ± 0,98	14,00 ± 0,94	19,96 ± 1,15	4,88 ± 1,95	13,35 ± 0,85	66,77 ± 6,88	20,96 ± 1,87	15,65 ± 1,29	6,15 ± 1,29	13,46 ± 2,34
Bom Jesus do Tocantins (1)	3,00	14,00	20,00	4,00	12,00	69,00	19,00	14,00	5,00	12,00
Buritis (2)	2,00 ± 0,00	12,00 ± 0,00	19,00 ± 1,41	5,00 ± 1,41	12,50 ± 0,71	62,00 ± 1,41	18,50 ± 0,71	14,50 ± 0,71	5,50 ± 0,71	11,50 ± 0,71
Cana Brava/Minaçu (6)	2,67 ± 1,03	14,33 ± 0,52	17,83 ± 1,47	3,67 ± 1,21	13,50 ± 1,87	62,50 ± 5,54	20,83 ± 1,47	15,83 ± 1,17	4,83 ± 1,33	13,00 ± 1,41
Carolina (5)	3,40 ± 0,55	14,20 ± 0,45	18,20 ± 2,28	5,40 ± 0,55	11,80 ± 0,84	68,60 ± 4,22	20,00 ± 1,00	15,80 ± 0,45	5,60 ± 0,55	11,00 ± 1,22
Caseara (35)	3,37 ± 1,03	14,43 ± 0,78	21,91 ± 1,60	6,34 ± 0,68	11,31 ± 0,87	85,40 ± 7,23	19,54 ± 1,12	13,69 ± 0,68	6,57 ± 1,20	12,31 ± 2,92
Cavalcante (5)	4,60 ± 0,55	13,80 ± 0,45	18,00 ± 1,22	6,00 ± 1,00	12,20 ± 0,45	72,40 ± 3,78	19,20 ± 0,84	14,80 ± 1,30	4,80 ± 0,84	12,80 ± 3,96
Cocalinho (1)	2,00	15,00	20,00	4,00	12,00	70,00	20,00	15,00	6,00	12,00
Cocalzinho (3)	3,33 ± 0,58	13,33 ± 0,58	19,67 ± 0,58	5,00 ± 2,00	12,00 ± 0,00	72,00 ± 2,65	20,00 ± 1,73	15,67 ± 1,53	5,33 ± 1,15	12,67 ± 1,15
Colinas do Sul (5)	3,00 ± 1,00	13,40 ± 0,55	19,20 ± 1,48	5,40 ± 0,89	11,80 ± 0,45	65,60 ± 7,54	19,80 ± 1,30	16,00 ± 1,00	5,60 ± 0,55	12,80 ± 2,17
Coribe (1)	2,00	13,00	20,00	3,00	13,00	68,00	20,00	17,00	6,00	16,00
Dianópolis (1)	3,00	14,00	16,00	5,00	13,00	57,00	20,00	15,00	5,00	12,00
Estreito (18)	3,83 ± 0,84	13,86 ± 1,14	18,96 ± 1,69	4,74 ± 1,03	11,60 ± 1,89	61,53 ± 7,27	20,16 ± 1,70	15,39 ± 1,81	6,09 ± 0,97	12,60 ± 2,62
Guaraí (1)	2,00	15,00	20,00	3,00	12,00	74,00	20,00	14,00	5,00	12,00
Gurupi (1)	5,00	14,00	20,00	5,00	11,00	65,00	17,00	14,00	6,00	10,00
Ipueiras (5)	3,60 ± 1,14	13,80 ± 0,45	18,20 ± 1,48	7,00 ± 1,22	12,00 ± 0,00	54,00 ± 7,65	20,00 ± 1,22	15,40 ± 1,14	5,60 ± 0,89	14,60 ± 1,82
Januária/Peruaçu (12)	3,92 ± 0,90	13,17 ± 0,83	17,58 ± 1,56	2,83 ± 0,58	14,00 ± 1,13	63,58 ± 5,55	20,08 ± 1,38	17,50 ± 1,31	5,58 ± 0,79	11,92 ± 2,27
Lajeado (67)	4,03 ± 0,78	13,97 ± 0,58	19,10 ± 1,21	6,60 ± 1,51	12,07 ± 1,02	63,24 ± 5,73	19,79 ± 1,20	14,60 ± 1,48	6,09 ± 1,57	12,61 ± 2,65
Mateiros (180)	2,77 ± 0,81	13,99 ± 0,26	19,00 ± 1,13	5,17 ± 1,29	11,79 ± 0,80	68,44 ± 5,33	19,35 ± 0,97	15,08 ± 0,85	5,72 ± 1,14	12,73 ± 2,14
Minaçu (182)	2,99 ± 0,95	13,96 ± 0,64	19,54 ± 1,31	4,68 ± 1,26	11,98 ± 0,83	64,78 ± 6,89	19,65 ± 1,14	15,14 ± 0,92	5,57 ± 1,18	12,55 ± 2,14
Mineiros (1)	3,00	14,00	19,00	3,00	12,00	74,00	20,00	14,00	5,00	13,00
Monte Alegre (36)	3,14 ± 1,44	13,92 ± 0,44	20,31 ± 1,14	6,64 ± 1,20	12,36 ± 0,68	82,89 ± 6,96	19,78 ± 0,99	15,11 ± 1,04	7,19 ± 1,26	12,67 ± 1,51
Niquelândia (4)	3,75 ± 0,50	13,75 ± 0,50	18,75 ± 1,71	4,50 ± 0,58	11,00 ± 0,82	62,25 ± 4,03	20,75 ± 1,50	15,25 ± 0,96	4,50 ± 1,29	13,25 ± 2,50
Nova Roma (1)	3,00	14,00	21,00	4,00	12,00	67,00	22,00	16,00	7,00	11,00
Nova Xavantina (11)	3,45 ± 0,69	13,45 ± 1,04	17,73 ± 1,42	4,91 ± 1,22	11,73 ± 0,65	64,73 ± 4,27	21,09 ± 1,04	14,45 ± 0,82	5,82 ± 1,33	12,64 ± 2,34
Palmas (47)	4,36 ± 1,01	13,87 ± 0,49	21,40 ± 1,77	5,28 ± 1,70	12,23 ± 0,87	76,15 ± 6,46	20,85 ± 1,35	14,17 ± 1,36	7,60 ± 2,11	12,79 ± 1,53
Paraná (87)	3,09 ± 1,14	14,00 ± 0,46	20,36 ± 1,03	6,54 ± 1,08	12,15 ± 0,77	79,15 ± 5,26	19,87 ± 0,97	15,13 ± 0,95	7,85 ± 1,64	13,23 ± 2,18

Localidade (n)	ocef	ftub	vem	men	lam	fven	fem	lama	clo	ane
Pedro Afonso (2)	2,00 ± 0,00	14,00 ± 0,00	19,50 ± 2,50	4,50 ± 0,50	12,00 ± 0,00	75,50 ± 2,50	20,00 ± 1,00	14,50 ± 0,50	5,50 ± 0,50	12,00 ± 0,00
Peixe (26)	3,38 ± 0,85	13,96 ± 0,45	18,69 ± 1,38	6,54 ± 1,45	11,88 ± 1,03	62,42 ± 5,90	19,73 ± 1,43	15,04 ± 1,08	6,15 ± 1,32	12,46 ± 1,88
Pirenópolis (72)	4,13 ± 0,87	12,40 ± 0,93	20,38 ± 1,11	3,99 ± 1,34	12,58 ± 0,88	82,39 ± 5,24	20,38 ± 0,96	16,56 ± 0,79	6,39 ± 1,37	13,13 ± 1,86
Pium (4)	4,00 ± 0,82	14,50 ± 1,00	19,75 ± 0,96	5,50 ± 0,58	11,75 ± 0,50	67,50 ± 4,12	21,25 ± 0,96	15,00 ± 0,00	4,50 ± 0,58	14,00 ± 0,82
Porto Alegre do Tocantins (3)	2,67 ± 0,58	14,00 ± 0,00	19,67 ± 1,53	5,33 ± 1,53	11,33 ± 0,58	69,33 ± 0,58	18,00 ± 1,00	14,33 ± 1,53	5,33 ± 0,58	11,67 ± 1,53
Porto Nacional (2)	2,50 ± 0,71	14,00 ± 0,00	18,00 ± 1,41	9,00 ± 2,83	13,00 ± 1,41	63,50 ± 2,12	20,00 ± 1,41	15,50 ± 0,71	9,50 ± 2,12	14,50 ± 2,12
Posse (3)	3,67 ± 0,58	14,00 ± 0,00	19,33 ± 2,08	4,33 ± 1,15	11,67 ± 0,58	61,67 ± 3,51	21,00 ± 1,00	13,67 ± 2,08	4,33 ± 0,58	12,67 ± 0,58
Rio das Mortes (5)	2,40 ± 0,55	13,80 ± 0,45	18,60 ± 1,52	5,20 ± 0,84	11,60 ± 0,55	71,20 ± 3,70	20,20 ± 1,79	15,00 ± 0,71	6,20 ± 1,10	13,20 ± 1,10
Rio Verde (1)	2,00	15,00	20,00	7,00	12,00	53,00	21,00	15,00	5,00	16,00
São Domingos (107)	3,20 ± 0,95	14,17 ± 0,78	19,92 ± 1,26	5,29 ± 1,72	12,73 ± 0,95	74,53 ± 5,26	19,66 ± 1,27	15,42 ± 0,79	6,17 ± 1,40	12,93 ± 1,74
São Salvador do Tocantins (25)	4,00 ± 0,87	14,04 ± 0,35	19,36 ± 1,22	7,88 ± 1,67	11,72 ± 0,74	64,44 ± 3,50	21,60 ± 0,82	14,96 ± 0,79	5,64 ± 1,22	13,92 ± 1,96
Serra Negra/Niquelândia (1)	3,00	14,00	19,00	3,00	13,00	64,00	20,00	16,00	5,00	14,00
Teresina de Goiás (2)	2,00 ± 0,00	14,00 ± 0,00	21,00 ± 1,41	7,00 ± 1,41	12,00 ± 0,00	68,00 ± 4,24	21,50 ± 0,71	15,00 ± 1,41	6,00 ± 1,41	10,50 ± 0,71

Tabela 2. Continuação.

Localidade (n)	nas	supn	front	ftim	ptim	odor	omem	anec
<i>G. darwini</i> – Presidente Kennedy (3)	1	2	0	0	0	0	1	0
<i>G. geckoides</i> – Exu (7)	0	1	1	2	0	0	1	0
<i>G. geckoides</i> – Milagres (5)	0	1	1	0	1	0	1	0
Almas (16)	0	1	1	2	0	0	1	0
Alto Paraíso (23)	0	1	1	2	0	0	1	0
Alto Parnaíba (1)	0	1	1	2	0	0	0	0
Barra do Garças (7)	0	1	0	2	0	0	1	0
Barra do Rio São Domingos (26)	0	1	0	2	0	0	0	0
Bom Jesus do Tocantins (1)	0	1	1	2	0	0	0	0
Buritiz (2)	1	1	1	2	0	0	1	0
Cana Brava/Minaçu (6)	0	2	0	2	0	0	0	0
Carolina (5)	1	1	1	2	0	0	0	0
Caseara (35)	0	1	1	2	0	0	0	0
Cavalcante (5)	0	1	0	2	0	0	0	0
Cocalinho (1)	1	1	1	2	0	0	2	0
Cocalzinho (3)	1	2	0	0	0	0	0	0
Colinas do Sul (5)	0	1	1	0	0	0	0	0
Coribe (1)	0	2	0	0	0	0	0	0
Dianópolis (1)	1	1	0	0	0	0	1	0
Estreito (18)	1	1	1	2	0	0	0	0
Guaraí (1)	1	1	0	2	0	0	2	0
Gurupi (1)	0	1	1	0	0	0	0	0
Ipueiras (5)	0	1	1	2	0	0	1	0
Januária/Peruaçu (12)	0	2	0	0	0	0	0	0
Lajeado (67)	1	1	1	0	0	0	0	0
Mateiros (180)	0	1	1	0	0	0	0	0
Minaçu (182)	0	1	1	0	0	0	0	0
Mineiros (1)	1	2	0	0	0	0	0	0
Monte Alegre (36)	0	1	1	2	0	0	1	0
Niquelândia (4)	1	1	1	2	0	0	0	0
Nova Roma (1)	0	2	1	2	0	0	0	0
Nova Xavantina (11)	1	1	1	0	0	0	1	0
Palmas (47)	0	1	1	2	0	0	0	0
Paraná (87)	0	1	1	2	0	0	1	0

Localidade (n)	nas	supn	front	ftim	ptim	odor	omem	anec
Pedro Afonso (2)	1	1	1	0	0	1	1	0
Peixe (26)	0	1	1	0	0	0	0	0
Pirenópolis (72)	1	2	0	0	0	0	0	0
Pium (4)	1	1	0	0	0	0	1	0
Porto Alegre do Tocantins (3)	0	1	1	0	0	0	1	0
Porto Nacional (2)	1	2	0	2	0	0	1	0
Posse (3)	1	2	1	0	0	0	0	0
Rio das Mortes (5)	1	1	1	0	0	0	1	0
Rio Verde (1)	1	1	1	2	0	0	0	0
São Domingos (107)	0	1	1	0	0	0	1	0
São Salvador do Tocantins (25)	0	1	1	0	0	0	1	0
Serra Negra/Niquelândia (1)	1	1	1	2	0	0	0	0
Teresina de Goiás (2)	0	1	1	0	0	0	2	0

Tabela 3: Matriz de caracteres codificados utilizados na análise filogenética. Foram utilizados 32 estados de caracteres, sendo os mesmo convertidos para uma matriz alfa-numérica (estados 10-32 convertidos respectivamente nas letras A-V). Ver Apêndice I para uma completa descrição dos caracteres.

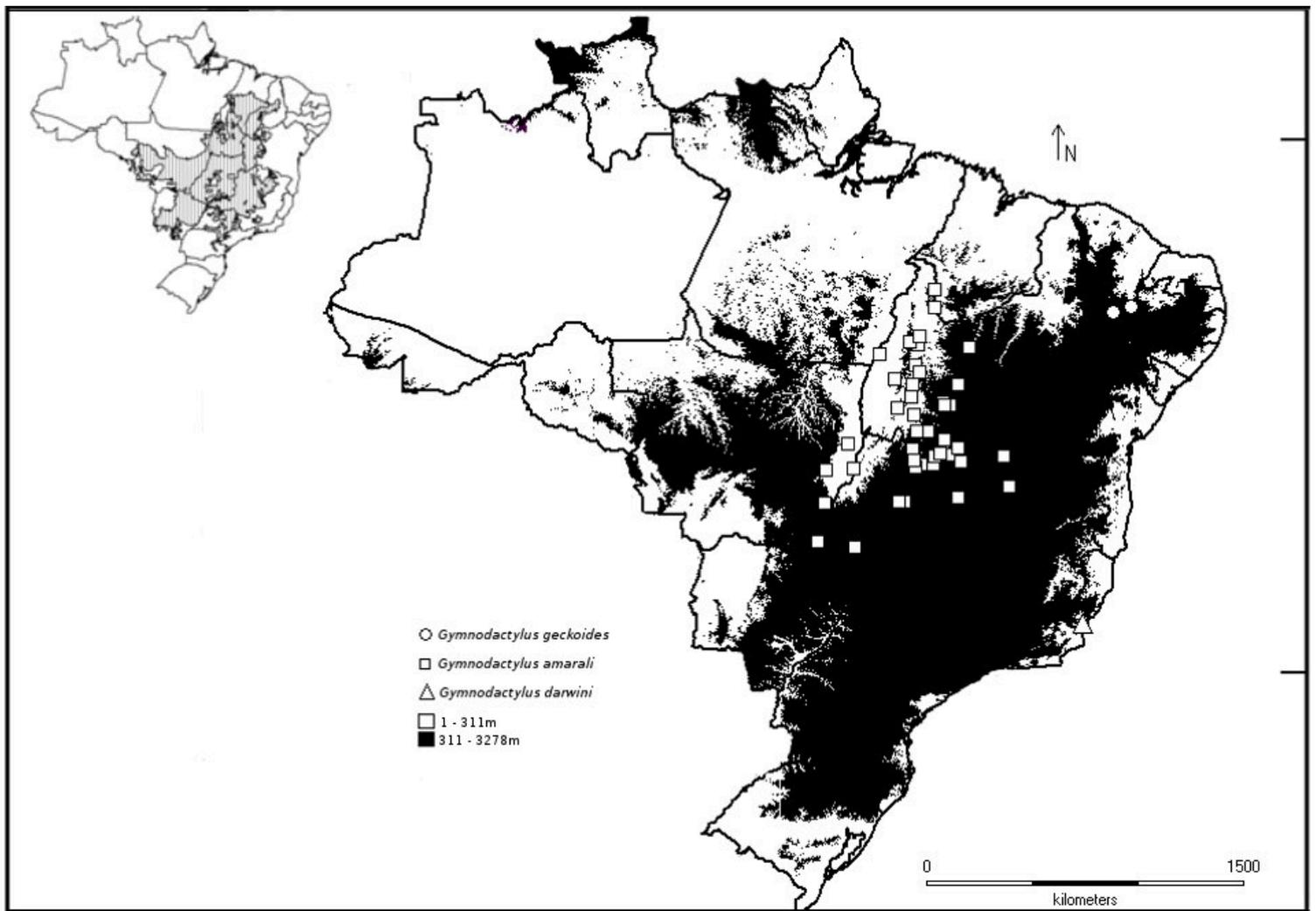
Localidade	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
<i>Gdarwini</i>	V	P	J	D	I	U	A	4	E	V	6	L	L	0	0	S	H	M	V	9	0	1	2	0	0	0	0	1
<i>G.geckoides</i> (Exu)	B	F	C	C	B	V	F	I	R	C	8	R	0	M	2	I	G	T	O	C	G	0	1	1	2	0	0	1
<i>G.geckoides</i> (Milagres)	D	I	C	J	C	U	H	M	V	E	9	R	2	L	4	L	I	V	T	H	C	0	1	1	0	1	0	1
Almas	7	O	D	L	C	R	G	J	J	8	E	K	K	N	F	D	I	F	7	J	H	0	1	1	2	0	0	1
Alto Paraíso	E	K	J	N	E	N	V	0	0	0	8	J	2	S	7	M	V	M	H	E	K	0	1	1	2	0	0	1
Alto Parnaíba	2	L	V	A	C	B	7	P	K	7	8	0	L	0	B	A	3	O	3	0	D	0	1	1	2	0	0	0
Barra do Garças	4	F	C	K	8	C	8	J	J	3	4	J	I	G	9	C	8	K	F	8	M	0	1	0	2	0	0	1
Barra Rio São Domingos	7	N	L	P	1	I	7	N	I	6	6	E	L	L	B	O	C	O	F	C	N	0	1	0	2	0	0	0
Bom Jesus do Tocantins	8	L	C	A	C	H	E	K	K	5	V	A	L	L	7	A	E	C	3	6	J	0	1	1	2	0	0	0
Buritís	8	L	P	J	C	B	4	S	G	6	2	0	0	G	B	G	8	9	6	8	I	1	1	1	2	0	0	1
Cana Brava	3	G	E	P	M	7	4	K	M	5	7	7	O	A	5	Q	8	N	H	5	M	0	2	0	2	0	0	0
Carolina	8	M	J	4	C	E	F	F	H	8	F	E	N	C	D	8	D	I	H	9	G	1	1	1	2	0	0	0
Caseara	G	8	E	9	0	I	Q	8	8	A	B	E	P	V	I	3	S	F	0	E	K	0	1	1	2	0	0	0
Cavalcante	4	F	B	4	6	O	B	P	O	B	J	R	J	A	G	C	G	D	9	5	L	0	1	0	2	0	0	0
Cocalinho	2	0	6	A	C	T	7	K	B	9	0	0	V	L	7	A	E	I	A	B	J	1	1	1	2	0	0	2
Cocalzinho	6	P	N	G	C	F	I	G	H	7	D	E	E	J	B	A	G	I	G	8	L	1	2	0	0	0	0	0
Colinas do Sul	7	I	9	J	C	E	H	A	D	4	A	A	E	H	D	8	B	H	I	9	L	0	1	1	0	0	0	0
Coribe	2	L	0	J	C	B	C	8	K	0	8	0	A	L	2	L	D	I	Q	B	V	0	2	0	0	0	0	0
Dianópolis	2	S	J	A	3	B	D	P	B	B	4	A	L	0	B	L	3	I	A	6	J	1	1	0	0	0	0	1
Estreito	4	F	F	D	C	E	A	K	K	7	A	J	J	F	A	6	7	J	D	C	L	1	1	1	2	0	0	0
Guaraí	2	S	J	J	C	B	L	V	K	8	4	0	V	L	2	A	I	I	3	6	J	1	1	0	2	0	0	2
Gurupi	2	L	6	J	C	H	6	K	B	D	G	V	L	L	B	0	A	0	3	B	D	0	1	1	0	0	0	0
Ipueiras	2	J	E	H	6	D	6	L	M	7	7	H	J	C	L	A	1	I	D	9	R	0	1	1	2	0	0	1
Peruaçu	3	K	F	V	U	D	5	Q	P	0	6	K	C	8	1	V	9	I	U	9	J	0	2	0	0	0	0	0
Lajeado	5	K	I	H	A	H	5	M	K	8	C	L	K	G	J	B	9	H	7	C	L	1	1	1	0	0	0	0
Mateiros	5	B	J	E	B	J	J	L	J	7	A	8	L	G	C	8	D	E	B	A	L	0	1	1	0	0	0	0
Minaçu	5	H	E	J	E	J	9	G	E	4	7	A	K	J	A	A	A	G	B	9	L	0	1	1	0	0	0	0
Mineiros	8	7	J	J	C	B	F	8	B	8	C	A	L	G	2	A	I	I	3	6	M	1	2	0	0	0	0	0
Monte Alegre	E	H	E	1	4	Q	Q	H	N	9	9	C	K	N	J	E	P	H	B	I	L	0	1	1	2	0	0	1
Niquelândia	0	E	B	H	C	6	6	K	I	5	6	I	I	E	9	0	8	M	C	3	N	1	1	1	2	0	0	0
Nova Roma	2	L	J	J	V	H	0	K	K	6	8	A	L	Q	7	A	C	U	I	H	G	0	2	1	2	0	0	0
Nova Xavantina	6	B	J	E	C	H	C	O	M	8	6	F	F	9	B	8	A	O	6	A	L	1	1	1	0	0	0	1
Palmas	7	J	F	K	C	R	H	I	J	9	D	O	J	S	D	D	K	N	4	K	L	0	1	1	2	0	0	0
Parana	6	C	F	0	1	L	P	K	N	B	9	B	L	N	J	C	M	H	B	M	N	0	1	1	2	0	0	1

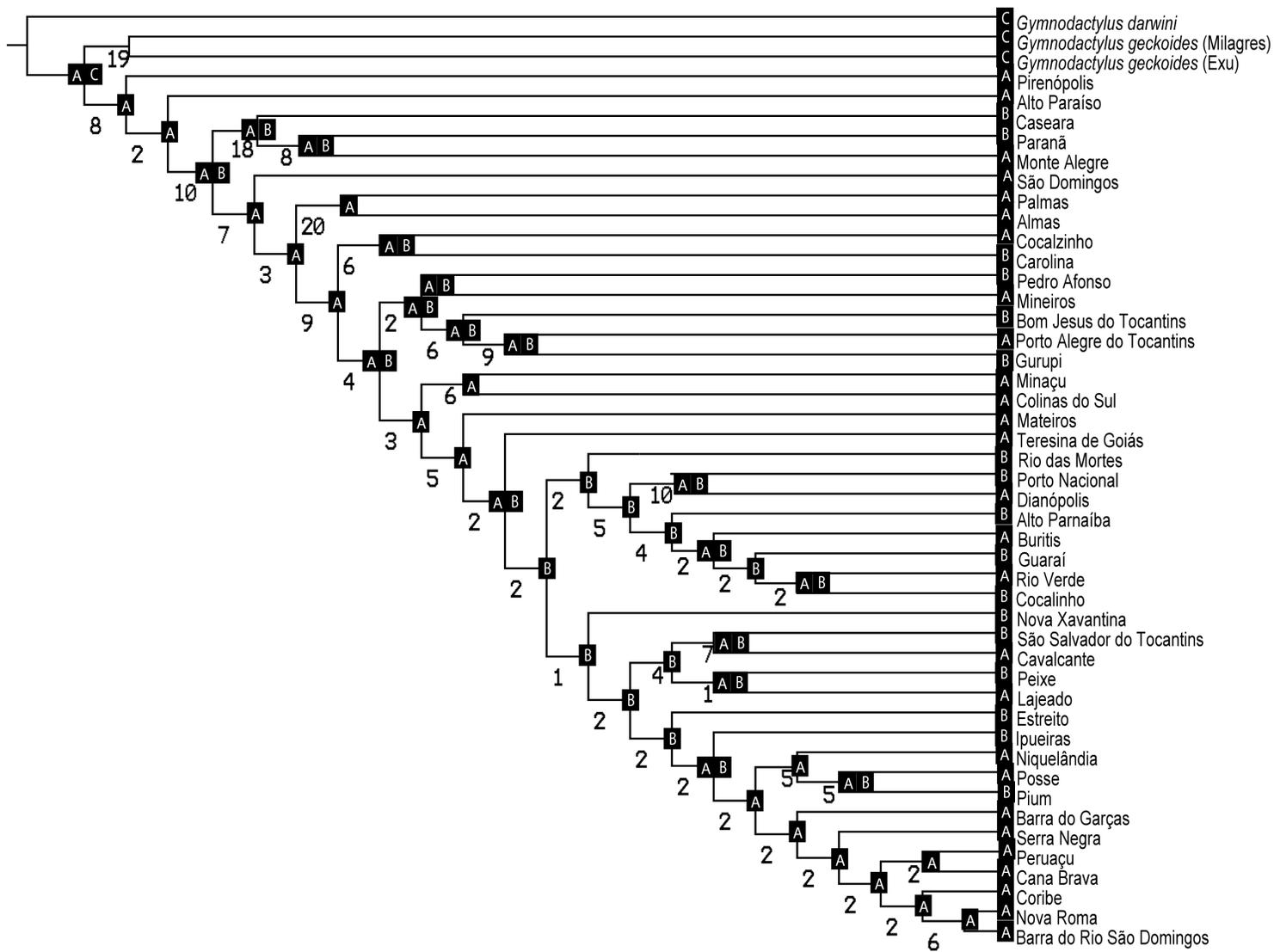
Localidade	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Pedro Afonso	8	H	G	A	C	H	K	H	G	5	E	0	L	I	9	A	J	I	6	8	J	1	1	1	0	0	1	1
Peixe	3	H	F	E	A	C	B	M	L	A	9	E	K	E	J	9	8	G	B	C	K	0	1	1	0	0	0	0
Pirenópolis	C	K	L	D	A	R	Q	D	K	3	D	M	4	N	6	G	P	K	M	D	M	1	2	0	0	0	0	0
Pium	2	9	6	E	C	A	7	K	E	7	7	L	Q	K	E	8	C	P	A	3	P	1	1	0	0	0	0	1
Porto Alegre do Tocantins	2	I	H	G	6	D	E	L	H	B	D	7	L	J	D	3	E	6	5	8	I	0	1	1	0	0	0	1
Porto Nacional	5	V	P	E	3	B	A	K	K	5	8	5	L	A	V	L	9	I	E	V	R	1	2	0	2	0	0	1
Posse	2	L	C	S	F	D	2	C	E	3	9	H	L	H	8	7	7	O	0	2	L	1	2	1	0	0	0	0
Rio das Mortes	3	C	U	F	E	G	9	N	I	8	4	4	J	E	C	6	F	J	A	C	N	1	1	1	0	0	0	1
Rio Verde	2	E	6	J	C	0	5	P	K	9	C	0	V	L	L	A	0	O	A	6	V	1	1	1	2	0	0	0
São Domingos	6	N	G	H	B	N	O	G	I	7	9	C	M	L	D	I	I	G	E	C	M	0	1	1	0	0	0	1
São Salvador do Tocantins	2	F	M	B	8	Q	9	K	K	9	8	L	L	I	Q	7	A	R	A	9	P	0	1	1	0	0	0	1
Serra Negra	2	E	C	J	C	B	6	K	B	3	8	A	L	G	2	L	9	I	I	6	P	1	1	1	2	0	0	0
Teresina de Goiás	8	E	G	E	M	H	J	M	K	8	6	0	L	Q	L	A	D	R	A	B	F	0	1	1	0	0	0	2

LEGENDA DAS FIGURAS

Figura 1: Localização das populações de *Gymnodactylus amarali*, *Gymnodactylus geckoides* e *Gymnodactylus darwini*. No detalhe, a área hachurada evidencia a distribuição do Cerrado no território brasileiro. As diferentes cores apresentam a variação, em metros, da altitude.

Figura 2: Árvore filogenética das relações entre as populações de *Gymnodactylus amarali* gerada com os dados tratados através do método “gap weighting”, considerando os estados como ordenados. Os números ao lado de cada nó indicam o índice de suporte de Bremer. A hipótese consenso das reconstruções biogeográficas mais parcimoniosas geradas pela análise de dispersão-vicariância é apresentada pelas letras, aonde (A) platôs, é constituída pelas populações localizadas sobre as chapadas, (B) depressões, constituída pelas populações localizadas nos vales, e (C) localizada fora do domínio do Cerrado, compreendida pelos grupos externos.





Apêndice I. Descrição dos caracteres de foliose de *Gymnodactylus amarali* utilizados.

Para cada espécime foram obtidos os seguintes caracteres merísticos quantitativos (1 a 21) e caracteres qualitativos (22 a 29):

30. Canthus rostralis (cantr – número de escamas no canthus rostralis, da pós-nasal até o olho).
31. Acima das supralabiais (asup – número de escamas acima das supralabiais, da frontonasal até a última supralabial).
32. Abaixo das infralabiais (ainf – número de escamas abaixo das infralabiais, da mental até a última supralabial).
33. Supralabiais (sup – número de supralabiais, total em ambos os lados).
34. Infralabiais (inf – número de infralabiais, total em ambos os lados).
35. Supraciliares (supra – número de supraciliares dilatadas na fileira mais dorsal da pálpebra).
36. Dorsais (dor – número de escamas dorsais, da escama rostral até a margem posterior da coxa).
37. Fileiras de dorsais quilhadas na cauda (fqui – número de fileiras de escamas dorsais quilhadas na cauda).
38. Dorsais quilhadas em uma fileira na cauda (qui – número de escamas em uma fileira de escamas dorsais quilhadas na cauda, contado sempre na terceira fileira).
39. Tubérculos em uma fileira paramediana (tub – número de tubérculos em uma fileira paramediana, da margem posterior do tímpano até a margem posterior da coxa).
40. Ocelos em uma linha paravertebral (ocel – número de ocelos em uma linha paravertebral, da escama rostral até a margem posterior da coxa).
41. Ocelos em uma fileira transversal (ocef – número de ocelos em uma fileira transversal,

- contados no meio do corpo).
42. Fileiras de tubérculos (ftub – número de fileiras transversais de tubérculos, contadas no meio do corpo).
 43. Ventrais em fileira transversal (ven – número de escamas ventrais em uma fileira transversal, contadas no meio do corpo).
 44. Entre pós-mentais (men – número de escamas entre as pós-mentais, em contato com a mental).
 45. Lamelas 4º dedo (lam – número de escamas dilatadas abaixo do 4º dedo).
 46. Fileiras transversais de ventrais (fven – número de fileiras transversais de ventrais, contadas da mental até a cloaca).
 47. Fileiras de femorais e tibiais (fem – número de fileiras de escamas ventrais femorais e tibiais, contadas da base da coxa até o início do pé, no meio da coxa).
 48. Lamelas 4º artelho (lama – número de escamas dilatadas abaixo do 4º artelho).
 49. Da cloaca até o primeiro escudo sub-caudal (clo – número de escamas da cloaca até o primeiro escudo sub-caudal).
 50. Anéis na cauda (ane – número de anéis na cauda, contados da cloaca até a ponta do rabo).
 51. Tamanhos relativos das pós-nasais em relação à supranasal (nas – (0): ambas pós-nasais menores do que a supranasal; (1): primeira pós-nasal menor e a segunda de tamanho parecido com a supranasal).
 52. Contato entre as supranasais (supn – (0): em pleno contato; (1): parcialmente em contato, formando uma pequena reentrância; (2): sem contato, com pequenas escamas no meio).
 53. Alinhamento entre a divisão das frontonasais e a sutura incompleta da rostral (front –

(0): alinhado; (1) não alinhado).

54. Formato do tímpano (ftim – (0) circular; (1) elíptico sagital; (2) elíptico dorsal; (3) elíptico ventral, considerando a margem posterior ao plano sagital).

55. Ocelos no dorso (odor – (0): presentes; (1) ausentes).

56. Ocelos nos membros (omem – (0): presentes; (1) coloração marmorada; (2) ausentes).

57. Posicionamento do tímpano (ptim – (0) alinhado com a boca; (1) alinhado com o olho).

58. Anéis na cauda (anec – (0): presentes; (1) ausentes).

Apêndice II. Espécimes examinados.

Espécimes encontram-se referenciados pelos seus números de tombo nas coleções, ou número de coleta em campo (espécimes não tombados). Iniciais para as respectivas coleções são: CHUNB (Coleção Herpetológica da Universidade de Brasília), MZUSP (Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo).

Gymnodactylus amarali (Almas - TO): CHUNB 42411-42426; (Alto Paraíso – GO): CHUNB 400-417, 12434-12436, 17521; (Alto Parnaíba – MA): MZUSP 93075; (Barra do Garças – MT): MZUSP 78732-78738; (Barra do Rio São Domingos - TO): MZUSP 4006-4033; (Bom Jesus do Tocantins - TO): CHUNB 37296; (Buritis - MG): MZUSP 67155, 67156; (Cana Brava/Minaçu - GO): MZUSP 4000-4005; (Carolina - MA): CHUNB 52006-53008, MZUSP 7115, 7116; (Caseara - TO) CHUNB 45302-45336; (Cavalcante – GO): CHUNB 53290-53294; (Cocalinho – MT): MZUSP 83033; (Cocalzinho – GO): CHUNB 36309, 38645, 38646; (Colinas do Sul – GO): CHUNB 44698, 44704, 44708, 48337, 50402; (Coribe – BA): CHUNB 866; (Dianópolis – TO): CHUNB 33562; (Estreito – MA): ESTR 642, 1037, 1038, 1069, 1092, 1293, 1309, 1410, 1699, 1759, 1808, 2028, CGERV 13, 25, 53, 75, 99, 102; (Guaraí – TO): CHUNB 50831; (Gurupi – TO): MZUSP 57017; (Ipueiras – TO): MZUSP 91183-91187; (Lajeado – TO): MZUSP 86127, 89398, 89815-89822, 89907, 95870-95892, 96114-96126, 96128-96142, 96431-96435; (Mateiros – TO): CHUNB 14148- 14150, 28204-28310, 40964, 40965, 40968, 40969, 40973, 40974, 40976, 40978-40980, 40984-40986, 40988, 40989, 40992, 40998, 41000, 41002, 41004-41006, 41011, 41013, 41014, 41020, 41021, 41027, 41028, 41030, 41031, 41033, 41035, 41037-41039, 41042, 41045, 41046, 41049-41051, 41055, 41056, 41060-41062, 41064, 41067-41071, 41073, 41075-41077, 41079-41082, 41086-41089, 41091, 42351, 42355, 42356; (Minaçu – GO): CHUNB 3009-3076, 3078-3133, 8001-8030, 8032-8036, 8040-8059, 9498, 53160; (Mineiros –

GO): CHUNB 864; (Monte Alegre – GO): CHUNB 53051-53085, 69370; (Niquelândia – GO):
MZUSP 77824, 90093-90095; (Nova Roma – GO): MZUSP 80154; (Nova Xavantina – MT): CHUNB
55880-55890; (Palmas – TO): CHUNB 11173-11189, 11199-11204, 11502-11515, 12437, 12439,
12440, 14555, 24654, 25089, 25090, MZUSP 87119-87201; (Paraná – TO): CHUNB 33536, 33537,
33539-33542, 33544, 33545, 33547-33551, 33553, 33557-33559, 33561, 33563, 33564, 33567-33570,
33572, 33573, 33575-33577, 33579-33582, 33585-37138; (Pedro Afonso – TO): CHUNB 50829,
50830; (Peixe – TO): CHUNB 52607-52610, 52612, MZUSP 88728-88731, 89576-89581, 91509-
91511, 96284-96286, 96288-96292; (Peruaçu – MG): MTJ 133, 134, 148, 204, 205, 217, 223, 260,
263, 266, 293, 299; (Pirenópolis – GO): CHUNB 86-96, 292-294, 296-314, 372-392, 394-399, 893,
9497, 11080, 34681-34684, 39806, 39851, 39924, MZUSP 56572, 79380; (Pium – TO): MZUSP 338,
339, 342, 344; (Porto Alegre do Tocantins – TO): CHUNB 38911-38913; (Porto Nacional – TO):
CHUNB 47754, MZUSP 78244; (Posse – GO): MZUSP 69394-69396; (Rio das Mortes – MT):
MZUSP 4052-4054, 4853, 4854; (Rio Verde – GO): MZUSP 29617; (São Domingos – GO): CHUNB
33538, 33543, 33546, 33552, 33554-33556, 33560, 33565, 33566, 33571, 33574, 33578, 35196-35233,
37139-37163, 40288, 43896, 43898, 43903, 43906-43932; (São Salvador do Tocantins – TO): MZUSP
89224-89248; (Serra Negra – GO): MZUSP 75037; (Teresina de Goiás – GO): CHUNB 21816, 21817.

Gymnodactylus darwini (Presidente Kennedy - ES): CHUNB 09443, 09453, 13546.

Gymnodactylus geckoides (Exu - PE): CHUNB 11195, 13571-13573, 13575, 13577, 13578;(Milagres -
CE): CHUNB 56535-56537, 56540, 56541.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de alguns trabalhos já terem abordado aspectos de variação geográfica na morfologia para algumas espécies do gênero *Gymnodactylus* (Vanzolini, 1953; Freire, 1998; Vanzolini, 2004; Vanzolini, 2005), o conjunto de caracteres utilizados foi sobremaneira restrito, de maneira que este trabalho apresenta uma nova e mais abrangente combinação de dados para *G. amarali*. Ainda, o trabalho corrobora o fato de que estes caracteres podem ser indicativos de adaptações a fatores climáticos atuais, bem como podem indicar relações de parentesco (i.e. possuem sinal filogenético).

Ambos os capítulos aqui apresentados representam uma contribuição ao conhecimento da ecologia e história da herpetofauna do Cerrado, bem como auxiliam na compreensão da evolução da biota no bioma.

Para um próximo momento, visando esclarecer melhor as relações entre as populações de *G. amarali* estudadas, é desejável a realização de uma filogeografia molecular (já em andamento) que possa, inclusive, evidenciar o tempo de separação entre as populações. Ainda, é interessante abrir mão da utilização de outros conjuntos de hipóteses biogeográficas que possam também esclarecer as diferenças encontradas, como em relação às áreas de endemismo já propostas (Silva & Bates, 2002), bem como utilizar outras abordagens que evidenciem possíveis estruturas geográficas alternativas para os caracteres morfológicos, empregando procedimentos estatísticos distintos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Freire, E. M. X.; 1998. Diferenciação geográfica em *Gymnodactylus Darwini* (Gray, 1845) (Sauria, Gekkonidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*. **40** (20): 311-322.
- Silva, J.; Bates, J.; 2002. Biogeographic patterns and conservation in the South American cerrado: a tropical savanna hotspot. *BioScience*. **52** 225– 233.
- Vanzolini, P. E.; 1953. Sobre a diferenciação geográfica de *Gymnodactylus geckoides* (Sauria, Gekkonidae). *Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia* **11** (14): 225-262.
- Vanzolini, P. E.; 2004. On the geographical differentiation of *Gymnodactylus geckoides* Spix, 1825 (Sauria, Gekkonidae): speciation in the Brazilian caatingas. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. **76**: 663-698.
- Vanzolini, P. E.; 2005. On *Gymnodactylus amarali* Barbour, 1925, with the description of a new species (Sauria, Gekkonidae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. **77**: 595-611.