

Efeito da Integridade Ambiental Sobre a Assimetria Flutuante em *Erythrodiplax basalis* (Libellulidae: Odonata) (Kirby)

Eva Ferreira dos Reis¹, Nelson Silva Pinto²✉, Fernando Geraldo Carvalho³ & Leandro Juen⁴

1. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, e-mail: evadosreis@hotmail.com. 2. Instituto de Ciências Biológicas – ICB Universidade Federal de Goiás e-mail: nelsonsilvapinto@gmail.com (Autor para correspondência ✉). 3. **Sem Afiliação Institucional**, e-mail: nandocarvalho_g@hotmail.com. 4. Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, e-mail: leandrojuen@yahoo.com.br.

EntomoBrasilis 4 (3): 103-107 (2011)

Resumo. Constituídas por técnicas simples e baratas, medições de mudanças no desenvolvimento ontogenético mostram-se boas ferramentas de biomonitoramento. Uma das técnicas usualmente utilizadas é a Assimetria Flutuante (AF). Neste estudo foram avaliados os efeitos da retirada de mata ciliar sobre os níveis de AF em caracteres das asas posteriores de *Erythrodiplax basalis* (Kirby). Os resultados demonstraram que os caracteres apresentam distribuição normal e média zero, permitindo assumir que os níveis de assimetria observados são AF. Também ficou evidenciado que índices de AF não estão correlacionados ao tamanho da asa, e apresentam baixo erro de mensuração. Não há evidência significativa de aumento nos índices de AF em áreas degradadas em detrimento de áreas preservadas para as variáveis (comprimento total da asa, largura da asa na altura no nó, distância do triângulo ao nodus e distância da alça anal ao nodus). A hipótese de que os indivíduos coletados em áreas com alteração ambiental apresentariam maiores níveis de AF em caracteres das asas não foi corroborada. Isto pode decorrer do fato de *E. basalis* ser uma espécie com boa capacidade de dispersão, e os espécimes amostrados em áreas alteradas podem ter se desenvolvido em outros locais e estavam utilizando as áreas apenas como ponto de forrageio e por isso não foi detectada AF. Outro fator que corrobora essa predição é o fato que outros estudos usando espécies de Zygoptera que possuem capacidade de dispersão menor, níveis significativos de AF tem sido detectados.

Palavras-chave: Anisoptera; Bioindicador Distúrbio ambiental; Instabilidade de desenvolvimento.

Environmental Integrity Effect on Fluctuating Asymmetry in *Erythrodiplax basalis* (Libellulidae: Odonata) (Kirby)

Abstract. Constituted by simple and cheaply techniques, measures of changes in ontogenetic development are good biomonitoring tools. One of these techniques commonly used is the Fluctuating Asymmetry (FA). In this study, we explore the effects of riparian vegetation removal on the levels of FA on hind wings traits of *Erythrodiplax basalis* (Kirby). The results showed that traits present normal distribution and zero mean, which allows us to assume that observe levels of asymmetry are FA. It was also evident that FA indexes are not correlated to the wing length, and present low levels of measurement error. There is no significantly evidence of increase in the FA levels in degraded areas in comparison with preserved areas for the measured variables (wing length, wing width on the nodus level, distance between triangle and nodus and distance between anal loop and nodus). The hypothesis that individuals collected in altered areas present higher levels of FA in wing traits was not corroborated. This may result from the fact that *E. basalis* is a species with good dispersal capability, and the specimens sampled in disturbed areas may have developed elsewhere and were only using the areas as a point of foraging and therefore was not detected AF. Another factor that corroborates this prediction is the fact that other studies using Zygoptera species that have lower dispersal ability, significant levels of physical activities has been detected.

Keywords: Anisoptera; Bioindicator; Developmental instability; Environmental disturbance.

Ações antrópicas podem provocar grandes modificações na paisagem, afetando drasticamente as espécies que vivem nesses sistemas. Nos últimos anos os estudos em riachos têm se intensificado em virtude de sua grande fragilidade ambiental, pois suas dimensões reduzidas tornam estes ambientes mais sensíveis à ação humana. No entanto, a detecção e a avaliação dos efeitos ainda é um desafio, sendo intensa a procura por ferramentas úteis ao biomonitoramento (SANSEVERINO & NESSIMIAN 2008).

Uma boa iniciativa para responder a esta demanda é avaliar as condições atuais de ambientes perturbados e não perturbados. Vários bioindicadores já foram utilizados como ferramentas úteis para avaliar as condições de vida dos organismos em ambientes aquáticos. Os invertebrados, em especial, possuem uma vantagem como bioindicadores, por estarem presentes em uma ampla gama de ambientes, pela sua taxa de crescimento e turnover populacional moderado (AKUTSU *et al.* 2007).

Constituídas por técnicas simples e baratas, medições de mudanças no desenvolvimento ontogenético dos indivíduos de uma população natural mostram-se como boas ferramentas de bioindicação (SANSEVERINO & NESSIMIAN 2008). Uma das técnicas usualmente utilizadas para a medição da influência de fatores externos sobre o fenótipo dos indivíduos é denominada Assimetria Flutuante (AF) (PALMER & STROBECK 1986; SANSEVERINO & NESSIMIAN 2008). Definida como mudanças sutis, aleatórias e não direcionais entre os planos de simetria de caracteres dos indivíduos bilaterais durante seu desenvolvimento ontogenético (PALMER & STROBECK 1986), medidas de AF na avaliação dos níveis de estresse que organismos em sistemas naturais ficam expostos, já foram utilizadas em muitos experimentos (PALMER & STROBECK 1986; HARDERSEN 2000; DE BLOCK *et al.* 2008).

Os insetos da ordem Odonata são organismos comumente utilizados em estudos de biomonitoramento (MCCAULEY 2010; SILVA *et al.* 2010; DE MARCO *et al.* 2005), por

ser um grupo relativamente bem resolvido taxonomicamente (GARRISON *et al.* 2006, 2010), por serem territorialistas, defendendo pontos próximos a corpos d'água (MCCAULEY 2010) e por serem encontrados em todos os tipos de água doce até águas salobras, tanto na zona temperada como na tropical (CORBET 1999). A fase imatura é aquática e a adulta é terrestre/aérea. Essa duplicidade de ambientes que um mesmo indivíduo habita em períodos distintos de seu ciclo de vida, desperta grande interesse sobre a relação dos efeitos da integridade ambiental sobre a distribuição dos indivíduos, que podem sofrer efeito tanto da retirada da vegetação marginal como das modificações dos parâmetros físico-químicos. Como as alterações humanas no ambiente são rápidas e intensas, há uma crescente preocupação em relação às consequências ecológicas e evolutivas destes estresses sobre populações naturais (POLAK *et al.* 2002).

A espécie *Erythrodiplax basalis* (Kirby), pertencente ao grupo *basalis* do gênero *Erythrodiplax*, é reconhecida por sua fronte azul metálico com uma mancha branca de cada lado, abdômen escuro (oliváceo em machos imaturos e fêmeas), pequenas manchas acastanhadas nas asas posteriores (BORROR 1942). Apresenta ampla distribuição na América de Sul, abrangendo Colômbia, Venezuela, Peru, Equador, Guayana, Guayana Francesa e Brasil (HECKMAN 2006). No Brasil sua distribuição engloba vários estados, entre eles: Espírito Santo, Rondônia, Amazonas, Pará, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Rio de Janeiro (BORROR 1942; COSTA *et al.* 2000; COSTA & OLDRINI 2005; Heckman 2006; De Marco 2008). São territorialistas, defendendo pequenos pontos em ambientes lenticos próximos à vegetação (BORROR 1942).

Com o objetivo de averiguar a influência da retirada da mata ciliar sobre o desenvolvimento de *E. basalis*, testamos a hipótese de que alterações ambientais, decorrentes da retirada da mata ripária, produzem níveis de estresse que afetariam o desenvolvimento ontogenético dos indivíduos, causando níveis maiores de assimetria flutuante em suas asas, em detrimento de indivíduos que se desenvolveram em áreas preservadas e que não estariam expostos a estes agentes estressores.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo. A Sub-Bacia hidrográfica do Rio Borecaia (GPS: 13056'30" a 14012'30"S e 51042'30" a 51051'30"W, Figura 1), faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio das Mortes e está localizada no sudoeste do Estado de Mato Grosso. O clima da região é tropical, com a temperatura média de 24,67 °C, variando anualmente entre 16,7°C e 30,4°C. Apresenta um padrão de distribuição típico do Bioma Cerrado, com duas estações bem definidas: um período chuvoso de outubro a março e um período seco, que se estende de abril a setembro (BRASIL 1981).

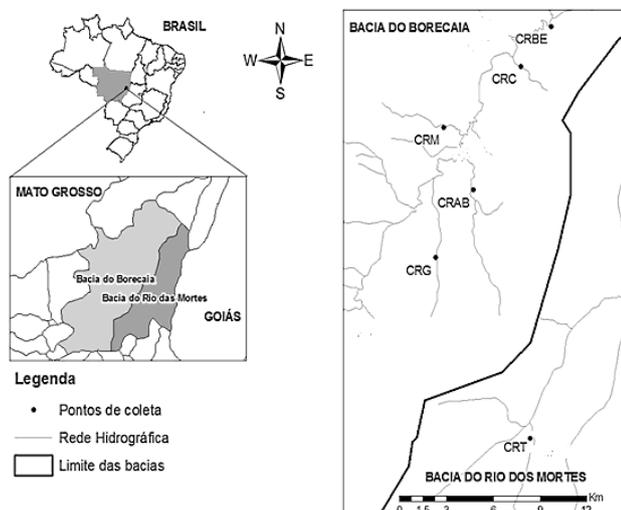


Figura 1. Áreas amostradas no estudo: Córrego Tritopá (CRT); Córrego Boa Esperança (CRBE); Córrego Cigano (CRC); Córrego Areia Branca (CRAB), e Córrego Matrichã (CRM), Córrego Goiás (CRG).

Os espécimes foram coletados na região do município de Nova Nazaré - MT, em seis localidades, sendo três de áreas alteradas: Córrego Goiás (CRG), Córrego Boa Esperança (CRBE), Córrego Cigano (CRC), e três de áreas preservadas: Córrego Areia Branca (CRAB), Córrego Tritopá (CRT) e Córrego Matrichan (CRM) (Tabela 1), durante os meses de abril a julho de 2010. Os pontos de amostragem foram classificados em áreas alteradas e preservadas de acordo com quantidade de vegetação marginal de cada córrego. As áreas alteradas foram definidas como locais que sofreram a retirada total da vegetação marginal, ou, cuja vegetação remanescente não ultrapassava em média cinco metros de largura de ambos os lados.

Tabela 1. Coordenada geográfica dos córregos amostrados na Sub-Bacia do Rio Borecaia, no município de Nova Nazaré - MT-2010.

Local de Coleta	Código	Coordenadas geográficas	
		S	W
Córrego Areia Branca	CRAB	14° 02'09.2"	51° 47'18.7"
Córrego Goiás	CRG	14° 04'19.6"	51° 48'36.8"
Córrego do Cigano	CRC	13°58'13.2"	51° 45'41.1"
Córrego Boa Esperança	CRBE	13°56'56.1"	51°44'37.2"
Córrego Matrichan	CRM	14°00'11.3"	51° 48'23.6"
Córrego Tritopá	CRT	14°09'51.9"	51° 45'80.0"

As áreas alteradas vêm perdendo a sua integridade devido à ação antrópica, em função do avanço da agropecuária e agricultura que abrange boa parte dessa região. A matriz circundante desses locais é composta principalmente por pastagem, capoeira (antigas pastagens abandonadas), mas sem a presença de mata de galeria. Já os córregos preservados possuem mata de galeria, tendo além da mata ciliar, o predomínio de cerrado *sensu strictu* (RIBEIRO & WALTER 1998).

Caracteres Mensurados. Foram selecionados aleatoriamente 32 machos de *E. basalis*, dos quais 16 proviam das áreas alteradas e 16 de áreas preservadas. Apesar, do número amostral ser baixo, está dentro dos parâmetros em Palmer & Strobeck (2003), além disso, utilizamos mais de uma variável quantitativa com o intuito de aumentar a robustez dos testes. Os espécimes foram fotografados com câmera digital (Sony® cyber-shot DSC-H10, optical zoom 10X, 8,1 Megapixels) com auxílio de suporte a uma altura de 15 cm. As fotos foram mensuradas com auxílio do programa TPSDIG2 (ROLFH 2006) e os valores obtidos (negativos, positivos ou zero) adicionados à planilha de dados. Para a obtenção das medidas de AF utilizamos o índice: $AF = (D - E)$, onde D e E, referem-se aos lados direito e esquerdo, respectivamente (PALMER & STROBECK 1986).

Como índices de AF foram selecionados quatro medidas: comprimento total da asa (CT), obtida através da distância entre a primeira antenodal e a porção proximal do pterostigma; largura da asa no nível do nodus (LN); distância entre o triângulo e o nodus (TN), que compreende a distância entre a porção proximal do triângulo e o nodus; e distância da alça anal ao nodus (AN), que compreende a distância entre margem da alça anal próxima ao bordo da asa e o nodus (Tabela 2), todas as medidas foram realizadas nas asas posteriores, principalmente por apresentarem características apomórficas de Anisoptera. A escolha dos índices de AF baseado em caracteres das asas deve-se à sugestão de que essas medidas geralmente não estão correlacionadas ao tamanho da asa, apresentam distribuição normal e baixo erro de mensuração (FORBES *et al.* 1997). A estabilidade destes caracteres é evidente, propiciando a identificação em diferentes níveis (LENCIONI 2006).

Análises Estatísticas, Índices de AF e Erros de Mensuração. As análises estatísticas e o controle de variação em nossas análises seguiram os métodos propostos por PALMER & STROBECK (1986). Para cada característica mensurada, o lado

esquerdo foi subtraído do lado direito [AF= (D-E)]. No protocolo utilizado, não excluímos os outliers, visto que estes são esperados neste tipo de estudo e podem ser importantes para as análises (PALMER & STROBECK 1986; LEUNG & FORBES 1997; HARDERSEN 2000). Para verificar se as médias não difeririam significativamente de zero e a normalidade da distribuição dos índices de AF, foi utilizado um teste-t para uma amostra (teste-t *single sample*) e o teste Kolmogorov-Smirnov (K-S), respectivamente (ZAR 1999). A dependência dos valores de AF em relação ao tamanho da asa foi verificada por meio do coeficiente de correlação de Spearman (PALMER & STROBECK 1986).

Tabela 2. Abreviaturas adotadas no texto dos caracteres mensurados em asas de *E. basalis*.

Abreviatura	Caractere mensurado
CT	comprimento total da asa
LN	largura da asa no nível do nodus
TN	distância entre o triângulo e o nodus
NA	distância da alça anal ao nodus

Com o intuito de verificar a existência de erros de medição, os 32 espécimes foram medidos três vezes, e, por meio de uma ANOVA para dois fatores (modelo misto) com o fator lado fixo e o fator indivíduos como fator aleatório. Através deste teste, também é possível verificar a existência de assimetria não-direcional (AF) e seu nível de significância para a avaliação de impacto ambiental (PALMER & STROBECK 1986). Para avaliar a significância dos índices de AF em áreas degradadas em detrimento de áreas preservadas, utilizou-se o teste-t para amostras independentes (ZAR 1999).

RESULTADOS

Padrões de Assimetria e Erro de mensuração. As análises dos valores de AF (D-E) obtidos indicam que os índices obtidos ajustam-se à distribuição normal (CT: K-S d= 0,263; LN: K-S d= 0,136; TN: K-S d= 0,136; AN: K-S d= 0,122; $p > 0,20$ para todos os caracteres), satisfazendo o pressuposto de normalidade dos dados. As médias assinaladas não diferiram significativamente de zero (CT: teste-t= -0,618, g.l.= 31, $p = 0,541$; LN: teste-t= -0,287, g.l.= 31, $p=0,776$; TN: teste-t: -1,034, g.l.= 31, $p = 0,309$; AN: teste-t: 0,241, g.l.= 31, $p = 0,812$, abreviaturas de acordo com a Tabela 2), desta forma podemos assumir que os caracteres mensurados apresentam AF. O teste para a correlação entre os traços e o tamanho da asa não foi significativo, o que indica que as diferenças assinaladas não se devem a mudanças dependentes do aumento da asa (CT: $r = 0,262$, $p = 0,148$; LN: $r = -0,015$, $p = 0,951$; TN: $r = -0,049$, $p = 0,816$; NA: $r = 0,249$, $p = 0,171$, abreviaturas de acordo com a Tabela 2), portanto, não há necessidade de se obter índices relativos de AF. Os resultados da ANOVA para dois fatores (modelo misto) demonstram que os erros de medição são significativamente menores que a assimetria não-direcional (Tabela 3, $*p < 0,05$). Portanto, pode-se assumir que as medidas são confiáveis para conduzir esta análise.

Tabela 3. Resultados da ANOVA para dois fatores (mixed model) para cada traço medido

Traço medido	N	Quadrados Médios (Anova)			
		Lado	Indivíduo	Lado x indivíduo	Erro
CT	32	0,951*	11,168	9,346*	< 0,001
LN	32	0,026*	0,771	0,330*	< 0,001
TN	32	0,462*	0,662	0,434*	< 0,001
NA	32	0,132*	1,739	2,101*	< 0,001

Alteração Ambiental e significância da AF. Não há evidência significativa de aumento nos índices de AF em áreas degradadas em detrimento de áreas preservadas para CT: (t=1,092, g.l.= 31, $p=0,283$, abreviaturas de acordo com a Tabela 2); para a

variável LN, também não há diferença significativa entre as áreas degradadas e preservadas: (t= 0,171, g.l.= 31, $p=0,172$, abreviaturas de acordo com a Tabela 2). As variáveis TN e NA também não apresentaram variações significativas: (t= -0,273, g.l.=31, $p = 0,787$; t= -0,181, g.l.= 31, $p=0,858$, respectivamente, abreviaturas de acordo com a Tabela 2). Dessa forma, a hipótese de que os indivíduos coletados em áreas com alteração ambiental apresentariam maiores níveis de AF em caracteres das asas, não foi corroborada.

DISCUSSÃO

A relação entre a AF e estresse ambiental é proposta por vários autores na literatura (MØLLER 1997; LENS *et al.* 2002; GÖRÜR 2006) e sua utilização como ferramenta de biomonitoramento é uma sugestão antiga (PALMER & STROBECK 1986). Embora alguns estudos não tenham encontrado nenhuma relação entre os níveis de AF e estresse ambiental (FORBES *et al.* 1997; ST-AMOUR *et al.* 2010), esta permanece como uma estratégia interessante para estudos de biomonitoramento (JENNIONS & MØLLER 2002).

Os resultados sugerem que os índices de AF, baseados em medidas de caracteres morfológicos obtidos em asas de *E. basalis* são adequados aos critérios propostos por PALMER & STROBECK (1986, 2003). Uma vez que os valores encontrados apresentam distribuição normal, sendo facilmente obtidos com baixo erro de mensuração, além disso, as medidas não são correlacionadas positivamente com o tamanho da asa, o que permite a comparação direta destas medidas em inferência a medidas de aptidão (*fitness*) o que corrobora artigos que utilizam índices assim obtidos (FORBES *et al.* 1997; HARDERSEN 2000; Chang *et al.* 2007, 2009).

A mata de galeria ou, mata ciliar, é um importante componente dos sistemas lóticos. Sua presença impede que haja arraste excessivo de sedimento para o rio, além de interceptar e absorver a radiação solar, o que contribui para a estabilidade térmica dos pequenos cursos d'água (STEINBLUMS *et al.* 1984; NAIMAN *et al.* 1993). A sua retirada pode criar instabilidade na manutenção do sistema, o que poderia causar sérias perturbações no desenvolvimento ontogenético das espécies, afetando caracteres ligados à aptidão sexual (HOFFMANN *et al.* 2005; JESSEN *et al.* 2010), influenciar disputas por territórios e, diminuir a aptidão (*fitness*) do indivíduo, minimizando seu sucesso reprodutivo, pois espera-se uma forte seleção sexual baseada em escolha da fêmea em Odonata (CONRAD & PRITCHARD 1992).

Entretanto, em nosso estudo não observamos incremento significativo de AF nos caracteres mensurados em indivíduos de áreas degradadas quando comparados com os indivíduos pertencentes a áreas preservadas. Isto pode decorrer do fato de *E. basalis* ser uma espécie com boa capacidade de dispersão e, apesar de ser uma espécie classificada como pousadora com comportamento territorialista (BORROR 1942; CORBERT & MAY 2008), seu potencial de dispersão é maior do que espécies da subordem Zygoptera, por exemplo, nas quais níveis significantes de AF foram encontrados (HARDERSEN 2000; CHANG *et al.* 2007, 2009). Desta forma, os indivíduos amostrados nas áreas alteradas podem não ter se desenvolvido nas áreas amostradas, utilizando-as apenas como um ponto temporário de forrageamento, o que poderia explicar a ausência de assimetria.

AGRADECIMENTOS

Somos gratos aos biólogos Ana Paula Justino de Faria e Enoque de Sousa Lima pelo auxílio nas etapas de campo. N.S. Pinto agradece a concessão de bolsa de iniciação científica PIBIC-CNPq (2010-2011); L. Juen agradece a concessão de bolsa de doutorado pela CAPES como parte do Programa de Pós-graduação em Ecologia e Evolução (UFG). Agradecemos também aos dois revisores anônimos por suas sugestões para a melhoria do manuscrito.

REFERÊNCIAS

- Akutsu, K., C.V. Khen & M.J. Toda, 2007. Assessment of higher insect taxa as bioindicators for different logging-disturbance regimes in lowland tropical rain forest in Sabah, Malaysia. *Ecological Research*, 22: 542-550.
- Borror, D.J., 1942. A revision of the libelluline genus *Erythrodiplax* (Odonata). *Columbus*, 286p.
- Brasil, 1981. Projeto RadamBrasil, Folha Sd 22. Goiás: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, Uso Potencial da Terra. Rio de Janeiro, Ministério das Minas de Energia.
- Chang, X., B. Zhai, M. Wang, & B. Wang, 2007. Relationship between exposure to an insecticide and fluctuating asymmetry in a damselfly (Odonata, Coenagrionidae). *Hydrobiologia*, 586: 213-220.
- Chang, X., B. Zhai, B. Wang. & C. Sun, 2009. Effects Of The Mixture Of Avermectin And Imidacloprid On Mortality And Developmental Stability Of Copera Annulata (Odonata: Zygoptera) Larvae. *Biological Journal Of The Linnean Society*, 96: 44-50.
- Conrad, K.F. & G. Pritchard, 1992. An Ecological Classification Of Odonate Mating Systems: The Relative Influence Of Natural, Inter- And Intra-Sexual Selection On Males. *Biological Journal Of The Linnean Society*, 45: 255-269.
- Corbet, P.S., 1999. Dragonflies: Behavior and Ecology of Odonata. *Comstock Publ. Assoc.*, 830p.
- Corbet, P.S. & M.L. May, 2008. Fliers And Perchers Among Odonata: Dichotomy Or Multidimensional Continuum? A Provisional Reappraisal. *International Journal Of Odonatology*, 11: 155-171.
- Costa, J.M., A.B.M. Machado, F.A.A. Lencioni & T.C. Santos, 2000. Diversidade e Distribuição dos Odonata (Insecta) No Estado de São Paulo, Brasil: Parte I – Lista das Espécies E Registros Bibliográficos. *Publicações Avulsas do Museu Nacional do Rio de Janeiro*, 80: 1-27.
- Costa, J.M. & B.B. Oldrini, 2005. Diversidade e distribuição dos Odonata (Insecta) no Estado do Espírito Santo, Brasil. *Publicações Avulsas do Museu Nacional do Rio de Janeiro*, 107: 3-15.
- De Block, M., M. Campero & R. Stoks, 2008. Developmental costs of rapid growth in A Damselfly. *Ecological Entomology*, 33: 313-318.
- De Marco, P. Jr., 2008. Libellulidae (Insecta: Odonata) From Itaipiracó Reserve, Maranhão, Brazil: New Records and Species Distribution Information. *Acta Amazonica*, 38: 819 - 822.
- De Marco, P. Jr., A.O. Latini & D.C. Resende, 2005. Thermoregulatory constraints on Behavior: patterns in a neotropical Dragonfly assemblage. *Neotropical Entomology*, 34: 155-162.
- Forbes, M., B. Leung & G. Schalk, 1997. Fluctuating Asymmetry in *Coenagrion Resolutum* (Hagen) in Relation to Age and Male Pairing Success (Zygoptera: Coenagrionidae). *Odonatologica*, 26: 9-16.
- Garrison, R.W., N. Von Ellenrieder & J.A. Louton, 2006. Dragonfly Genera of the New World. Baltimore, an Illustrated and Annotated Key to the Anisoptera. The Johns Hopkins University Press, 368p.
- Garrison, R.W., N. Von Ellenrieder & J.A. Louton, 2010. Damselfly Genera of the New World. Baltimore, an Illustrated and Annotated Key to the Zygoptera. The Johns Hopkins University Press, 528p.
- Görür, G., 2006. Developmental Instability in Cabbage Aphid (*Brevicoryne brassicae*) Populations Exposed to Heavy Metal Accumulated Host Plants. *Ecological Indicators*, 6: 743-748.
- Hardersen, S., 2000. Effects of Carbaryl Exposure on the Last Larval Instar of *Xanthocnemis Zealandica*. *Fluctuating Asymmetry and Adult Emergence. Entomologia Experimentalis Et Applicata*, 96: 221-230.
- Heckman, C.W., 2006. Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Odonata - Anisoptera. Springer, 730p.
- Hoffmann, A.A., R.E. Woods, E. Collins, K. Wallin, A. White & J.A. Mckenzie, 2005. Wing Shape Versus Asymmetry As An Indicator Of Changing Environmental Conditions In Insects. *Australian Journal Of Entomology*, 44: 233-243
- Jennions, M. & A. Møller, 2002. How much variance can be explained by Ecologists and Evolutionary Biologists? *Oecologia*, 132: 492-500.
- Jessen, B.M, J.B. Aarnes, K.M. Murvoll, D. Herzke & T. Nygard, 2010. Fluctuating Wing Asymmetry And Hepatic Concentrations Of Persistent Organic Pollutants Are Associated In European Shag (*Phalacrocorax Aristotelis*) Chicks. *Science Of The Total Environment*, 408: 578-585.
- Lencioni, F.A.A., 2006. Damselflies of Brazil, an illustrated identification guide II-Coenagrionidae Family. All Print Ed., 419p.
- Lens, L., S. Van Dongen, S. Kark & E. Matthysen, 2002. Fluctuating Asymmetry As An Indicator Of Fitness: Can We Bridge The Gap Between Studies. *Biological Reviews*, 77: 27-38.
- Leung, B. & M.R. Forbes, 1997. Fluctuating Asymmetry in Relation to Stress and Fitness: Effects Of Trait Type As Revealed By Meta-Analysis. *Ecoscience*, 3: 400-413.
- Mccauley, S.J., 2010. Body Size and Social Dominance Influence Breeding Dispersal in Male *Pachydiplax longipennis* (Odonata). *Ecological Entomology*, 35: 377-385.
- Møller, A.P. 1997. Developmental Stability and Fitness: A Review. *American Naturalist* 149: 916-932.
- Naimam, R.J., H. Décamps & M. Pollock, 1993. The Role of a Riparian Corridors in Maintaining Regional Biodiversity. *Ecological Applications*, 3: 209-212.
- Palmer, A.R. & C. Strobeck, 1986. Fluctuating Asymmetry: Measurement, Analysis, Patterns. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17: 391-421.
- Palmer, A.R. & C. Strobeck, 2003. Fluctuating asymmetry analyses revisited. In:
- Polak M (Ed) *Developmental Instability (DI): Causes and consequences*. Oxford University Press, 319p.
- Polak, M., R. Opoka, I.L. Cartwright, 2002. Response of Fluctuating Asymmetry to Arsenic Toxicity: Support for The Developmental Selection Hypothesis. *Environmental Pollution*, 118: 19-28.
- Ribeiro, J.F., B.T.M. Walter, 1998. Fitofisionomias Do Bioma Cerrado: Ampliado. In: Sano, S. M. & S. P. Almeida, (Eds). *Cerrado: Ambiente e Flora*. Planaltina: Embrapa Cerrados. 556p.
- Rohlf, F. J., 2006. tpsDIG2 Digitalizing Software. Disponível Em: <<http://life.bio.sunysb.edu/morph/soft-dataacq.html>>.
- Sanseverino, A.M. & J.L. Nessimiam, 2008. Assimetria flutuante em Organismos Aquáticos e sua aplicação para avaliação de Impactos Ambientais. *Oecologia Brasiliensis*, 12: 382-405.
- Silva, D.D.P., P. De Marco, D.C. Resende, 2010. Adult Odonate abundance and Community Assemblage measures as Indicators of Stream Ecological Integrity: a Case Study. *Ecological Indicators*, 10: 744-752.
- St-Amour, V., T. W. J. Garner, A. I. Schulte-Hostedde & D. Lesbarrères, 2010. Effects of two Amphibian Pathogens on the developmental stability of Green Frogs. *Conservation Biology*, 24: 788-794
- Steinblums, L.L., H.A. Froehlich & J.K. Lyons, 1984. Designing Stable Buffer Strips For Stream Protection. *Journal Forestry*, 82: 49-52.
- Zar, J.H., 1999. *Biostatistical Analysis*. New Jersey, Prentice-Hall Englewood Cliffs, 663p.

Recebido em: 18/04/2011

Aceito em: 10/07/2011

Como citar este artigo:

Reis, E.F., N.S Pinto, F.G. Carvalho & L. Juen, 2011. Efeito da integridade ambiental sobre a Assimetria Flutuante em *Erythrodiplax basalis* (Libellulidae: Odonata) (Kirby). EntomoBrasilis, 4(3): 103-107. www.periodico.ebras.bio.br/ojs



Aponte a câmera do celular, que possua leitor de QRCode, para acessar o artigo

