



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal



**Condição corporal e assimetria flutuante de lagartos em áreas de Cerrado
contínuas e fragmentadas na UHE Serra da Mesa, Minaçu, GO**

Anna Carolina Ramalho Lins

Orientador: Prof. Dr. Reuber Albuquerque Brandão

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Biologia animal.

Brasília, 2013

*Aos meus pais e irmãos,
minha força para alcançar qualquer objetivo.*

“Em algum lugar, algo incrível está
esperando para ser conhecido.”

Carl Sagan

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Faustino e Telma, que me deram todas as oportunidades para chegar onde eu quisesse, me deixando trilhar meus próprios passos com as minhas escolhas, mas sempre me guiando para que eu não me perdesse pelo caminho. Vocês são meus exemplos, meu porto seguro, minha vontade de ser sempre melhor. Obrigada pelo carinho, amor, força, ensinamentos, cobranças, conversas, confiança e pela companhia sempre!

Ao meu irmão Carlos, que foi o primeiro a me mostrar as coisas lindas da biologia, e também as dificuldades que ela impõe aos seus profissionais. Obrigada por todas as conversas tão produtivas, pelo incentivo, pela ajuda durante todas as etapas e por ter me apresentado à ciência e à biologia. A Elohani, que é também uma irmã pra mim! Obrigada pelo carinho e pela força!

A minha irmã Thais, que sempre me incentivou e acreditou no meu sucesso, mesmo me achando um pouco doida de querer ir para o “meio do mato”! Risos... Obrigada pelo seu carinho, pelos seus cuidados, pelas conversas, pelo incentivo e por sempre exigir o melhor de mim! Ao Tuca, pela força, incentivo e apoio de sempre! E é claro, ao Lukcinhas, meu afilhadinho querido que sempre me traz tanta alegria e me distrai nos momentos tensos, mesmo sem saber disso!

A minha irmã Lya “Xú”, que me ajudou em tantas etapas que perdi as contas! Obrigada por me ouvir tantas vezes, pelos conselhos, por me mostrar que vale a pena, pela ajuda na dissertação, pela companhia e por sempre acreditar na minha capacidade e torcer pelo meu sucesso! Você é o grande exemplo de profissional que eu quero ser!

Aos meus padrinhos queridos, Vera e Ginaldo, tão presentes em minha vida! À minha avó Lourdes, ao vô Leite e a toda minha família que, cada um do seu jeito, sempre me apoiou.

Ao Rafa, meu amor, minha força, meu exemplo. Obrigada pelo carinho, incentivo, paciência, compreensão, preocupação e até pelas cobranças! Risos... Obrigada por me dar força nos momentos mais difíceis, por me manter calma e pela grande ajuda no campo e na dissertação! A toda a família do Rafa, tão querida pra mim! A Nelma, que compartilhou comigo as angústias do fim de um mestrado, obrigada pela força! Conseguimos!!!

Ao meu orientador Reuber Brandão, pelas oportunidades, pela orientação, pela amizade, pelo financiamento e por todos os ensinamentos. Aprendi muito no laboratório, mas aprendi mais ainda nas conversas informais no campo, na hora do almoço ou no barzinho. Saio desse mestrado com uma visão mais crítica da ciência e uma busca pela aproximação dela com questões mais práticas.

Agradeço o Gui (Guilherme Santoro) e a Mari (Mariana Eloy), minha família de Serra da Mesa! Fui pra lá sem nem conhecer vocês direito, mas saí com amigos pra vida inteira. Obrigada por tudo! Aprendi e me diverti muito com vocês!

Aos colegas do LAFUC Paullinha, Tayná, Léo, Dani, Suelem, Mandi, Fagno, Daniel Velho, Cacá e Marcelo, pelo apoio, conversas e pela ajuda de vários no campo, em especial a Tayná e o Léo, que aguentaram a barra lá em Serra da Mesa com a gente um tempão! Ao Léo também pela ajuda na estatística e pela atenção de sempre! Ao pessoal que ajudou a gente no campo, Tatá, Rodrigo Mello, Stefany, Mayara e todos os outros. Ao pessoal lá de Minaçu, Reinaldo, Anselmo e Toninho.

Aos colegas da biologia que compartilharam comigo mais essa etapa, Paulinha, Núbia, Flávia, Pedro, Estevão, Karla, Tainã, Nicole e todos os colegas que me incentivaram, em especial o Rafa Félix, que me ajudou no campo e na revisão desse trabalho. Ao Osmindo pelas tantas conversas e conselhos. A Carol Rodrigues e Ju Batista pela ajuda na realização da coleta de dados e pela amizade e incentivo.

Aos colegas do Laboratório de Genética e Biodiversidade pelas dicas e por ajudar na parte da genética que estamos começando a realizar. A Prof. Dra. Lilian Giugliano, pelo grande apoio nesse mestrado e por todos os ensinamentos.

O apoio de todos os colegas da CHUNB, em especial a Ísis, Laís e Jose que me auxiliaram durante o trabalho na coleção.

Aos integrantes do Laboratório de Anatomia Comparada de Vertebrados e Laboratório de Toxinologia pelo apoio e incentivo.

Ao Prof. Dr. Guarino Colli e Renata Françaço (Tatá) pela ajuda na estatística.

Aos meus grandes amigos de toda a vida, as meninas do SCM e o pessoal do vôlei, em especial a Mari, pela amizade e carinho de sempre e pela revisão do inglês!

A Coleção Herpetológica da UnB (CHUNB) pelo empréstimo de material.

À Universidade de Brasília pelo apoio financeiro, logístico e estrutural.

Ao Departamento de Engenharia Florestal e ao Laboratório de Fauna e Unidades de Conservação pelo suporte.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal pelo suporte e a todos os seus funcionários, em especial a Daniele e Ana Paula por serem sempre tão solícitas.

A CAPES e ao programa REUNI pela concessão de bolsa de mestrado.

Por fim, agradeço a TODOS que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho. MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	8
1.1 – CONDIÇÃO CORPORAL	15
1.2 – ASSIMETRIA FLUTUANTE	18
2 – OBJETIVOS	22
2.1 – OBJETIVO GERAL	22
2.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
3 – HIPÓTESES	23
4 – MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1 – ÁREA DE ESTUDO	24
4.1.1 – Áreas Amostradas no Presente Estudo	26
4.2 – COLETA DE DADOS	28
4.2.1 – Condição Corporal	30
4.2.2 – Assimetria Flutuante	31
4.3 – ANÁLISE DOS DADOS	31
4.3.1 – Condição Corporal	32
4.3.2 – Assimetria Flutuante	33
5 – RESULTADOS	36
5.1 – CONDIÇÃO CORPORAL	37
5.1.1 – <i>Gymnodactylus amarali</i>	39
5.1.2 – <i>Micrablepharus maximiliani</i>	43
5.1.3 – <i>Cnemidophorus ocellifer</i>	45
5.2 – ASSIMETRIA FLUTUANTE	45
5.2.1 – <i>Gymnodactylus amarali</i>	46
5.2.2 – <i>Micrablepharus maximiliani</i>	56
5.2.3 – <i>Cnemidophorus ocellifer</i>	65
5.2.4 – <i>Comparações entre as Espécies</i>	74
6 – DISCUSSÃO	78
6.1 – CONDIÇÃO CORPORAL	78
6.2 – ASSIMETRIA FLUTUANTE	83
6.3 – RELAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS DA CONDIÇÃO CORPORAL E ASSIMETRIA FLUTUANTE	89
7 – CONCLUSÃO	92
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
ANEXO 1	106

RESUMO

Alterações ambientais como a fragmentação e perda do habitat levam ao estresse ambiental e/ou genético nos indivíduos das populações afetadas, ameaçando sua sobrevivência e diminuindo o seu valor adaptativo. Em casos de estresse severo, podem ocorrer alterações na estrutura corporal dos indivíduos, possibilitando que essas alterações sejam utilizadas como indicadores de problemas ambientais ou genéticos. A condição corporal e a assimetria flutuante são exemplos de condições estruturais que são alteradas por diferentes tipos de estresse e que podem afetar a sobrevivência e sucesso reprodutivo dos indivíduos. Este estudo tem como objetivo avaliar mudanças na condição corporal e na assimetria flutuante dos lagartos *Gymnodactylus amarali* (Phyllodactylidae), *Micrablepharus maximiliani* (Gymnophthalmidae) e *Cnemidophorus ocellifer* (Teiidae) em ilhas e margens de uma área fragmentada pelo reservatório da Usina Hidroelétrica Serra da Mesa, GO, considerando diferentes momentos (1996, antes do enchimento do lago; 2001, três anos após o completo enchimento; e 2011, treze anos após o completo enchimento). Os lagartos apresentaram uma queda na condição corporal em 2001 em relação a 1996, que foi atribuída ao adensamento em decorrência da perda de habitat causada pela formação do reservatório. Em 2011 os índices de condição corporal foram melhores e se aproximam dos encontrados antes do enchimento do lago. A assimetria flutuante mostrou maiores índices nas ilhas que nas margens para todas as espécies nos anos de 2001 e 2011. Em relação ao tempo, a assimetria flutuante foi maior em 2011 que em 2001 para duas espécies. Como a disponibilidade dos recursos medidos e a estrutura dos habitats foi semelhante entre ilhas e margens, esses resultados sugerem que as populações das ilhas podem estar sofrendo estresse genético causado pelo isolamento. As alterações que ocorreram nos dois índices estruturais calculados mostram que eles podem ser usados em estudos de monitoramento ambiental para estimar a condição em que as populações se encontram.

ABSTRACT

Environmental changes such as fragmentation and habitat loss may lead to either or both environmental and genetic stress of individuals in affected populations, threatening their survival and decreasing their adaptive value. In cases of severe stress, alterations may occur in individuals' body structure. Such alterations may be thus used as indicators of environmental or genetic problems. Body condition and fluctuating asymmetry are examples of structural conditions which could be altered by different types of stress and which may impact the individual's survival and reproductive success. The purpose of this study is to assess the incidence of changes in body condition and fluctuating asymmetry of the following lizard species: *Gymnodactylus amarali* (Phyllodactylidae), *Micrablepharus maximiliani* (Gymnophthalmidae), and *Cnemidophorus ocellifer* (Teiidae) living in islands and margins of an area fragmented by the *Serra da Mesa* Hydroelectric Reservoir, State of Goiás, Brazil. Different points in time were taken into consideration (1996, before river damming; 2001, three years after complete flooding; and 2011, thirteen years after complete flooding). Lizards showed a decrease in body condition in 2001 if compared to 1996. This result has been attributed to the crowding effect in islands caused by habitat loss due to flooding. In 2011, levels of body condition showed improvement and were similar to those found before river damming. Levels of fluctuating asymmetry in the islands were higher than in the margins for all species in the years of 2001 and 2011. Concerning time, fluctuating asymmetry was higher in 2011 than in 2001 for two of the species. Since resource availability and habitat structure are similar for islands and margins, these results suggest that the population of the islands could be undergoing genetic stress triggered by isolation. Alterations which have occurred in the two abovementioned structural indexes show that these can be used in studies of environmental monitoring so as to estimate the conditions these populations live in.

1 – INTRODUÇÃO

Alterações ambientais e perturbações genéticas, que muitas vezes são consequência das mudanças ambientais, podem produzir estresse nos indivíduos das populações afetadas (Parsons, 1992; Lens *et al.*, 1999; Crnobrnja-Isailovic *et al.*, 2005). Estresse é definido como qualquer mudança ambiental ou efeito genético que causa uma diminuição no valor adaptativo de um indivíduo (Crnobrnja-Isailovic *et al.*, 2005). Isso ocorre porque o indivíduo em condição de estresse apresenta elevada taxa metabólica, resultando em um maior gasto energético em atividades diárias, o colocando em desvantagem competitiva e ameaçando sua sobrevivência e sucesso reprodutivo (Hoffman & Parsons, 1991; Parsons, 1992).

Poluição, fragmentação, perda de habitat, mudanças na temperatura, na composição da comunidade e na disponibilidade de recursos são exemplos de alterações ambientais que levam ao estresse nos indivíduos (Parsons, 1992; Lens *et al.*, 1999; Crnobrnja-Isailovic *et al.*, 2005). Já a diminuição da heterozigose, aumento da endogamia e perda da variabilidade genética são exemplos de perturbações genéticas que podem levar o indivíduo ao estresse em nível genômico (Parsons, 1992).

Em casos de estresses severos, tanto ambientais como genéticos, a estrutura corporal do indivíduo pode ser alterada (Waddington, 1956). A avaliação dessas alterações pode ser usada em estudos de monitoramento para avaliar a qualidade ou a condição na qual os indivíduos de uma população se encontram (Marini & Anciães, 1998; Lens *et al.*, 2002; Schemeller *et al.*, 2011).

O monitoramento de comunidades é essencial para o entendimento das alterações ao longo do tempo, seja nos fatores relacionados ao ecossistema, na composição das comunidades ou em parâmetros demográficos (Brandão, 2002; Santos 2003; Alho, 2011). De modo geral, estudos de monitoramento levam em consideração apenas questões mais

quantitativas, como a riqueza e a abundância das espécies presentes em uma comunidade (Brandão, 2002; Santos, 2003; CONSILIU, 2008). Porém, a maior parte destes estudos não faz a avaliação de dados qualitativos em níveis populacionais ou individuais.

Para assegurar a sobrevivência de uma população é necessário um número mínimo de indivíduos, uma área com capacidade de suporte e a manutenção da variabilidade genética dessa população (Shaffer, 1981). No entanto, para que essa população se mantenha ao longo do tempo, é importante que, além do número populacional, os indivíduos presentes estejam em boas condições fisiológicas e corporais. A estrutura corporal muitas vezes é um importante indicador da saúde do indivíduo, bem como dos estresses que os mesmos podem estar sofrendo (Jakob *et al.*, 1996; Wikelski & Trillmich, 1997).

A condição corporal e a assimetria flutuante são exemplos de características corporais que tem seus níveis basais modificados pela ocorrência de estresse (Sarre, 1996; Wikelski & Trillmich, 1997; Anciães & Marini, 2000; Amo *et al.*, 2007). A primeira é um estimador do estado nutricional do organismo (Jakob *et al.*, 2006) e é influenciada por estresses ambientais, principalmente aqueles que alteram a disponibilidade de recursos alimentares (Shine & Madsen, 1997; Wikelski & Trillmich, 1997). A segunda consiste na diferença entre os lados direito e esquerdo de caracteres que deveriam possuir simetria bilateral (Palmer & Strobeck, 1986, 2003) e pode ser alterada tanto por estresses ambientais quanto genéticos (Leary & Allendorf, 1989; Leung & Forbes, 1996; Graham *et al.*, 2000).

Essas duas medidas estão relacionadas a aspectos do *fitness* (ou valor adaptativo) dos indivíduos, de forma que a condição corporal muito baixa ou a assimetria flutuante muito elevada podem prejudicar a sobrevivência e o sucesso reprodutivo dos mesmos (Badyaev *et al.*, 2000; Shine *et al.*, 2001; López & Martín, 2002).

Dentre as perturbações ambientais que levam ao estresse, estão a fragmentação e a perda do habitat (Lens *et al.*, 1999; Crnobrnja-Isailovic *et al.*, 2005). A fragmentação do habitat é um processo que consiste na redução e subdivisão de um ambiente contínuo em vários fragmentos menores, isolados uns dos outros por uma matriz de habitats diferentes dos originais (Wilcove *et al.*, 1986). Ainda que a fragmentação possa ocorrer por eventos naturais (Wright, 1974), as ações antrópicas, tais como o uso da terra e o enchimento de reservatórios hidroelétricos, são os principais fatores que levam a esse tipo de perturbação ambiental (Burgess & Sharpe, 1981; Cosson *et al.*, 1999; Pringle, 2001).

Partindo dessa definição de fragmentação, esse evento implica em quatro principais consequências: redução da quantidade total do habitat, aumento do número de manchas de habitat, diminuição da área das manchas de habitat e aumento do isolamento entre as manchas (Wilcox & Murphy, 1985; Fahrig, 2003). No entanto, verificou-se que a perda de habitat possui importantes efeitos na biodiversidade independentes da fragmentação *per se* (quebra do habitat em partes menores; Fahrig, 2003).

A perda de habitat tem efeitos amplamente negativos e relevantes na biodiversidade, como diminuição da riqueza, alterações na densidade, abundância, distribuição, taxa de crescimento e diversidade genética das populações, diminuição na complexidade da cadeia trófica, mudanças nas interações entre as espécies, entre outros (ver Fahrig, 2003). A fragmentação *per se* tem efeitos mais fracos na biodiversidade que a perda de habitat, sendo que tais efeitos podem ser negativos ou positivos para diferentes espécies. No entanto, esses efeitos estão relacionados e muitos estudos não distinguem tais processos (Fahrig, 2003).

O represamento de rios para a formação de reservatórios de hidroelétricas é uma importante causa de fragmentação e perda de habitat (Cosson *et al.* 1999). Esse evento quebra a continuidade física das áreas naturais e, caso a área escolhida para o alagamento possua um

relevo acidentado, fragmenta grandes áreas e isola as populações locais pela presença de uma grande matriz de água (Cosson *et al.*, 1999; Brandão 2002). Nesses casos, após o enchimento completo, apenas os topos dos morros ficam emersos, formando ilhas continentais (“*land bridge islands*” *sensu* Diamond, 1972) isoladas entre si e do continente por um grande espelho de água (Brandão, 2002; Brandão & Araújo, 2008).

Tal processo reduz a disponibilidade de habitats e pode diminuir a oferta de recursos para a fauna (Terborgh *et al.*, 1997; Cosson *et al.*, 1999; Brandão & Araújo, 2008). Além disso, podem ocorrer mudanças no microclima e no regime de cheias e vazantes dos cursos d’água, levando à criação de novos habitats. Essas alterações podem selecionar algumas espécies em detrimento de outras, formando assembleias de espécies generalistas e dominantes, enquanto espécies menos tolerantes a alterações, com amplas áreas de vida ou com maior especificidade de habitat sofrem grandes perdas populacionais, podendo ser extintas localmente (Cosson *et al.*, 1999; Brandão, 2002; Brandão & Araújo, 2008).

Algumas guildas tróficas, como os predadores, são mais sensíveis aos efeitos da fragmentação e da perda de habitat e podem desaparecer, enquanto outras, como os herbívoros generalistas e os mesopredadores, persistem. A perda de espécies chave como os grandes predadores pode ocasionar o aumento da população de mesopredadores, levando a uma cascata de reações que formam um ecossistema simplificado com uma diversidade bem menor que a inicial (Fowler, 1992; Terborgh *et al.*, 1997).

Diferente das fragmentações em ambientes continentais, a inundação de um reservatório e a formação de ilhas isoladas por uma matriz de água impossibilita quase completamente a movimentação de diversos grupos da fauna terrestre, formando uma barreira significativa para a dispersão desses grupos entre as ilhas e entre as ilhas e o continente.

Primatas, pequenos mamíferos e lagartos são os animais que apresentam maior dificuldade para dispersar em áreas alagadas (Cosson *et al.*, 1999; Foufopoulos & Ives, 1999).

A ausência de dispersão leva à interrupção do fluxo gênico entre as populações. A ausência de fluxo gênico, por sua vez, leva a uma cascata de consequências que diminuem a variabilidade genética das populações, como a fragmentação demográfica, diminuição do tamanho efetivo populacional e acentuação da perda de diversidade gênica por deriva genética e depressão endogâmica (Templeton *et al.*, 1990; Wayne *et al.*, 1992). A compreensão sobre o impacto da fragmentação e isolamento na diversidade genética de populações é importante para a conservação das espécies afetadas, visto que é a variabilidade genética que possibilita a evolução e permite o surgimento de adaptações às mudanças ambientais (Templeton *et al.*, 2001).

O isolamento pode produzir duas formas de estresse nas populações: estresse ambiental, induzido especialmente pelo aumento da competição e pela limitação de recursos, e estresse genômico, que ocorre principalmente pelo desequilíbrio dos genes reguladores devido à depressão endogâmica. Esse desequilíbrio genético altera o mecanismo de regulação da expressão gênica e diminui a capacidade do organismo de tamponar erros randômicos em seu genoma (Crnobrnja-Isailovic *et al.*, 2005). Além disso, os efeitos desses dois tipos de estresse são cumulativos (Parsons, 1992).

Além dos efeitos citados, a fragmentação e a perda de habitat também têm importantes efeitos que podem ser observados em um curto espaço de tempo, como a perda de espécies com distribuição limitada às áreas diretamente afetadas pelo desmatamento (Colli, 2003). No enchimento de um reservatório, as espécies que vivem em ambientes úmidos e florestais, como as matas ciliares e as veredas, são as mais afetadas, pois tais ambientes ficam localizados nos vales e são os primeiros a serem alagados. No Cerrado, diversos fatores como

a baixa umidade, alta temperatura e a ausência de sítios de reprodução impossibilitam a sobrevivência de várias espécies nas ilhas artificiais. Tais ilhas são áreas elevadas com paisagens abertas, as quais não suportam espécies mais sensíveis à insolação (Brandão, 2002; Brandão & Araújo, 2008).

Durante o enchimento de um reservatório ocorre o deslocamento de um grande número de animais dos vales para as partes mais altas, tanto nas margens quanto nas ilhas que começam a se formar. Isso faz com que ocorra um elevado adensamento de populações, tanto de presas quanto de predadores, nesses locais (Lovejoy *et al.*, 1986; Brandão, 2002; Oliveira, 2008; Alho, 2011). Esse adensamento pode modificar a dinâmica das ilhas recém-formadas e limitar a oferta de recursos para a grande quantidade de habitantes (Sá, 1995; Alho, 2000).

O efeito do adensamento causado pelo enchimento de um reservatório é semelhante ao descrito em estudos de fragmentação em ambientes florestais, conhecido como “*crowding in the ark*” (Groom *et al.*, 2006). Tal fenômeno já foi descrito em florestas tropicais e temperadas, mas suas consequências biológicas ainda são pouco conhecidas (Leck, 1979; Noss, 1981; Schmiegelow *et al.*, 1997; Groom *et al.*, 2006). Os efeitos na densidade são temporários, mas sua duração apresenta grande variação. Em aves de uma floresta boreal no Canadá, tal efeito desapareceu após dois anos do impacto inicial (Schmiegelow *et al.*, 1997). Na Austrália, os níveis de densidade populacional de artrópodes voltaram ao normal apenas sete anos após a fragmentação (Margules & Milkovits, 1994).

Uma dificuldade encontrada nos estudos de fragmentação é que grande parte dos seus efeitos só podem ser observados a longo prazo (Colli, 2003). Brandão (2002) monitorou a comunidade da herpetofauna antes, durante e três anos após o enchimento do reservatório da Hidroelétrica de Serra da Mesa. Dez anos depois, Santoro (2012) realizou outro estudo para avaliar as mudanças ocorridas na comunidade de lagartos nas ilhas e margens de Serra da

Mesa. Esses dois estudos permitiram observar as mudanças na composição da comunidade das ilhas ao longo do tempo.

A herpetofauna é um grupo importante e muito utilizado em estudos de monitoramento de impactos ambientais, pois são abundantes localmente e facilmente amostrados (Ricklefs *et al.*, 1981). Esses animais ocupam diversos níveis da cadeia trófica, possuem tamanhos corporais variados, ocupam diferentes tipos de habitats e possuem uma alimentação bastante variada, indo de espécies generalistas a extremamente especialistas. Por serem ectotérmicos e extremamente sensíveis às alterações ambientais, sofrendo diversas mudanças na composição de comunidades sujeitas a alterações, répteis e anfíbios são considerados ótimos indicadores de estresse e qualidade ambiental (Moura-Leite *et al.*, 1993; Izecksohn & Carvalho-e-Silva, 2001; Pianka & Vitt, 2003; Brandão & Araujo, 2008).

O estudo dos impactos das usinas hidroelétricas na fauna é muito importante, visto que muitos empreendimentos desse tipo foram e estão sendo construídos ou planejados em todo o país (ANNEEL, 2011). O Cerrado é extremamente rico em recursos hídricos, contendo as nascentes das bacias do Rio Amazonas, do Rio da Prata e do Rio São Francisco, as principais bacias hidrográficas do Brasil (IBGE, 2010). Dessa forma, esse domínio tem sido altamente visado para a construção de usinas hidroelétricas (ANEEL, 2011).

Embora o número de estudos que visam compreender os impactos ambientais causados pela implantação de hidroelétricas, a fragmentação e a perda de habitat tenham aumentado nos últimos anos, ainda se conhece pouco sobre os efeitos de tais empreendimentos, principalmente no que se diz respeito à fauna terrestre (Sá, 1995; Cosson *et al.*, 1999; Brandão, 2002; Hass, 2002; Brandão & Araújo, 2008; Wang *et al.*, 2009; Santoro, 2012). Estudos que avaliem a qualidade das populações através da resposta dos indivíduos ao estresse são ainda mais raros e foram realizados apenas com organismos aquáticos (Lucentini

et al. 1998; Berg *et al.*, 2006). Neste trabalho, a condição corporal e a assimetria flutuante serão utilizadas para avaliar a resposta dos indivíduos aos possíveis estresses causados pelo enchimento do reservatório de uma hidroelétrica no Cerrado.

1.1 – Condição Corporal

A qualidade ou condição corporal de um animal estima o estado nutricional do organismo e está relacionada com sua condição fisiológica, funcionando como um indicador da saúde do indivíduo (Jakob *et al.*, 1996; Green, 2001). Ela se refere ao estado energético do animal, e assume que indivíduos em melhor condição corporal possuem maiores reservas de energia (tecidos de armazenamento) que indivíduos em piores condições (Jakob *et al.*, 1996; Shulte-Hostedde *et al.*, 2005). A condição corporal alta também pode ser indicada pela grande quantidade de outros componentes da composição corporal, como proteínas, água e tecido ósseo, e não apenas gordura (Shulte-Hostedde *et al.*, 2005).

O *fitness* de um indivíduo está extremamente associado ao estado fisiológico, pois a saúde do organismo influencia seu sucesso de forrageamento, habilidade de luta, fuga de predadores, resistência a pressões ambientais, taxa de parasitismo, investimento em caracteres de *display* sexual, entre outros. Desta forma, a saúde dos organismos afeta seu sucesso reprodutivo e sua sobrevivência (Dobson & Michener, 1995; Wauters & Dhont, 1995; Jakob *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 2001). Essas habilidades podem não depender somente de características intrínsecas do indivíduo, pois fatores genéticos e ambientais podem afetá-las, ou seja, o estresse severo ambiental ou genético pode alterar o estado fisiológico de um indivíduo e, por consequência, seu *fitness* (Parsons, 1992). Sendo assim, a condição corporal pode ser utilizada como uma forma indireta de avaliar a qualidade ambiental do local onde o organismo vive.

A condição corporal relaciona o tamanho corporal e a massa do indivíduo para avaliar seu estado nutritivo. O tamanho corporal é uma medida que influencia diversos parâmetros da história de vida de um animal, além de refletir as pressões seletivas e demandas ecológicas pelas quais a população passa ou já passou (Wikelski & Trillmich, 1997; Losos, 2001). Um maior tamanho corporal pode significar mais força e potencial para diversas atividades, porém, é mais difícil sustentar um corpo grande devido à maior necessidade energética, sendo necessária uma maior quantidade de alimentos para evitar a desnutrição (Wikelski & Trillmich, 1997).

A taxa de consumo de energia em animais forrageadores está relacionada com a disponibilidade de alimentos e/ou com a eficiência do indivíduo em converter os alimentos em energia (Forsman & Lindell, 1991). Apesar da taxa de crescimento ser importante devido ao aumento do sucesso reprodutivo (Badyaev *et al.*, 1998; Cuadrado & Loman, 1999), a energia deve ser armazenada durante determinados períodos ou em locais com menor disponibilidade de recursos, para garantir a sobrevivência do organismo. Desta forma, essa energia não pode ser utilizada em determinadas atividades como o crescimento (Forsman & Lindell, 1991). Isso implica que em locais com menor disponibilidade de recursos, a taxa de crescimento dos indivíduos é menor.

Existem diversas formas de medir a condição corporal de um organismo, mas segundo Jakob *et al.* (1996), o índice residual é a que oferece mais vantagens e menos erros, pois ele remove o efeito do tamanho corporal nos resultados, permite uma fácil interpretação biológica e, caso os dados sejam apropriadamente transformados, possuem distribuição normal, simplificando as análises. Esse índice é calculado utilizando os resíduos da regressão linear das medidas de massa e comprimento dos indivíduos (Jakob *et al.*, 1996; Moore *et al.*, 2000). Os indivíduos que se encontram abaixo da reta de regressão linear (valores de resíduo negativos) podem estar subnutridos, com massa abaixo do esperado para determinado

tamanho corporal, enquanto os indivíduos que estão acima da reta (valores de resíduos positivos) estão bem nutridos, com massa maior que o esperado para determinado tamanho do corpo (Jakob *et al.*, 1996).

As implicações da condição corporal são de grande interesse para os ecólogos, já que ela é um método acessível para avaliar o estado nutricional do indivíduo e pode ser uma importante medida indireta do *fitness* (Jakob *et al.*, 1996; Green, 2001). Dessa forma, os métodos de estimar a condição corporal dos animais são um assunto de grande interesse na literatura (Jakob *et al.*, 1996; Kotiaho 1999; Garcia-Berthou, 2001; Green, 2001; Shulte-Hostedde *et al.*, 2005).

O índice de condição corporal pode ser relacionado a diversos parâmetros ecológicos, como investimento reprodutivo, taxa de sobrevivência, quantidade de parasitas, susceptibilidade a doenças, dentre outros. Tais estudos já foram realizados com répteis (Bradshaw & De'ath, 1991; Dunlap & Mathies, 1993; Wikelski & Trillmich, 1997; Shine *et al.*, 2001; Amo *et al.*, 2007), anfíbios (Murphy, 1994), aves (Potti & Montalvo, 1991; Cordero *et al.*, 1999) e mamíferos (Dobson & Michener, 1995; Dobson *et al.*, 1999). Nas iguanas marinhas *Amblyrhynchus cristatus*, foram observadas diferenças entre a condição corporal e o tamanho de ilhas, onde ilhas menores, com menor oferta de alimentos, abrigavam indivíduos com condição corporal inferior. Isso indica que as pressões ambientais influenciam a relação entre o tamanho corporal e massa dos animais (Wikelski & Trillmich, 1997). Além disso, a condição corporal dessas iguanas permitiu prever sua chance de sobrevivência. Durante condições ambientais adversas, a condição corporal desses animais decaiu a um ponto onde a homeostase era altamente afetada, levando à morte do indivíduo (Laurie & Brown, 1990).

1.2 – Assimetria Flutuante

Quando o estresse ocorre em fases críticas do desenvolvimento do organismo, pode ocorrer a formação de fenótipos anormais e, caso esse estresse seja muito severo, toda ou grande parte da população é afetada, modificando a variabilidade fenotípica e genotípica da mesma (Waddington, 1956; Hoffman & Parsons, 1991). Os efeitos do estresse severo são cumulativos e reduzem a capacidade do organismo diminuir a produção de erros randômicos em seu genoma, afetando a estabilidade do desenvolvimento dos indivíduos (Parsons, 1992; Crnobrnja-Isailovic *et al.*, 2005).

A estabilidade do desenvolvimento é a capacidade que o organismo tem de tamponar eventuais perturbações que afetam o fenótipo geneticamente pré-determinado, permitindo a manutenção do fenótipo mesmo em condições adversas (Waddington, 1942; Markow, 1995). A estabilidade do desenvolvimento de um organismo reflete, então, sua habilidade de desenvolver traços uniformes e produzir uma forma “ideal”, produzida pela seleção natural (Zakharov, 1992; Balmford *et al.*, 1993; Palmer 1994). Distúrbios que afetam essa habilidade podem ocorrer nos níveis molecular, cromossômico ou epigenético (Parsons, 1992). As morfologias “ideais” não são conhecidas *a priori*, mas organismos que possuem simetria bilateral podem oferecer um exemplo delas: a simetria perfeita de determinado caractere (Palmer, 1994).

Dessa forma, é possível analisar a estabilidade do desenvolvimento através dos desvios da simetria perfeita, ou assimetria, observando eventuais diferenças entre os lados direito e esquerdo de um indivíduo em características morfológicas que deveriam possuir simetria bilateral (Palmer & Strobeck, 1986; Palmer, 1994). Considerando que o desenvolvimento das estruturas de ambos os lados do corpo de um organismo está sob o controle genético de um mesmo genoma em um mesmo ambiente, espera-se que elas sejam

morfologicamente idênticas. Caso contrário, pode ser um indicativo de que algum fator genético ou ambiental está afetando a estabilidade do desenvolvimento desse indivíduo, e que ele pode ter passado por algum tipo de estresse durante o seu desenvolvimento (Mather, 1953; Leary & Allendorf, 1989).

Existem três tipos principais de assimetria: a assimetria flutuante, a assimetria direcional e a antissimetria (Figura 1; Palmer & Strobeck, 1986; Palmer, 1994). No entanto, apenas a assimetria flutuante é utilizada para avaliar a estabilidade do desenvolvimento, visto que os outros dois tipos de assimetria decorrem de um desenvolvimento normal do organismo, com um controle genético para a formação do fenótipo assimétrico (Leary & Allendorf, 1989).

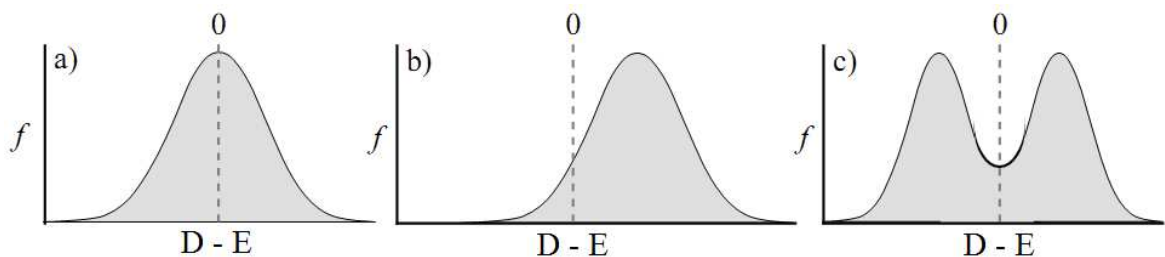


Figura 1. Distribuição da diferença entre os lados direito e esquerdo dos três tipos mais comuns de assimetria: a) assimetria flutuante, b) assimetria direcional, c) antissimetria. D - E, diferença entre os lados direito (D) e esquerdo (E). Adaptado de Palmer (1994).

A assimetria direcional reflete um desvio de uma característica bilateral de forma que um lado será sempre maior que o outro, onde o lado maior é geralmente o mesmo em todos os indivíduos da população, como ocorre, por exemplo, no coração de mamíferos, onde o lado esquerdo é maior que o direito (Van Valen, 1962). Os traços com esse tipo de assimetria possuem uma distribuição normal da frequência de (D-E) com média diferente de zero, onde D são as medidas do lado direito e E as medidas do lado esquerdo (Figura 1b; Palmer & Strobeck, 1986; Palmer, 1994).

A antissimetria ocorre quando a maioria dos indivíduos de uma população é assimétrica para um determinado caractere, mas o lado que é maior varia aleatoriamente entre os indivíduos da mesma população (Van Valen, 1962; Palmer, 1994). Um exemplo são as quelas sinalizadoras dos caranguejos do gênero *Uca*, onde um lado sempre é maior que o outro, mas a maior estrutura ocorre nos lados direito ou esquerdo em frequência semelhante na população (Davis, 1978). Nesses casos, a distribuição da frequência de (D-E) é bimodal ou platicúrtica com média igual a zero (Figura 1c; Palmer & Strobeck, 1986; Palmer, 1994).

A assimetria flutuante, por sua vez, é a medida mais utilizada para a avaliação da estabilidade do desenvolvimento, pois ela não é decorrente de determinação genética, possivelmente refletindo alguma perturbação durante o desenvolvimento (Palmer & Strobeck, 1986; Leary & Allendorf, 1989; Palmer, 1994). Esse tipo de assimetria possui uma distribuição normal da diferença de (D-E) com média igual a zero (Figura 1a; Palmer & Strobeck, 1986; Palmer, 1994). Essa distribuição de frequência indica que a maioria da população é simétrica, com apenas alguns indivíduos apresentando desvios de simetria.

Diversos estudos sugerem que o estresse, ambiental ou genético, aumenta a assimetria flutuante da população (Leary & Allendorf, 1989; Leung & Forbes, 1996; Palmer, 1996; Anciães & Marini, 2000). Condições extremas de temperatura, altitude, poluição e fatores como fragmentação, nutrição, parasitismo, entre outros, bem como estresses genéticos como a diminuição da heterozigose, endogamia e doenças genéticas aumentam a assimetria flutuante em diferentes grupos animais, como insetos (Parsons, 1962; Soulé & Baker, 1968), lagartos (Sarre & Dearn, 1991; Sarre, 1996; Ji *et al.*, 2002), aves (Anciães & Marini, 2000; Lens *et al.*, 2002) e mamíferos (Sciulli *et al.*, 1979; Wauters *et al.*, 1996), inclusive humanos (Townsend, 1983). Porém, alguns estudos não encontraram essa relação (Markow, 1995; Woods *et al.*, 1999; Kanegae & Lomônaco, 2003).

Existem evidências de uma relação negativa entre a assimetria flutuante e o *fitness* individual, pois indivíduos mais simétricos indicam maior estabilidade do desenvolvimento e, portanto, maior capacidade de tamponamento em condições adversas durante o desenvolvimento, aumentando o valor adaptativo dos mesmos (Møller, 1997; Martín & López, 2000; López *et al.*, 2002). Møller & Thornhill (1998), ao analisar 65 estudos que relacionam a assimetria flutuante com o sucesso reprodutivo ou atratividade sexual, mostraram que existe uma relação negativa moderada entre a assimetria e essas características. No entanto, outros estudos não encontraram relação entre o *fitness* e a assimetria flutuante (Clarke, 1998; Warner & Shine, 2006).

Maiores níveis de assimetria flutuante já foram encontrados em populações fragmentadas quando comparadas às populações controle (Anciães & Marini, 2000; Badyaev *et al.*, 2000). Esse aumento pode ser consequência direta do estresse ambiental ou do estresse genético que esse tipo de impacto causa nas populações devido à interrupção do fluxo gênico e à deriva genética acentuada (Templeton *et al.*, 1990). Lagartos presentes em fragmentos menores apresentam maior proporção de assimetria flutuante que indivíduos localizados em fragmentos maiores (Sarre, 1996). Altos níveis de assimetria flutuante estão associados ao estresse genético e tamanho de ilhas nos lagartos *Uta stansburiana* (Soulé, 1967; Soulé *et al.*, 1974) e *Trachydosaurus rugosus* (Sarre & Dearn, 1991).

Existem evidências para a relação entre a assimetria flutuante e o *fitness* em lagartos. As fêmeas de *Lacerta monticola* preferem machos com menores taxas de assimetria flutuante (López *et al.*, 2002). Machos com fêmures mais assimétricos de *Lacerta monticola* e de *Psammodromus algirus* alcançam menores velocidades de fuga (Martín & López, 2001; López & Martín, 2002). Porém, não houve relação entre a assimetria flutuante e a velocidade de corrida em *Amphibolurus muricatus* (Warner & Shine, 2006). Apesar dos trabalhos supracitados, ainda são poucos os estudos sobre assimetria em lagartos, a despeito da gama de

características bilaterais que podem ser medidas ou contadas nesses animais, como membros, dimensões da cabeça, poros femorais e escamas (Vervust *et al.*, 2008).

Como a assimetria flutuante é um indicador de estresse em populações que estão sofrendo ou sofreram alguma perturbação (Parsons, 1992; Leung *et al.*, 2000), pode ser uma ferramenta muito útil para o biomonitoramento (Marini & Anciães, 1998; Silva *et al.*, 2007; ver Sanseverino & Nessimian, 2008; Schmeller *et al.*, 2011). Além disso, a utilização deste índice permite a detecção de mudanças ambientais antes delas afetarem as populações mais seriamente (Leary & Allendorf, 1989; Lens *et al.*, 2002; Crnobrnja-Isailovic *et al.*, 2005), o que pode ser de grande valia para a conservação das espécies que passam por diferentes tipos de estresses ambientais e perturbações antrópicas. A assimetria flutuante pode ainda servir como ferramenta para avaliar o valor de uma determinada mancha de habitat para conservação (Anciães & Marini, 2000).

2 – OBJETIVOS

2.1 – Objetivo Geral

Avaliar a ocorrência de mudanças na estrutura corporal de três espécies de lagartos (*Gymnodactylus amarali*, *Micrablepharus maximiliani* e *Cnemidophorus ocellifer*) em uma área fragmentada por um grande empreendimento hidroelétrico, considerando diferentes momentos (1996, 2001 e 2011).

2.2 – Objetivos Específicos

1. Verificar a existência de diferenças no índice de condição corporal das populações de

Gymnodactylus amarali, *Micrablepharus maximiliani* e *Cnemidophorus ocellifer* das ilhas em comparação com as populações das margens;

2. Verificar diferenças no índice de condição corporal entre as populações dos diferentes anos nos quais as três espécies estudadas foram amostradas;
3. Verificar a existência do padrão da assimetria flutuante no comprimento dos membros e da mandíbula nas populações estudadas;
4. Verificar diferenças nos níveis de assimetria flutuante das populações das ilhas em comparação com as populações das margens nas três espécies estudadas;
5. Verificar diferenças nos níveis de assimetria flutuante entre as populações dos três anos nos quais as três espécies estudadas foram amostradas.
6. Discutir a relação entre os resultados da assimetria flutuante e a condição corporal.

3 – HIPÓTESES

O presente estudo pretende testar as seguintes hipóteses e predições:

1. Pressupostos: Em ilhas, a disponibilidade de recursos é menor que em ambientes contínuos e as populações encontram-se adensadas (MacArthur & Wilson, 1967). Além disso, as populações das ilhas estão enfrentando uma limitação de recursos por um período prolongado, o que fortalece os estresses ambientais.
 - a. Hipótese ecológica: A fragmentação e a perda do habitat afetam a condição corporal dos indivíduos.
 - i. Predição: A condição corporal dos indivíduos das ilhas é menor que dos indivíduos das margens.
 - ii. Predição: A condição corporal dos indivíduos diminuiu ao longo dos anos (1996 > 2001 > 2011).

2. Pressupostos: O aumento do tempo de isolamento das populações nas ilhas fortalece os estresses genéticos causados pela perda de diversidade alélica e os estresses ambientais em decorrência da fragmentação.
 - a. Hipótese ecológica: O isolamento das populações altera a simetria de características bilaterais dos indivíduos.
 - i. Predição: os níveis de assimetria flutuante das populações das ilhas são maiores que nas margens.
 - ii. Predição: os níveis de assimetria flutuante aumentaram ao longo dos anos (1996 < 2001 < 2011).

4 – MATERIAL E MÉTODOS

4.1 – Área de Estudo

A barragem da Usina Hidroelétrica de Serra da Mesa está localizada no município de Minaçu, no norte do estado de Goiás. Seu reservatório é o maior lago artificial em volume do Brasil e seu espelho d'água ocupa uma área de 178.000 hectares, abrangendo oito municípios do estado de Goiás (Barro Alto, Campinaçu, Campinorte, Minaçu, Colinas do Sul, Niquelândia, Santa Rita do Novo Destino e Uruaçu; Figura 2). O reservatório foi criado por meio do represamento do Rio Tocantins em outubro de 1996, mas seu completo enchimento terminou apenas em janeiro de 1998.

Devido à topografia original da região, que variava entre 320 m e 950 m de altitude, cerca de 280 ilhas foram formadas na época do represamento, correspondendo aos remanescentes dos topos dos morros mais elevados que margeavam o Rio Tocantins. Essas ilhas possuem áreas que variam entre um e aproximadamente 1.000 hectares, sendo

constituídas principalmente por vegetação de cerrado sentido restrito e cerrado sobre afloramentos rochosos. Atualmente, devido ao aumento do nível do reservatório, existem cerca de 400 ilhas. As áreas que foram alagadas nos vales apresentavam outras fitofisionomias, como veredas, matas ciliares, matas de galeria, matas semidecíduais e cerradão (Brandão, 2002; Brandão & Araujo, 2008).

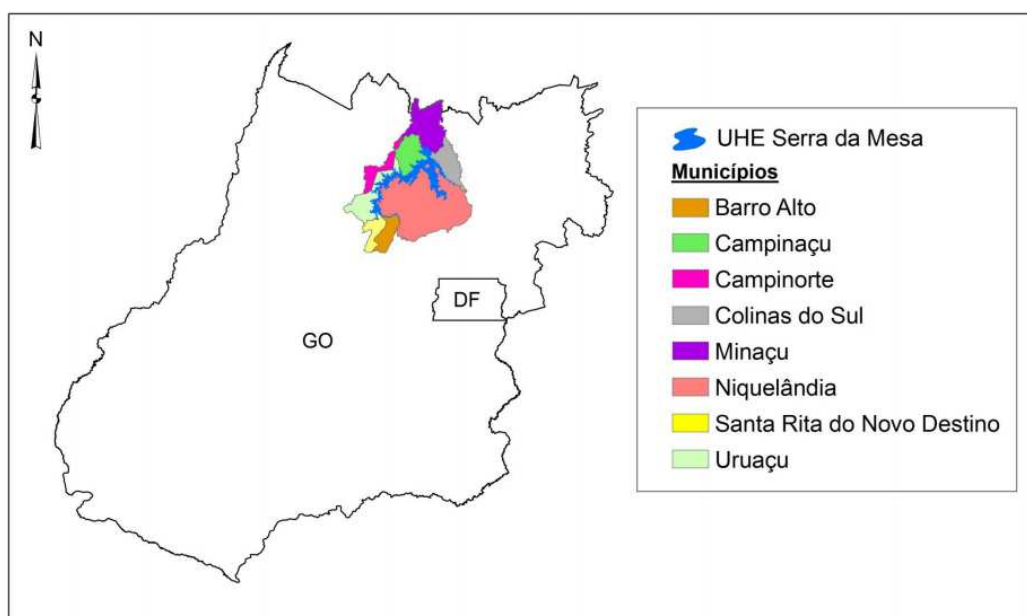


Figura 2. Municípios presentes na área de influência da UHE Serra da Mesa. Fonte: Santoro (2012).

Antes e durante o enchimento do reservatório foi realizado o monitoramento da fauna da região, com o objetivo de monitorar as comunidades de vertebrados terrestres presentes na área de influência do empreendimento (Brandão, 2002; Hass, 2002). O monitoramento das comunidades da herpetofauna foi realizado por Brandão (2002). Na primeira etapa, que acompanhou o enchimento do reservatório entre 1996 e 1999, foram utilizadas armadilhas de queda para a captura de répteis e anfíbios. A segunda etapa do monitoramento ocorreu entre maio e setembro de 2001 e a herpetofauna foi amostrada por busca exaustiva em cinco parcelas na margem direita do reservatório e em sete parcelas nas ilhas que foram formadas

três anos após o completo enchimento. As áreas amostradas por Brandão (2002) localizam-se no Setor 1 do lago, próximas à barragem (Figura 3).

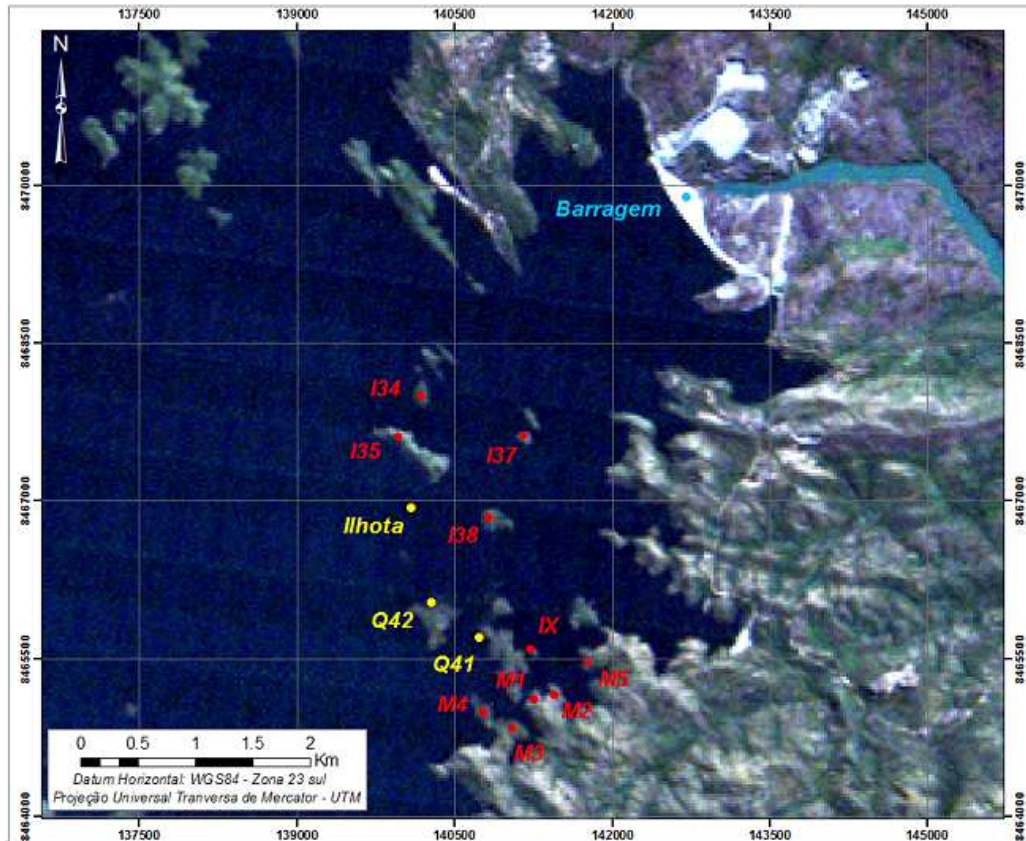


Figura 3. Ilhas e margens do reservatório de Serra da Mesa. Em amarelo, áreas amostradas em 2001 (Brandão 2002); em vermelho, áreas amostradas em 2011. Os pontos I34, I35, I37, I38, M1 e M2 foram amostrados nos dois anos. I, ilhas; M, margens, Q, margens em 2001. Fonte: Santoro (2012).

4.1.1 – Áreas Amostradas no Presente Estudo

Os dados foram coletados em cinco ilhas e cinco áreas na margem direita do reservatório, todas localizadas no Setor 1 do lago, próximas à barragem (Tabela 1; Figura 3). Algumas das áreas amostradas foram as mesmas utilizadas por Brandão (2002), visando a padronização dos dados. São elas: ilhas 34, 35, 37 e 38 e margens 01 e 02.

Tabela 1. Coordenadas dos sítios amostrados na UHE Serra da Mesa em 2011. I, ilha; M, margem.

Sítio amostral	Área (ha)	Coordenadas	
		Latitude	Longitude
Ilhas			
I.34	3.31	13°50'58.20"S	48°19'37.52"O
I.35	14.3	13°51'25.09"S	48°19'32.63"O
I.37	1.28	13°51'10.48"S	48°19'4.22"O
I.38	4.8	13°51'35.89"S	48°19'15.78"O
I.X	0.25	13°52'16.75"S	48°19'2.71"O
Margens			
M.01	-	13°52'30.83"S	48°18'56.05"O
M.02	-	13°52'31.76"S	48°19'2.46"O
M.03	-	13°52'40.66"S	48°19'9.59"O
M.04	-	13°52'35.83"S	48°19'18.41"O
M.05	-	13°52'20.53"S	48°18'45.14"O

No entanto, devido ao aumento do nível do reservatório nos últimos 10 anos, uma das ilhas (Ilhota, Figura 3) e alguns locais das margens (Q41 e Q42, Figura 3) amostrados por Brandão (2002) foram completamente inundados ou tornaram-se ilhas. Nesses casos, foram escolhidos locais semelhantes aos anteriormente amostrados, especialmente quanto ao tamanho, solo e vegetação. As ilhas amostradas possuem áreas que variam de 0,25 a aproximadamente 15 hectares (Tabela 1). Acredita-se que as coletas realizadas anteriormente não influenciaram a riqueza, abundância ou levaram a problemas genéticos nas populações atuais, pois a menor ilha amostrada em 2011 (I.X), que poderia sofrer tais consequências pela pequena área, não foi amostrada nos anos anteriores (Tabela 1; Figura 3). Todos os locais (ilhas e margens) amostrados são áreas de cerrado sentido restrito e possuem estrutura do habitat e oferta de recursos semelhantes (Santoro, 2012).

4.2 – Coleta de Dados

A metodologia utilizada para a coleta de lagartos foi a amostragem exaustiva em quadrados, desenvolvida por Brandão (2002). Tal método consiste na remoção da vegetação rasteira com fogo para a amostragem dos indivíduos presentes em uma área de 2.500 m². A mesma metodologia foi utilizada em todas as ilhas e localidades da margem, sendo que foi feita uma parcela em cada local.

Para evitar a fuga dos lagartos foi montada uma cerca de lona plástica (Figura 4) e após a completa montagem da barreira plástica e da formação de um aceiro, a vegetação rasteira foi removida utilizando fogo. Essa etapa é realizada para facilitar a visualização e captura dos lagartos, aumentando a eficiência da amostragem (Figura 5). É importante ressaltar que nenhum animal foi encontrado morto ou ferido pelo fogo no presente estudo ou em estudos prévios (Brandão, 2002). Todos os lagartos avistados foram coletados manualmente. No momento da coleta de cada indivíduo foi anotada a hora e o microhabitat em que ele foi encontrado.



Figura 4. Cerca de lona plástica para evitar a fuga dos lagartos e aceiro para controlar a frente de fogo.



Figura 5. Exemplo da área estudada antes e após a queima. A vegetação rasteira é removida para facilitar a captura.

Os indivíduos coletados foram eutanasiados com injeção de lidocaína no celoma, fixados em formol 10% e preservados em álcool 70% (licença nº 34970-1 SISBIO – Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade). Posteriormente, serão depositados na Coleção Herpetológica da Universidade de Brasília (CHUNB).

Foram utilizados apenas os indivíduos das espécies mais abundantes nas ilhas e margens da área de estudo. São elas: *Gymnodactylus amarali*, *Micrablepharus maximiliani* e *Cnemidophorus ocellifer* (Figura 6). Além dos indivíduos coletados em 2011, foram utilizados os espécimes coletados por Brandão (2002) em 1996 (antes do enchimento do reservatório) e em 2001 (três anos após o completo enchimento), depositados na CHUNB.

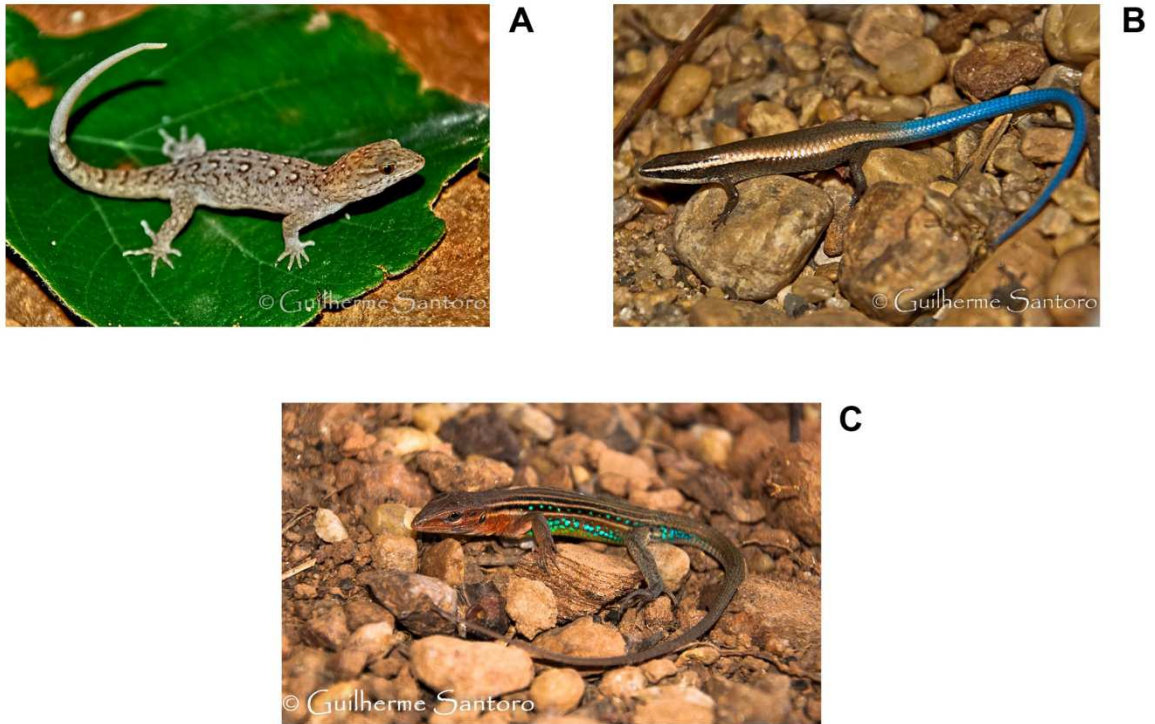


Figura 6. Espécies de lagartos encontrados na UHE Serra da Mesa utilizadas nesse estudo. A, *Gymnodactylus amarali* (Phyllodactylidae) B, *Micrablepharus maximiliani* (Gymnophthalmidae), C, *Cnemidophorus ocellifer* (Teiidae). Fotos: Guilherme Santoro.

4.2.1 – *Condição Corporal*

Para a análise de condição corporal, os indivíduos coletados foram pesados com dinamômetros manuais Pesola[®] (precisão 0,1 e 0,5 g) e tiveram o comprimento rostro-cloacal (CRC) medido com um paquímetro digital Mitutoyo[®] (precisão 0,01 mm). Essa triagem foi realizada em campo, antes de fixar os animais. Os dados de massa e CRC dos indivíduos de 1996 e 2001 foram fornecidos por Brandão (2002), sendo que esses animais também foram pesados e medidos antes da fixação. Indivíduos com lesões ou mutilações que alterassem as medidas de peso e CRC foram retirados das análises.

4.2.2 – Assimetria Flutuante

Para avaliar a ocorrência de assimetria flutuante foram tomadas cinco medidas repetidas, em cada indivíduo, do comprimento de cada lado das seguintes variáveis: perna, pé, maior artelho, braço, mão, maior dedo e mandíbula. Esses caracteres foram escolhidos porque são relativamente fáceis de medir, permitindo uma alta repetibilidade. Além disso, eles apresentam baixa plasticidade fenotípica, visto que dificilmente algum lado será mais usado que o outro ou irá experimentar uma condição micro-ambiental diferente (Palmer & Strobeck, 2003). Os caracteres de indivíduos que apresentavam lesões ou mutilações não foram medidos.

Todas as medições foram realizadas nos indivíduos fixados com o mesmo paquímetro digital Vonder® (precisão 0,01 mm) e pela mesma pessoa (ACRL), sempre com a mão direita, fechando completamente o paquímetro entre cada medida. Essas precauções visam diminuir ou padronizar os possíveis erros. Além disso, o medidor não sabia a qual localidade o indivíduo sendo medido pertencia, evitando quaisquer tendenciosidades. As cinco medidas de um mesmo indivíduo foram tomadas no mesmo dia, apenas alternando entre o lado direito e esquerdo, porém sem alternar entre indivíduos. A utilização de cinco medições seguidas no mesmo indivíduo ou de duas medições com um intervalo de tempo entre os indivíduos não geraram resultados diferentes na assimetria flutuante dos lagartos de Serra da Mesa, possibilitando o uso de qualquer um dos dois métodos de medição (dados não publicados).

4.3 – Análise dos Dados

As análises foram realizadas separadamente para cada espécie, sendo que cada espécie foi dividida em cinco populações: Controle 1996, Ilha 2001, Margem 2001, Ilha 2011 e

Margem 2011. Os indivíduos de 1996 foram utilizados como controle porque foram coletados antes ou durante o início do repesamento, assumindo que o ambiente ainda não havia sido impactado de forma expressiva. Todas as análises foram realizadas no *software* R 2.14 (R Development Core Team, 2011), utilizando nível de significância de 95%. Os gráficos foram feitos no programa Origin Pro 8 (OriginLab Corporation, 2007). Ao longo do texto, as médias aparecem como média \pm um desvio padrão.

4.3.1 – *Condição Corporal*

A normalidade dos dados de massa corporal e CRC foi testada através do teste Shapiro-Wilk (Shapiro & Wilk, 1965). Dados sem distribuição normal foram transformados para valores da distribuição de Z antes das análises seguintes (Zar, 2010). Para verificar a ocorrência de *outliers* foi utilizado o teste de Grubbs (Grubbs, 1969), que compara cada valor com a média da população.

Foi feita uma regressão linear entre os valores transformados de CRC e massa corporal de todas as populações agrupadas por espécie. Os resíduos normalizados (*rstudent*) foram calculados (diferença normalizada entre o valor de Y previsto pela equação da reta e o real valor de Y; Zar, 2010) e separados para cada população. Foi realizada uma análise de variância (ANOVA) de dois fatores com os valores dos resíduos, tendo como fatores preditores o ano (2001 e 2011) e o local (ilha e margem). O teste de Tukey, feito *a posteriori*, foi usado para identificar as diferenças significativas. Os dados de 1996 foram excluídos dessa primeira análise, visto que ainda não existiam ilhas e margens nesse período. Para as espécies nas quais não houve interação significativa entre os fatores ou diferença significativa entre os locais, os dados de ilhas e margens de cada ano foram agrupados para a realização da

análise temporal, avaliada por uma ANOVA de um fator (ano) e teste de Tukey *a posteriori*, comparando os resíduos dos três anos amostrados (1996, 2001 e 2011).

4.3.2 – *Assimetria Flutuante*

Para a análise de assimetria flutuante foi seguido o protocolo proposto por Palmer (1994) e Palmer & Strobeck (2003), com modificações. A presença de *outliers* para diferenças entre os lados foi verificada através do teste de Grubbs. Nesse teste, a diferença entre os lados direito (D) e esquerdo (E) de cada indivíduo foi comparada com a média da diferença D-E da população e com zero, visto que o valor esperado da diferença entre os lados é zero (Palmer & Strobeck, 2003). Os *outliers* estatisticamente significativos para os dois testes (com a média e com zero) foram retirados das análises seguintes.

Após retirar os *outliers* foi realizada uma ANOVA de dois fatores para cada caractere, e cada população, utilizando as repetições das medições como variáveis dependentes e “lado” e “indivíduo” como variáveis independentes, sendo “lado” o fator fixo (direito e esquerdo) e “indivíduo” o fator aleatório. Essa análise visou verificar se a variação decorrente da assimetria flutuante é maior que a variação em decorrência do erro de medição (interação significativa entre os fatores; Palmer & Strobeck, 1986; Palmer, 1994). Além disso, a ANOVA descrita foi utilizada para testar a assimetria direcional (diferença significativa entre os lados) e a variação devido ao tamanho do caractere (diferença significativa entre os indivíduos; ver Palmer, 1994).

Nas análises posteriores foram utilizados apenas os caracteres nos quais a assimetria não direcional (assimetria flutuante e antissimetria) foi estatisticamente maior que o erro de medição (interação significativa entre lado e indivíduo). Os quadrados médios da ANOVA

descrita acima foram ainda utilizados para calcular o erro de medição ME3 (Palmer & Strobeck, 2003) e o índice de assimetria FA10a (Palmer & Strobeck, 2003), que descreve a magnitude da assimetria não direcional após a remoção do erro de medição (Tabela 2).

Tabela 2. Índices de assimetria flutuante (FA) e erro de medição (ME) utilizados. D, média das medidas do lado direito de cada indivíduo; E, média das medidas do lado esquerdo de cada indivíduo; QM_{sj} , quadrado médio da interação; QM_m , quadrado médio do erro; M, número de medidas replicadas.

Índice	Fórmula
FA4a (população)	$0,798\sqrt{var(D - E)}$
FA8a (população)	$média \ln D/E = média \ln(D) - \ln(E) $
FA8a (indivíduo)	$ \ln D/E = \ln(D) - \ln(E) $
FA10a (população)	$0,798\sqrt{2\sigma_i^2}$ $\sigma_i^2 = \frac{(QM_{sj} - QM_m)}{M}$
ME3 (população)	$100 \times (QM_m/QM_{sj})$

Referência: Palmer & Strobeck (2003). Quadrados médios calculados a partir da ANOVA lado x indivíduo descrita em Palmer (1994).

Para testar a assimetria direcional também foram realizados testes t pareados das medidas do lado direito (D) e esquerdo (E), visando testar a consistência e magnitude da direção de D-E entre os indivíduos (Palmer, 1994). Para os caracteres com assimetria direcional, foi verificada se a diferença D-E era menor que o índice FA4a (Palmer & Strobeck, 2003; Tabela 2) pois, nesses casos, a predisposição para um lado ser maior que o outro é menor que o desvio da média de D-E, de forma que a assimetria direcional não interfere na interpretação da variação da assimetria flutuante (Palmer & Strobeck, 2003).

Para verificar a ocorrência de antissimetria, foram realizados testes de normalidade Shapiro-Wilk e testes t para curtose (quantidade de dispersão dos dados que caracteriza o pico ou achatamento da curva de distribuição de frequências; Zar, 2010) e obliquidade (“*skewness*” ou “*symmetry*”; assimetria da distribuição de frequência, que caracteriza a assimetria da cauda da distribuição; Zar, 2010) da distribuição de D-E para cada população. Em estudos com grande número de caracteres ou de amostras a ocorrência de resultados “falso-significativos” é comum (Palmer, 1994). Para evitar esse erro, foi aplicada a correção sequencial de Bonferroni nos testes de curtose e obliquidade (Rice, 1989; Palmer, 1994). Os caracteres que apresentaram antissimetria (não normalidade ou curtose e obliquidade significativas após a correção de Bonferroni) ou assimetria direcional maior que FA4a foram retirados das análises posteriores.

O índice FA8a (Palmer & Strobeck, 2003) foi utilizado para calcular a assimetria flutuante individual de cada caractere. Este índice, que consiste no valor modular do logaritmo da razão entre os lados direito e esquerdo (Tabela 2), retira o efeito do tamanho do caractere da variação da assimetria flutuante, e é numericamente equivalente ao FA2 de Palmer (1994) (Palmer & Strobeck, 2003). Para verificar a existência de correlação entre a assimetria flutuante (FA8a) dos caracteres foram realizados testes de correlação linear de Pearson para cada par de caracteres. Esse teste foi realizado separadamente para cada espécie, com os dados agrupados de todos os anos e locais de cada caractere. Um caractere dos pares que apresentar correlações significativas com coeficiente de correlação de Pearson “r” maior que 0,50 será removido das análises futuras, pois indicam variáveis semelhantes.

Foi realizada uma Análise Multivariada de Variância (MANOVA) de dois fatores para cada espécie, tendo como variáveis dependentes os caracteres e como variáveis independentes (fatores) o ano (2001 e 2011) e o local (ilha e margem). Nos casos onde resultados da MANOVA foram significativos, foram conduzidas Análises Discriminantes para verificar

quais caracteres foram mais importantes para a discriminação dos fatores. Os dados de 1996 foram excluídos dessa análise, visto que ainda não existiam ilhas e margens nessa amostragem. Quando não houve interação significativa entre os fatores ou diferença significativa entre os locais, os dados de ilhas e margens de cada ano foram agrupados para a realização da análise temporal. A análise temporal consistiu em uma MANOVA de um fator, tendo como variáveis dependentes os caracteres e como variável independente o ano (1996, 2001 e 2011). Foram conduzidas Análises Discriminantes quando os resultados da MANOVA foram significativos.

O poder estatístico da MANOVA é reduzido quando o número de variáveis é alto e o número amostral é baixo (Zar, 2010). Então, para *Cnemidophorus ocellifer*, que teve número amostral pequeno para as populações de 2011, foi também realizada uma ANOVA de dois fatores para cada caractere, tendo como fatores ano (2001 e 2011) e local (ilha e margem). Quando não houve interação entre os fatores ou diferença entre ilhas e margens, foi realizada a análise temporal com uma ANOVA de um fator (ano) e teste de Tukey *a posteriori*, para comparar os três anos (1996, 2001 e 2011).

5 – RESULTADOS

Antes do enchimento do reservatório da UHE Serra da Mesa foram coletados 127 indivíduos de *Gymnodactylus amarali*, 31 de *Micrablepharus maximiliani* e 72 de *Cnemidophorus ocellifer* (dados obtidos na CHUNB; Brandão, 2002). Em 2001, foram coletados 193 indivíduos de *G. amarali*, 227 de *M. maximiliani* e 55 de *C. ocellifer* nas ilhas e margens amostradas no reservatório (Brandão, 2002). Na amostragem realizada em 2011, foram coletados 108 indivíduos de *G. amarali*, 48 de *M. maximiliani* e 26 de *C. ocellifer* nas ilhas e margens (Anexo 1).

Estas espécies pertencem a três diferentes famílias de lagartos (Phyllodactylidae, Gymnophthalmidae e Teiidae, respectivamente) e abrangem animais de ecologia diversificada, tanto forrageadores especialistas do tipo senta-e-espera (*Gymnodactylus amarali*, Colli *et al.*, 2003), quanto forrageadores ativos típicos (*Cnemidophorus ocellifer*, Mesquita & Colli, 2003).

5.1 – Condição Corporal

Para a análise da condição corporal foram utilizados, no total de todos os anos e locais (ilhas e margens), 281 indivíduos de *Gymnodactylus amarali*, 242 de *Micrablepharus maximiliani* e 152 de *Cnemidophorus ocellifer* (Anexo 1). O teste de Grubbs detectou três *outliers* nos valores do comprimento rostro-cloacal (CRC) de *G. amarali*. Os *outliers* identificados correspondem a indivíduos jovens e não foram retirados das análises, visto que não são *outliers* para a condição corporal, apenas para o CRC. Não foram detectados *outliers* nos dados de *M. maximiliani* ou *C. ocellifer*.

Para todas as espécies foi encontrada, através da regressão linear, uma relação significativa positiva entre a massa e o tamanho corporal (Tabela 3; Figura 7), indicando que a massa aumenta com o aumento do CRC. Os resíduos *rstudent* da regressão foram utilizados como índice de condição corporal individual.

Tabela 3. Regressão linear entre CRC e massa corporal das três espécies estudadas. g.l., graus de liberdade.

Espécie	Equação da reta	R ² ajustado	g.l.	F	p
<i>Gymnodactylus amarali</i>	$y = -6,92^{-11} + 0,72x$	0,51	279	291,6	<0,001
<i>Micrablepharus maximiliani</i>	$y = 3,35^{-9} + 0,81x$	0,65	240	453,7	<0,001
<i>Cnemidophorus ocellifer</i>	$y = -1,11^{-11} + 0,92x$	0,85	150	847,8	<0,001

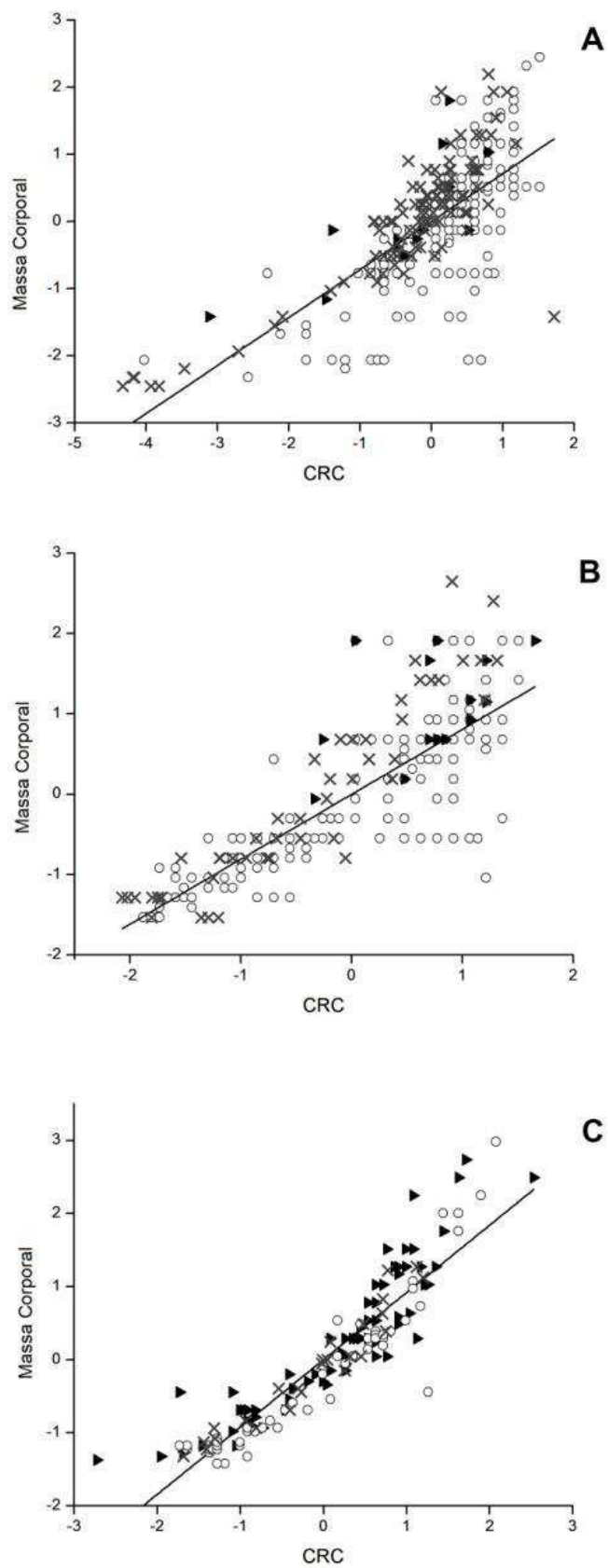


Figura 7. Regressão linear entre os valores transformados para Z do comprimento rostro-cloacal (CRC) e massa corporal dos indivíduos de 1996(►), 2001(○) e 2011 (X) de *Gymnodactylus amarali* (A), *Micrablepharus maximiliani* (B) e *Cnemidophorus ocellifer* (C).

5.1.1 – *Gymnodactylus amarali*

Em *Gymnodactylus amarali*, a ANOVA de dois fatores (ano e local) mostrou diferença significativa na condição corporal entre os anos (Tabela 4). As médias da condição corporal foram maiores em 2011 que em 2001, mas ilhas e margens de cada ano não foram diferentes (Figura 8A). Os indivíduos das ilhas e margens de 2011, que tem média dos resíduos positiva, possuem maior condição corporal que os indivíduos de 2001, que possuem média dos resíduos negativa (Tabela 5).

Tabela 4. Resultados da ANOVA de dois fatores do índice de condição corporal (resíduos da regressão CRC x Massa) em relação aos anos (2001 e 2011) e local (ilhas e margens). g.l., graus de liberdade; SQ, soma dos quadrados; QM, quadrados médios. Resultados significativos em negrito.

Fonte	g.l.	SQ	QM	F	p
<i>Gymnodactylus amarali</i>					
Ano	1	26,12	26,208	28,19	<0,001
Local	1	0,00	0,00	0,00	0,987
Interação A x L	1	0,74	0,743	0,799	0,372
Erro	264	245,43	0,93		
<i>Micrablepharus maximiliani</i>					
Ano	1	17,97	17,97	20,80	<0,001
Local	1	5,04	5,042	5,836	0,016
Interação A x L	1	3,89	3,888	4,5	0,035
Erro	224	193,55	0,864		
<i>Cnemidophorus ocellifer</i>					
Ano	1	1,67	1,671	2,058	0,156
Local	1	0,42	0,418	0,514	0,476
Interação A x L	1	0,67	0,672	0,828	0,366
Erro	76	61,72	0,812		

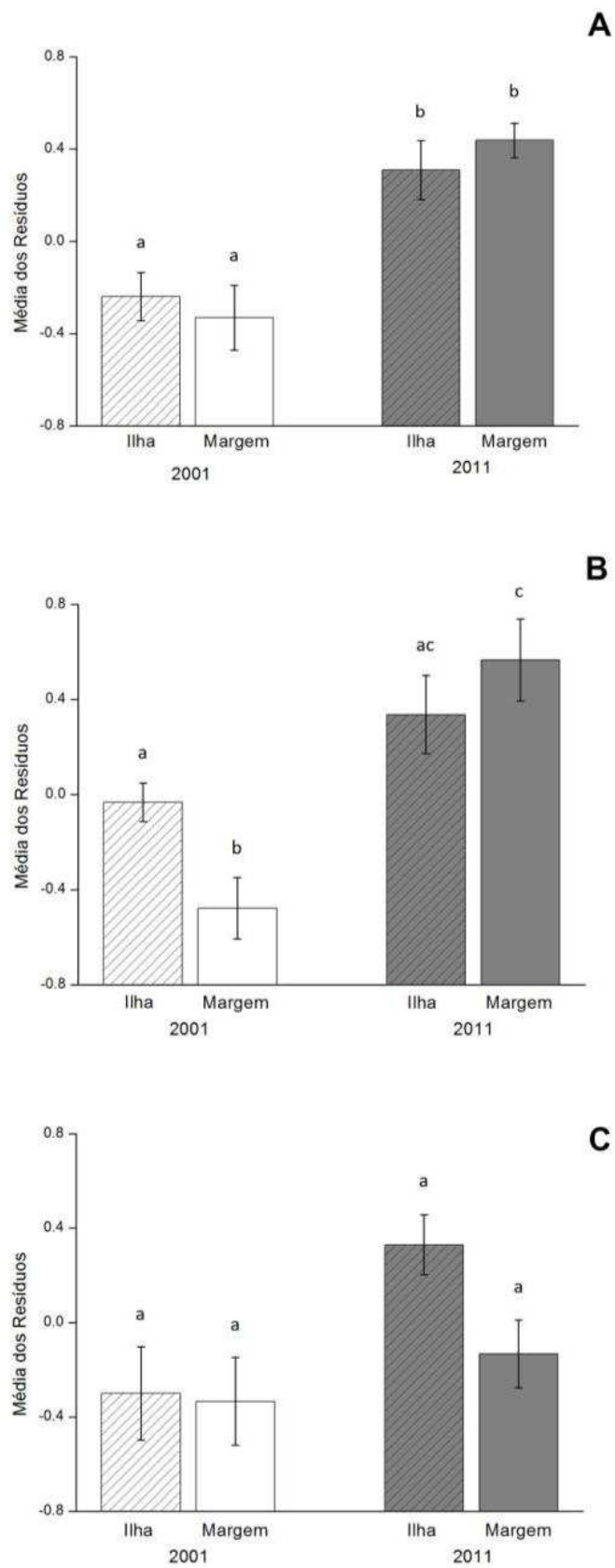


Figura 8. Média do índice de condição corporal (resíduos) das populações de 2001 e 2011 de *Gymnodactylus amarali* (A), *Micrablepharus maximiliani* (B) e *Cnemidophorus ocellifer* (C). Letras minúsculas diferentes representam valores estatisticamente diferentes.

Tabela 5. Média e desvio padrão (DP) dos resíduos da regressão das populações de *Gymnodactylus amarali*, *Micrablepharus maximiliani* e *Cnemidophorus ocellifer*. N, número amostral.

Espécie	Ano	Local	N	Média do Resíduo	DP
<i>Gymnodactylus amarali</i>	1996	Controle	13	0,466	0,878
	2001	Ilha	108	-0,238	1,082
		Margem	57	-0,331	1,057
	2011	Ilha	52	0,309	0,921
		Margem	51	0,438	0,536
<i>Micrablepharus maximiliani</i>	1996	Controle	14	0,878	1,025
	2001	Ilha	113	-0,033	0,864
		Margem	67	-0,479	1,058
	2011	Ilha	16	0,337	0,656
		Margem	32	0,567	0,976
<i>Cnemidophorus ocellifer</i>	1996	Controle	72	0,250	1,098
	2001	Ilha	30	-0,299	1,082
		Margem	25	-0,334	0,931
	2011	Ilha	7	0,329	0,336
		Margem	18	-0,132	0,608

Como não foi encontrada significância na interação entre os fatores ano e local ou entre os locais (Tabela 4), a análise temporal foi realizada para essa espécie. A ANOVA da análise temporal revelou diferença significativa no índice de condição corporal entre os anos ($F_{2, 278} = 15,88$; $p < 0,001$). O teste de Tukey mostrou que os indivíduos de 1996 e 2011 possuem condições corporais semelhantes, que diferiram significativamente dos indivíduos de 2001 (Figura 9A). As médias dos resíduos de 1996 e 2011 foram positivas ($0,466 \pm 0,878$ e $0,373 \pm 0,754$, respectivamente), enquanto de 2001 foi negativa ($-0,270 \pm 1,07$).

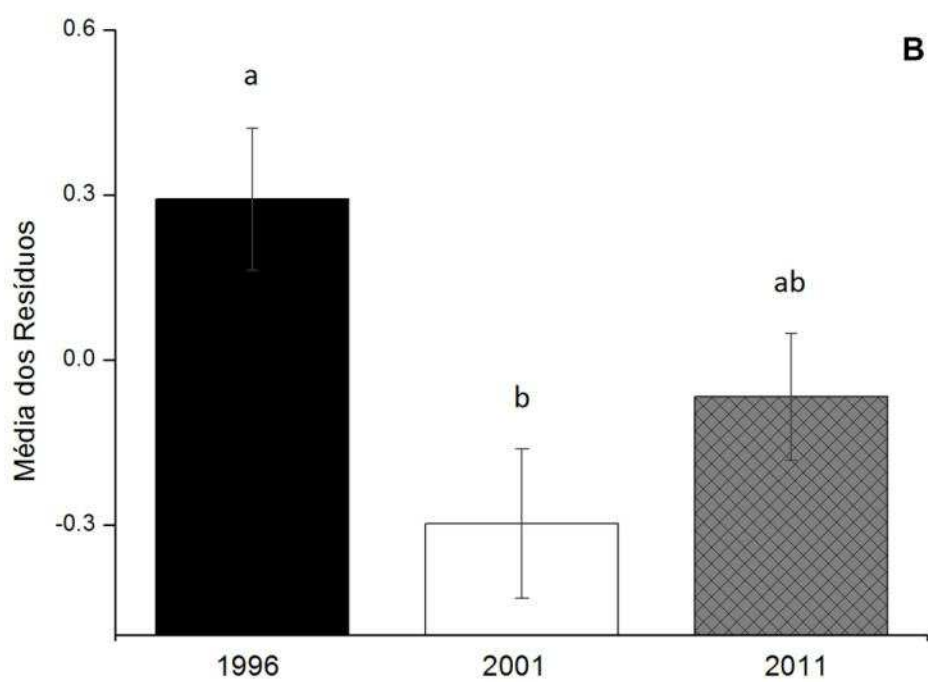
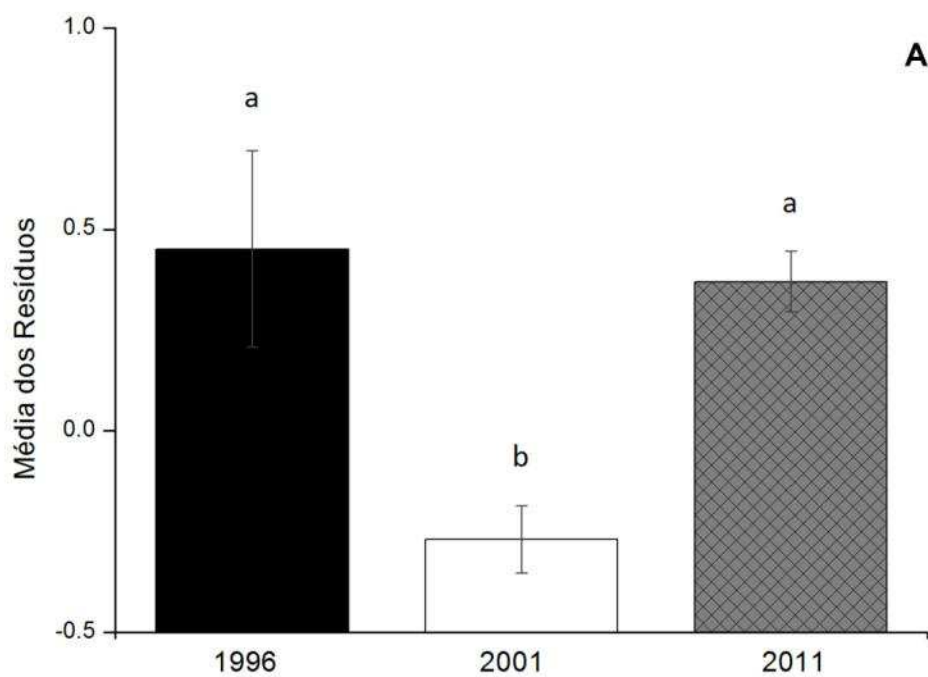


Figura 9. Média do índice de condição corporal (resíduos) dos indivíduos de 1996, 2001 e 2011 de *Gymnodcatylus amarali* (A) e *Cnemidophorus ocellifer* (B). Letras minúsculas diferentes representam valores estatisticamente diferentes.

5.1.2 – *Micrablepharus maximiliani*

A ANOVA de dois fatores (ano e local) para *Micrablepharus maximiliani* revelou significância para todos os fatores e para a interação entre eles (Tabela 4). A média do índice de condição corporal foi maior nas populações de 2011 que nas populações de 2001 (Figura 8B). Além disso, essa média foi positiva para as ilhas e margens de 2011, e negativa para ilhas e margens de 2001 (Tabela 5). O teste Tukey revelou diferença entre os locais apenas em 2001, quando a média dos resíduos era maior nas ilhas que nas margens (Figura 8B; Tabela 5). As ilhas e as margens em 2011 não diferiram estatisticamente. As ilhas em 2001 e 2011 não diferiram entre si, mas as margens foram diferentes entre os dois anos (Figura 8B).

No caso de *Micrablepharus maximiliani*, foi encontrada diferença entre os dados de ilhas e margens. Com isso, estes dados não puderam ser agrupados, impossibilitando a análise temporal. No entanto, a média da condição corporal dos indivíduos de 1996, quando a maioria dos indivíduos possuía condição corporal positiva, é maior que nos outros anos (Figura 7B; Figura 10B; Tabela 5).

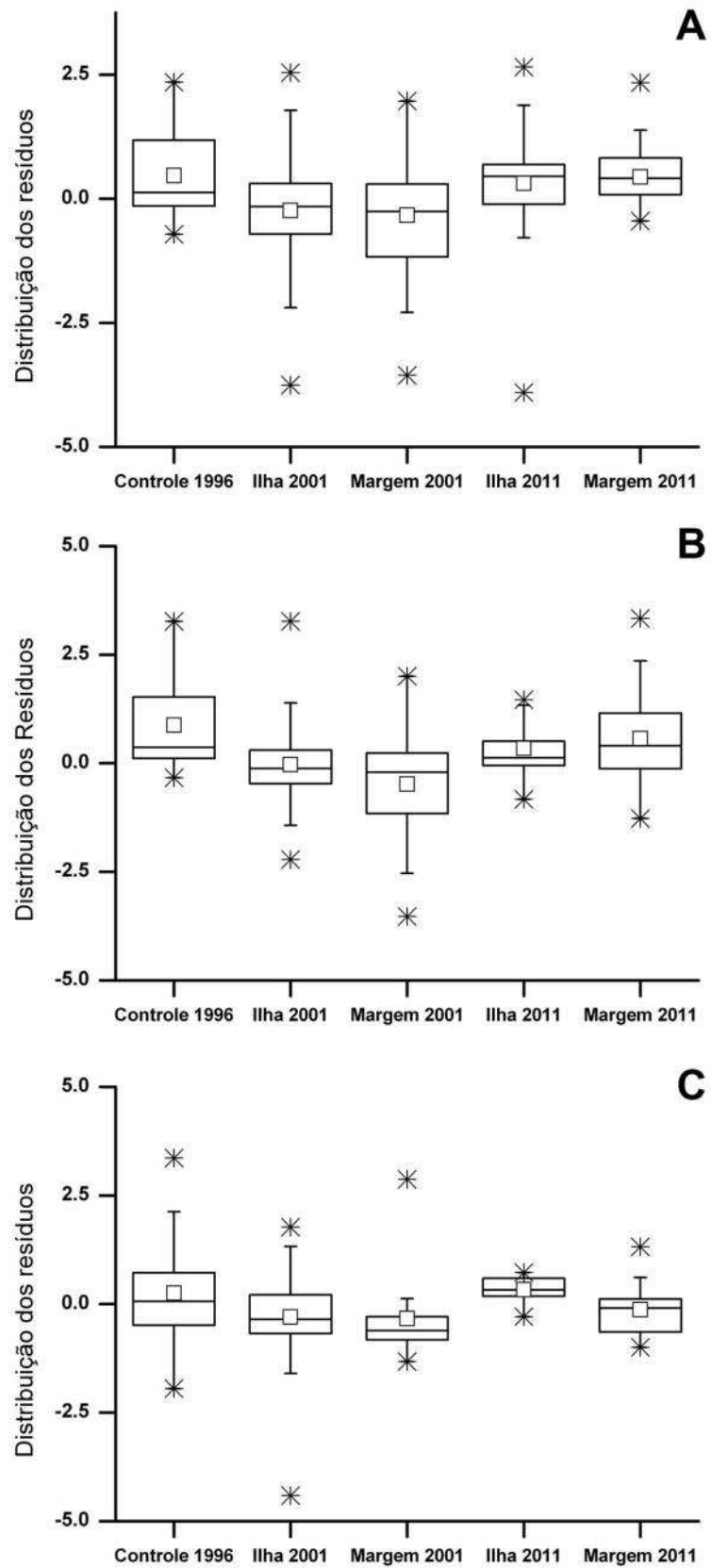


Figura 10. Valores dos resíduos de todas as populações de *Gymnodactylus amarali* (A), *Microblepharus maximiliani* (B) e *Cnemidophorus ocellifer* (C).

5.1.3 – *Cnemidophorus ocellifer*

A ANOVA de dois fatores não revelou diferença significativa entre os anos, entre os locais ou na interação entre os fatores para *Cnemidophorus ocellifer* (Tabela 4). No entanto, as ilhas em 2011 apresentaram a maior média de condição corporal, sendo o único ambiente nos anos de 2001 e 2011 com média dos resíduos positiva (Figura 8C; Tabela 5).

A ANOVA da análise temporal, que agrupa os dados das ilhas e margens, revelou diferença entre os anos ($F_{2, 149} = 5$; $p = 0,008$). O teste Tukey mostrou que a condição corporal dos indivíduos de 1996 diferiu de 2001. Porém, 2011 não diferiu de nenhum dos dois anos (Figura 9B). O ano de 1996 apresentou maior média de condição corporal ($0,250 \pm 1,097$), seguido de 2011 ($-0,003 \pm 0,579$) e 2001 ($-0,015 \pm 1,007$). O índice de condição corporal foi positivo apenas para 1996, anterior ao enchimento do reservatório (Figura 9B). No entanto, ao observar as médias de cada local separadamente, os indivíduos nas ilhas em 2011 também apresentaram condição corporal média positiva (Figura 10C; Tabela 5).

5.2 – Assimetria Flutuante

Foram executadas medições repetidas dos lados direito (D) e esquerdo (E) em 237 indivíduos de *Gymnodactylus amarali*, 209 de *Micrablepharus maximiliani* e 88 de *Cnemidophorus ocellifer*, referentes a todos os anos e locais (ilhas e margens; Anexo 1). No entanto, alguns animais encontravam-se lesionados ou com algum membro amputado, o que não permitiu a medição de todos os caracteres em todos os indivíduos. O número amostral final de cada caractere se encontra no Anexo 1. O teste de Grubb revelou quatro *outliers* em *G. amarali*, oito em *M. maximiliani* e quatro em *C. ocellifer*. Os *outliers* foram removidos das análises posteriores (ver Palmer & Strobeck, 2003).

5.2.1 – *Gymnodactylus amarali*

Em *Gymnodactylus amarali*, apenas a mandíbula não apresentou assimetria significativamente maior que o erro de medição para todas as populações (interação lado x indivíduo não significativa; Tabela 6). Os testes de curtose e obliquidade revelaram leptocurtose para o dedo da população Margem 2011 e obliquidade para a mão da população Ilha 2001, mas esses resultados não permaneceram significativos após a correção de Bonferroni. O teste de normalidade Shapiro-Wilk, entretanto, mostrou que a diferença D-E da mão da população Ilha 2001 não possui distribuição normal, o que pode ser um indicativo de presença de antissimetria nesse caractere (Tabela 7).

Os testes t pareados para assimetria direcional revelaram uma maior predisposição para um dos lados em pelo menos uma população de todos os caracteres (Tabela 8). Alguns caracteres apresentaram populações com assimetria direcional para a direita (perna, mão e dedo), outros para a esquerda (pé e braço) e outros para ambos os lados (artelho e mandíbula). No entanto, apenas a mão da população Margem 2001 apresentou assimetria direcional maior que o índice de assimetria flutuante FA4a (Tabela 8). Portanto, a assimetria direcional da mão de *G. amarali* é muito alta e pode alterar os resultados da assimetria flutuante (Palmer & Strobeck, 2003).

A mandíbula e a mão foram então retiradas das análises posteriores, a primeira por apresentar alto erro de medição, e a segunda por apresentar indícios de assimetria direcional e antissimetria. A variação da assimetria dos caracteres pode sofrer influência do tamanho do caractere (diferença entre indivíduos significativa na ANOVA; Tabela 6), justificando a utilização de um índice que remova a influência do tamanho na assimetria (FA8a; Tabela 2). As correlações entre os caracteres foram baixas e nenhuma foi significativa (Tabela 9), então nenhum outro caractere precisou ser removido das análises.

Tabela 6. Resultado da ANOVA de dois fatores (lado e indivíduo) modelo misto das medidas repetidas dos caracteres de cada população de *Gymnodactylus amarali*. g.l., graus de liberdade; QM, quadrado médio.

Variável	Ano	Local	Lado				Indivíduo				Interação L x I				Erro	
			QM	g.l.	F	p	QM	g.l.	F	p	QM	g.l.	F	p	QM	g.l.
Perna	1996	Controle	1,04	1	0,78	0,386	24,84	29	18,59	<0,001	1,34	29	15,18	<0,001	0,09	240
	2001	Ilha	1,16	1	2,05	0,158	27,31	52	48,26	<0,001	0,57	52	7,65	<0,001	0,07	424
		Margem	0,69	1	1,35	0,256	33,32	25	65,33	<0,001	0,51	25	10,20	<0,001	0,05	208
	2011	Ilha	1,64	1	1,38	0,246	34,94	51	29,36	<0,001	1,19	51	9,15	<0,001	0,13	416
		Margem	13,01	1	18,86	<0,001	57,07	46	82,71	<0,001	0,69	46	6,27	<0,001	0,11	376
	Pé	1996	Controle	0,26	1	1,24	0,275	3,71	29	17,68	<0,001	0,21	29	6,36	<0,001	0,03
2001		Ilha	0,74	1	4,53	0,037	3,52	58	21,58	<0,001	0,16	58	6,52	<0,001	0,03	472
		Margem	0,01	1	0,07	0,794	3,70	28	19,80	<0,001	0,19	28	7,48	<0,001	0,03	232
2011		Ilha	3,72	1	13,63	0,001	5,57	51	20,41	<0,001	0,27	51	10,11	<0,001	0,03	416
		Margem	2,11	1	8,39	0,006	9,83	47	39,16	<0,001	0,25	47	8,10	<0,001	0,03	384
Artelho		1996	Controle	0,26	1	5,13	0,031	1,62	29	32,49	<0,001	0,05	29	2,63	<0,001	0,02
	2001	Ilha	0,15	1	1,42	0,238	1,32	58	12,64	<0,001	0,10	58	6,28	<0,001	0,02	472
		Margem	0,06	1	0,95	0,339	1,34	28	20,20	<0,001	0,07	28	6,33	<0,001	0,01	232
	2011	Ilha	0,88	1	8,27	0,006	2,18	51	20,53	<0,001	0,11	51	6,32	<0,001	0,02	416
		Margem	0,09	1	0,76	0,388	3,38	47	30,13	<0,001	0,11	47	6,59	<0,001	0,02	384
	Braço	1996	Controle	6,34	1	12,26	0,002	14,80	29	28,62	<0,001	0,52	29	9,07	<0,001	0,06
2001		Ilha	0,01	1	0,04	0,838	16,26	66	56,84	<0,001	0,29	66	7,33	<0,001	0,04	536
		Margem	0,00	1	0,00	1,000	13,41	31	25,98	<0,001	0,52	31	16,13	<0,001	0,03	256
2011		Ilha	0,31	1	0,31	0,578	20,33	49	20,83	<0,001	0,98	49	12,05	<0,001	0,08	400
		Margem	3,26	1	5,93	0,019	39,00	49	70,91	<0,001	0,55	49	6,88	<0,001	0,08	398
Mão		1996	Controle	2,24	1	18,21	<0,001	2,69	29	21,82	<0,001	0,12	29	7,03	<0,001	0,02
	2001	Ilha	3,58	1	34,09	<0,001	3,11	67	29,65	<0,001	0,11	67	7,00	<0,001	0,02	544
		Margem	3,32	1	35,35	<0,001	2,06	31	21,94	<0,001	0,09	31	6,71	<0,001	0,01	256
	2011	Ilha	2,00	1	15,13	<0,001	3,60	47	27,25	<0,001	0,13	47	4,89	<0,001	0,03	384
		Margem	1,27	1	13,96	<0,001	6,60	49	72,54	<0,001	0,09	49	3,50	<0,001	0,03	400

Dedo	1996	Controle	0,02	1	0,37	0,550	0,83	28	14,56	<0,001	0,06	28	3,52	<0,001	0,02	232
	2001	Ilha	1,68	1	37,22	<0,001	1,03	67	22,87	<0,001	0,05	67	4,02	<0,001	0,01	544
		Margem	0,82	1	11,86	0,002	0,62	31	8,96	<0,001	0,07	31	6,20	<0,001	0,01	256
	2011	Ilha	0,11	1	1,46	0,233	1,24	49	15,84	<0,001	0,08	49	5,03	<0,001	0,02	400
		Margem	0,11	1	1,47	0,231	2,22	49	29,92	<0,001	0,07	49	5,23	<0,001	0,01	400
Mandíbula	1996	Controle	0,14	1	5,23	0,030	2,52	28	93,78	<0,001	0,03	28	1,38	0,105	0,02	232
	2001	Ilha	0,37	1	5,87	0,018	2,96	67	46,47	<0,001	0,06	67	2,72	<0,001	0,02	544
		Margem	0,01	1	0,33	0,567	2,96	32	69,09	<0,001	0,04	32	2,00	<0,001	0,02	264
	2011	Ilha	0,01	1	0,11	0,740	3,15	51	39,98	<0,001	0,08	51	1,97	<0,001	0,04	416
		Margem	0,65	1	5,29	0,026	7,53	49	61,70	<0,001	0,12	49	3,13	<0,001	0,04	400

Tabela 7. Resultado dos testes para antissimetria (teste t da curtose e obliquidade e teste de normalidade Shapiro-Wilk) de D-E de *Gymnodactylus amarali*.

Variável	Ano	Local	N	(D - E)							
				Curtose			Obliquidade			Shapiro-Wilk	
				Curtose	Ts	p	Cauda	Ts	p	W	p
Perna	1996	Controle	30	1,087	1,305	0,192	0,245	0,573	0,567	0,968	0,487
	2001	Ilha	53	-0,085	-0,132	0,895	-0,047	-0,143	0,886	0,994	0,993
		Margem	26	-0,006	-0,006	0,995	0,390	0,856	0,392	0,969	0,589
	2011	Ilha	52	-0,698	-1,073	0,283	0,189	0,571	0,568	0,966	0,139
		Margem	47	0,562	0,825	0,409	-0,361	-1,043	0,297	0,983	0,727
Pé	1996	Controle	30	-0,670	-0,805	0,421	-0,179	-0,419	0,676	0,978	0,761
	2001	Ilha	59	0,045	0,073	0,942	0,373	1,200	0,230	0,973	0,202
		Margem	29	-0,392	-0,464	0,643	0,231	0,532	0,595	0,979	0,815
	2011	Ilha	52	-0,003	-0,005	0,996	-0,022	-0,066	0,947	0,976	0,372
		Margem	48	-0,582	-0,863	0,388	-0,415	-1,210	0,226	0,968	0,205
Artelho	1996	Controle	30	-0,378	-0,452	0,651	-0,247	-0,579	0,563	0,989	0,981
	2001	Ilha	59	-0,128	-0,208	0,835	0,213	0,684	0,494	0,980	0,459
		Margem	29	-0,425	-0,502	0,615	0,020	0,047	0,962	0,964	0,416
	2011	Ilha	52	0,388	0,597	0,551	-0,038	-0,115	0,908	0,977	0,416
		Margem	48	0,524	0,777	0,437	-0,646	-1,883	0,060	0,965	0,158
Braço	1996	Controle	30	-0,538	-0,647	0,518	-0,208	-0,487	0,626	0,983	0,905
	2001	Ilha	68	-0,473	-0,825	0,410	-0,073	-0,251	0,801	0,986	0,625
		Margem	32	-0,125	-0,154	0,877	-0,342	-0,826	0,409	0,976	0,687
	2011	Ilha	50	-0,798	-1,206	0,228	0,224	0,667	0,505	0,969	0,201
		Margem	50	0,174	0,263	0,792	0,266	0,789	0,430	0,984	0,739
Mão	1996	Controle	30	0,175	0,210	0,834	-0,581	-1,361	0,174	0,960	0,315
	2001	Ilha	68	-0,257	-0,448	0,654	-0,660	-2,271	0,023¹	0,933	0,001
		Margem	32	-0,699	-0,864	0,388	0,227	0,547	0,585	0,962	0,307
	2011	Ilha	48	-0,065	-0,097	0,923	-0,007	-0,020	0,984	0,997	1,000
		Margem	50	-0,091	-0,138	0,891	0,170	0,504	0,614	0,992	0,980
Dedo	1996	Controle	29	-0,644	-0,761	0,446	-0,298	-0,689	0,491	0,969	0,541
	2001	Ilha	68	-0,328	-0,571	0,568	-0,273	-0,940	0,347	0,986	0,669
		Margem	32	-0,928	-1,146	0,252	-0,010	-0,025	0,980	0,975	0,638
	2011	Ilha	50	0,179	0,270	0,787	0,167	0,497	0,619	0,986	0,816
		Margem	50	1,791	2,705	0,007¹	-0,038	-0,112	0,911	0,955	0,053
Mandíbula	1996	Controle	29	-0,217	-0,257	0,797	-0,001	-0,003	0,997	0,990	0,993
	2001	Ilha	68	-0,141	-0,245	0,806	-0,236	-0,812	0,417	0,980	0,352
		Margem	33	-0,064	-0,080	0,936	0,626	1,532	0,126	0,962	0,302
	2011	Ilha	52	-0,342	-0,526	0,599	-0,446	-1,350	0,177	0,972	0,266
		Margem	50	0,406	0,613	0,540	-0,596	-1,771	0,077	0,955	0,054

¹Não significativo após a correção de Bonferroni.

Tabela 8. Resultado dos testes para assimetria direcional (teste t pareado) da diferença D-E de *Gymnodactylus amarali*. N, número amostral; FA4a, índice de assimetria flutuante (Palmer & Strobeck, 2003).

Variável	Ano	Local	N	FA4a	DA		
					(D - E)	Ts	p
Perna	1996	Controle	30	0,583	0,118	0,881	0,386
	2001	Ilha	53	0,380	0,094	1,432	0,158
		Margem	26	0,359	-0,103	-1,163	0,256
	2011	Ilha	52	0,551	0,112	1,173	0,246
		Margem	47	0,418	0,333	4,356	<0,001
Pé	1996	Controle	30	0,231	0,059	1,115	0,274
	2001	Ilha	59	0,204	-0,071	-2,127	0,038
		Margem	29	0,218	-0,014	-0,266	0,792
	2011	Ilha	52	0,264	-0,169	-3,692	0,001
		Margem	48	0,253	-0,132	-2,897	0,006
Artelho	1996	Controle	30	0,113	0,058	2,264	0,031
	2001	Ilha	59	0,163	0,032	1,198	0,236
		Margem	29	0,130	0,029	0,972	0,339
	2011	Ilha	52	0,164	-0,082	-2,875	0,006
		Margem	48	0,169	-0,027	-0,873	0,387
Braço	1996	Controle	30	0,363	-0,291	-3,501	0,002
	2001	Ilha	68	0,270	0,008	0,203	0,840
		Margem	32	0,363	0,002	0,023	0,982
	2011	Ilha	50	0,499	-0,049	-0,560	0,578
		Margem	50	0,376	-0,161	-2,413	0,020
Mão	1996	Controle	30	0,177	0,173	4,268	<0,001
	2001	Ilha	68	0,163	0,145	5,847	<0,001
		Margem	32	0,155	0,204	5,934	<0,001 *
	2011	Ilha	48	0,184	0,130	3,902	<0,001
		Margem	50	0,153	0,101	3,728	0,001
Dedo	1996	Controle	29	0,121	-0,017	-0,606	0,549
	2001	Ilha	68	0,107	0,099	6,102	<0,001
		Margem	32	0,132	0,101	3,445	0,002
	2011	Ilha	50	0,141	0,030	1,209	0,233
		Margem	50	0,138	0,030	1,212	0,231
Mandíbula	1996	Controle	29	0,083	0,044	2,288	0,030
	2001	Ilha	68	0,127	0,047	2,421	0,018
		Margem	33	0,104	0,013	0,577	0,568
	2011	Ilha	52	0,142	0,008	0,334	0,740
		Margem	50	0,176	-0,072	-2,299	0,026

*Assimetria direcional (D-E) maior que o índice de assimetria flutuante FA4a.

Tabela 9. Matriz de correlação de Pearson entre os caracteres de *Gymnodactylus amarali*. Coeficiente de correlação r abaixo da diagonal principal; valores de p acima.

Variável	Perna	Pé	Artelho	Braço	Dedo
Perna	0	0,069	0,981	0,171	0,387
Pé	0,127	0	0,342	0,618	0,747
Artelho	0,002	0,065	0	0,079	0,057
Braço	0,095	0,034	0,119	0	0,604
Dedo	0,060	0,022	0,129	-0,034	0

Foi detectada diferença entre os anos e interação entre os fatores (ano e local) para *Gymnodactylus amarali* na MANOVA de dois fatores (Tabela 10). A análise discriminante entre os anos revelou que o braço, a perna e o pé desta espécie foram os caracteres que melhor discriminaram 2001 e 2011. Todos os caracteres tiveram escores positivos no componente linear 1, contribuindo da mesma forma (mas não na mesma magnitude) para a diferenciação entre os anos (Tabela 11). Os caracteres apresentaram a maior média do índice de assimetria flutuante em 2011, exceto o dedo, que apresentou médias iguais para os dois anos (Tabela 11; Figura 11).

Tabela 10. Resultados da MANOVA do índice de assimetria flutuante (FA8a) em relação ao ano (2001 e 2011) e local (ilha e margem) de *Gymnodactylus amarali*. g.l., graus de liberdade.

Fonte	g.l.	λ Wilks	F	p
Ano	1	0,880	5,443	<0,001
Local	1	0,980	0,828	0,531
Interação A x L	1	0,943	2,388	0,039
Erro	203			

Tabela 11. Resultados da Análise Discriminante do índice de assimetria (FA8a) em relação ao ano (2001 e 2011) de *Gymnodactylus amarali*. DL1, primeiro discriminante linear.

Variável	DL1	Média FA8a	
		2001	2011
Perna	22,160	0,025	0,034
Pé	16,130	0,030	0,040
Artelho	5,578	0,036	0,042
Braço	27,075	0,025	0,037
Dedo	0,157	0,045	0,045

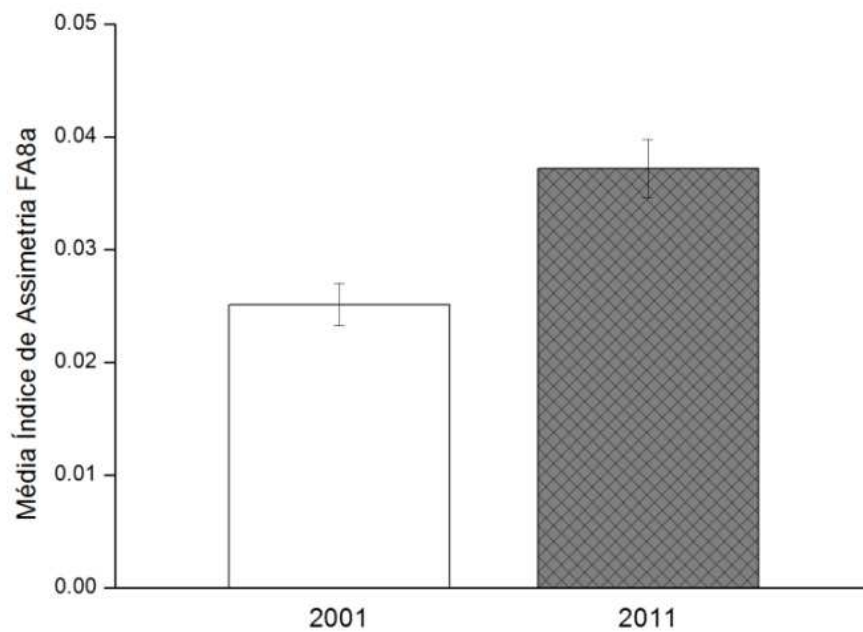


Figura 11. Médias do índice de assimetria flutuante (FA8a) dos anos 2001 e 2011 do braço (caractere mais importante da análise discriminante) de *Gymnodactylus amarali*.

O braço, a perna e o pé também foram os caracteres mais importantes para discriminar a interação entre os fatores ano e local, sendo que o primeiro discriminante linear explicou 81% da variação. Como todos os caracteres apresentaram escores positivos para esse componente linear, todos contribuem da mesma forma (mas não na mesma magnitude) para a discriminação entre os anos e locais. O segundo discriminante linear, que explicou 13% da

variação, foi influenciado principalmente pelo artelho. Esse componente linear apresentou um contraste entre artelho, perna e pé (escores positivos) contra braço e dedo (escores negativos). O terceiro discriminante linear explica apenas 5% da variação encontrada (Tabela 12).

Tabela 12. Resultados da Análise Discriminante do índice de assimetria (FA8a) em relação à interação entre ano e local de *Gymnodactylus amarali*. DL1, primeiro discriminante linear; DL2, segundo discriminante linear; DL3, terceiro discriminante linear.

Variável	DL1	DL2	DL3
Perna	20,061	12,001	3,685
Pé	12,279	5,331	29,755
Artelho	1,932	25,419	-13,836
Braço	32,981	-14,988	-14,478
Dedo	3,839	-12,645	-8,664
Varição explicada (%)	0,8108	0,1313	0,0579

Existe grande sobreposição entre as populações de 2001 e 2011. No entanto, as populações de 2011, principalmente nas ilhas, apresentam mais indivíduos com escores positivos para os dois discriminantes lineares (Figura 12). Dessa forma, os caracteres com escores positivos nos dois primeiros discriminantes lineares (Tabela 12) possuem maiores níveis de assimetria nas populações de 2011 em comparação a 2001. Os indivíduos das ilhas em 2011 apresentaram as maiores médias de assimetria para o braço (Figura 13), caractere com maior contribuição na análise discriminante (Tabela 11 e 12). Esse padrão também é observado para outros caracteres com menor importância na análise discriminante (Figura 14; Tabela 13). Como a interação entre os fatores (tempo e local) foi significativa na MANOVA (Tabela 10), não foi possível agrupar os dados das ilhas e margens para uma análise temporal.

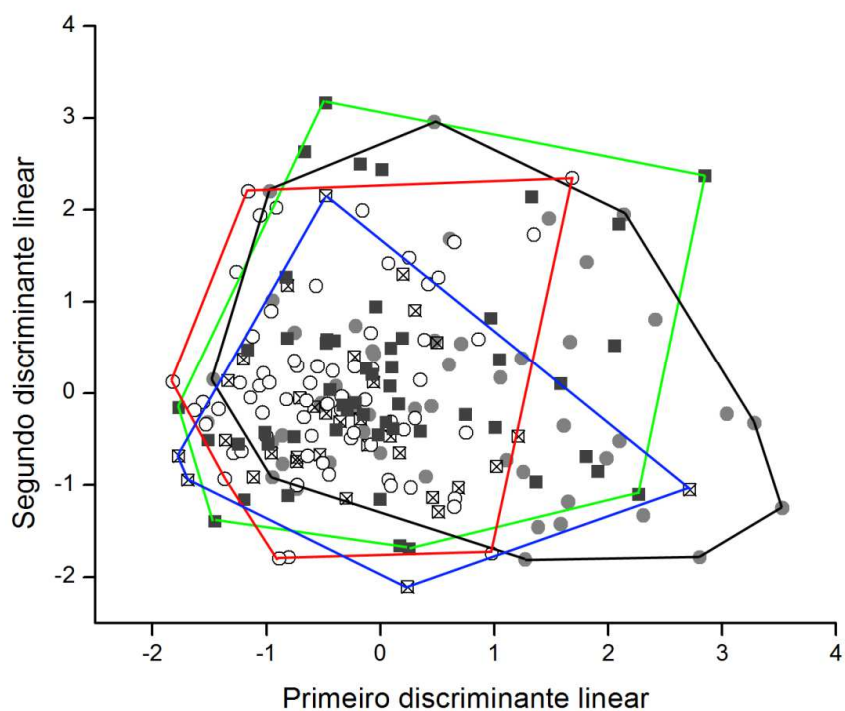


Figura 12. Análise discriminante dos índices de assimetria (FA8a) da interação ano e local de *Gymnodactylus amarali*. Escores Ilha 2001 (○, linha vermelha), Margem 2001 (□, linha azul), Ilha 2011 (●, linha preta), Margem 2011 (■, linha verde).

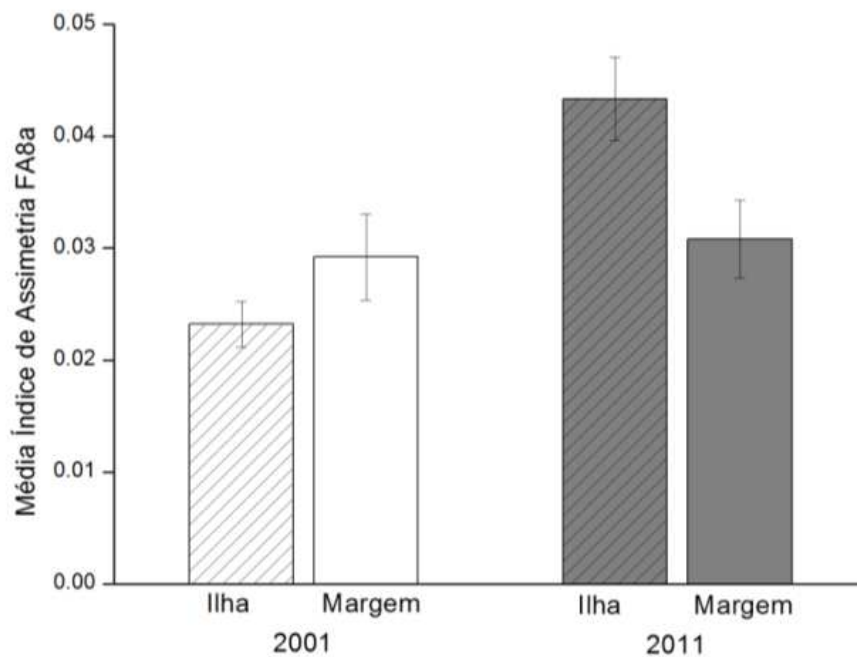


Figura 13. Médias do índice de assimetria flutuante (FA8a) das populações das ilhas e margens de 2001 e 2011 do braço (caractere mais importante da análise discriminante) de *Gymnodactylus amarali*.

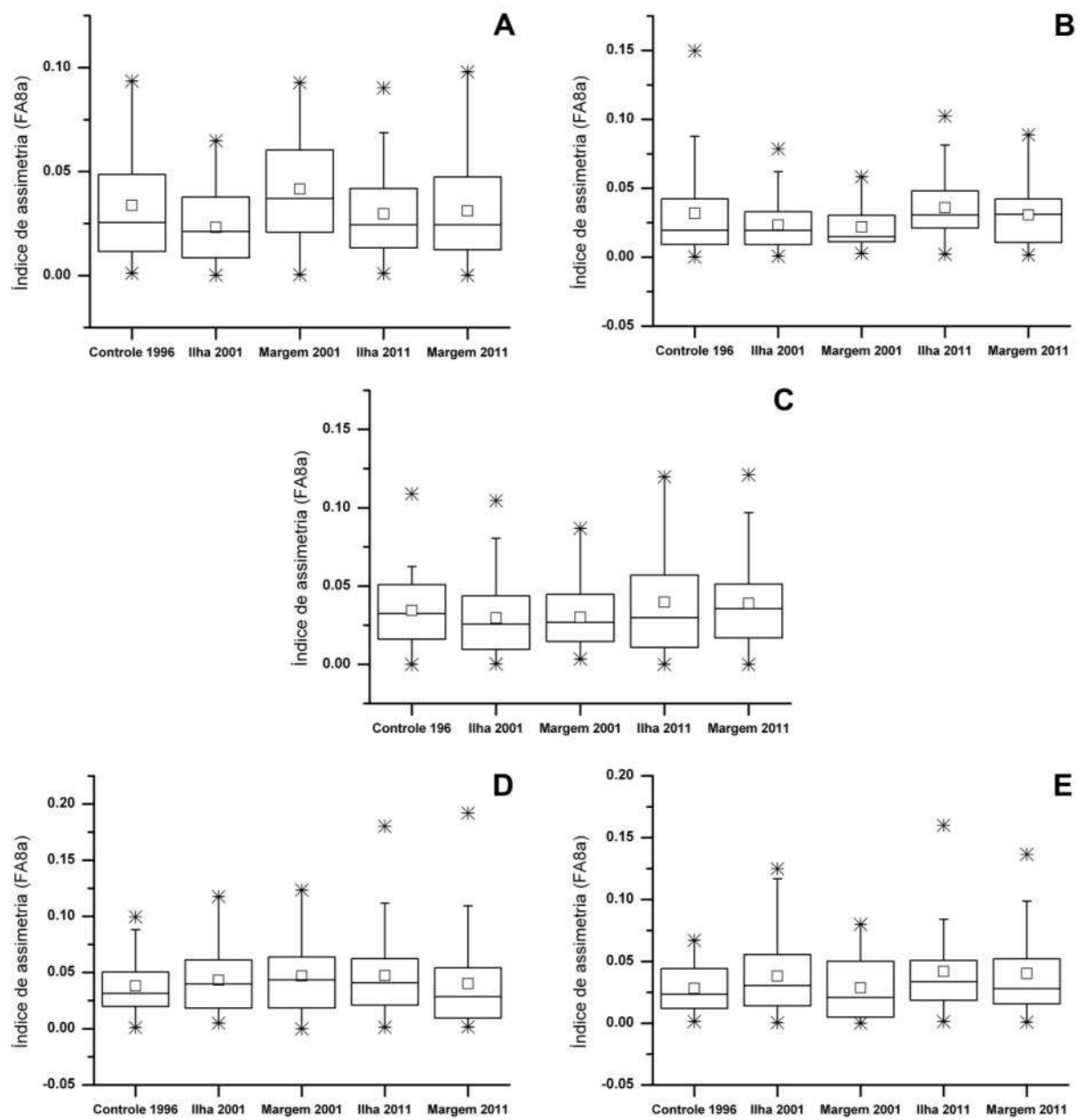


Figura 14. Distribuição do índice de assimetria flutuante (FA8a) de todas as populações de *Gymnodactylus amarali*. A, braço; B, perna; C, pé; D, dedo; E, artelho.

Tabela 13. Erro de medição (ME3), média e desvio padrão (DP) da diferença entre os lados direito e esquerdo (D-E) e do índice de assimetria FA8a de *Gymnodactylus amarali*.

Variável	Ano	Local	N	ME3 (%)	D - E (mm)		FA8a		FA10a
					Média	DP	Média	DP	
Perna	1996	Controle	30	6,59	0,118	0,731	0,032	0,032	0,399
	2001	Ilha	53	13,07	0,094	0,476	0,023	0,018	0,250
		Margem	26	9,80	-0,103	0,450	0,022	0,016	0,242
	2011	Ilha	52	10,92	0,112	0,690	0,036	0,023	0,367
		Margem	47	15,94	0,333	0,524	0,031	0,022	0,272
	Pé	1996	Controle	30	15,71	0,059	0,290	0,034	0,023
2001		Ilha	59	15,34	-0,071	0,256	0,030	0,023	0,133
		Margem	29	13,37	-0,014	0,273	0,030	0,022	0,144
2011		Ilha	52	9,89	-0,169	0,330	0,040	0,033	0,177
		Margem	48	12,35	-0,132	0,317	0,039	0,028	0,167
Artelho		1996	Controle	30	38,00	0,058	0,141	0,028	0,020
	2001	Ilha	59	15,93	0,032	0,204	0,038	0,032	0,106
		Margem	29	15,79	0,029	0,163	0,029	0,026	0,084
	2011	Ilha	52	15,83	-0,082	0,206	0,042	0,033	0,107
		Margem	48	15,18	-0,027	0,211	0,040	0,034	0,110
	Braço	1996	Controle	30	11,03	-0,291	0,455	0,034	0,025
2001		Ilha	68	13,64	0,008	0,338	0,023	0,017	0,177
		Margem	32	6,20	0,002	0,454	0,030	0,022	0,248
2011		Ilha	50	8,30	-0,049	0,625	0,042	0,026	0,338
		Margem	50	14,55	-0,161	0,471	0,031	0,025	0,245
Dedo		1996	Controle	29	28,45	-0,017	0,151	0,038	0,027
	2001	Ilha	68	24,89	0,099	0,134	0,043	0,028	0,066
		Margem	32	16,13	0,101	0,166	0,047	0,033	0,086
	2011	Ilha	50	19,87	0,030	0,177	0,047	0,037	0,090
		Margem	50	19,11	0,030	0,172	0,040	0,041	0,087

5.2.2 – *Micrablepharus maximiliani*

Todos os caracteres mensurados apresentaram assimetria maior que o erro de medição em *Micrablepharus maximiliani* (Tabela 14). Os testes para obliquidade e o teste de normalidade Shapiro-Wilk revelaram obliquidade significativa e não-normalidade da distribuição de D-E para a mandíbula da população Ilha 2001, indicando antissimetria (Tabela 15).

Tabela 14. Resultado da ANOVA de dois fatores (lado e indivíduo) das medidas repetidas dos caracteres de cada população de *Micrablepharus maximiliani*. g.l., graus de liberdade; QM, quadrado médio.

Variável	Ano	Local	Lado				Indivíduo				Interação L x I				Erro	
			QM	g.l.	F	p	QM	g.l.	F	p	QM	g.l.	F	p	QM	g.l.
Perna	1996	Controle	0.910	1	2,676	0,114	33,060	25	97,235	<0,001	0,340	25	6,800	<0,001	0,050	208
	2001	Ilha	1.470	1	4,742	0,032	49,250	78	158,871	<0,001	0,310	78	6,200	<0,001	0,050	632
		Margem	0.010	1	0,031	0,861	34,780	36	108,688	<0,001	0,320	36	2,286	<0,001	0,140	306
	2011	Ilha	0.120	1	0,571	0,464	66,730	12	317,762	<0,001	0,210	12	4,200	<0,001	0,050	104
		Margem	0.010	1	0,059	0,810	48,380	26	284,588	<0,001	0,170	26	3,400	<0,001	0,050	216
Pé	1996	Controle	0.332	1	2,635	0,116	9,469	27	75,151	<0,001	0,126	27	4,846	<0,001	0,026	224
	2001	Ilha	0.034	1	0,218	0,642	10,822	79	69,372	<0,001	0,156	79	7,800	<0,001	0,020	640
		Margem	0.007	1	0,070	0,793	7,378	37	73,780	<0,001	0,100	37	3,226	<0,001	0,031	314
	2011	Ilha	0.214	1	1,014	0,334	16,046	12	76,047	<0,001	0,211	12	9,591	<0,001	0,022	104
		Margem	0.001	1	0,006	0,936	12,325	26	80,032	<0,001	0,154	26	8,105	<0,001	0,019	216
Artelho	1996	Controle	0.047	1	0,603	0,444	4,001	27	51,295	<0,001	0,078	27	4,588	<0,001	0,017	224
	2001	Ilha	0.034	1	0,374	0,543	4,466	80	49,077	<0,001	0,091	80	5,688	<0,001	0,016	648
		Margem	0.000	1	0,002	0,964	3,048	38	61,578	<0,001	0,050	38	2,063	<0,001	0,024	322
	2011	Ilha	0.003	1	0,064	0,805	8,487	12	180,574	<0,001	0,047	12	3,917	<0,001	0,012	104
		Margem	0.126	1	3,000	0,096	5,780	25	137,619	<0,001	0,042	25	4,200	<0,001	0,010	208
Braço	1996	Controle	0.258	1	2,606	0,117	13,991	29	141,323	<0,001	0,099	29	2,676	<0,001	0,037	240
	2001	Ilha	1.192	1	12,040	0,001	21,103	85	213,162	<0,001	0,099	85	3,300	<0,001	0,030	688
		Margem	0.622	1	5,016	0,031	11,407	41	91,992	<0,001	0,124	41	2,583	<0,001	0,048	346
	2011	Ilha	0.079	1	0,523	0,481	24,714	15	163,669	<0,001	0,151	15	3,872	<0,001	0,039	128
		Margem	0.218	1	1,964	0,171	19,655	30	177,072	<0,001	0,111	30	2,581	<0,001	0,043	248
Mão	1996	Controle	0.010	1	0,119	0,733	2,376	28	29,187	<0,001	0,081	28	4,963	<0,001	0,016	232
	2001	Ilha	0.522	1	8,125	0,005	3,114	85	48,508	<0,001	0,064	85	4,309	<0,001	0,015	688
		Margem	0.353	1	4,039	0,051	1,992	41	22,788	<0,001	0,087	41	4,370	<0,001	0,020	346
	2011	Ilha	0.469	1	5,453	0,034	4,273	15	49,686	<0,001	0,086	15	7,167	<0,001	0,012	128

		Margem	0.120	1	1,212	0,280	4,342	30	43,859	<0,001	0,099	30	6,188	<0,001	0,016	248
Dedo	1996	Controle	0.051	1	0,713	0,405	0,923	29	12,902	<0,001	0,072	29	5,144	<0,001	0,014	240
	2001	Ilha	0.105	1	2,635	0,108	1,235	86	31,106	<0,001	0,040	86	3,513	<0,001	0,011	696
		Margem	0.023	1	0,806	0,375	0,869	41	30,160	<0,001	0,029	41	2,250	<0,001	0,013	346
	2011	Ilha	0.012	1	0,214	0,651	1,790	15	32,142	<0,001	0,056	15	7,141	<0,001	0,008	128
		Margem	0.024	1	0,816	0,374	1,602	30	55,628	<0,001	0,029	30	2,380	<0,001	0,012	248
Mandíbula	1996	Controle	0.002	1	0,041	0,841	3,451	29	70,429	<0,001	0,049	29	3,063	<0,001	0,016	240
	2001	Ilha	1.185	1	28,214	<0,001	5,838	88	139,000	<0,001	0,042	88	2,000	<0,001	0,021	712
		Margem	0.390	1	12,188	0,001	4,753	41	148,531	<0,001	0,032	41	1,684	0,007	0,019	346
	2011	Ilha	0.008	1	0,052	0,823	8,775	15	56,981	<0,001	0,154	15	6,160	<0,001	0,025	128
		Margem	0.013	1	0,149	0,702	5,574	30	64,069	<0,001	0,087	30	3,625	<0,001	0,024	248

Tabela 15. Resultado dos testes para antissimetria (teste t da curtose e obliquidade e teste de normalidade Shapiro-Wilk) de D-E de *Micrablepharus maximiliani*.

Variável	Ano	Local	N	(D - E)							
				Curtose			Obliquidade			Shapiro-Wilk	
				Curtose	Ts	p	Cauda	Ts	p	W	p
Perna	1996	Controle	26	1,218	1,374	0,170	-0,617	-1,354	0,176	0,949	0,218
	2001	Ilha	79	-0,448	-0,837	0,402	0,113	0,416	0,677	0,991	0,843
		Margem	39	0,115	0,155	0,877	0,304	0,804	0,422	0,982	0,790
	2011	Ilha	13	-1,295	-1,088	0,277	-0,265	-0,430	0,667	0,924	0,281
		Margem	27	-0,136	-0,156	0,876	0,678	1,513	0,130	0,945	0,159
Pé	1996	Controle	28	-0,419	-0,488	0,625	-0,221	-0,502	0,616	0,981	0,880
	2001	Ilha	81	-0,373	-0,705	0,481	0,404	1,512	0,131	0,970	0,053
		Margem	40	-0,015	-0,021	0,983	-0,150	-0,402	0,688	0,982	0,779
	2011	Ilha	13	-0,652	-0,547	0,584	-0,379	-0,614	0,539	0,923	0,276
		Margem	27	0,489	0,561	0,575	-0,702	-1,568	0,117	0,945	0,157
Artelho	1996	Controle	28	0,026	0,030	0,976	-0,089	-0,202	0,840	0,985	0,946
	2001	Ilha	81	-0,259	-0,490	0,624	0,201	0,751	0,453	0,988	0,670
		Margem	40	-0,115	-0,157	0,876	-0,057	-0,152	0,879	0,984	0,830
	2011	Ilha	13	-0,492	-0,413	0,680	-0,577	-0,937	0,349	0,945	0,527
		Margem	26	-1,140	-1,286	0,199	-0,139	-0,305	0,761	0,957	0,339
Braço	1996	Controle	30	-0,458	-0,550	0,582	0,055	0,129	0,897	0,984	0,916
	2001	Ilha	87	0,482	0,943	0,346	0,101	0,391	0,696	0,983	0,328
		Margem	43	-0,154	-0,217	0,828	0,545	1,508	0,132	0,965	0,208
	2011	Ilha	16	-0,407	-0,373	0,709	0,052	0,092	0,927	0,973	0,886
		Margem	31	-0,239	-0,291	0,771	0,002	0,005	0,996	0,973	0,596
Mão	1996	Controle	29	-0,645	-0,763	0,445	-0,291	-0,672	0,502	0,970	0,568
	2001	Ilha	87	1,058	2,070	0,039¹	-0,212	-0,820	0,412	0,987	0,574
		Margem	43	-0,566	-0,799	0,425	0,199	0,551	0,581	0,984	0,818
	2011	Ilha	16	0,096	0,088	0,930	0,082	0,146	0,884	0,974	0,897
		Margem	31	-0,518	-0,631	0,528	-0,374	-0,890	0,374	0,970	0,522
Dedo	1996	Controle	30	-0,610	-0,732	0,464	-0,023	-0,053	0,958	0,975	0,677
	2001	Ilha	87	-0,201	-0,392	0,695	-0,297	-1,151	0,250	0,986	0,476
		Margem	43	0,080	0,112	0,911	-0,462	-1,279	0,201	0,965	0,216
	2011	Ilha	16	-0,448	-0,411	0,681	-0,281	-0,499	0,618	0,953	0,531
		Margem	31	0,110	0,134	0,893	-0,251	-0,597	0,551	0,970	0,506
Mandíbula	1996	Controle	30	-0,028	-0,034	0,973	-0,165	-0,387	0,699	0,948	0,144
	2001	Ilha	89	0,640	1,267	0,205	-0,821	-3,213	0,001²	0,939	<0,001
		Margem	43	0,587	0,828	0,408	-0,151	-0,418	0,676	0,989	0,946
	2011	Ilha	16	-0,302	-0,277	0,782	0,480	0,850	0,395	0,970	0,835
		Margem	31	-0,424	-0,516	0,606	0,058	0,137	0,891	0,984	0,903

¹Não significativo após a correção de Bonferroni; ²Significativo após a correção de Bonferroni.

Os testes t pareados encontraram assimetria direcional para a esquerda nos caracteres perna, braço e mandíbula e para a direita no caractere mão (Tabela 16). Porém, em nenhum dos casos a assimetria direcional foi maior que o índice de assimetria flutuante FA4a (Tabela 16). Então, a assimetria direcional é pequena e não altera as interpretações da assimetria flutuante (Palmer & Strobeck, 2003).

Apenas a mandíbula foi retirada das análises posteriores, por apresentar possível antissimetria. A variação da assimetria dos caracteres pode ter sido influenciada pelo tamanho do caractere (Tabela 14), justificando a utilização de um índice que remova a influência do tamanho na assimetria (FA8a; Tabela 2). Foi encontrada correlação significativa apenas entre o artelho e o pé. Porém, o coeficiente de correlação foi baixo (Tabela 17), indicando fraca correlação. Dessa forma, nenhum outro caractere precisou ser removido das próximas análises.

A MANOVA de dois fatores revelou diferença entre os locais (ilhas e margens) para *Micrablepharus maximiliani* (Tabela 18). Na análise discriminante, o artelho, o dedo e a perna foram os caracteres que mais contribuíram para discriminar ilhas e margens. O discriminante linear apresentou um contraste entre a mão (score positivo) e demais caracteres (scores negativos), indicando que a mão contribuiu de forma contrária aos outros caracteres para a diferenciação entre os locais (Tabela 19).

Apesar da sobreposição entre os grupos, a frequência de indivíduos com scores negativos foi maior nas ilhas que nas margens, indicando maiores níveis de assimetria nas ilhas para os caracteres com scores negativos (Figura 15; Tabela 19), principalmente para o artelho (Tabela 19; Figura 16). A média de assimetria foi maior nas ilhas que nas margens, exceto para a mão e para o artelho em 2011 (Figura 17; Tabela 20). Como foi encontrada

diferença entre locais, os dados dos locais não puderam ser agrupados para a realização da análise temporal.

Tabela 16. Resultado dos testes para assimetria direcional (teste t pareado) da diferença D-E de *Micrablepharus maximiliani*. N, número amostral; FA4a, índice de assimetria flutuante (Palmer & Strobeck, 2003).

Variável	Ano	Local	N	FA4a	DA		
					(D - E)	Ts	p
Perna	1996	Controle	26	0,293	0,119	1,649	0,112
	2001	Ilha	79	0,281	-0,086	-2,181	0,032
		Margem	39	0,295	-0,010	-0,176	0,861
	2011	Ilha	13	0,230	-0,061	-0,769	0,457
		Margem	27	0,207	0,010	0,197	0,845
Pé	1996	Controle	28	0,179	-0,069	-1,625	0,116
	2001	Ilha	81	0,199	-0,013	-0,471	0,639
		Margem	40	0,161	0,009	0,274	0,785
	2011	Ilha	13	0,232	-0,081	-1,006	0,334
		Margem	27	0,198	-0,003	-0,065	0,949
Artelho	1996	Controle	28	0,141	-0,026	-0,776	0,445
	2001	Ilha	81	0,152	-0,013	-0,609	0,544
		Margem	40	0,111	0,001	0,041	0,968
	2011	Ilha	13	0,110	0,009	0,234	0,819
		Margem	26	0,103	0,044	1,741	0,094
Braço	1996	Controle	30	0,159	-0,059	-1,615	0,117
	2001	Ilha	87	0,159	-0,074	-3,488	0,001
		Margem	43	0,176	-0,076	-2,267	0,029
	2011	Ilha	16	0,196	-0,045	-0,725	0,480
		Margem	31	0,168	-0,053	-1,403	0,171
Mão	1996	Controle	29	0,144	0,012	0,346	0,732
	2001	Ilha	87	0,128	0,049	2,866	0,005
		Margem	43	0,148	0,057	2,027	0,049
	2011	Ilha	16	0,148	0,108	2,328	0,034
		Margem	31	0,159	0,039	1,101	0,280
Dedo	1996	Controle	30	0,135	0,026	0,844	0,405
	2001	Ilha	87	0,101	0,022	1,621	0,109
		Margem	43	0,085	0,015	0,909	0,368
	2011	Ilha	16	0,119	0,017	0,462	0,650
		Margem	31	0,086	0,017	0,904	0,373
Mandíbula	1996	Controle	30	0,112	0,005	0,190	0,851
	2001	Ilha	89	0,104	-0,073	-5,287	<0,001
		Margem	43	0,091	-0,060	-3,478	0,001
	2011	Ilha	16	0,198	-0,014	-0,232	0,820
		Margem	31	0,149	-0,013	-0,387	0,701

Tabela 17. Matriz de correlação de Pearson entre os caracteres de *Micrablepharus maximiliani*. Coeficiente de correlação r abaixo da diagonal principal; valores de p acima.

Variável	Perna	Pé	Artelho	Braço	Mão	Dedo
Perna	0	0,888	0,497	0,887	0,644	0,733
Pé	-0,010	0	0,020	0,543	0,228	0,525
Artelho	-0,051	0,170	0	0,397	0,977	0,806
Braço	0,011	0,045	-0,062	0	0,848	0,268
Mão	-0,034	-0,089	0,002	-0,013	0	0,486
Dedo	-0,025	0,047	0,018	-0,078	0,049	0

Tabela 18. Resultados da MANOVA do índice de assimetria flutuante (FA8a) em relação ao ano (2001 e 2011) e local (ilha e margem) de *Micrablepharus maximiliani*. g.l., graus de liberdade.

Fonte	g.l.	λ Wilks	F	p
Ano	1	0,952	1,424	0,208
Local	1	0,913	2,716	0,015
Interação A x L	1	0,977	0,679	0,667
Erro	175			

Tabela 19. Resultados da Análise Discriminante do índice de assimetria (FA8a) em relação ao local (ilha e margem) de *Micrablepharus maximiliani*. DL1, primeiro discriminante linear.

Variável	DL1	Média	
		Ilha	Margem
Perna	-16,125	0,026	0,020
Pé	-11,120	0,032	0,027
Artelho	-23,655	0,038	0,026
Braço	-2,205	0,023	0,021
Mão	9,491	0,038	0,042
Dedo	-18,661	0,045	0,034

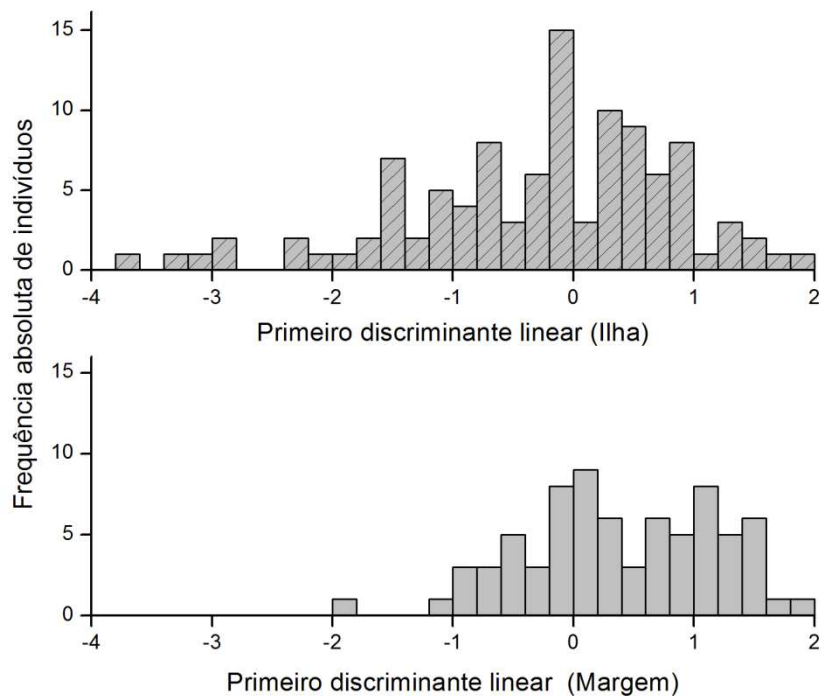


Figura 15. Distribuição dos escores da análise discriminante das ilhas e margens de *Micrablepharus maximiliani*.

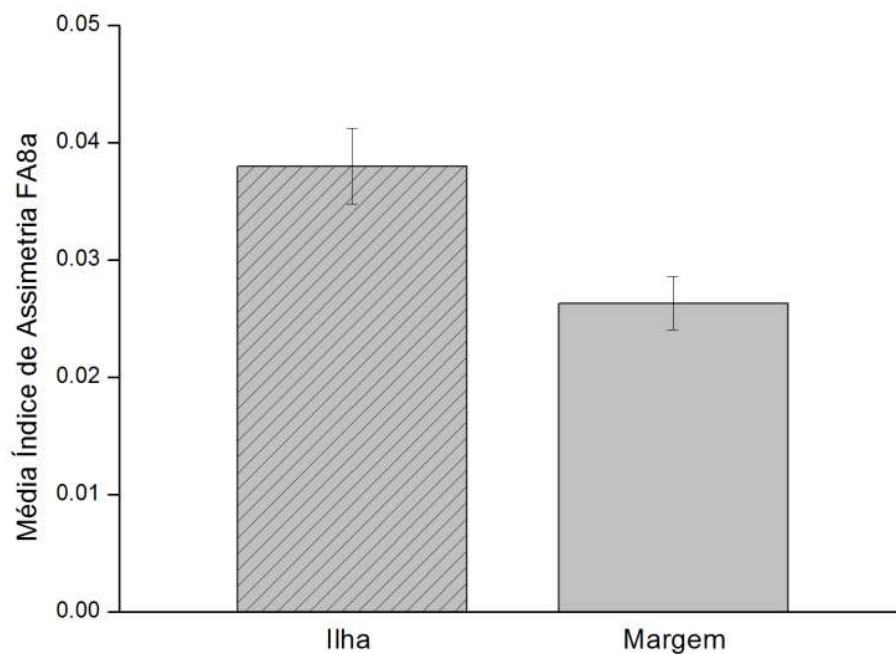


Figura 16. Médias do índice de assimetria flutuante (FA8a) das ilhas e margens reunidas dos anos de 2001 e 2011 do artelho (caractere mais importante da análise discriminante) de *Micrablepharus maximiliani*.

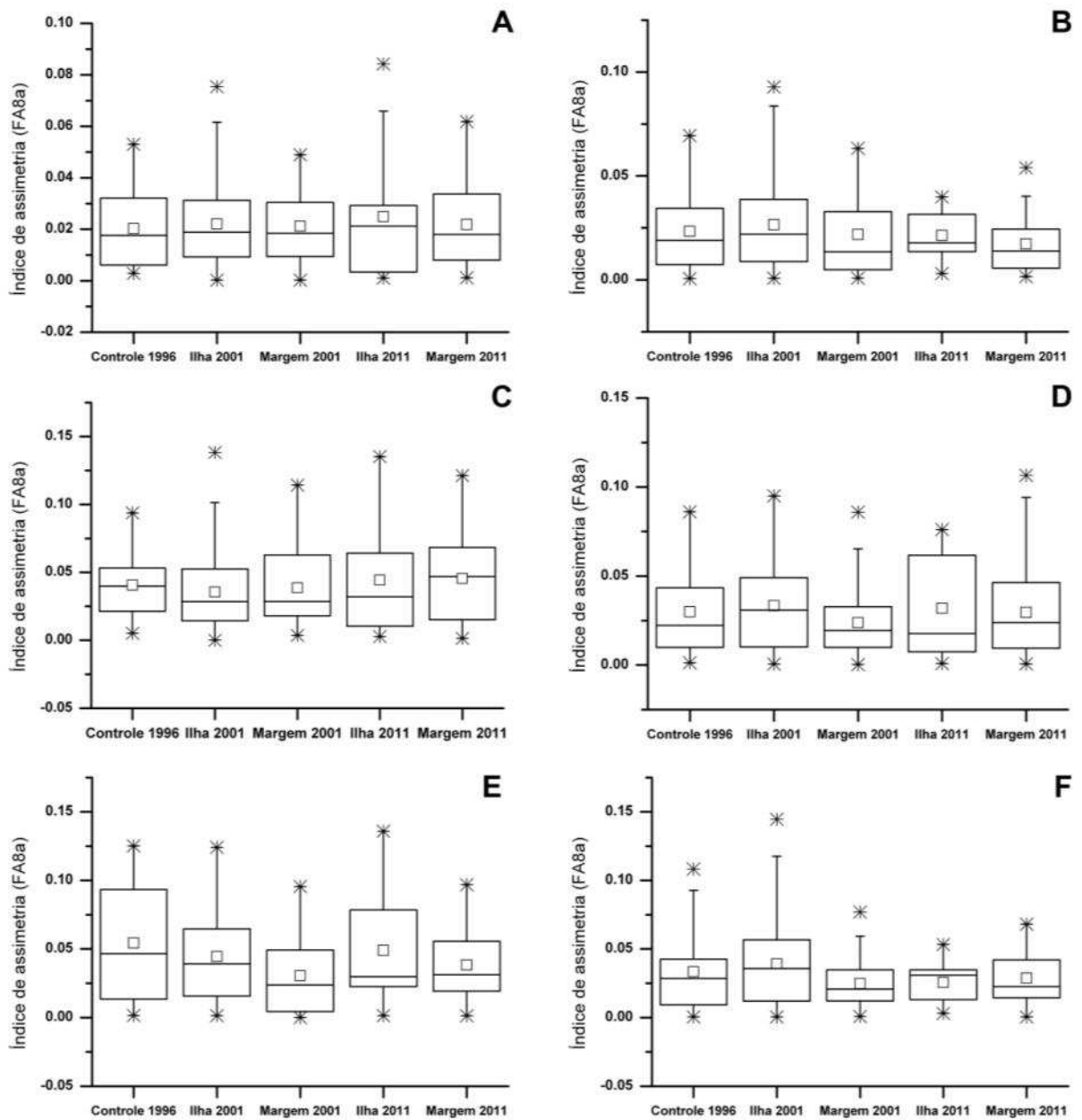


Figura 17. Distribuição do índice de assimetria flutuante (FA8a) de todas as populações de *Micrablepharus maximiliani*. A, braço; B, perna; C, mão; D, pé; E, dedo; F, artelho.

Tabela 20. Erro de medição (ME3), média e desvio padrão (DP) da diferença entre os lados direito e esquerdo (D-E) e do índice de assimetria FA8a de *Micrablepharus maximiliani*.

Variável	Ano	Local	N	ME3 (%)	D - E (mm)		FA8a		FA10a
					Média	DP	Média	DP	
Perna	1996	Controle	26	14,71	0,119	0,367	0,023	0,019	0,192
	2001	Ilha	79	16,13	-0,086	0,352	0,026	0,020	0,182
		Margem	39	43,75	-0,010	0,370	0,022	0,019	0,149
	2011	Ilha	13	23,81	-0,061	0,288	0,021	0,012	0,143
		Margem	27	29,41	0,010	0,260	0,017	0,013	0,124
Pé	1996	Controle	28	20,63	-0,069	0,224	0,030	0,023	0,113
	2001	Ilha	81	12,82	-0,013	0,250	0,033	0,024	0,132
		Margem	40	31,00	0,009	0,202	0,024	0,019	0,093
	2011	Ilha	13	10,43	-0,081	0,291	0,032	0,029	0,155
		Margem	27	12,34	-0,003	0,248	0,030	0,028	0,131
Artelho	1996	Controle	28	21,79	-0,026	0,176	0,034	0,029	0,088
	2001	Ilha	81	17,58	-0,013	0,191	0,039	0,030	0,098
		Margem	40	48,48	0,001	0,139	0,025	0,018	0,056
	2011	Ilha	13	25,53	0,009	0,137	0,026	0,016	0,067
		Margem	26	23,81	0,044	0,129	0,029	0,019	0,064
Braço	1996	Controle	30	37,37	-0,059	0,199	0,020	0,015	0,089
	2001	Ilha	87	30,30	-0,074	0,199	0,022	0,016	0,094
		Margem	43	38,71	-0,076	0,220	0,021	0,014	0,097
	2011	Ilha	16	25,83	-0,045	0,245	0,025	0,025	0,119
		Margem	31	38,74	-0,053	0,211	0,022	0,016	0,093
Mão	1996	Controle	29	20,15	0,012	0,180	0,041	0,024	0,091
	2001	Ilha	87	23,21	0,049	0,160	0,035	0,029	0,079
		Margem	43	22,88	0,057	0,185	0,039	0,028	0,092
	2011	Ilha	16	13,95	0,108	0,186	0,044	0,039	0,097
		Margem	31	16,16	0,039	0,199	0,046	0,033	0,103
Dedo	1996	Controle	30	19,44	0,026	0,169	0,054	0,041	0,086
	2001	Ilha	87	28,46	0,022	0,126	0,045	0,034	0,060
		Margem	43	44,44	0,015	0,106	0,031	0,028	0,045
	2011	Ilha	16	14,00	0,017	0,149	0,049	0,038	0,078
		Margem	31	42,01	0,017	0,107	0,038	0,026	0,046

5.2.3 – *Cnemidophorus ocellifer*

Apenas a mandíbula de *Cnemidophorus ocellifer* apresentou erro de medição significativamente maior que a assimetria (interação lado x indivíduo não significativa na ANOVA; Tabela 21). Nenhum caractere apresentou qualquer tipo de desvio da normalidade em *C. ocellifer* pelos testes de curtose, obliquidade e Shapiro-Wilk (Tabela 22).

Tabela 21. Resultado da ANOVA de dois fatores (lado e indivíduo) das medidas repetidas dos caracteres de cada população de *Cnemidophorus ocellifer*. g.l., graus de liberdade; QM, quadrado médio.

Variável	Ano	Local	Lado				Indivíduo				Interação L x I				Erro	
			QM	g.l.	F	p	QM	g.l.	F	p	QM	g.l.	F	p	QM	g.l.
Perna	1996	Controle	18,420	1	40,933	<0,001	265,010	27	588,911	<0,001	0,450	27	5,625	<0,001	0,080	224
	2001	Ilha	0,200	1	0,286	0,600	479,100	16	684,429	<0,001	0,700	16	7,000	<0,001	0,100	136
		Margem	6,200	1	7,750	0,015	476,100	14	595,125	<0,001	0,800	14	8,000	<0,001	0,100	120
	2011	Ilha	1,820	1	1,400	0,281	127,790	6	98,300	<0,001	1,300	6	7,647	<0,001	0,170	56
		Margem	1,330	1	2,660	0,124	121,270	15	242,540	<0,001	0,500	15	8,333	<0,001	0,060	128
Pé	1996	Controle	0,330	1	1,941	0,175	73,100	28	430,000	<0,001	0,170	28	5,667	<0,001	0,030	232
	2001	Ilha	0,050	1	0,179	0,678	98,940	16	353,357	<0,001	0,280	16	7,000	<0,001	0,040	136
		Margem	0,000	1	0,000	1,000	96,710	14	235,878	<0,001	0,410	14	8,200	<0,001	0,050	120
	2011	Ilha	0,980	1	1,420	0,278	37,260	6	54,000	<0,001	0,690	6	34,500	<0,001	0,020	56
		Margem	0,080	1	0,381	0,546	32,880	15	156,571	<0,001	0,210	15	7,000	<0,001	0,030	128
Artelho	1996	Controle	0,007	1	0,034	0,855	27,412	27	133,717	<0,001	0,205	27	5,125	<0,001	0,040	224
	2001	Ilha	0,220	1	0,917	0,353	38,890	16	162,042	<0,001	0,240	16	6,000	<0,001	0,040	136
		Margem	0,450	1	1,098	0,313	41,360	14	100,878	<0,001	0,410	14	13,667	<0,001	0,030	120
	2011	Ilha	0,690	1	2,500	0,165	13,751	6	49,822	<0,001	0,276	6	17,250	<0,001	0,016	56
		Margem	0,265	1	1,596	0,227	12,219	14	73,608	<0,001	0,166	14	7,905	<0,001	0,021	120
Braço	1996	Controle	1,780	1	5,742	0,023	78,970	29	254,742	<0,001	0,310	29	6,200	<0,001	0,050	240
	2001	Ilha	0,550	1	1,058	0,319	146,230	16	281,212	<0,001	0,520	16	8,667	<0,001	0,060	136
		Margem	0,260	1	0,963	0,342	122,270	15	452,852	<0,001	0,270	15	9,000	<0,001	0,030	128
	2011	Ilha	0,490	1	2,042	0,203	34,850	6	145,208	<0,001	0,240	6	12,000	<0,001	0,020	56
		Margem	0,010	1	0,036	0,852	36,890	17	131,750	<0,001	0,280	17	9,333	<0,001	0,030	144
Mão	1996	Controle	0,396	1	0,992	0,327	18,644	29	46,727	<0,001	0,399	29	13,300	<0,001	0,030	240
	2001	Ilha	0,590	1	2,269	0,151	32,860	16	126,385	<0,001	0,260	16	13,000	<0,001	0,020	136
		Margem	0,955	1	2,690	0,122	23,869	15	67,237	<0,001	0,355	15	23,667	<0,001	0,015	128
	2011	Ilha	0,429	1	1,549	0,260	10,211	6	36,863	<0,001	0,277	6	16,294	<0,001	0,017	56

		Margem	2,602	1	7,630	0,013	6,991	17	20,501	<0,001	0,341	17	24,357	<0,001	0,014	144
Dedo	1996	Controle	1,298	1	4,669	0,039	8,555	29	30,773	<0,001	0,278	29	8,176	<0,001	0,034	240
	2001	Ilha	0,039	1	0,181	0,676	13,644	16	63,460	<0,001	0,215	16	8,600	<0,001	0,025	136
		Margem	0,003	1	0,030	0,865	8,625	14	86,250	<0,001	0,100	14	7,143	<0,001	0,014	120
	2011	Ilha	0,006	1	0,029	0,871	4,309	6	20,716	<0,001	0,208	6	13,000	<0,001	0,016	56
		Margem	0,999	1	5,876	0,027	3,770	17	22,176	<0,001	0,170	17	10,625	<0,001	0,016	144
Mandíbula	1996	Controle	0,138	1	2,300	0,140	27,473	29	457,883	<0,001	0,060	29	2,857	<0,001	0,021	240
	2001	Ilha	0,272	1	6,800	0,019	31,520	16	788,000	<0,001	0,040	16	1,250	0,239	0,032	136
		Margem	0,170	1	1,063	0,320	41,740	14	260,875	<0,001	0,160	14	5,333	<0,001	0,030	120
	2011	Ilha	0,135	1	1,164	0,322	14,745	6	127,112	<0,001	0,116	6	6,105	<0,001	0,019	56
		Margem	2,795	1	12,763	0,002	18,761	17	85,667	<0,001	0,219	17	7,821	<0,001	0,028	144

Tabela 22. Resultado dos testes para antissimetria (teste t da curtose e obliquidade e teste de normalidade Shapiro-Wilk) de D-E de *Cnemidophorus ocellifer*.

Variável	Ano	Local	N	(D - E)							
				Curtose			Obliquidade			Shapiro-Wilk	
				Curtose	Ts	p	Cauda	Ts	p	W	p
Perna	1996	Controle	28	-0,010	-0,011	0,991	-0,379	-0,861	0,389	0,974	0,701
	2001	Ilha	17	-0,934	-0,878	0,380	0,513	0,934	0,351	0,929	0,212
		Margem	15	0,544	0,485	0,628	0,016	0,028	0,977	0,964	0,766
	2011	Ilha	7	-0,915	-0,576	0,565	-0,561	-0,707	0,480	0,937	0,610
		Margem	16	-1,440	-1,320	0,187	-0,158	-0,281	0,779	0,904	0,093
	Pé	1996	Controle	29	-0,732	-0,866	0,387	0,337	0,778	0,437	0,962
2001		Ilha	17	-0,732	-0,688	0,491	0,428	0,779	0,436	0,947	0,416
		Margem	15	-1,127	-1,006	0,315	0,430	0,742	0,458	0,928	0,256
2011		Ilha	7	-1,325	-0,835	0,404	-0,458	-0,577	0,564	0,875	0,204
		Margem	16	-0,280	-0,257	0,798	-0,487	-0,863	0,388	0,961	0,679
Artelho		1996	Controle	28	1,122	1,307	0,191	0,684	1,553	0,120	0,937
	2001	Ilha	17	-1,186	-1,115	0,265	0,184	0,334	0,738	0,951	0,471
		Margem	15	-0,412	-0,367	0,713	0,533	0,919	0,358	0,960	0,687
	2011	Ilha	7	-0,006	-0,004	0,997	-0,131	-0,164	0,869	0,945	0,687
		Margem	15	-1,020	-0,910	0,363	-0,147	-0,253	0,800	0,964	0,761
	Braço	1996	Controle	30	-0,482	-0,579	0,563	-0,309	-0,725	0,469	0,976
2001		Ilha	17	-1,082	-1,018	0,309	0,239	0,435	0,663	0,949	0,437
		Margem	16	-0,846	-0,776	0,438	0,213	0,378	0,705	0,978	0,943
2011		Ilha	7	-1,597	-1,006	0,314	0,042	0,054	0,957	0,873	0,198
		Margem	18	-1,016	-0,979	0,328	0,400	0,745	0,456	0,932	0,212
Mão		1996	Controle	30	-0,569	-0,683	0,495	0,269	0,630	0,529	0,970
	2001	Ilha	17	-0,764	-0,719	0,472	0,047	0,085	0,932	0,973	0,874
		Margem	16	-0,410	-0,375	0,707	-0,054	-0,095	0,924	0,981	0,974
	2011	Ilha	7	-0,957	-0,603	0,547	0,182	0,230	0,818	0,988	0,988
		Margem	18	0,141	0,136	0,892	0,474	0,884	0,376	0,949	0,412
	Dedo	1996	Controle	30	-0,112	-0,135	0,893	-0,310	-0,726	0,468	0,972
2001		Ilha	17	-0,921	-0,866	0,387	0,414	0,753	0,451	0,946	0,397
		Margem	16	-0,627	-0,575	0,565	-0,383	-0,679	0,497	0,953	0,573
2011		Ilha	7	-1,416	-0,892	0,372	-0,277	-0,348	0,727	0,897	0,313
		Margem	18	-0,449	-0,432	0,666	-0,134	-0,250	0,803	0,975	0,890
Mandíbula		1996	Controle	30	0,254	0,305	0,761	0,051	0,120	0,904	0,961
	2001	Ilha	17	-0,896	-0,843	0,399	0,109	0,198	0,843	0,978	0,942
		Margem	16	-0,583	-0,535	0,593	-0,054	-0,096	0,923	0,980	0,965
	2011	Ilha	7	-0,944	-0,595	0,552	-0,178	-0,224	0,823	0,967	0,877
		Margem	18	-0,027	-0,026	0,979	0,707	1,319	0,187	0,925	0,159

Foi encontrada assimetria direcional em quase todos os caracteres, exceto pé e artelho. Os caracteres apresentaram populações com assimetria direcional para a direita (braço, mão e dedo), para a esquerda (mandíbula) e para ambos os lados (perna). No entanto, apenas a

população Controle 1996 revelou assimetria direcional na perna maior que o índice FA4a (Tabela 23).

Tabela 23. Resultado dos testes para assimetria direcional da diferença D-E de *Cnemidophorus ocellifer*. N, número amostral; FA4a, índice de assimetria flutuante (Palmer & Strobeck, 2003).

Variável	Ano	Local	N	FA4a	DA		
					(D - E)	Ts	p
Perna	1996	Controle	28	0,340	0,513	6,367	<0,001 *
	2001	Ilha	17	0,427	-0,072	-0,554	0,588
		Margem	15	0,441	-0,407	-2,853	0,013
	2011	Ilha	7	0,577	-0,323	-1,182	0,282
		Margem	16	0,356	-0,183	-1,639	0,122
Pé	1996	Controle	29	0,207	-0,068	-1,407	0,170
	2001	Ilha	17	0,268	0,034	0,416	0,683
		Margem	15	0,325	-0,001	-0,010	0,992
	2011	Ilha	7	0,418	-0,237	-1,194	0,277
		Margem	16	0,230	-0,044	-0,611	0,550
Artelho	1996	Controle	28	0,228	0,010	0,184	0,855
	2001	Ilha	17	0,249	0,072	0,946	0,358
		Margem	15	0,322	-0,109	-1,047	0,313
	2011	Ilha	7	0,265	-0,199	-1,582	0,165
		Margem	15	0,206	-0,084	-1,265	0,227
Braço	1996	Controle	30	0,281	0,154	2,391	0,023
	2001	Ilha	17	0,370	-0,114	-1,014	0,326
		Margem	16	0,265	-0,081	-0,976	0,345
	2011	Ilha	7	0,246	-0,167	-1,440	0,200
		Margem	18	0,266	-0,014	-0,172	0,865
Mão	1996	Controle	30	0,319	0,073	0,996	0,327
	2001	Ilha	17	0,262	0,118	1,478	0,159
		Margem	16	0,301	0,155	1,641	0,122
	2011	Ilha	7	0,266	0,157	1,244	0,260
		Margem	18	0,295	0,240	2,764	0,013
Dedo	1996	Controle	30	0,266	0,132	2,161	0,039
	2001	Ilha	17	0,239	0,030	0,418	0,681
		Margem	16	0,159	-0,009	-0,184	0,856
	2011	Ilha	7	0,230	0,018	0,165	0,874
		Margem	18	0,208	0,149	2,424	0,027
Mandíbula	1996	Controle	30	0,124	-0,043	-1,513	0,141
	2001	Ilha	17	0,106	-0,080	-2,489	0,024
		Margem	16	0,204	-0,065	-1,021	0,323
	2011	Ilha	7	0,172	-0,088	-1,079	0,322
		Margem	18	0,236	-0,249	-3,573	0,002

*Assimetria direcional (D-E) maior que o índice de assimetria flutuante FA4a.

A mandíbula e a perna foram retiradas das análises posteriores, por apresentarem, respectivamente, erro de medição e assimetria direcional. É possível que a variação da assimetria dos caracteres pode tenha sido influenciada pelo tamanho do caractere (Tabela 21), justificando a utilização de um índice que remova a influência do tamanho na assimetria (FA8a; Tabela 2). Foi encontrada correlação significativa apenas entre o dedo e a mão, mas a correlação foi baixa (0,359; Tabela 24). Dessa forma, nenhum outro caractere precisou ser removido das análises posteriores.

A MANOVA de dois fatores não encontrou diferença para nenhum dos fatores (ano e local) ou interação entre eles (Tabela 25). Dessa forma, os dados das ilhas e margens foram agrupados para a análise temporal, que também não foi significativa (λ Wilks_{2, 85} = 0,88; F = 1,12; p = 0,35).

No entanto, a ANOVA revelou interação entre os fatores (ano e local) para o caractere pé (Tabela 26). A diferença ocorreu entre ilhas (com maior média de assimetria) e margens de 2011 (menor média de assimetria; Figura 18; Tabela 27). Também foi encontrada diferença entre locais (ilhas e margem) para o caractere braço (Tabela 26). Os indivíduos das ilhas apresentaram maiores índices de assimetria que a margem (Figura 19).

Os outros caracteres (artelho, mão e dedo) não apresentaram diferenças entre nenhum fator ou interação (Tabela 26), e não é possível perceber um padrão claro para eles (Figura 20). A ANOVA da análise temporal, realizada para esses caracteres, também não encontrou nenhuma diferença significativa (Artelho: $F_{2, 79} = 2,73$; p = 0,071; Mão: $F_{2, 85} = 0,21$; p = 0,814; Dedo: $F_{2, 84} = 1,20$; p = 0,305).

Tabela 24. Matriz de correlação de Pearson entre os caracteres de *Cnemidophorus ocellifer*. Coeficiente de correlação r abaixo da diagonal principal; valores de p acima.

Variável	Pé	Artelho	Braço	Mão	Dedo
Pé	0	0,079	0,292	0,353	0,330
Artelho	0,195	0	0,840	0,303	0,255
Braço	0,116	0,023	0	0,246	0,387
Mão	-0,103	-0,115	0,125	0	0,001
Dedo	-0,108	-0,127	0,094	0,359	0

Tabela 25. Resultados da MANOVA do índice de assimetria flutuante (FA8a) em relação ao ano (2001 e 2011) e local (ilha e margem) de *Cnemidophorus ocellifer*. g.l., graus de liberdade.

Fonte	g.l.	λ Wilks	F	p
Ano	1	0,921	0,862	0,513
Local	1	0,867	1,533	0,196
Interação A x L	1	0,844	1,851	0,120
Erro	54			

Tabela 26. Resultados da ANOVA do índice de assimetria flutuante (FA8a) em relação ao ano (2001 e 2011) e local (ilha e margem) de *Cnemidophorus ocellifer*. g.l., graus de liberdade; SQ, soma dos quadrados; MQ, quadrados médios.

Variável	ANOVA					
	Fonte	g.l.	SQ	MQ	F	p
Pé	Ano	1	0,000	0,000	0,067	0,797
	Local	1	0,000	0,000	0,560	0,458
	Interação A x L	1	0,002	0,002	6,393	0,015
	Erro	51	0,012	0,000		
Artelho	Ano	1	0,001	0,001	1,952	0,169
	Local	1	0,000	0,000	0,002	0,969
	Interação A x L	1	0,001	0,001	3,263	0,077
	Erro	50	0,021	0,000		
Braço	Ano	1	0,000	0,000	2,354	0,131
	Local	1	0,001	0,001	4,725	0,034
	Interação A x L	1	0,000	0,000	0,197	0,659
	Erro	54	0,010	0,000		
Mão	Ano	1	0,000	0,000	0,000	0,987
	Local	1	0,000	0,000	0,021	0,885
	Interação A x L	1	0,000	0,000	0,178	0,674
	Erro	54	0,052	0,001		
Dedo	Ano	1	0,000	0,000	0,059	0,809
	Local	1	0,003	0,003	3,163	0,081
	Interação A x L	1	0,000	0,000	0,478	0,492
	Erro	53	0,056	0,001		

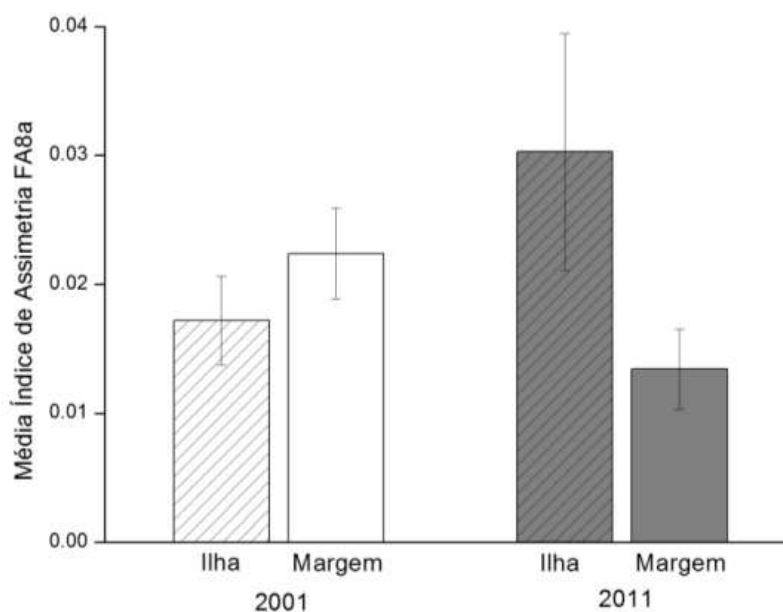


Figura 18. Médias do índice de assimetria flutuante (FA8a) das populações das ilhas e margens de 2001 e 2011 do pé de *Cnemidophorus ocellifer*.

Tabela 27. Erro de medição (ME3), média e desvio padrão (DP) da diferença entre os lados direito e esquerdo (D-E) e do índice de assimetria FA8a de *Cnemidophorus ocellifer*.

Variável	Ano	Local	N	ME3 (%)	D - E (mm)		FA8a		FA10a
					Média	DP	Média	DP	
Pé	1996	Controle	29	17,65	-0,068	0,259	0,014	0,009	0,134
	2001	Ilha	17	14,29	0,034	0,336	0,017	0,014	0,175
		Margem	15	12,20	-0,001	0,407	0,022	0,014	0,214
	2011	Ilha	7	2,90	-0,237	0,524	0,030	0,024	0,292
		Margem	16	14,29	-0,044	0,288	0,013	0,012	0,151
Artelho	1996	Controle	28	19,51	0,010	0,286	0,020	0,021	0,145
	2001	Ilha	17	16,67	0,072	0,312	0,028	0,018	0,160
		Margem	15	7,32	-0,109	0,403	0,036	0,027	0,220
	2011	Ilha	7	5,80	-0,199	0,332	0,033	0,024	0,182
		Margem	15	12,65	-0,084	0,258	0,020	0,014	0,136
Braço	1996	Controle	30	16,13	0,154	0,353	0,019	0,015	0,182
	2001	Ilha	17	11,54	-0,114	0,464	0,027	0,018	0,242
		Margem	16	11,11	-0,081	0,332	0,017	0,011	0,175
	2011	Ilha	7	8,33	-0,167	0,308	0,021	0,015	0,167
		Margem	18	10,71	-0,014	0,334	0,015	0,010	0,178
Mão	1996	Controle	30	7,52	0,073	0,399	0,043	0,032	0,217
	2001	Ilha	17	7,69	0,118	0,329	0,038	0,028	0,175
		Margem	16	4,23	0,155	0,377	0,040	0,029	0,208
	2011	Ilha	7	6,14	0,157	0,333	0,043	0,033	0,182
		Margem	18	4,11	0,240	0,369	0,037	0,035	0,204
Dedo	1996	Controle	30	12,23	0,132	0,333	0,053	0,037	0,176
	2001	Ilha	17	11,63	0,030	0,299	0,050	0,037	0,156
		Margem	16	14,00	-0,009	0,200	0,029	0,025	0,105
	2011	Ilha	7	7,69	0,018	0,288	0,048	0,033	0,156
		Margem	18	9,41	0,149	0,261	0,040	0,033	0,140

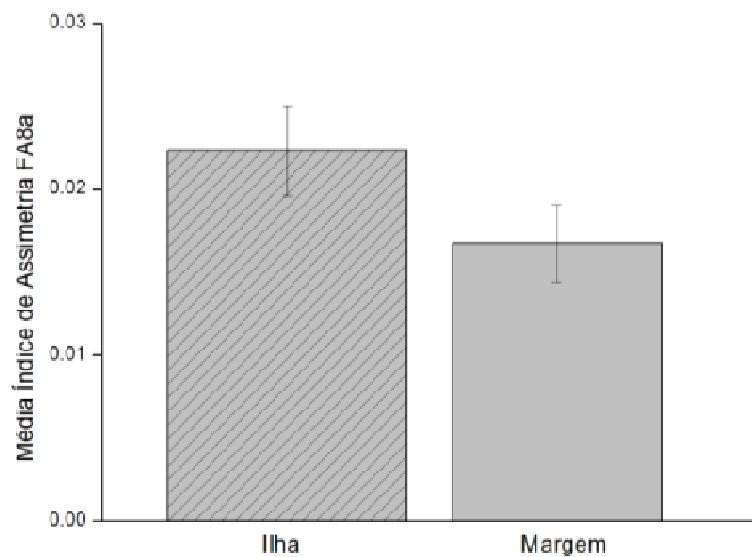


Figura 19. Médias do índice de assimetria flutuante (FA8a) das ilhas e margens reunidas dos anos de 2001 e 2011 do braço de *Cnemidophorus ocellifer*.

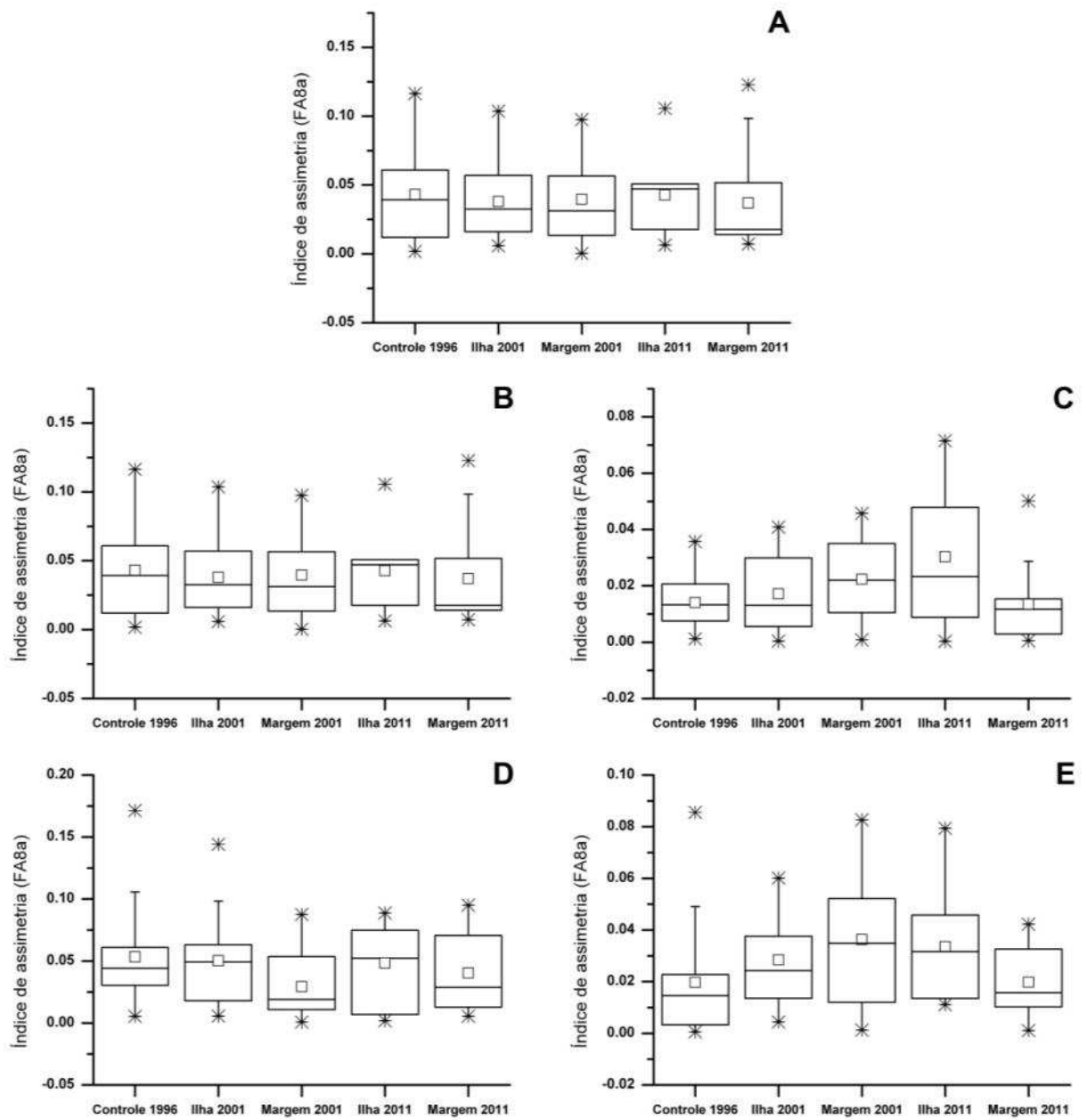


Figura 20. Distribuição do índice de assimetria flutuante (FA8a) de todas as populações de *Cnemidophorus ocellifer*. A, braço; B, mão; C, pé; D dedo; E, artelho.

5.2.4 – Comparações entre as Espécies

Os menores erros de medição são encontrados em *Cnemidophorus ocellifer* e os maiores em *Micrablepharus maximiliani*, sendo que para as três espécies, o artelho foi o caractere que apresentou maior erro de medição (38% em *Gymnodactylus amarali*, Tabela 13;

48% em *M. maximiliani*, Tabela 20; e 19% em *C. ocellifer*, Tabela 27). No entanto, o erro de medição não foi significativo em relação à assimetria flutuante para esses caracteres (Tabelas 6, 14 e 21), indicando que ele não influencia na variação da assimetria ou na interpretação de seus resultados.

Em todas as espécies, os maiores índices de assimetria FA8a foram encontrados no dedo (0,047 em *Gymnodactylus amarali*, Tabela 13; 0,054 em *Micrablepharus maximiliani*, Tabela 20; e 0,053 em *Cnemidophorus ocellifer*, Tabela 27). No entanto, para o índice FA10a, que remove o erro de medição, os maiores índices de assimetria foram encontrados na perna para *G. amarali* (0,039; Tabela 13) e *M. maximiliani* (0,192; Tabela 20) e no pé para *C. ocellifer* (0,292; Tabela 27). Os menores índices de assimetria FA8a foram encontrados na perna e no braço para todas as espécies (Tabelas 13, 20 e 27).

Para as três espécies existe uma maior frequência de indivíduos com níveis baixos de assimetria (Figuras 21, 22 e 23), como é esperado pela distribuição da assimetria flutuante em uma população (Palmer, 1994; Figura 1). No entanto, é possível perceber que, para diversos caracteres, os anos de 2001 e 2011, posteriores ao enchimento do reservatório, possuem uma maior frequência de indivíduos nas classes mais altas do índice de assimetria quando comparadas a 1996 (Figuras 21, 22 e 23).

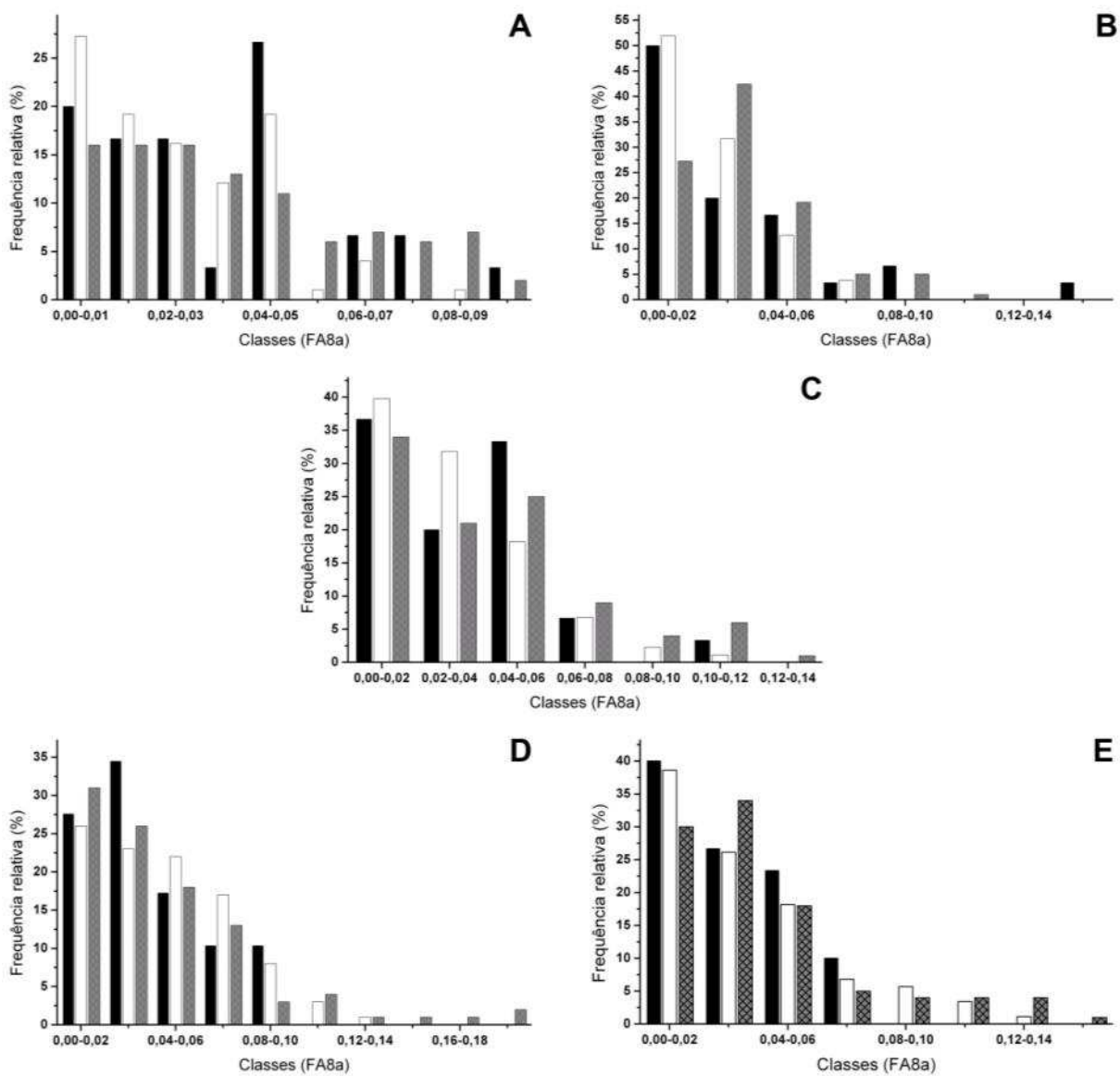


Figura 21. Distribuição da frequência dos indivíduos de *Gymnodactylus amarali* em classes do índice de assimetria FA8a. Preto, 1996; Branco, 2001; Cinza, 2011; A, braço; B, perna; C, pé; D, dedo; E, artelho.

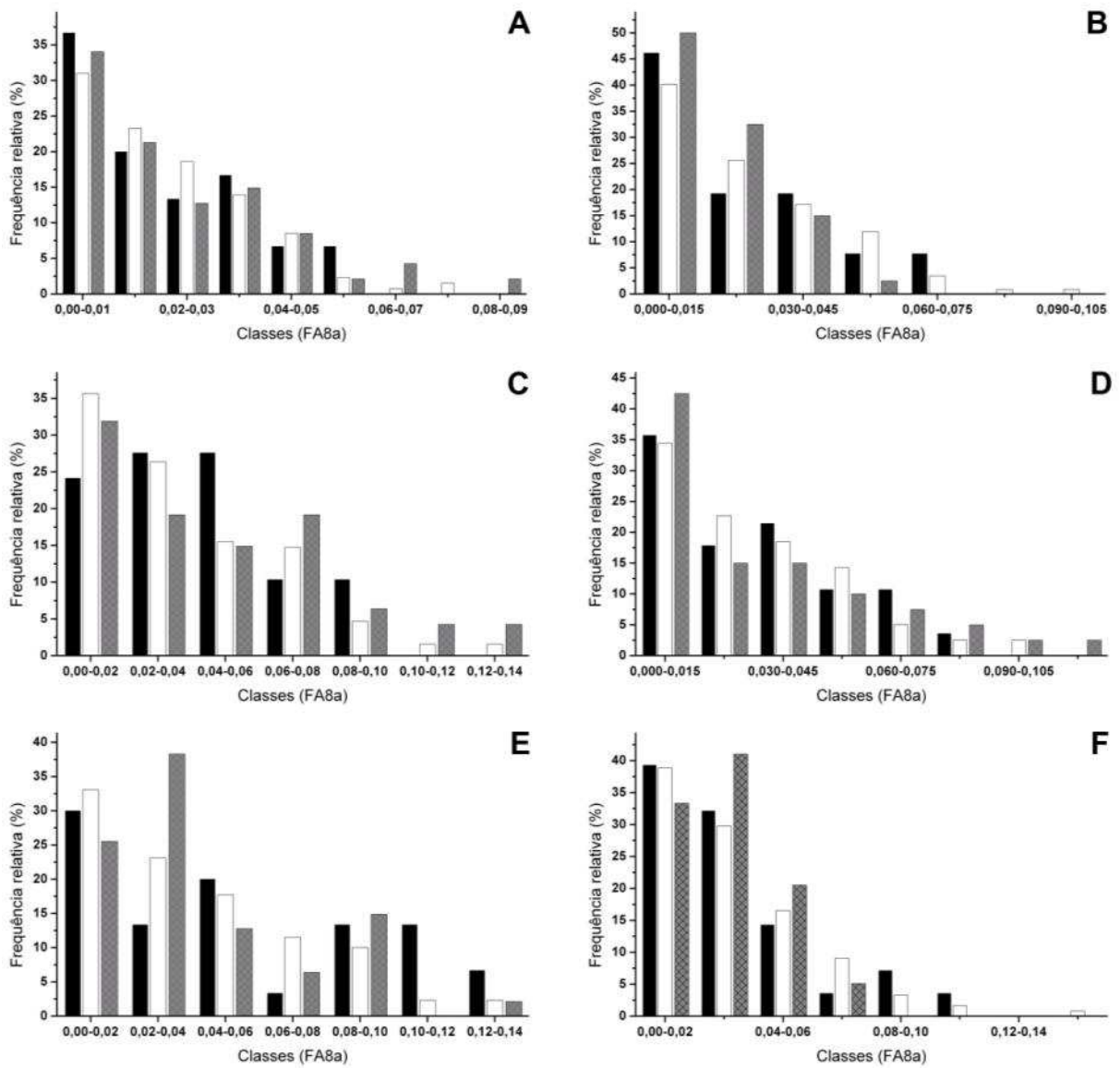


Figura 22. Distribuição da frequência dos indivíduos de *Micrablepharus maximiliani* em classes do índice de assimetria FA8a. Preto, 1996; Branco, 2001; Cinza, 2011; A, braço; B, perna; C, mão; D, pé; E, dedo; F, artelho.

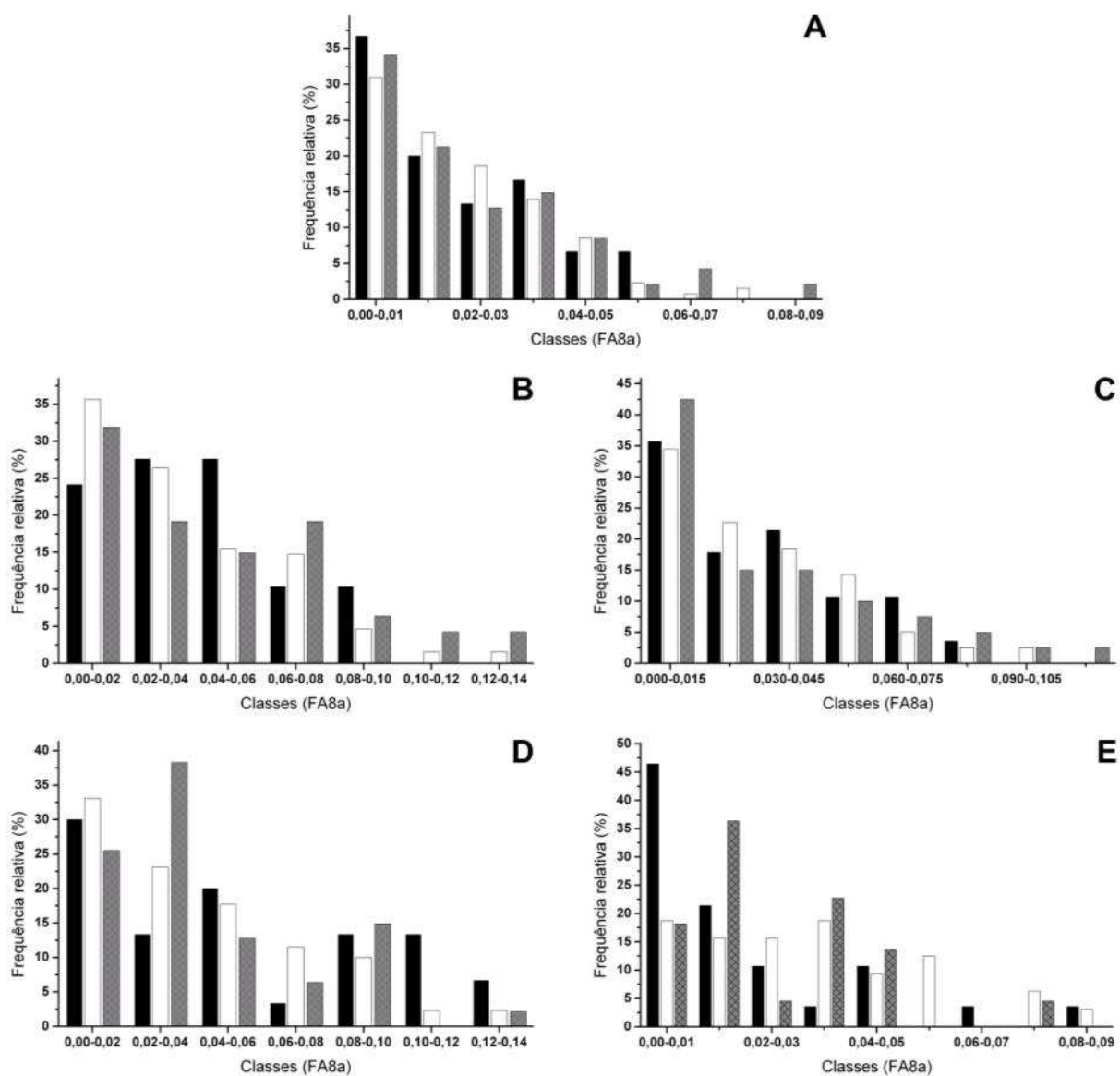


Figura 23. Distribuição da frequência dos indivíduos de *Cnemidophorus ocellifer* em classes do índice de assimetria FA8a. Preto, 1996; Branco, 2001; Cinza, 2011; A, braço; B, mão; C, pé; D, dedo; E, artelho.

6 – DISCUSSÃO

6.1 – Condição Corporal

A relação linear entre massa e tamanho é um padrão conhecido na ecologia e é premissa necessária para o uso de resíduos como índices de condição corporal (Green, 2001).

Essa relação foi encontrada no presente trabalho para as três espécies. A utilização de resíduos

da regressão linear como índice de condição corporal permite uma fácil interpretação dos resultados, uma vez que os indivíduos que apresentam resíduos abaixo da reta de regressão (valores negativos) possuem condição corporal pior que a esperada para a população, pois estão abaixo do peso previsto para determinado tamanho, enquanto resíduos acima da reta (valores positivos) indicam indivíduos com condição corporal melhor que a esperada para a população, pois estão acima do peso previsto (Jakob *et al.*, 1996).

Nos últimos anos, muitos estudos debateram e compararam os métodos utilizados para estimar a condição corporal (Jakob *et al.*, 1996; Kotiaho, 1999; Garcia-Berthou, 2001; Green, 2001; Shulte-Hostedde *et al.*, 2005). O uso de resíduos da regressão foi considerado o melhor índice, pois retira o efeito do tamanho corporal nos resultados, permite uma fácil interpretação biológica e permite o uso de análises simples (Jakob *et al.*, 1996).

Posteriormente, essa metodologia foi alvo de algumas críticas, principalmente porque a maioria dos estudos que a utilizavam violava algumas premissas necessárias para o uso desse método, aumentando os erros estatísticos dos tipos I e II (Kotiaho, 1999; Green, 2001). No entanto, um estudo posterior mostrou que os resíduos de uma regressão linear pelo método de mínimos quadrados ordinários podem ser utilizados como legítimos estimadores da condição corporal, mesmo quando algumas premissas descritas por Green (2001) são violadas, desde que não seja assumido que a condição observada reflita necessariamente a quantidade de reserva de gordura do indivíduo, e sim um conjunto de componentes corporais (Shulte-Hostedde *et al.*, 2005).

A condição corporal seguiu um padrão temporal semelhante para as três espécies. Em 1996, antes do enchimento do reservatório, a maioria dos indivíduos possuía condição corporal melhor que a prevista pela reta de regressão (valores positivos dos resíduos). Em 2001, três anos após o completo enchimento, ela diminuiu muito e os índices foram negativos

para grande parte dos indivíduos. Em 2011, a condição corporal parece estar aumentando, se aproximando dos níveis encontrados em 1996. Essa brusca diminuição na qualidade corporal três anos após o enchimento do reservatório pode ter sido uma resposta ao adensamento de espécies nas áreas que não foram alagadas (Brandão 2002; Santoro 2012).

Durante o enchimento de um reservatório, um grande número de animais se desloca dos vales para as áreas mais altas remanescentes (Brandão, 2002; Alho, 2011). Essa movimentação atribui, momentaneamente, valores altos de abundância e riqueza a essas áreas (Case, 1975; Sá, 1995; Terborgh *et al.*, 1997). Em 2001, as áreas amostradas em Serra da Mesa apresentaram altos valores de riqueza e abundância, tanto nas ilhas quanto na margem (Brandão, 2002). Nesse ano foram coletados 1002 lagartos nas 10 parcelas amostradas (cinco ilhas e cinco locais das margens; Brandão, 2002), enquanto em 2011, utilizando a mesma metodologia nos mesmos locais ou em locais semelhantes, foram coletados apenas 284 indivíduos (Santoro, 2012). Esses valores sugerem que em 2001 os lagartos estavam altamente adensados nas ilhas e nas margens do reservatório, podendo afetar a disponibilidade de presas, além de um incremento na frequência de encontros agonísticos.

A chegada de uma grande quantidade de animais em um território com uma comunidade já estabelecida pode modificar as relações intra e interespecíficas de competição por alimento, espaço, parceiros para reprodução, interações comportamentais, entre outros, alterando a capacidade de carga baseada na oferta de recursos ecológicos (Sá, 1995; Alho, 2011). Em Serra da Mesa, a densidade e a composição de espécies sofreram grandes modificações, alterando completamente a dinâmica do ecossistema local (Brandão, 2002). Fatores densidade-dependentes, como a predação e a competição, podem ter aumentado nesses ambientes (Brandão, 2002), possivelmente alterando a pressão sobre os recursos disponíveis.

A condição corporal está diretamente relacionada à disponibilidade de recursos (Shine & Madsen, 1997; Wikelski & Trillmich, 1997), à densidade populacional e ao consequente aumento da competição (Kirk & Goslet, 1994). O Cerrado possui uma grande capacidade de suporte, e a disponibilidade de alimentos não é normalmente um recurso limitante para lagartos, nem mesmo para forrageadores do tipo senta-e-espera, visto que eles acumulam gordura inclusive durante a seca, quando a disponibilidade de insetos é baixa (Colli *et al.*, 1997). No entanto, mesmo que o ambiente tenha uma alta capacidade de suporte e que as populações apresentem alta abundância (Brandão, 2002), não significa que os indivíduos estejam em boa qualidade, como foi mostrado pela queda na condição corporal.

Após algum tempo, as comunidades voltam a se estabilizar e as densidades populacionais retomam padrões semelhantes aos anteriores (Schmiegelow *et al.*, 1997; Alho, 2011). Apesar da fauna de lagartos encontrada em 2011 ainda estar aparentemente adensada, principalmente nas ilhas, o número de espécies e a abundância total foram menores que os encontrados em 2001 (Brandão, 2002; Santoro, 2012). A diminuição da densidade em 2011 e da pressão sobre os recursos provavelmente permitiu que as espécies atualmente presentes nas ilhas e nas margens recuperassem sua condição corporal.

Para nenhuma das espécies a condição corporal foi diferente entre ilhas e margens em 2011. Uma possível explicação para esse resultado é que as ilhas e margens são semelhantes na estrutura de habitat e oferta de recursos avaliados (Santoro 2012). Além disso, a abundância entre ilhas e margens não foi diferente em 2011 (Santoro, 2012), um resultado muito diferente do encontrado em 2001 (Brandão, 2002).

Apesar das espécies apresentarem o mesmo padrão temporal na flutuação da condição corporal, algumas diferenças podem ser ressaltadas entre elas. *Gymnodactylus amarali* mostrou uma recuperação mais rápida da condição corporal, e a média de 2011 não diferiu da

média de 1996. *G. amarali* é um lagarto endêmico do Cerrado altamente especialista na dieta e no microhabitat (Colli *et al.*, 2003; Vanzolini, 2005; Vitt *et al.*, 2007). Por viver em cupinzeiros e afloramentos rochosos e apresentar dieta composta quase exclusivamente por cupins (Colli *et al.*, 2003; Vanzolini, 2005; Vitt *et al.*, 2007), é razoável acreditar que esta espécie experimenta condições ambientais mais estáveis e previsíveis quando comparada a *Cnemidophorus ocellifer* e *Micrablepharus maximiliani*, que apresentam hábitos de forrageamento mais ativos (Mesquita & Colli 2003; Mesquita *et al.* 2006). Sua presença no Cerrado é restrita a ambientes que contenham esses recursos (Vitt *et al.*, 2007).

Em Serra da Mesa, esses animais eram encontrados primordialmente dentro de cupinzeiros, recurso altamente disponível e estável nas ilhas e ao longo da margem do reservatório (Brandão, 2002; Santoro, 2012). Essa espécie conseguiu se estabelecer bem na região, sendo a espécie com maior abundância nas ilhas e margens (Santoro, 2012), com indivíduos apresentando condição corporal positiva.

Micrablepharus maximiliani apresentou uma melhor recuperação na condição corporal nas margens que nas ilhas. A média da condição corporal das ilhas em 2001 não diferiu das ilhas em 2011, porém as margens foram diferentes entre os anos. Essa espécie foi a única que apresentou diferença entre ilhas e margens em 2001, possuindo melhor condição corporal nas ilhas.

A disponibilidade de recursos é semelhante entre as ilhas e as margens amostradas (Santoro, 2012). Dessa forma, outros fatores, como relações inter ou intraespecíficas, podem ter influenciado a diferença na abundância (menor nas margens; Brandão, 2002) e na condição corporal desses lagartos nas ilhas e margens. Esse resultado pode ser uma resposta, por exemplo, à redução do número de predadores nas ilhas de Serra da Mesa observada em 2001 (Brandão, 2002), padrão também encontrado em outros estudos em ilhas (Terborgh *et*

al., 1997; Cosson *et al.*, 1999). Pouco ainda se sabe sobre a ecologia de *Micrablepharus maximiliani* (Mesquita *et al.*, 2006), dificultando a interpretação dos resultados.

A condição corporal de *Cnemidophorus ocellifer* não foi significativamente diferente entre 2001 e 2011. No entanto, as médias de 2011, principalmente das ilhas, foram maiores. O padrão normalmente observado em ilhas é que as espécies mais generalistas, originalmente mais abundantes e de maior porte, são as que geralmente sobrevivem nesses fragmentos (Terborgh *et al.*, 1997; Cosson *et al.*, 1999). Entretanto, em Serra da Mesa, ocorreu o contrário: as espécies de maior porte, numericamente dominantes antes do enchimento e de distribuição ampla, apresentaram grande queda na abundância, com algumas extinções locais (Brandão, 2002).

Cnemidophorus ocellifer foi uma das espécies cuja abundância nas ilhas diminuiu consideravelmente após o enchimento do reservatório, porém, ela ainda foi encontrada em três das cinco ilhas amostradas em 2001 (Brandão, 2002). Em 2011, ela foi encontrada em apenas uma ilha (Santoro, 2012). É possível que nessa ilha onde a espécie é encontrada, ainda existam condições necessárias para a sua existência, não só de recursos físicos, mas interações intra e interespecíficas que permitem a sua presença e uma alta condição corporal. A condição corporal positiva encontrada nos indivíduos dessa ilha, inclusive maior que os indivíduos das margens, pode ser um indicativo que a espécie conseguiu se estabelecer nesse local.

6.2 – Assimetria Flutuante

No presente trabalho foram utilizados sete caracteres para avaliar a assimetria flutuante de três espécies de lagartos. Porém, as análises não foram realizadas com todos os caracteres porque alguns apresentaram problemas que podem alterar a interpretação da

variação da assimetria, como a presença de assimetria direcional, antissimetria e alto erro de medição (Palmer & Strobeck, 2003). Para todas as espécies a mandíbula foi excluída, pois apresentou alto erro de medição e antissimetria. Além da mandíbula, a mão de *Gymnodactylus amarali* foi excluída por apresentar assimetria direcional e antissimetria e a perna de *Cnemidophorus ocellifer* por apresentar assimetria direcional.

A literatura da assimetria flutuante aumentou muito na década de 1990 e acredita-se que muitos resultados descritos podem ser falsos-positivos por falta de cuidados na medição e no tratamento dos dados, o que alimentou críticas quanto ao seu uso como estimador da instabilidade do desenvolvimento (Clarke, 1998; Palmer, 2000; Palmer & Strobeck, 2003; Dongen, 2006). Apesar de ter sido observado um declínio nos estudos desse tipo de assimetria partir de 1999 (Dongen, 2006), estudos relevantes buscando o aperfeiçoamento e a padronização das metodologias de medição e análise foram realizados nos anos posteriores (Palmer & Strobeck, 2003; Tomkins & Simmons, 2003; Knierim *et al.*, 2007).

Algumas questões a respeito da relação entre a assimetria flutuante e a instabilidade do desenvolvimento ainda não estão bem resolvidas (ver Dongen, 2006). No entanto, a assimetria flutuante tem um alto potencial como indicador do bem-estar dos animais, então mais estudos de validação dos métodos e estudos aplicados devem ser realizados (Knierim *et al.*, 2007). Quando cuidados como os descritos aqui são tomados durante as medições e análises (ex. repetição das medições, inspeção dos *outliers* e exclusão dos caracteres com alto erro e que apresentam assimetria direcional ou antissimetria), a assimetria flutuante permanece uma ferramenta útil e confiável, além de barata, para inferir a instabilidade do desenvolvimento dos indivíduos de uma população (Palmer & Strobeck, 2003; Knierim *et al.*, 2007).

Para as espécies *Gymnodactylus amarali* e *Cnemidophorus ocellifer* foi encontrada diferença no índice de assimetria flutuante entre 2001 e 2011, sendo que essa diferença

ocorreu principalmente pelo aumento da assimetria nas ilhas em 2011. Para *G. amarali*, o braço, a perna e o pé foram os caracteres mais importantes nessa diferenciação, ou seja, foram os caracteres que apresentaram maiores níveis de assimetria em 2011, principalmente nas ilhas.

Em *Cnemidophorus ocellifer*, a diferença entre ilhas e margens de cada ano foi encontrada no pé, enquanto a diferença somente entre ilhas e margens foi encontrada no braço. Dessa forma, o pé e o braço foram os caracteres que apresentaram, respectivamente, maior assimetria nas ilhas de 2011 e maior assimetria nas ilhas em geral. *Micrablepharus maximiliani* não apresentou diferença entre os anos, porém, os índices foram diferentes entre ilhas e margens. Os caracteres que mais contribuíram para essa diferenciação foram o artelho, o dedo e a perna, apresentando maiores índices de assimetria nas ilhas.

A restrição do fluxo gênico e a diminuição do tamanho populacional causados pelo isolamento aumentam a chance de endocruzamento, a diminuição da heterozigose e a probabilidade de perda de diversidade genética devido à deriva, seja por efeito gargalo ou efeito fundador (Wayne *et al.*, 1992). Esses fatores diminuem a estabilidade do desenvolvimento dos indivíduos das populações isoladas, aumentando os níveis de assimetria flutuante (Leary & Allendorf, 1989; Parsons, 1990; Clarke *et al.*, 1992).

Populações com variação genética reduzida que passaram por estresses genéticos, como efeitos gargalo, efeito fundador ou perda de heterozigose, apresentam maiores níveis de assimetria flutuante. Esses estresses genéticos, muitas vezes em decorrência de algum estresse ambiental, diminuem a estabilidade do desenvolvimento e possuem efeitos cumulativos (Leary *et al.*, 1985; Wayne *et al.*, 1986; Parsons, 1992; Vøllestad *et al.*, 1999).

As três espécies estudadas revelaram um aumento dos índices de assimetria flutuante nas ilhas, sendo que para duas espécies (*Gymnodactylus amarali* e *Cnemidophorus ocellifer*)

ocorreu um aumento também em relação ao tempo após o enchimento. Esse resultado pode ser um efeito do isolamento das populações causado pelo enchimento do reservatório e suas consequências genéticas.

Frankham (1997) mostrou que a maioria dos estudos que compararam populações de ilhas e continente encontrou menor variação genética nas ilhas, com uma redução média de 29%. Os efeitos genéticos da fragmentação muitas vezes dependem do tempo desde o distúrbio inicial (Ewers & Didham, 2006). A história natural, a densidade populacional e o tempo de geração das espécies afetadas são fatores que influenciam no tempo de resposta a esse tipo de distúrbio (Ewers & Didham, 2006; McCoy *et al.*, 2010).

Nas ovelhas selvagens *Ovis canadensis nelsoni* da Califórnia, encontrou-se uma redução de 15% da diversidade genética em 40 anos de isolamento, com uma taxa de perda de diversidade de 0,4% ao ano (Epps *et al.* 2005). Em lagartos, que no geral possuem gerações entre 1,5 a dois anos (Durham, 1981, 1982), bem mais curtas que mamíferos médios, essa redução pode ocorrer ainda mais rapidamente. Assim, é possível que em 13 anos de isolamento tenha ocorrido uma perda considerável na variabilidade genética nas populações de lagartos isoladas em Serra da Mesa. No entanto, essa sugestão não pode ser confirmada, pois ainda não foram realizados estudos genéticos com tais populações.

Diversos estudos mostram que a fragmentação altera os níveis de assimetria flutuante. Os lagartos australianos *Trachydosaurus rugosus* de ilhas oceânicas apresentam caracteres com maior assimetria flutuante em algumas das ilhas estudadas, sendo que quanto maior o tamanho das ilhas, menor a assimetria flutuante (Sarre & Dearn, 1991). Resultados semelhantes foram encontrados para os geconídeos *Oedura reticulata* e *Gehyra variegata* de remanescentes de fragmentos florestais (Sarre, 1996). A assimetria flutuante das patas dos esquilos *Sciurus vulgaris* foi maior nas populações presentes em bosques fragmentados que

nas áreas florestais contínuas da Europa (Wauters *et al.*, 1996). No Brasil, uma comunidade de aves da Mata Atlântica revelou maiores níveis de assimetria flutuante, nas asas e nos tarsos, em áreas fragmentadas em comparação a ambientes florestais contínuos, sendo que foi encontrada uma correlação negativa entre a assimetria flutuante e o tamanho do fragmento (Anciães & Marini, 2000).

Lagartos são animais com baixa capacidade de dispersão através da água (Cosson *et al.*, 1999; Foufopoulos & Ives, 1999). Não foram realizados testes para avaliar a dispersão desses animais em Serra da Mesa, mas acredita-se que os lagartos que se estabeleceram nas ilhas não conseguem dispersar ou o fazem muito raramente, pois possuem tamanho corporal pequeno, não possuem adaptações morfológicas para natação e pertencem a gêneros típicos de áreas secas da América do Sul (Brandão, 2002). Além disso, a distância entre as ilhas é grande e o reservatório apresenta águas fortemente agitadas por ventos constantes, além da presença de peixes predadores, como tucunarés (*Cichla* spp.). O aumento da assimetria flutuante nas ilhas encontrado no presente estudo e as altas taxas de extinção que ocorreram em algumas ilhas também sugerem uma baixa dispersão dos indivíduos entre as áreas amostradas (Foufopoulos & Ives, 1999; Santoro, 2012). Dessa forma, acredita-se que as populações das ilhas de Serra da Mesa encontram-se isoladas, de forma que o fluxo gênico é inexistente ou muito baixo entre as ilhas e entre as ilhas e a margem do lago.

Segundo Sumner *et al.* (2004), para a detecção da diminuição de diversidade genética em lagartos seriam necessárias nove a 12 gerações, ainda que ocorram modificações na variabilidade genética antes desse tempo. No entanto, a assimetria flutuante é um estimador de estresse que consegue detectar problemas ambientais e genéticos antes deles afetarem as populações mais seriamente (Leary & Allendorf, 1989; Lens *et al.*, 2002; Crnobrnja-Isailovic

et al., 2005). Dessa forma, é possível que aumentos nos níveis de assimetria flutuante sejam detectados em menos gerações, como é o caso dos lagartos de Serra da Mesa.

Não foi possível realizar uma comparação da assimetria flutuante entre os três anos amostrados, pois os dados das ilhas e margens não puderam ser reunidos por apresentarem níveis diferentes de assimetria. Entretanto, percebeu-se que, para a maioria dos caracteres das três espécies, os dados dos anos posteriores ao enchimento do reservatório, principalmente 2011, apresentam maior frequência relativa de indivíduos nas classes mais altas do índice de assimetria flutuante que os dados de 1996. Esse resultado sugere que a maioria dos indivíduos coletados antes do represamento possuíam menores níveis de assimetria, ainda que a média de alguns caracteres fosse mais alta, sugerindo que o isolamento modificou os níveis de assimetria flutuante nos lagartos de Serra da Mesa, mesmo apenas três anos após o completo enchimento do lago artificial.

Não foi encontrada alta correlação entre os caracteres para nenhuma das três espécies, indicando que eles apresentam padrões de assimetria flutuante independentes. Esse resultado pode indicar que o desenvolvimento dos caracteres ocorre em períodos diferentes (Palmer & Strobeck, 1986). Assim, a presença de assimetria flutuante em diferentes caracteres reflete a instabilidade em diferentes períodos do desenvolvimento, sendo que o estresse pode afetar as estruturas de maneira diferente (Evans *et al.*, 1995).

A assimetria flutuante em um caractere também pode refletir sua importância funcional devido à ação da seleção natural em caracteres cujo custo da assimetria é alto (Thomas, 1993; Evans *et al.*, 1995). Caracteres importantes para a seleção sexual ou para locomoção, como as asas dos passeriformes, geralmente possuem níveis mais baixos de assimetria que outros caracteres (Thomas, 1993; Anciães & Marini, 2000).

Em alguns lagartos, como *Iberolacerta monticola* e *Psammodromus algirus*, os machos com fêmures mais assimétricos atingem menores velocidades de fuga, sugerindo que esse caractere é importante para uma locomoção eficiente (Martín & López, 2001; López & Martín 2002). No presente trabalho, o dedo foi o caractere que apresentou maiores índices de assimetria flutuante para as três espécies, enquanto a perna, em *Gymnodactylus amarali* e *Micrablepharus maximiliani*, e o pé, em *Cnemidophorus ocellifer*, apresentaram os menores. O braço apresentou os segundos menores níveis de assimetria em todas as espécies. É possível que caracteres como perna, pé, braço e mão sejam mais importantes para a locomoção que dedo e artelho, aumentando o custo da assimetria para esses caracteres. Caso isso seja verdade, pode existir uma maior pressão seletiva nessas características, explicando os diferentes padrões de assimetria encontrados.

6.3 – Relação entre os Resultados da Condição Corporal e Assimetria Flutuante

A condição corporal e a assimetria flutuante apresentaram respostas diferentes para os efeitos da fragmentação, perda de habitat e isolamento populacional nas ilhas e margens de Serra da Mesa. A condição corporal se mostrou um estimador de estresse mais rápido que a assimetria flutuante, pois três anos após o enchimento do reservatório ela diminuiu consideravelmente para todas as espécies.

A condição corporal está relacionada principalmente com os recursos ambientais disponíveis, dependendo ainda da quantidade de indivíduos que utilizam esses recursos (Kirk & Goslet, 1994; Shine & Madsen, 1997; Wikelski & Trillmich, 1997). Dessa forma, em pouco tempo a condição corporal de um indivíduo pode ser modificada, pois ela depende da relação entre o tamanho e a massa corporal (Green, 2001), sendo que essa última pode variar muito e rapidamente. Já a assimetria flutuante aparece devido a problemas no controle do

desenvolvimento do organismo em decorrência de estresses ambientais e genéticos (Parsons, 1992; Zakharov, 1992). O estresse afeta todos os estágios da vida do animal, mas os estágios mais imaturos são geralmente mais sensíveis aos seus efeitos. Assim, a assimetria flutuante em caracteres morfométricos, como os utilizados no presente estudo, reflete o ambiente durante o desenvolvimento do organismo, não sofrendo modificação ao longo da vida do indivíduo, como pode ocorrer com a condição corporal (Parsons, 1992).

Apesar da análise de condição corporal oferecer uma resposta rápida aos estresses ambientais, ela é um estimador mais imediato, visto que quando a disponibilidade ou utilização de recursos volta aos padrões normais, os níveis de condição corporal dos indivíduos aumentam novamente. Assim, em 2011, a condição corporal retornou a níveis melhores que em 2001. A assimetria flutuante, por sua vez, encontra-se maior nesse ano, indicando que as populações isoladas ainda estão passando por algum tipo de estresse ou efeito de perda alélica.

O aumento da condição corporal em 2011 e a semelhança na disponibilidade de recursos e estrutura de habitat entre ilhas e margens (Santoro, 2012) sugere que os estresses que estão causando o aumento nos níveis de assimetria nas ilhas são provavelmente de origem genética em decorrência do isolamento.

Nesse estudo a assimetria flutuante mostrou-se um melhor estimador de estresse a longo prazo, uma vez que a condição corporal revelou melhores índices em 2011, enquanto a assimetria ainda indicou a presença de fatores estressantes nas populações. Além disso, ela consegue estimar, além do estresse ambiental, o estresse genético. Já a condição corporal é melhor para estudos que buscam avaliar a disponibilidade de recursos e o uso dos mesmos, em um determinado momento, pelas espécies presentes na comunidade.

A maioria dos estudos de monitoramento leva em consideração questões quantitativas a um nível mais macro, ou seja, geralmente avaliam a riqueza de uma comunidade e a abundância das espécies nela presentes (Brandão, 2002; CONSILIU, 2008; Santoro, 2012). No entanto, a presença de uma espécie em determinado local, mesmo com altos valores de abundância, não significa necessariamente que ela está em boas condições e que conseguirá se manter a longo prazo (Shafer, 1981).

Em Serra da Mesa, por exemplo, apesar de *Gymnodactylus amarali* ter apresentado uma elevada abundância em 2011 em relação a 2001 (Santoro, 2012), níveis mais altos de assimetria flutuante foram encontrados para essa espécie. Assim, acredita-se que, apesar do grande número de indivíduos, as populações de *G. amarali* ainda estão passando por algum tipo de estresse, provavelmente genético, que pode levar a problemas mais sérios no futuro. Populações podem parecer saudáveis, inclusive geneticamente, em um curto espaço de tempo após a fragmentação, mas os efeitos a longo prazo podem ser catastróficos (McCoy *et al.*, 2010).

A condição corporal e a assimetria flutuante são importantes indicadores da qualidade das populações que passaram por impactos ambientais, funcionando como bioindicadores da qualidade do ambiente em que vivem (Parsons, 1992; Wikelski & Trillmich, 1997; Anciães & Marini, 2000; Crnobrnja-Isailovic *et al.*, 2005; Amo *et al.*, 2007; Schmeller *et al.*, 2011) e podem prejudicar o *fitness* dos indivíduos sob estresse (Badyaev *et al.*, 2000; Shine *et al.* 2001; López *et al.* 2002). Além disso, esses dois estimadores são ferramentas simples, de baixo custo e que respondem relativamente rápido ao estresse. Dessa forma, com um paquímetro, um dinamômetro e mão de obra, esses estimadores qualitativos podem ser facilmente acrescentados aos estudos de monitoramento e enriquecer muito os conhecimentos sobre os efeitos dos estresses causados por impactos ambientais, desde que sejam tomados os

cuidados necessários durante as medições e análises (ver Palmer, 1994; Palmer & Strobeck, 2003). Apesar de estudos suportarem e sugerirem o uso da assimetria flutuante para o biomonitoramento (Marini & Anciães, 1998; Silva *et al.*, 2007; Schmeller *et al.*, 2011), tal ferramenta ainda é pouco utilizada na prática, como por exemplo em estudos de monitoramento e impactos ambientais realizados em consultorias ambientais.

7 – CONCLUSÃO

Os resultados mostram que a perda de área e o isolamento das populações alteraram a condição corporal e a simetria dos organismos nas áreas afetadas. Porém, a hipótese de que a condição corporal seria menor nas ilhas que nas margens porque ilhas geralmente possuem menor disponibilidade de recursos que ambientes contínuos não foi corroborada. Esse resultado pode ter ocorrido porque as margens também sofreram grandes perdas de área e de habitats em Serra da Mesa e/ou porque as ilhas e as margens amostradas apresentam oferta de recursos e estrutura de habitat semelhante (Brandão, 2002; Santoro, 2012).

A hipótese de que a condição corporal diminuiu ao longo do tempo foi corroborada em parte, pois em 2001 ocorreu uma grande queda nesse índice em relação aos valores encontrados em 1996, mas em 2011 os índices de condição corporal estão melhores, se aproximando dos níveis encontrados antes do enchimento do reservatório. Sugere-se que essa piora na condição corporal dos indivíduos de 2001 seja uma consequência do adensamento logo após o enchimento do reservatório, mas que a oferta de recursos em 2011 não seja limitante para as espécies estudadas em Serra da Mesa.

A hipótese de que a assimetria flutuante seria maior nas ilhas que nas margens foi corroborada, indicando que o isolamento pode estar causando estresses genéticos ou

ambientais que alteram a simetria dos caracteres bilaterais. Visto que a disponibilidade de recursos e a estrutura do habitat são semelhantes entre ilhas e margens (Santoro, 2012), sugere-se que os estresses que estão diminuindo a instabilidade do desenvolvimento sejam de origem genética.

Já a hipótese de que esses estresses seriam fortalecidos pelo tempo, aumentando a assimetria flutuante das populações ao longo dos anos, foi corroborada apenas para *Gymnodactylus amarali* e *Cnemidophorus ocellifer*, que apresentaram índices de assimetria mais altos em 2011 em relação a 2001. Porém, para todas as espécies a frequência de indivíduos com níveis altos de assimetria flutuante foi baixa em 1996 quando comparada aos outros anos para a maioria dos caracteres analisados, sugerindo que os efeitos da fragmentação e da perda de habitat tenham alterado os níveis de assimetria flutuante nas populações de lagartos de Serra da Mesa.

Os dois estimadores se mostraram eficientes para analisar os efeitos dos estresses em decorrência da fragmentação causada pela construção de uma usina hidroelétrica. Esse estudo mostrou que a condição corporal foi um melhor estimador dos estresses ambientais a curto prazo, enquanto a assimetria flutuante avalia melhor os estresses genéticos a longo prazo. Acredita-se que esse seja o primeiro estudo a utilizar tais estimadores de estresse no monitoramento dos impactos na fauna terrestre de uma usina hidroelétrica.

Os níveis elevados de assimetria flutuante encontrados para as espécies estudadas (que foram as mais abundantes nas ilhas e margens em 2011; Santoro 2012), sugere que as populações de lagartos de Serra da Mesa ainda estão passando por algum tipo de estresse, podendo causar problemas mais sérios para tais populações no futuro. Assim, é importante que os projetos de monitoramento levem em consideração a qualidade das populações, realizando estudos em escalas menores, em níveis populacionais e individuais. Sugere-se

fortemente o uso da assimetria flutuante e da condição corporal em estudos de monitoramento, desde que métodos de medição e análise apropriados sejam aplicados, para que a qualidade dos indivíduos e a viabilidade da população a longo prazo possam ser melhor avaliadas, principalmente quando estudos genéticos não são viáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALHO, C. J. R. Environmental effects of hydropower reservoirs on wild mammals and freshwater turtles in Amazonia: a review. **Oecologia Australis**, v. 15, n.3, p. 593-604, 2011.
- ALHO, C. J. R.; CONCEIÇÃO, P. N.; CONSTANTINO, R.; SCHNEIDER, M.; SCHLEMMERMEYER, T.; STRÜSSMAN, C.; VASCONCELLOS, L. A. S.; OLIVEIRA, D. M. M. **Fauna silvestre da região do rio Manso – MT**. Brasília: Edições IBAMA. 267 p, 2000.
- AMO, L.; LÓPEZ, P.; MARTÍN, J. Habitat deterioration affects body condition of lizards: A behavioral approach with *Iberolacerta cyreni* lizards inhabiting ski resorts. **Biological Conservation**, v. 135, p. 77 – 85, 2007.
- ANCIÃES, M.; MARINI, M. Â. The effects of fragmentation on fluctuating asymmetry in passerine birds of Brazilian tropical forests. **Journal of Applied Ecology**, v. 37, p. 1013-1028, 2000.
- ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 18/12/2011.
- BADYAEV, A. V.; ETGES, W. J.; FAUST, J. D.; MARTIN, T. E. Fitness correlates of spur length and spur asymmetry in male wild turkeys. **Journal of Animal Ecology**, v. 67, n. 6, p. 845-852, 1998.
- BADYAEV, A. V.; FORESMAN, K. R.; FERNANDES, M. V. Stress and developmental stability: vegetation removal causes increased fluctuating asymmetry in shrews. **Ecology**, v. 81, n. 2, p. 336–345, 2000.
- BALMFORD, A.; JONES, I. L.; THOMAS, A. L. R. On avian asymmetry: evidence of natural selection for symmetrical tails and wings in birds. **Proceedings of the Royal Society of London Series B**, v. 252, p. 245-251, 1993.
- BERG, O. K.; ARNEKLEIV, J. V.; LOHRMANN, A. The influence of hydroelectric power generation on the body composition of juvenile Atlantic salmon. **River Research Application**, v. 22, p. 993–1008, 2006.
- BRADSHAW, S. D.; DE'ATH, G. Variation in condition indices due to climatic and seasonal factors in an Australian desert lizard, *Amphibolurus nuchalis*. **Australian Journal of Zoology**, v. 39, p. 373–385, 1991.
- BRANDÃO, R. A.; ARAÚJO, A. F. B. Changes in anuran species richness and abundance resulting from hydroelectric dam flooding in Central Brazil. **Biotropica**, v. 40, n. 2, p. 263–266, 2008.

- BRANDÃO, R. A. **Monitoramento das populações de lagartos (Sauria) no Aproveitamento Hidrelétrico de Serra da Mesa, Minaçu, Goiás.** Tese de Doutorado. Brasília: Universidade de Brasília, 2002.
- BURGESS, R. L.; & SHARPE, D. M. **Forest island dynamics in man-dominated landscapes.** Nova York: Springer, 1981.
- CASE, T. J. Species numbers, density compensation, and colonizing ability of lizards on islands in the Gulf of California. **Ecology**, v. 56, n. 1, p. 3–18, 1975.
- CLARKE, G. M. Developmental stability and fitness: the evidence is not quite so clear. **American Naturalist**, v. 152, p. 762-66, 1998.
- CLARKE, G. M.; OLDROYD, B. P.; HUNT, P. The genetic basis of developmental stability in *Apis mellifera*: heterozygosity versus genic balance. **Evolution**, v. 46, p. 753-762, 1992.
- COLLI, G. R. Estrutura de taxocenoses de lagartos em fragmentos naturais e antrópicos de Cerrado. In: Claudino-Sales, V. **Ecossistemas Brasileiros: Manejo e Conservação.** Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, p. 171–178, 2003.
- COLLI, G. R.; MESQUITA, D. O.; RODRIGUES, P. V. V.; KITAYAMA, K. Ecology of the gecko *Gymnodactylus geckoides amarali* in a Neotropical savanna. **Journal of Herpetology**, v. 37, n. 4, p. 694–706, 2003.
- COLLI, G. R.; PÉRES Jr., A. K.; ZATZ, M. G. Foraging mode and reproductive seasonality in tropical lizards. **Journal of Herpetology**, v. 31, n. 1, p. 490-499, 1997.
- CONSILIU Meio Ambiente e Projetos. **Programa de inventariamento, monitoramento e resgate da fauna silvestre: Estudos da capacidade de suporte das áreas de interesse para a conservação da fauna UHE foz do rio claro.** Relatório Semestral, Foz do Rio Claro Energia S/A, Jul. 2008.
- CORDERO, P. J.; WETTON, J. H.; PARKIN, D. T. Extra-pair paternity and male badge size in the House Sparrow. **Journal of Avian Biology**, v. 30, p. 97–102, 1999.
- COSSON, J.; RINGUET, S.; CLAESSENS, O.; MASSARY, J. C. de; DALECKY, A.; VILLIERS, J.F.; GRANJON, L.; PONS, J. M. Ecological changes in recent land-bridge islands in French Guiana, with emphasis on vertebrate communities. **Biological Conservation**, v. 91, p. 213-222, 1999.
- CRNOBRNJA-ISAILOVIC, J.; ALEKSIC, I.; BEJAKOVIC, D. Fluctuating asymmetry in *Podarcis muralis* populations from Southern Montenegro: detection of environmental stress in insular populations. **Amphibia-Reptilia**, v. 26, p. 149-158, 2005.
- CUADRADO, M.; LOMAN, J. The effects of age and size on reproductive timing in female *Chamaeleo chamaeleon*. **Journal of Herpetology**, v. 33, n. 1, p. 6-11, 1999.
- DAVIS, T. A. Reversible and irreversible lateralities in some animals. **Behavioral Brain Sciences**, v. 2, p. 291-93, 1978.

- DIAMOND, J. M. Biogeographic kinects: estimation of relaxation times for avifauna of Southwest Pacific Islands. **Proceedings National Academy Science of U.S.A**, v. 69, p. 3199-3203, 1972.
- DOBSON, F. S., RISCH, T. S.; MURIE, J. O. Increasing returns in the life history of Columbian ground squirrels. **Journal of Animal Ecology**, v. 68, p. 73–86, 1999.
- DOBSON, F. S.; MICHENER, G. R. Maternal traits and reproduction in Richardson’s ground squirrels. **Ecology**, v. 76, p. 851–862, 1995.
- DOBSON, F. S.; MICHENER, G. R. Maternal traits and reproduction in Richardson’s ground squirrels. **Ecology**, v. 76, p. 851–862, 1995.
- DUNLAP, K. D.; MATHIES, T. Effects of nymphal ticks and their interaction with malaria on the physiology of male fence lizards. **Copeia**, v. 1993, n. 4, p. 1045-1048, 1993.
- DURHAM, A. E. Demographic and life-history variation among populations of the iguanid lizard *Urosaurus ornatus*: implications for the study of life-history phenomena in lizards. **Herpetologica**, v. 38, n. 1, p. 208-221, 1982.
- DURHAM, A. E. Populations in a fluctuating environment: the comparative population ecology of the iguanid lizards *Sceloporus merriami* and *Urosaurus ornatus*. **Miscellaneous Publications Museum of Zoology University of Michigan**, v. 158, p. 1-62, 1981.
- EPPE, C. W.; PALSBØLL, P. J.; WEHAUSEN, J. D.; RODERICK, G. K.; RAMEY II, R. R.; McCULLOUGH, D. R. Highways block gene flow and cause a rapid decline in genetic diversity of desert bighorn sheep. **Ecology Letters**, v. 8, p. 1029-1038, 2005.
- EVANS, M. R.; MARTINS, L. F. T; HALEY, M. P. Inter- and intra-sexual patterns of fluctuating asymmetry in the red-billed streamertail: should symmetry always increase with ornament size? **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 37, p. 15-23, 1995.
- EWERS, R. M.; DIDHAM, R. K. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, v. 81, p. 117-142, 2006.
- FORSMAN, A.; LINDELL, L. Trade-off between growth and energy storage in male *Vipera berus* (L.) under different prey densities. **Functional Ecology**, v. 5, n. 6, p. 717–723, 1991.
- FOUFOPOULOS, J.; IVES, A. R. Reptile extinctions on land-bridge islands: life history attributes and vulnerability to extinction. **The American Naturalist**, v.153, p. 1–25, 1999.
- FOWLER, H. G. Native fauna simplification by introduction of an exotic ant following hydroelectric dam construction in Northeastern Brazil. **Ciência e Cultura**, v. 44, p. 345-346, 1992.

- FRANKHAM, R. Do island populations have less genetic variation than mainland populations? **Heredity**, v. 78, p. 311-327, 1997.
- GARCIA-BERTHOU, E. On the misuse of residuals in ecology: testing regression residuals vs. the analysis of covariance. **Journal of Animal Ecology**, v. 70, n. 4, p. 708-711, 2001.
- GRAHAM, J. H.; FLETCHER, D.; TIGUE, J.; McDONALD, M. Growth and developmental stability of *Drosophila melanogaster* in low frequency magnetic fields. **Bioelectromagnetics**, v. 21, p. 465-72, 2000.
- GREEN, A. J. Mass/length residuals: measures of body condition or generators of spurious results? **Ecology**, v. 82, n. 5, p. 1473-1483, 2001.
- GROOM, M. J.; MEFFE, G. K.; CARROLL, C. R. **Principles of Conservation Biology**. Sunderland: Sinauer, 3ed, 2006.
- GRUBBS, F. Procedures for detecting outlying observations in samples. **Technometrics**, v. 11, p. 1-21, 1969.
- HASS, A. **Efeitos da criação do reservatório da UHE Serra da Mesa (Goiás) sobre a comunidade de aves**. Tese de doutorado. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2002.
- HOFFMANN, A. A.; PARSONS, P. A. **Evolutionary Genetics and Environmental Stress**. Oxford University Press, Oxford. 1991.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- IZECKSOHN, E.; CARVALHO-E-SILVA, S. P. **Anfíbios do Município do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2001.
- JAKOB, E. M.; MARSHALL, S. D.; UETZ, G. W. Estimating fitness: a comparison of body condition indices. **Oikos**, v. 77, n. 1, p. 61-67, 1996.
- JL, X.; QIU, Q.-B.; DIONG, C.-H. Influence of incubation temperature on hatchling success, energy expenditure for embryonic development, and size and morphology of hatchlings in the Oriental Garden Lizard, *Calotes versicolor* (Agamidae). **Journal of Experimental Biology**, v. 292, p. 649-659. 2002.
- KANEGAE, A. P.; LOMÔNACO, C. Plasticidade morfológica, reprodutiva e assimetria flutuante de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) sob diferentes temperaturas. **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 1, p. 37-43, 2003.
- KIRK, D. A.; GOSLER, A. G. Body condition varies with migration and competition in migrant and resident South American vultures. **The Auk**, v. 111, n. 4, p. 933-944, 1994.

- KOTIAHO, J. S. Estimating fitness: comparison of body condition indices revisited. **Oikos**, v. 87, n. 2, p. 399-400, 1999.
- LAURIE, W. A.; D. BROWN. Population biology of marine iguanas (*Amblyrhynchus cristatus*). Changes in annual survival rates and the effects of size, sex, age and fecundity in a population crash. **Journal of Animal Ecology**, v. 59, p. 529-544, 1990.
- LEARY, R. F.; ALLENDORF, F. W.; KNUDSEN, K. L. Developmental instability and high meristic counts in interspecific hybrids of salmonid fishes. **Evolution**, v. 39, n. 6, p. 1318-1326, 1985.
- LEARY, R. F.; ALLENDORF, F. W. Fluctuating asymmetry as an indicator of stress: implications for conservation biology. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 4, p. 214-217, 1989.
- LECK, K. N. Avian extinctions in an isolated tropical wet-forest preserve, Ecuador. **Auk**, v. 96, p. 343-352, 1979.
- LENS, L.; VAN DONGEN, S.; MATTHYSEN, E. Fluctuating asymmetry as an early warning system in the critically endangered Taita Thrush. **Conservation Biology**, v. 16, n. 2, p. 479-487, 2002.
- LENS, L.; VAN DONGEN, S.; WILDER, C. M.; BROOKS, T. M.; MATTHYSEN, E. Fluctuating asymmetry increases with habitat disturbance in seven bird species of a fragmented afro-tropical forest. **Proceedings of the Royal Society of London Series B**, v. 266, p. 1241-1246, 1999.
- LEUNG, B.; FORBES, M. R.. Fluctuating asymmetry in relation to stress and fitness: Effects of trait type as revealed by meta-analysis. **Ecoscience**, v. 3, p. 400-413, 1996.
- LEUNG, B.; FORBES, M.; HOULE, D. Fluctuating asymmetry as a bioindicator of stress: comparing efficacy of analyses involving multiple traits. **American Naturalist**, v. 155, n. 1, p. 101-115, 2000.
- LÓPEZ, P.; MARTÍN, J.. Locomotor capacity and dominance in male lizards *Lacerta monticola*: a tradeoff between survival and reproductive success? **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 77, p. 201-209, 2002.
- LÓPEZ, P.; MUÑOZ, A.; MARTÍN, J. Symmetry, male dominance and female mate preferences in the Iberian rock lizard, *Lacerta monticola*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 52, n. 4, p. 342-347, 2002.
- LOSOS, J. B. Evolution: a lizard's tale. **Scientific American**, v. 284, n. 3, p. 64-9, 2001.
- LOVEJOY, T. E.; BIERREGAARD, R. O. Jr.; RYLANDS, A. B.; MALCOLM, J. R.; QUINTELA, C. E.; HARPER, L. H.; BROWN, K. S. Jr.; POWELL, A. H.; POWELL, G. V. N.; SCHUBART, H. O. R.; HAYS, M. B. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. In: SOULÉ, M. E. **Conservation biology: The science of scarcity and diversity**. Sunderland: Sinauer Associates, p. 257-285, 1986.

- LUCENTINI, L.; CAROSI, A.; ERRA, R.; GIOVINAZZO, G.; LORENZONI, M.; MEARELLI, M. Fluctuating asymmetry in Perch, *Perca fluviatilis* (Percidae) from three lakes of the Region Umbria (Italy) as a tool to demonstrate the impact of man-made lakes on developmental stability. **Italian Journal of Zoology**, v. 65:S1, p. 445-447, 1998.
- MACARTHUR, R.H.; WILSON, E.O. **The Theory of Island Biogeography**. New Jersey: Princeton University Press, 1967.
- MARGULES, C. R.; MILKOVITS, G. A.; SMITH, G. T. Contrasting effects of habitat fragmentation on the Scorpion *Cercophonium squama* and an Amphipod. **Ecology**, v. 75, p. 2033-2042, 1994.
- MARINI, M. A.; ANCIÃES, M. Aplicações da assimetria flutuante para o biomonitoramento. *In*: WATANABE, S. **Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. Volume V. Conferências e Mesas Redondas**. Academia de Ciências de São Paulo. Águas de Lindóia, São Paulo, 1998.
- MARKOW, T. A. Evolutionary ecology and developmental instability. **Annu. Rev. Entomol**, v. 40, p. 105-120, 1995.
- MARTÍN, J.; LÓPEZ, P. Hindlimb asymmetry reduces escape performance in the lizard *Psammodromus algirus*. **Physiological and Biochemical Zoology**, v. 74, p. 619–624, 2001.
- MARTÍN, J.; LÓPEZ, P. Chemoreception, symmetry and mate choice in lizards. **Proceedings of the Royal Society of London**, v. 267, p. 1265–1269, 2000.
- MATHER, K. Genetical control of stability in development. **Heredity**, v. 7, p. 297-336, 1953.
- MCCOY, E. D.; RICHMOND, J. Q.; MUSHINSKY, H. R.; BRITT, E. J.; GODLEY, J. S. Long generation time delays the genetic response to habitat fragmentation in the threatened Florida sand skink. **Journal of Herpetology**, v. 44, n. 4, p. 641–644, 2010.
- MESQUITA, D. O.; COLLI, G. R. The ecology of *Cnemidophorus ocellifer* (Squamata, Teiidae) in a Neotropical savanna. **Journal of Herpetology**, v. 37, n. 3, p. 498–509, 2003.
- MESQUITA, D. O.; COLLI, G. R.; FRANÇA, F. G. R.; VITT, L. J. Ecology of a Cerrado lizard assemblage in the Jalapão region of Brazil. **Copeia**, v. 2006, n. 3, p. 460-471, 2006.
- MØLLER, A. P. Developmental stability and fitness: A review. **American Naturalist**, v. 149, p. 916-932, 1997.
- MØLLER, A. P.; THORNHILL, R. Bilateral symmetry and sexual selection: a meta-analysis. **The American Naturalist**, v. 151, n. 2, p. 174-192, 1998.

- MOORE, I.; LERNER, J.; LERNER, D. Relationships between annual cycles of testosterone, corticosterone, and body condition in male red-spotted garter snakes, *Thamnophis sirtalis concinnus*. **Physiological and Biochemical**, v. 73, n. 3, p. 307-12, 2000.
- MOURA-LEITE, J. C.; BÉRNILS, R.; MORATO, S. A.. Método para caracterização da herpetofauna em estudos ambientais. *In: MAIA- Manual para avaliação de impactos ambientais*. Programa de Impactos Ambientais de Barragens- PIAB, 2ª ed, p. 1-5. 1993.
- MURPHY, C. G. Determinants of chorus tenure in barking treefrogs (*Hyla gratiosa*). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 34, p. 285–294, 1994.
- NOSS, R. F. The birds of Sugarcreek, an Ohio nature reserve. **Ohio Journal of Science**, v. 81, p. 29-40, 1981.
- OLIVEIRA, F. C. G. **Avaliação preliminar de impacto ambiental sobre a fauna de pequenos mamíferos e suas taxas de infecção por *Trypanosoma cruzi* e hantavírus na área de influência da usina hidrelétrica Espora, Aporé – GO**. Dissertação de Mestrado. Universidade Católica de Goiás, 2008.
- ORIGINLAB CORPORATION. **Origin Pro 8 SR0**, <http://www.OriginLab.com>, Northampton, Estados Unidos, 2007.
- PALMER, A. R. Fluctuating asymmetry analyses: A primer. *In: MARKOW, T. A. (Ed.). Developmental Instability: Its Origins and Evolutionary Implications*. Kluwer, Dordrecht, Netherlands, v. 93, p. 335-364, 1994.
- PALMER, A. R. Quasireplication and the contract of error: lessons from sex ratios, heritabilities and fluctuating asymmetry. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 31, p. 441–480, 2000.
- PALMER, A. R. Waltzing with asymmetry. **BioScience**, v. 46, p. 518-532, 1996.
- PALMER, A.R.; STROBECK, C. Fluctuating Asymmetry Analyses Revisited. *In: POLAK, M. Developmental Instability (DI): Causes and Consequences*. Oxford: Oxford University Press, p. 279-319, 2003.
- PALMER, A.R.; STROBECK, C. Fluctuating asymmetry: measurement, analysis, patterns. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 17, n. 1986, p. 391–421, 1986.
- PARSONS, P. A. Fluctuating asymmetry: an epigenetic measure of stress. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, v. 65, p. 131-145, 1990.
- PARSONS, P. A. Fluctuating asymmetry: a biological monitor of environmental and genomic stress. **Heredity**, v. 68, p. 361-364, 1992.
- PARSONS, P. A. Maternal age and development variability. **Journal of Experimental Biology**, v. 39, p. 251-260, 1962.

- PIANKA, E. R. & VITT, L. J. **Lizards: Windows to the Evolution of Diversity**. Berkley: University of California Press, 2003.
- POTTI, J.; MONTALVO, S. Return rate, age at first breeding and natal dispersal of Pied Flycatchers *Ficedula hypoleuca*. **Ardea**, v. 79, p. 419–428, 1991.
- PRINGLE, C. M. Hydrologic connectivity and the management of biological reserves: A global perspective. **Ecological Applications**, v. 11, p. 981-998, 2001.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, <http://www.R-project.org>, Vienna, Austria, 2011.
- RICE, W. R. Analyzing tables of statistical tests. **Evolution**, v. 43, p. 223-225, 1989.
- RICKLEFS, R. E.; COCHRAN, D.; PIANKA, E. R. A morphological analysis of the structure of communities of lizards in desert habitat. **Ecology**, v. 62, p.1474-1483, 1981.
- SÁ, R. M. L. **Effects of the Samuel hydroelectric dam on mammal and bird communities in a heterogeneous Amazonian lowland forest**. Tese de Doutorado. Gainesville: University of Florida, 140 p., 1995.
- SANTORO, G. R. C. C. **Mudanças temporais, após 13 anos de insularização, em comunidades de lagartos (Squamata) em ilhas formadas por um grande reservatório no Brasil central**. Dissertação de Mestrado. Brasília: Universidade de Brasília, 2012.
- SANTOS, A. J. dos. Estimativas de riqueza em espécies. *In*: CULLEN Jr., L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Orgs). **Métodos de Estudo em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. Curitiba: Ed. Da UFPR, Fundação o Boticário de Proteção à Natureza, 2003.
- SARRE, S. & DEARN, J. D. Morphological variation and fluctuating asymmetry among insular populations of the sleepy lizard, *Trachydosaurus rugosus* Gray (Squamata: Scincidae). **Australian Journal of Zoology**, v. 39, p. 91-104, 1991.
- SARRE, S. Habitat fragmentation promotes fluctuating asymmetry but not morphological divergence in two geckos. **Researches in Population Ecology**, v. 38, p. 57-64, 1996.
- SCHMIEGELOW, F. K; MACHTANS, C. S.; HANNON, S. J. Are boreal birds resilient to forest fragmentation? An experimental study of short-term community responses. **Ecology**, v. 78, n. 6, p. 1914–1932, 1997.
- SCHULTE-HOSTEDDE, A. I.; ZINNER, B.; MILLAR, J. S.; HICKLING, G. J. Restitution of mass–size residuals: validating body condition indices. **Ecology**, v. 86, n.1, p. 155–163, 2005.
- SCIULLI, P. W.; DOYLE, N. J.; KELLEY, C.; SIEGEL, P.; SIEGEL, M. I. The interaction of stressors in the induction of increased levels of fluctuating asymmetry in the laboratory rat. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 65, p. 279-284, 1979.

- SHAFER, M. L. Minimum population sizes for species conservation. **BioScience**, v. 31, p. 131-134, 1981.
- SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, p. 591-611, 1965.
- SHINE, R.; LeMASTER, M. P.; MOORE, I. T.; OLSSON, M. M.; MASON, R. T. Bumpus in the snake den: effects of sex, size, and body condition on mortality of red-sided garter snakes. **Evolution**, v. 55, n. 3, p. 598–604, 2001.
- SHINE, R.; MADSEN, T. Prey abundance and predator reproduction: rats and pythons on a tropical Australian floodplain. **Ecology**, v. 78, n. 4, p. 1078–1086, 1997.
- SOULÉ, M. E.; YANG, S. Y.; WEILER, M.G.; GORMAN, G. C. Islands lizards: the genetic-phenetic variation correlation. **Nature**, v. 242, p. 191–193, 1974.
- SOULÉ, M. E. Phenetics of natural populations. II. Asymmetry and evolution in a lizard. **American Naturalist**, v. 101, p. 141–160, 1967.
- SOULÉ, M.; BAKER, B. Phenetics of natural populations. The population asymmetry parameter in the butterfly *Coenonympha tullia*. **Heredity**, v. 23, p. 611-614, 1968.
- SUMNER, J.; JESSOP, T.; PAETKAU, D.; MORITZ, C. Limited effect of anthropogenic habitat fragmentation on molecular diversity in a Rain Forest Skink, *Gnypetoscincus queenslandiae*. **Molecular Ecology**, v. 13, p. 259–269, 2004.
- TEMPLETON, A. R.; ROBERTSON, R. J.; BRISSON, J.; STRASBURG, J. Disrupting evolutionary processes: the effect of habitat fragmentation on collared lizards in the Missouri Ozarks. **Proceedings of the National Academy of Sciences of U.S.A.**, v. 98, n. 10, p. 5426-32, 2001.
- TEMPLETON, A. R.; SHAW, K.; ROUTMAN, E.; DAVIS, S. K. The genetic consequences of habitat fragmentation. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 77, n. 1, p. 13–27, 1990.
- TERBORGH, J. W.; LOPEZ, L.; TELLO, J.; YU, D.; BRUNI, A, R. Transitory states in relaxing ecosystems of land bridge islands. *In*: LAURENCE, W. F. and BIERREGAARD, Jr. R. O. **Tropical Forest Remnants - Ecology, Management and Conservation of Fragmented Communities**. Chicago: University of Chicago Press, p. 256-273, 1997.
- THOMAS, A. L. R. The aerodynamic cost of asymmetry on the wings and tail of birds: asymmetric birds can't fly round tight corners. **Proceedings of the Royal Society of London Series B**, v. 254, p. 181-189, 1993.
- TOWNSEND, A. C. Fluctuating dental asymmetry in Down's syndrome. **Australian Dental Journal**, v. 28, p. 39-44, 1983.

- VAN VALEN, L. A study of fluctuating asymmetry. **Evolution** , v. 16, n. 2, p. 125-142, 1962.
- VANZOLINI, P. E. On *Gymnodactylus amarali* Barbour, 1925, with the description of a new species (Sauria: Gekkonidae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v, 77, p. 595-611, 2005.
- VERVUST, B.; VAN DONGEN, S.; GRBAC, I.; VAN DAMME, R. Fluctuating asymmetry, physiological performance, and stress in island populations of the Italian wall lizard (*Podarcis sicula*). **Journal of Herpetology**, v. 42, n. 2, p. 369-377, 2008.
- VITT, L. J.; SHEPARD, D. B.; CALDWELL, J. P.; VIEIRA, G. H. C.; FRANÇA, F. G. R.; COLLI, G. R. Living with your food: Geckos in termitaria of Cantão. **Journal of Zoology**, v. 272, p. 321-328, 2007.
- VØLLESTAD, L. A.; HINDAR, K.; MØLLER, A. P. A meta-analysis of fluctuating asymmetry in relation to heterozygosity. **Heredity**, v. 83, p. 206-218, 1999.
- WADDINGTON, C. H. **Principles of Embryology**. Londres: George Allen & Unwin, 1956.
- WADDINGTON, C. H. Canalization of development and the inheritance of acquired characters. **Nature**, v. 150, p. 563-565, 1942.
- WANG, Y.; ZHANG, J.; FEELEY, K. J.; JIANG, P.; DING, P. Life-history traits associated with fragmentation vulnerability of lizards in thousand island lake, China. **Animal Conservation**, v. 12, p. 329 – 337, 2009.
- WARNER, D. A.; SHINE, R. Morphological variation does not influence locomotor performance within a cohort of hatchling lizards (*Amphibolurus muricatus*, Agamidae). **Oikos**, v. 114, p. 126–134, 2006.
- WAUTERS, L. A.; DHONDT, A. A. Lifetime reproductive success and its correlates in female Eurasian red squirrels. **Oikos**, v. 72, p. 402–410, 1995.
- WAUTERS, L. A.; DHONDT, A. A.; KNOTHE, H.; PARKIN, D. T. Fluctuating asymmetry and body size as indicators of stress in red squirrel populations in woodland fragments. **Journal of Applied Ecology**, v. 33, n. 4, p. 735-740, 1996.
- WAYNE, R. K., LEHMAN, N., ALLARD, M. W.; HONEYCUTT, R. L. Mitochondrial DNA variability of the Gray Wolf: genetic consequences of population decline and habitat fragmentation. **Conservation Biology**, v. 6, p. 559-569, 1992.
- WAYNE, R. K.; MODI, W. S.; O'BRIEN, S. J. Morphological variability and asymmetry in the cheetah (*Acinonyx jubatus*), a genetically uniform species. **Evolution**, v. 40, n. 1, p. 78-85, 1986.
- WICOLVE, D. S.; McLELLAN, C. H.; DOBSON, A. P. Habitat fragmentation in the temperate zone. *In*: SOULÉ, M. E. Conservation biology: The science of scarcity and diversity. Sunderland: Sinauer Associates, p. 257-285, 1986.

- WIKELSKI, M.; TRILLMICH, F. Body size and sexual size dimorphism in marine iguanas fluctuate as a result of opposing natural and sexual selection: an island comparison. **Evolution**, v. 51, n. 3, p. 922–936, 1997.
- WILCOX, B. A.; MURPHY, D. D. Conservation strategy: the effects of fragmentation on extinction. **The American Naturalist**, v. 125, n. 6, p. 879-887, 1985.
- WOODS, R. E.; SGRO C. M.; HERCUS, M. J.; HOFFMANN, A. A. The association between fluctuating asymmetry, trait variability, trait heritability, and stress: A multiply replicated experiment on combined stresses in *Drosophila melanogaster*. **Evolution**, v. 53, p. 493-505, 1999.
- WRIGHT, H. E. Jr. Landscape development, forest fire and wilderness management. **Science**, v. 186, p. 487-495, 1974.
- ZAKHAROV, V. M. Population phenogenetics: Analysis of developmental stability in natural populations. **Acta Zoologica Fennica**, v. 191, p. 7-30, 1992.
- ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. Nova Jersey: Prentice Hall, 5ed, 2010.
- FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 34, p. 487-515, 2003.
- TOMKINS, J. L.; SIMMONS, L. W. Fluctuating asymmetry and sexual selection: Paradigm shifts, publication bias, and observer expectation. *In*: POLAK, M. **Developmental Instability: Causes and Consequences**. Oxford: Oxford University Press, p. 231–261, 2003.
- DONGEN, S. V. Fluctuating asymmetry and developmental instability in evolutionary biology: past, present and future. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 19, n. 6, p. 1727-1743, 2006.
- KNIERIM, U.; DONGEN, S. V.; FORKMAN, B.; TUYTTENS, F. A. M.; ŠPINKA, M.; CAMPO, J. L.; WEISSENGRUBER, G. E. Fluctuating asymmetry as an animal welfare indicator — A review of methodology and validity. **Physiology & Behavior**, v. 92, n. 3, p. 398-421, 2007.
- SILVA, D. P.; VITAL, M. V. C.; de MARCO Jr, P. Assimetria flutuante como ferramenta de bioindicação: os efeitos da cidade de Manaus (AM) sobre *Erythemis peruviana* (Rambur, 1842) (Insecta: Odonata) junto à bacia do Rio Amazonas. **Anais do VIII 522 Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu, Minas Gerais, Brasil**, 2007.
- SANSEVERINO, A. M.; NESSIMIAN, J. L. Assimetria flutuante em organismos aquáticos e sua aplicação para avaliação de impactos ambientais. **Oecologia Brasileira**, v. 12, p. 382-405, 2008.
- SCHMELLER, D. S.; DOLEK, M.; GEYER, A.; SETTELE, J.; BRANDL, R. The effect of conservation efforts on morphological asymmetry in a butterfly population. **Journal for Nature Conservation**, v. 19, n. 3, p. 161-165, 2011.

ANEXO 1

Número de indivíduos coletados e utilizados nas análises de condição corporal e assimetria flutuante.

Espécie / Variável	1996	2001		2011		Total
		Ilhas	Margens	Ilhas	Margens	
Dados de Coleta						
<i>Gymnodactylus amarali</i>	127	135	58	55	53	428
<i>Micrablepharus maximiliani</i>	31	156	71	16	32	377
<i>Cnemidophorus ocellifer</i>	72	30	25	8	18	153
Condição Corporal						
<i>Gymnodactylus amarali</i>	13	108	57	52	51	281
<i>Micrablepharus maximiliani</i>	14	113	67	16	32	242
<i>Cnemidophorus ocellifer</i>	72	30	25	7	18	152
Assimetria Flutuante						
<i>Gymnodactylus amarali</i> (total)	30	70	33	53	51	237
Perna	30	53	26	52	42	203
Pé	30	59	29	52	48	218
Artelho	30	59	29	52	48	218
Braço	30	68	32	50	50	230
Mão	30	69	32	50	50	231
Dedo	30	68	32	50	50	230
Mandíbula	30	68	33	52	50	233
<i>Micrablepharus maximiliani</i> (total)	30	89	43	16	31	209
Perna	26	79	40	13	27	185
Pé	28	82	41	13	27	191
Artelho	28	81	40	13	27	189
Braço	30	88	43	16	31	208
Mão	30	88	43	16	31	208
Dedo	30	87	43	16	31	207
Mandíbula	30	89	43	16	31	209
<i>Cnemidophorus ocellifer</i> (total)	30	17	16	7	18	88
Perna	28	17	15	7	16	83
Pé	29	17	15	7	16	84
Artelho	29	17	15	7	16	84
Braço	30	17	16	7	18	88
Mão	30	17	16	7	18	88
Dedo	30	17	16	7	18	88
Mandíbula	30	17	16	7	18	88