



Interciencia

ISSN: 0378-1844

interciencia@ivic.ve

Asociación Interciencia

Venezuela

de Souza Braga, Carlos Elias; Nunes Gutjahr, Ana Lúcia; de Morais, José Wellington; Ulrich Adis, Joachim

Avaliação do potencial do Gafanhoto *Cornops aquaticum* (Orthoptera) como agente de controle biológico de *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae)

Interciencia, vol. 38, núm. 8, agosto, 2013, pp. 590-596

Asociación Interciencia

Caracas, Venezuela

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33928557007>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DO GAFANHOTO *Cornops aquaticum* (ORTHOPTERA) COMO AGENTE DE CONTROLE BIOLÓGICO DE *Eichhornia crassipes* (PONTEDERIACEAE)

Carlos Elias de Souza Braga, Ana Lúcia Nunes Gutjahr, José Wellington de Moraes e Joachim Adis[†]

RESUMO

O gafanhoto semi-aquático *Cornops aquaticum* desenvolve seu ciclo de vida em associação a macrófita aquática *Eichhornia crassipes*. Visando avaliar o potencial de controlador biológico desse gafanhoto em relação à sua planta hospedeira, foi realizado um estudo entre os meses de abril a agosto de 2007, nos lagos Camaleão e Janauari, Amazonas, Brasil. O experimento consistiu em acondicionar gafanhotos (*C. aquaticum*) em gaiolas (60x60x80cm) teladas (malha 1,0mm) e flutuantes, juntamente com sua planta hospedeira (*E. crassipes*), em três tratamentos distintos: I (menor densidade; 22,22 indivíduos/m²), II (maior densidade; 88,89 indivíduos/m²) e III (grupo controle).

sem gafanhotos). Os resultados indicaram o controle positivo de *E. crassipes* por *C. aquaticum* para ambos os lagos, sendo mais eficiente no tratamento II (reduções de área foliar >90% e de 60% para biomassa de *E. crassipes*). Portanto, *C. aquaticum* pode ser considerado, neste estudo, um eficiente agente biológico para o controle de *E. crassipes*. Contudo, a plasticidade fenotípica do gafanhoto, bem como de sua planta hospedeira, em relação ao ambiente em que se encontram, deve ser considerada e avaliada antes da utilização do método para que se tenham resultados mais expressivos, futuramente, no controle biológico dessa macrófita aquática.

Introdução

A macrófita aquática sul-americana *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms ('mureru', 'mururé' ou 'aguapé') (Bortolotto e Neto, 2005) é considerada a mais séria planta daninha aquática do Brasil, devido ao vigoroso aumento de sua biomassa que pode alcançar 480 ton/ha/ano de massa verde (Lorenzi, 2000). Um lago coberto por aguapé perde de 2 a 8 vezes mais água por evapotranspiração do que com sua superfície livre. Essa planta aquática foi introduzida em muitos países de clima quente ou tropical no final do século XIX com fins ornamentais, tendo causado nessas regiões sérios problemas ambientais

(Bortolotto e Neto, 2005). Por essa razão, foi considerada como 'perigo público' em muitos países, onde causou o entupimento de cursos d'água, impedindo a navegação e promovendo a eutrofização de represas e lagos (Bortolotto e Neto, 2005; Fidelman, 2006).

Cornops aquaticum (Bruner, 1906) é um gafanhoto semi-aquático neotropical que desenvolve seu ciclo de vida associado às populações de macrófitas aquáticas pertencentes à família Pontederiaceae. Todavia, mostra grande especificidade alimentar e hospedeira, principalmente aos gêneros *Eichhornia* Kunth e *Pontederia* L. Estudos sobre a especificidade hospedeira desse gafanhoto quanto

as Pontederiaceae são bem conhecidos (Ferreira e Vasconcelos-Neto, 2001; Lhano et al., 2005). Sua especificidade é observada, principalmente, quanto ao hábito alimentar e reprodutivo, onde as fêmeas ovipõem em pecíolos foliares de suas plantas hospedeiras. Por essas razões, é considerado um provável agente de controle biológico dessas macrófitas aquáticas (Silveira Guido e Perkins, 1975; Vieira e Santos, 2003). Uma vantagem de se utilizar *Cornops aquaticum* como controlador biológico, refere-se ao fato do mesmo não ser considerado como uma praga de plantas cultivadas, visto que, não é enquadrado em nenhum dos níveis de dano econômico, segundo a classificação do

Central for Overseas Pest Research (COPR, 1982).

O experimento realizado teve como finalidade avaliar a capacidade de controle que *C. aquaticum* pode exercer sobre *E. crassipes*, quando esta é submetida à ação de menor e maior densidade desse gafanhoto, em dois locais de ambientes distintos: um localizado no Lago Camaleão sobre influência de rio de água branca (várzea) e o outro no Lago Janauari, influenciado por água mista (várzea-igapó).

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado nos lagos Camaleão e Janauari,

PALAVRAS CHAVE / Controlador Biológico/ Gafanhoto Semi-Aquático / Macrófitas Aquáticas /

Recebido: 10/05/2012. Modificado: 15/03/2013. Aceito: 28/08/2013.

Carlos Elias de Souza Braga. Biólogo, Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestre e doutorando em Ciências Biológicas, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Brasil. Professor, Universidade do Estado do Pará (UEPA), Brasil. Endereço: Departamento de Ciências Naturais, UEPA, Rua do Una,

Nº 156, 66.050-540, Pará, Brasil. e-mail: bragaelias@yahoo.com.br.

Ana Lúcia Nunes Gutjahr. Bióloga e Especialista em Sistêmica Zoológica, UFPA, Brasil. Especialista em Administração Escolar, Universidade Cândido Mendes, Brasil. Mestra e Doutora em Ciências Biológicas, INPA, Brasil. Pro-

fessora, UEPA, Brasil. e-mail: melcam@uol.com.br.

José Wellington de Moraes. Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFRSA), Brasil. Mestre em Ciências Biológicas, INPA, Brasil. Doutor em Entomologia, Universidade de São Paulo, Brasil. Professor e Pesquisador, INPA,

Brasil. e-mail: morais@inpa.gov.br.

Joachim Ulrich Adis (in memoriam[†]). Biólogo e Mestre em Biologia, Georg-August-Universität Göttingen, Alemanha. Doutor em Ciências Naturais, Universität Ulm, Alemanha. Pesquisador, Max-Planck Institut Für Limnologie, Alemanha.

ASSESSMENT OF THE POTENTIAL OF THE GRASSHOPPER *Cornops aquaticum* (ORTHOPTERA) AS A BIOLOGICAL CONTROL AGENT OF *Eichhornia crassipes* (PONTEDERIACEAE)

Carlos Elias de Souza Braga, Ana Lúcia Nunes Gutjahr, José Wellington de Moraes and Joachim Adis[†]

SUMMARY

The semi-aquatic grasshopper *Cornops aquaticum* develops its life cycle in association with the aquatic macrophyte *Eichhornia crassipes*. To evaluate the potential of the grasshopper as a biological control agent for *E. crassipes*, a study was conducted during April-August 2007 in the lakes Camaleão and Janauari, Amazonas, Brazil. The experiment consisted of grasshoppers (*C. aquaticum*) raised in cages (size 60×60×80cm) using a net mesh of 1.0mm, floating along with *E. crassipes* in three different treatments: I (lower grasshopper density; 22.22 individuals/m²), II (higher density; 88.89 individuals/m²) and III (control group; no grasshoppers). The re-

sults indicated the positive control of *E. crassipes* by *C. aquaticum* for both lakes, and its efficiency was even more evident in group II (reductions >90% of the leaf area and of 60% in the biomass of *E. crassipes*). Therefore, the results demonstrate that *C. aquaticum* can be considered to be an effective biological agent for the control of *E. crassipes*. However, the phenotypic plasticity of the grasshopper and its host plant, as well as its surrounding environment, have to be considered and evaluated before using these insects for the biological control of *E. crassipes*.

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DEL SALTAMONTES *Cornops aquaticum* (ORTHOPTERA) COMO CONTROL BIOLÓGICO DE *Eichhornia crassipes* (PONTEDERIACEAE)

Carlos Elias de Souza Braga, Ana Lúcia Nunes Gutjahr, José Wellington de Moraes y Joachim Adis[†]

RESUMEN

El saltamontes semi-acuático *Cornops aquaticum* desarrolla su ciclo de vida en asociación a la macrófita acuática *Eichhornia crassipes*. Para evaluar el potencial de control biológico de este saltamontes sobre su planta huésped, se realizó un estudio entre abril y agosto de 2007, en los lagos Camaleão y Janauari, Amazonas, Brasil. El experimento consistió en la colocación de los saltamontes (*C. aquaticum*) en jaulas flotantes de 60×60×80cm con pantallas de malla de 1,0mm, junto con su planta huésped (*E. crassipes*) en tres diferentes tratamientos: I (menor densidad; 22.22 especímenes/m²), II (alta densidad; 88,89 especímenes/m²) y III (grupo de control; sin saltamont-

tes). Los resultados indicaron el control positivo de *E. crassipes* por *C. aquaticum* en los dos lagos, y su eficiencia fue más evidente en el tratamiento II (reducción del área foliar >90% y de 60% en la biomasa de *E. crassipes*). Por lo tanto *C. aquaticum* puede ser considerado como un agente biológico eficaz para el control de *E. crassipes*. Sin embargo, la plasticidad fenotípica de *C. aquaticum* y de su planta huésped, en relación con el medio ambiente en que viven, deben ser considerados y evaluados antes de usar este método, para que tengan resultados más significativos en el control biológico de *E. crassipes* en el futuro.

que pertencem ao município de Iranduba, Estado do Amazonas, Brasil (Figura 1). O Lago Camaleão (03°17'05"S, 60°11'11"O), considerado um lago de várzea, está localizado na Ilha de Marchantaria, no Rio Solimões, distante cerca de 20km de Manaus (Waichman *et al.*, 2002). O Lago Janauari (03°12'29"S, 60°01'53"O), está localizado em uma área sob influência, tanto do Rio Negro, quanto do Rio Solimões, por essa razão é considerado um lago de várzea-igapó ou de água mista, distando ~10km de Manaus (Adis, 2002).

Metodologia

Este estudo foi realizado de abril a agosto de 2007,

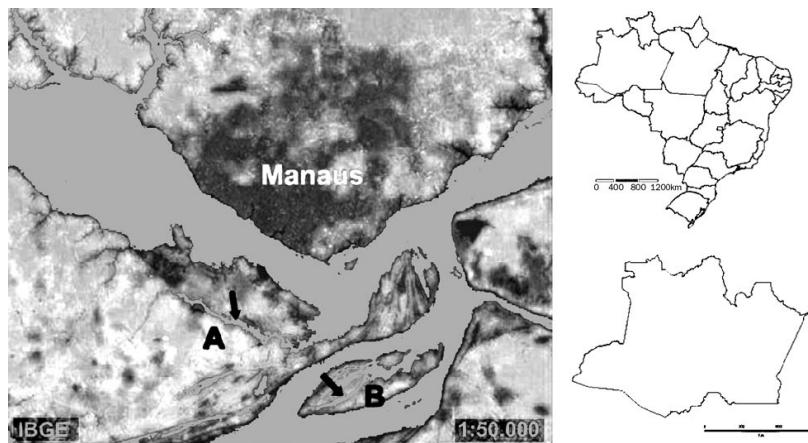


Figura 1. Mapa das localidades de coleta. a: Lago Janauari, b: Lago Camaleão.

nos lagos Camaleão e Janauari. Para a realização do experimento, foram utilizadas 18 gaiolas (nove em cada lago). As gaiolas com dimensões de 60×60×80cm (0,36m²), armação de madeira, foram fechadas com tela de nylon (malha de 1,0mm) e providas de uma porta superior. Em cada gaiola foram fixados flutuadores, permitin-

do que as mesmas flutuassem durante o período do experimento. As gaiolas foram separadas em três conjuntos e ligadas entre si por pequenas cordas. Em todas as gaiolas, seis indivíduos de *E. crassipes* foram introduzidos, previamente selecionados, apresentando o pecíolo reto e contendo seis folhas inteiras.

As plantas, antes de serem introduzidas nas gaiolas, foram colocadas em uma superfície telada para escorrer o excesso de água nelas retida, por cerca de 10min. Após esse procedimento, as plantas fo-

ram pesadas em balança analítica (0,1g) e suas folhas fotografadas por uma câmera digital para a análise da área foliar. Todas as gaiolas foram identificadas, com numeração distinta para cada lago, a fim de facilitar as anotações dos resultados obtidos durante o desenvolvimento do experimento.

No Lago Camaleão, as gaiolas do primeiro conjunto numeradas de 01 a 03 (tratamento I: menor densidade), foram introduzidos quatro casais de *C. aquaticum* (22,22 indivíduos/m²), juntamente com as plantas. No segundo conjunto de gaiolas, de números 04 a 06 (tratamento II: maior densidade), introduziu-se 16 casais (88,89 indivíduos/m²) e no último conjunto de gaiolas, numeradas de 07 a 09 (tratamento III), não foram introduzidos gafanhotos (grupo controle). O mesmo procedimento foi repetido para as gaiolas dos conjuntos do Lago Janauari.

Após a instalação do experimento, 40 exemplares adultos de *C. aquaticum* (20 machos e 20 fêmeas) foram

TABELA I
VALORES MÉDIOS INICIAIS DE BIOMASSA PESO FRESCO E DE ÁREA FOLIAR DE *Eichhornia crassipes*, E BIOMASSA E MEDIDAS MORFOMÉTRICAS DE *Cornops aquaticum* UTILIZADOS NO EXPERIMENTO DE CONSUMO NOS LAGOS CAMALEÃO E JANAUARI

Eichhornia crassipes			
Valores médios iniciais		Lago Camaleão	Lago Janauari
Biomassa peso fresco (g)		2420 ±472	997 ±101
Biomassa peso fresco Kg.m ⁻²		6,721 ±1,310	2,769 ±0,280
Área Foliar (m ²)		0,28 ±0,07	0,20 ±0,02
Cornops aquaticum			
Valores médios iniciais		Lago Camaleão	Lago Janauari
Biomassa peso fresco (g)		0,2726 ±0,1029	0,2690 ±0,1103
Biomassa peso seco (g)		0,0588 ±0,0238	0,0514 ±0,0245
Medida A (mm)		28,85 ±2,94	28,53 ±2,41
Medida B (mm)		22,41 ±2,60	22,95 ±2,32

A: comprimento total, da cabeça até a ponta da asa; B: comprimento do corpo, da cabeça até o fim do abdômen.

coletados em campo, os espécimes foram mortos em freezer no laboratório. Os tamanhos corporais foram medidos (Carbonell, 2002) como o comprimento total (A), da cabeça até a ponta da asa; e como o comprimento do corpo (B), da cabeça até o fim do abdômen; foram pesados (peso fresco/g) e introduzidos em estufa a 60°C por 72h para a obtenção da biomassa (peso

seco/g). Esses exemplares constituíram um grupo controle para a biomassa (peso fresco e seco/g) e para as medidas morfométricas de *C. aquaticum* e ficaram acondicionados a seco, em vidros de 5,0ml, devidamente identificados.

As observações foram realizadas a cada 15 dias, quando as plantas tiveram sua biomassa analisada e as folhas fotografadas, novamente, para a determinação do consumo foliar. As fotografias foram analisadas em laboratório através do programa SIARCS 3.0 (EMBRA-PA). Nas gaiolas onde eclodiram ninhas, as mesmas fizeram parte do experimento.

O experimento total teve uma duração de quatro meses (oito quinzenas) e ao término do mesmo, todos os gafanhotos e as plantas remanescentes de cada gaiola foram transportados ao laboratório. Os gafanhotos tiveram analisadas suas medidas morfométricas e biomassa (peso fresco e seco/g) e as plantas foram pesadas (peso fresco/g) e introduzidas em estufa a 80°C por cinco dias para a obtenção da biomassa (peso seco/g).

Análise dos Dados

As análises dos dados para o estudo foram realizadas através dos programas Microsoft Excel 2007, SIARCS 3.0, R 2.5.1 e SYSTAT 11. Para a análise estatística dos resultados obtidos, utilizou-se ANOVA de 1 e 2 fatores, com intervalo de confiança de $\alpha = 0,05$.

Resultados

Os resultados mostraram que os valores iniciais de biomassa e área foliar de *E. crassipes*, bem como de biomassa e medidas morfométricas de *C. aquaticum* nos experimentos instalados no Lago Camaleão se apresentaram em média, maiores do que os verificados para o Lago Janauari (Tabela I). No Lago Camaleão, os valores de biomassa fresca inicial de *E. crassipes* variaram entre 4,286 e 8,806 kg·m⁻² e biomassa final de 6,461 a 17,472 kg·m⁻². Em relação à área foliar, os valores iniciais variaram de 0,196 a 0,396 m² e finais entre 0,169 e 0,725 m². No Lago Janauari, os valores iniciais de biomassa fresca de *E. crassipes* variaram de 2,294 a 3,122 kg·m⁻² e de área foliar de 0,166 a 0,231 m². Os maiores valores finais de biomassa estiveram entre 0,292 e 9,967 kg·m⁻² e de área foliar entre 0,017 e 0,647 m² (Tabela II).

Ao término do experimento, todos os conjuntos dos tratamentos de menor densidade (22,22 indivíduos/m²) e de maior densidade (88,89 indivíduos/m²) do Lago Janauari, apresentaram-se sem nenhum indivíduo de *C. aquaticum*. Entretanto, no Lago Camaleão, os conjuntos de menor densidade, gaiolas 01, 02 e 03, terminaram com, respectivamente, 7, 8 e 3 exemplares e nos conjuntos de maior densidade, as gaiolas 05 e 06, encontraram-se com respectivamente, 6 e 9 exemplares (Tabela III). Os resultados mostram que a ação de impacto de *C. aqua-*

TABELA II
VALORES INICIAIS E FINAIS DE BIOMASSA (PESO FRESCO E SECO) E DE ÁREA FOLIAR DE *Eichhornia crassipes* OBSERVADOS, POR GAIOLAS INSTALADAS, NOS LAGOS CAMALEÃO E JANAUARI

Gaiola	Peso fresco inicial (kg·m ⁻²)	Peso fresco final (kg·m ⁻²)	Peso seco final (kg·m ⁻²)	Área foliar inicial (m ²)	Área foliar final (m ²)
Lago Camaleão					
1	5,761	8,217	0,717	0,329	0,169
2	6,264	10,967	0,972	0,396	0,270
3	5,969	6,933	0,644	0,307	0,190
4	7,000	6,461	0,492	0,225	0,270
5	7,425	9,083	0,733	0,244	0,250
6	4,286	7,069	0,575	0,229	0,256
7	7,453	15,108	1,100	0,196	0,416
8	7,525	16,547	1,236	0,253	0,468
9	8,806	17,472	1,258	0,375	0,725
Lago Janauari					
1	2,853	4,275	0,286	0,166	0,236
2	2,294	6,506	0,431	0,182	0,374
3	2,619	4,611	0,311	0,198	0,321
4	2,494	4,228	0,250	0,166	0,272
5	3,022	5,269	0,300	0,200	0,306
6	2,661	0,292	0,020	0,201	0,017
7	2,769	9,967	0,544	0,231	0,647
8	3,081	7,714	0,472	0,203	0,577
9	3,122	7,953	0,478	0,224	0,587

TABELA III

VALORES FINAIS DE BIOMASSA (PESO FRESCO E SECO) E DE QUANTIDADE INDIVÍDUOS (ADULTOS E NINFAS) DE *Cornops aquaticum*, POR GAIOLAS, NO LAGO CAMALEÃO*

Gaiola	Peso fresco final (g)	Peso seco final (g)	Número de adultos	Número de ninfas	Total de indivíduos	Indivíduos/m ²
1	0,9535	0,1382	1	6	7	19,44
2	15,444	0,2544	7	1	8	22,22
3	0,3208	0,0479	0	3	3	8,33
4	0,0000	0,0000	0	0	0	0,00
5	10,492	0,1789	0	6	6	16,67
6	16,166	0,2996	8	1	9	25,00

* Os valores finais de biomassa e indivíduos nas gaiolas do Lago Janauari foram iguais a zero.

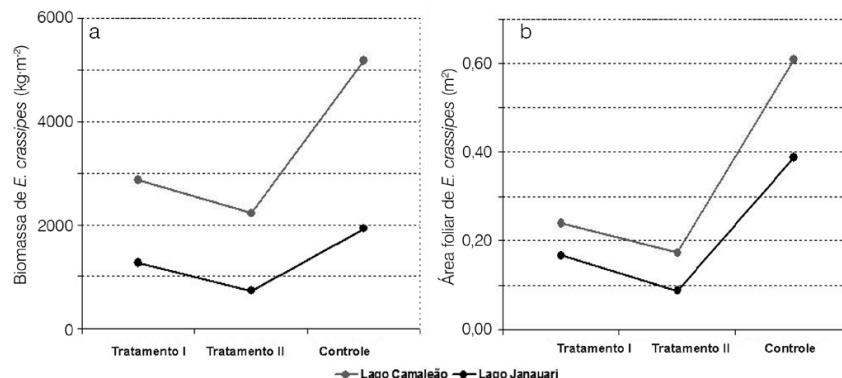


Figura 2. Diferença da biomassa e área foliar de *Eichhornia crassipes* nos tratamentos I (22,22 indivíduos/m²), II (88,89 indivíduos/m²) e III (controle) utilizados no experimento de consumo foliar observados nos lagos Camaleão (a, b) e Janauari (c, d).

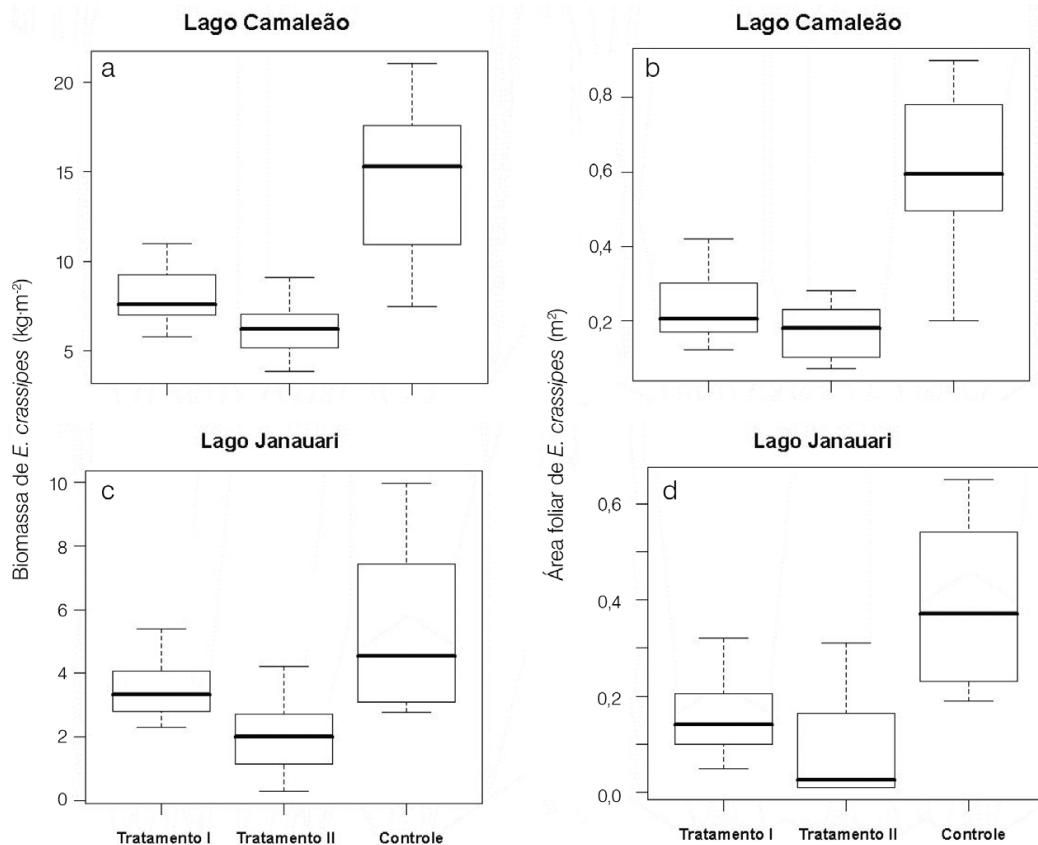


Figura 3. Diferença da biomassa (a) e área foliar (b) de *Eichhornia crassipes* nos tratamentos I (22,22 indivíduos/m²), II (88,89 indivíduos/m²) e III (controle) em relação aos lagos Camaleão e Janauari durante o experimento de consumo.

ticum para controle de *E. crassipes* foi positiva, impedindo o desenvolvimento excessivo da biomassa e da área foliar dessa macrofita, quando submetida ao ataque de 22,22 indivíduos/m² (tratamento I) ou 88,89 indivíduos/m² (tratamento II), se comparados aos conjuntos com tratamento controle, onde houve crescimento excessivo de *E. crassipes*, ao ponto da planta ocupar todo o interior da gaiola (ANOVA de 1 fator; $p<0,001$). Em ambos os lagos estudados, o tratamento II foi mais eficiente no controle

dessa macrofita, em relação ao tratamento I (Figura 2).

Também foi constatada que a ação de impacto exercido por *C. aquaticum* sobre *E. crassipes* foi mais eficaz nos conjuntos instalados no Lago Janauari. Contudo, o desenvolvimento de *E. crassipes* no grupo controle foi mais expressivo no Lago Camaleão. Isso mostra que o ambiente no qual estavam instalados os conjuntos do experimento, também exerceu influência nos resultados encontrados, tanto para área foliar quanto para biomassa (ANOVA de 2 fatores; $p<0,001$; Figura 3).

No Lago Camaleão, após a implementação do experimento, houve um decréscimo acentuado na área foliar até a 3^a quinzena, onde se registraram os valores médios de 0,133m² (39% restante da área inicial) e 0,077 (33% restante da área foliar inicial) para os tratamentos I e II, respectivamente (Figura 4a, b; Tabela IV). A partir da 3^a quinzena, foi observado para o tratamento I, um aumento gradativo de área foliar até a 6^a quinzena e ao final do experimento constatou-se uma área foliar média, para este tratamento, equivalente a 61% da verificada inicialmente. No tratamento II, seguiu-se uma tendência de elevação gradativa da área foliar a partir da 3^a quinzena e ao término das observações, atingiu-se 0,258m² (111%; Figura 4a, b; Tabela IV).

Quanto à biomassa de *E. crassipes*, no tratamento II, foi observado um visível decréscimo até a 4^a quinzena, atingindo o valor médio de 5,351kg·m⁻² (86% da inicial) e ao final do experimento um leve acréscimo, com o índice de 7,538kg·m⁻² (121% da biomassa inicial). Vale ressaltar, que até a 6^a quinzena, os valores médios de biomassa mantiveram-se abaixo do inicial (Figura 4a, b; Tabela IV).

No entanto, em relação ao tratamento I, foi observado um aumento gradual até a 5^a quinzena, onde se constatou

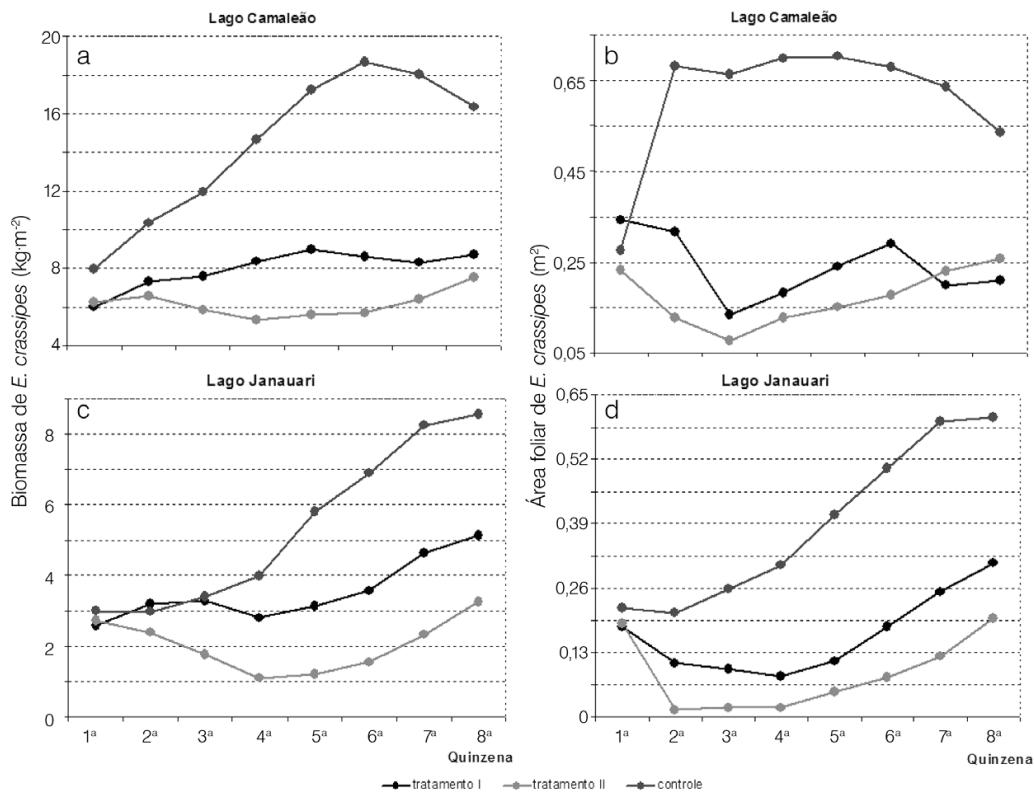


Figura 4. Diferentes variações de biomassa e área foliar de *Eichhornia crassipes* nos diferentes tratamentos utilizados no experimento de consumo foliar nos lagos Camaleão (a, b) e Janauari (c, d) em relação às oito quinzenas de observações.

o índice de biomassa equivalente a 149% da inicial ($8,964 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$), em seguida houve diminuição até a 7^a

quinzena, quando se verificou o valor de $8,293 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ (138% da biomassa inicial) e ao fim das observações che-

gou-se à marca de 145% ($8,706 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$) (Figura 4a, b; Tabela IV). Contudo, pôde-se constatar em ambos os

casos, que não houve desenvolvimento excessivo para a biomassa e para a área foliar de *E. crassipes*, devido à ação de *C. aquaticum*, ainda presente nas gaiolas.

No Lago Janauari, a ação de *C. aquaticum* sobre *E. crassipes* foi mais acentuada do que a observada para o Lago Camaleão, principalmente em relação ao tratamento II, quando se registrou um declínio brusco de área foliar, ocasionado por uma queda de $0,189 \text{ m}^2$ para $0,014 \text{ m}^2$ (7% do registrado inicialmente), nos primeiros 15 dias (Figura 4; Tabela IV). Nas duas quinzenas seguintes, houve uma pequena estabilização. A partir da 4^a observação, houve aumentos gradativos desses valores até atingirem $0,199 \text{ m}^2$, na última quinzena, ficando bem próximo do valor inicial. A biomassa, entretanto, decresceu até a 4^a quinzena, atingindo o valor de $1,083 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ (40%) e a partir desse período, houve aumentos consecutivos até a 8^a quinzena, quando se registrou $3,263 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ou 120% da biomassa existente no início do experimento (Figura 4c, d; Tabela IV).

Por outro lado, no tratamento I, os valores médios da área foliar se mantiveram em decréscimo gradativo até a 4^a quinzena, com o registro de $0,082 \text{ m}^2$ (45% da área foliar inicial). A partir desta, notou-se aumentos consideráveis até a última quinzena, atingindo o valor médio de $0,310 \text{ m}^2$ (170% da área foliar inicial) (Figura 4c, d; Tabela IV).

No entanto, para a biomassa, no tratamento I, houve aumento nas três primeiras observações, seguido de declínio apenas na 4^a quinzena ($2,809 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ equivalentes a 109%) e a partir da 5^a quinzena, aumentos substanciais até atingir $5,131 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ (198%), registrado na última quinzena do experimento. Vale lembrar, que os valores de biomassa e área foliar apresentaram saltos expressivos até o final do experimento, nos tratamentos I e

TABELA IV
VALORES MÉDIOS E PERCENTUAIS DE BIOMASSA (PESO FRESCO; $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$) E ÁREA FOLIAR (m^2) DE *Eichhornia crassipes* NOS DIFERENTES TRATAMENTOS UTILIZADOS NO EXPERIMENTO DE CONSUMO FOLIAR NOS LAGOS CAMALEÃO E JANAUARI EM RELAÇÃO ÀS OITO QUINZENAS DE OBSERVAÇÕES

Quinzena	Biomassa						Área foliar					
	Tratamento I		Tratamento II		Tratamento III		Tratamento I		Tratamento II		Tratamento III	
	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$	(%)	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$	(%)	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$	(%)	m^2	(%)	m^2	(%)	m^2	(%)
Lago Camaleão												
1 ^a	5,998	-100	6,237	-100	7,928	-100	0,344	-100	0,233	-100	0,275	-100
2 ^a	7,356	-123	6,560	-105	10,343	-130	0,316	-92	0,126	-54	0,683	-249
3 ^a	7,594	-127	5,830	-93	11,951	-151	0,133	-39	0,077	-33	0,664	-242
4 ^a	8,374	-140	5,351	-86	14,676	-185	0,180	-52	0,126	-54	0,700	-255
5 ^a	8,964	-149	5,571	-89	17,211	-217	0,239	-70	0,150	-65	0,705	-257
6 ^a	8,612	-144	5,699	-91	18,649	-235	0,291	-85	0,178	-76	0,681	-248
7 ^a	8,293	-138	6,432	-103	18,036	-228	0,199	-58	0,229	-98	0,636	-232
8 ^a	8,706	-145	7,538	-121	16,376	-207	0,210	-61	0,258	-111	0,536	-195
Lago Janauari												
1 ^a	2,589	-100	2,726	-100	2,991	-100	0,182	-100	0,189	-100	0,219	-100
2 ^a	3,207	-124	2,394	-88	2,976	-100	0,108	-59	0,014	-7	0,210	-96
3 ^a	3,276	-127	1,757	-64	3,395	-114	0,095	-52	0,018	-9	0,259	-118
4 ^a	2,809	-109	1,083	-40	3,978	-133	0,082	-45	0,019	-10	0,306	-139
5 ^a	3,145	-121	1,211	-44	5,793	-194	0,112	-61	0,051	-27	0,408	-186
6 ^a	3,552	-137	1,544	-57	6,896	-231	0,181	-100	0,079	-42	0,502	-229
7 ^a	4,614	-178	2,325	-85	8,248	-276	0,253	-139	0,122	-65	0,597	-272
8 ^a	5,131	-198	3,263	-120	8,544	-286	0,310	-170	0,199	-105	0,603	-275

II, instalados no Lago Janauari, em virtude de não haver mais gafanhotos residindo em nenhuma das gaiolas desses tratamentos (Figura 4c, d; Tabela IV).

As observações para o grupo controle em ambos os lagos, mostraram valores elevados de biomassa e área foliar até o término do experimento, destacando-se o grande aumento na área foliar de *E. crassipes* no Lago Camelão, quando a mesma saltou de um valor médio de 0,275 para 0,683m², equivalente a 249% do valor observado inicialmente ou ainda um crescimento de duas vezes e meia em apenas 15 dias. A biomassa também cresceu, atingindo 18,649kg·m⁻² (235% da inicial) (Figura 4a, b; Tabela IV). No Lago Janauari, os valores de biomassa e área foliar chegaram aos valores máximos de 286% (8,544kg·m⁻²) e 275% (0,603m²), respectivamente, ou seja, houve aumento de quase três vezes, em relação aos valores médios iniciais (Figura 4c, d; Tabela IV).

A análise dos dados indicou haver diferenças significativas ($p < 0,001$) no nível de desenvolvimento de *E. crassipes* nos distintos tratamentos (I, II e III) e o local do experimento (lagos em estudo) em relação ao período de observações (ANOVA de dois fatores), indicando que o ambiente (várzea e água mista), onde se pretende aplicar essa técnica, também exerceu influência no controle da macrófita, ou seja, pode aumentar ou diminuir a eficiência do método (Figura 4).

Discussão

Os gafanhotos (*Cornops aquaticum*) utilizados no experimento proporcionaram níveis diferenciados de controle, impedindo o crescimento excessivo de *Eichhornia crassipes* em ambos os lagos, respectivamente, sendo mais eficazes no trata-

mento II, devido ao grande número de insetos existentes nessas gaiolas. Entretanto, esse controle pareceu bastante eficiente apenas nas primeiras quinzenas, quando se obtiveram os valores mínimos de área foliar consumida por amostra em cada lago. Porém, após a redução do número de gafanhotos, devido à mortalidade dos mesmos, ao longo do período de experimentação, notou-se a recuperação de *E. crassipes*. Contudo, nas gaiolas onde se mantiveram ninfas em desenvolvimento (algumas se tornaram adultas) durante todo o período do experimento, pôde-se observar novamente que as macrófitas estavam sendo consumidas.

O dano causado inicialmente na área foliar de *E. crassipes* foi tão expressivo, que em alguns casos, os gafanhotos chegaram ao extremo de consumir parte do pecíolo foliar dessas plantas devido à falta de folhas para se alimentar.

A taxa de controle da área foliar de *E. crassipes*, observada no tratamento I, chegou aos valores mínimos de 35,50; 36,06 e 45,96% por gaiola no Lago Camaleão e a 32,11; 44,85 e 43,15% do Lago Janauari, ou seja, em ambos os lagos, as reduções chegaram a menos de 46% dos valores iniciais de área foliar. Há de se considerar, porém, no tratamento II, os valores mínimos de 28,35; 33,86 e 30,62% por gaiola no Lago Camaleão (redução de menos de 40%) e 4,57; 7,30 e 5,15% no Lago Janauari (redução de mais de 90%). Esses valores, em ambos os casos, podem ser considerados bem expressivos e positivos quanto ao controle de *E. crassipes*, por terem sido alcançados em um período curto de tempo, entre 15 a 45 dias. Outros estudos de consumo foliar de *Solanum* spp. (Solanaceae), planta originária da América do Sul (Olckers *et al.*, 2002), que se tornou praga nos

EEUU e no Sul da África, indicaram que o besouro *Gratiana boliviiana* (Chrysomelidae) foi um eficiente controlador dessa planta daninha, reduzindo a menos de 41% a área foliar num período de 28-31 dias (Medal *et al.*, 2002). A 'traça do tomateiro' (*Tuta absoluta*: Lepidoptera) é considerada uma praga bastante destrutiva do tomateiro, reduzindo ~78,9% do seu tecido foliar durante a fase larval, que possui duração média de 12,6 dias (Bogorni *et al.*, 2003). Tais trabalhos servem para reforçar ainda mais, os resultados obtidos nesse estudo.

Contudo, a eficácia no controle de *E. crassipes* poderia ter sido prolongada, caso não houvesse ocorrido a grande mortalidade dos gafanhotos durante as primeiras quinzenas do experimento. Essa mortalidade pode ter sido ocasionada, provavelmente, por dois fatores: 1) devido não ser conhecida à idade dos gafanhotos utilizados no experimento, pois segundo Adis e Junk (2003) *C. aquaticum* possui longevidade média de 3,2 meses (machos) a 5,8 meses (fêmeas); ou, ainda, 2) pela falta de alimento ocasionado pelo consumo excessivo, observado principalmente nos conjuntos do tratamento II, forçando a competição (intra-específica) por esse recurso (Galo *et al.*, 1988).

Quanto ao ataque de *C. aquaticum* se manifestar de certa forma mais impactante, ocasionando maiores danos nas plantas e controlando o desenvolvimento de *E. crassipes* no Lago Janauari em relação ao Lago Camaleão, pode ter sido ocasionado por tais plantas estarem estabelecidas em dois locais de características ambientais diferenciadas, visto que, um maior grau de desenvolvimento de *E. crassipes* (capacidade reprodutiva) acarretará em melhor reação dessas plantas aos danos causados pelo consumo efetivado pelos gafanhotos.

Segundo Junk *et al.* (1989) a área de superfície e a profundidade dos lagos amazônicos estão submetidas a flutuações do nível da água, que influenciam sazonalmente as características limnológicas, ecológicas e biológicas desses corpos d'água. Sendo assim, as plantas aquáticas encontradas no Lago Janauari por estarem em local de água mista, são propensas a obter menores quantidades de nutrientes disponíveis, dissolvidos na água, em comparação às plantas dos lagos de várzea (água branca) que são ricos em nutrientes (Sioli, 1951). Dessa forma, as macrófitas aquáticas do Lago Janauari possuem tendência a serem menos desenvolvidas (porte menor) em relação às estabelecidas no Lago Camaleão, que é um lago de várzea, onde as espécies se desenvolvem mais rapidamente e possuem porte mais avantajado (Junk, 1980).

Portanto, as macrófitas aquáticas reagem de forma diferenciada aos diferentes ambientes em que estão submetidas (Junk, 1997). Por essa razão, os valores iniciais de área foliar e de biomassa das macrófitas (*E. crassipes*) estabelecidas no experimento encontrado no Lago Janauari exibiram valores menores que os encontrados no Lago Camaleão.

Tais afirmações podem ser confirmadas, ao se observar o grau de desenvolvimento de *E. crassipes* no tratamento controle. Nas gaiolas sem gafanhotos, *E. crassipes* apresentou crescimento expressivo no Lago Camaleão, principalmente em relação à área foliar, nos primeiros 15 dias (aumentos acima de 2,2 vezes) em comparação à *E. crassipes* do Lago Janauari, no mesmo período. Além do mais, verificou-se que a parte aérea (porção acima da linha d'água) das plantas no Lago Janauari teve os maiores valores de biomassa (peso fresco e seco) do que sua porção submersa (parte

abaixo da linha d'água), enquanto no Lago Camaleão o resultado foi inverso. Essas diferenças observadas podem estar relacionadas ao grande desenvolvimento das raízes das plantas nas gaiolas do Lago Camaleão, pois consequentemente podem captar mais nutrientes da água, mais rica em nutrientes em suspensão, em relação ao observado no Lago Janauari.

Quanto à utilização da biomassa (peso fresco/g) de *E. crassipes* para a avaliação do controle de *C. aquaticum* sobre essa macrófita, pode-se afirmar que apesar de ter apresentado resultados expressivos e significantes, o mesmo foi aparentemente menos danoso à planta, do que os resultados observados para o consumo da área foliar. Isso decorre, possivelmente, do consumo alimentar do gafanhoto, que atinge diretamente a porção aérea das plantas (folhas e pecíolos). Além disso, a planta tende a emitir mais raízes, como forma compensatória para aumentar a captação de nutrientes da água, em função dos danos causados a sua porção aérea pelos gafanhotos (Lorenzi, 2000).

Em ações de manejo para controle biológico, obtendo-se melhor eficiência no controle de uma praga por um período prolongado é extremamente necessário o monitoramento permanente da área onde será empregada a técnica (Galo *et al.*, 1988), através de observações contínuas (visualização local por imagem fotográfica ou de satélite). No caso de controle biológico de *E. crassipes* por *C. aquaticum*, o procedimento não deve ser diferente, exigindo monitoramento constante e contínuo, com o intuito de avaliar o desenvolvimento dessa planta, pois ao menor sinal de recuperação, devido a sua ampla capacidade reprodutiva, pode dobrar sua biomassa em 15 dias (Lorenzi, 2000), necessitando repetir novamente o trata-

mento. Além disso, seria de extrema importância utilizar indivíduos adultos do gafanhoto *C. aquaticum* recém-emergidos, criados em grande escala para essa finalidade, excluindo a possibilidade de redução no consumo de *E. crassipes* pelos gafanhotos, em decorrência da morte por idade avançada dos mesmos.

Contudo, antes de se utilizar *C. aquaticum* para controlar *E. crassipes*, deve-se inicialmente avaliar todas as características ambientais do local onde deve ser empregado o controle (Nunes *et al.*, 2005), além de um estudo específico sobre o grau de desenvolvimento dessa macrófita para se estabelecer a proporção mais adequada de gafanhotos a serem utilizados no controle, considerando ainda um monitoramento constante durante todo o período.

Conclusões

O estudo mostrou que o gafanhoto *C. aquaticum*, possui potencial para ser considerado um eficiente agente biológico para o controle de *E. crassipes*, devido à voracidade com que consome sua planta hospedeira.

A plasticidade fenotípica e morfofisiológica do gafanhoto, bem como de *E. crassipes*, em relação ao ambiente em que se encontrem, devem ser consideradas e avaliadas, ao pretender-se utilizar o método descrito nesse estudo, de *C. aquaticum* como agente controlador de sua macrófita hospedeira, em estudos futuros, para que se alcance os resultados esperados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Brasil, e Max Planck Institute for Limnologie, Alemanha, pelo apoio financeiro e logístico, e em especial ao Joachim Adis (*in memoriam*) que muito contribuiu para a realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

- Adis J (2002) *Amazonian Arachnida and Myriapoda*. Ser. Faunística N° 24. Pensoft. Sofia, Bulgária. 590 pp.
- Adis J, Junk WJ (2003) Feeding impact and bionomics of the grasshopper *Cornops aquaticum* on the water hyacinth *Eichhornia crassipes* in Central Amazonian Floodplains. *Stud. Neotrop. Fauna Env.* 38: 245-249.
- Bogorin PC, Silva RA, Carvalho GS (2003) Consumo de mesofilo foliar por *Tuta absoluta* (Meyrick, 1971) (Lepidoptera: Gelechiidae) em três cultivares de *Lycopersicon esculentum* Mill. *Ciência Rural* 33: 7-11.
- Bortolotto IM, Neto GG (2005) O uso do camalote, *Eichhornia crassipes* (Mart. Solms), Pontederiaceae, para confecção de artesanato no Distrito de Albuquerque, Corumbá, MS, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 19: 331-337.
- Carbonell CS (2002) *The Grasshopper Tribe Phaeopariini (Aridoidea: Romaleidae)*. Publications on Orthopteran diversity. The Orthopterist's Society. 148 pp.
- COPR (1982) *The Locust and Grasshopper Agricultural Manual*. Centre for Overseas Pest Research. Londres, RU. 690 pp.
- Ferreira SA, Vasconcelos-Neto J (2001) Host plants of the grasshopper *Cornops aquaticum* (Bruner) (Orthoptera: Acrididae) in the wetland of Poconé, MT, Brazil. *Neotrop. Entomol.* 30: 523-533.
- Fidelman PIJ (2006) Contribuição para mitigação dos impactos da macrófita aquática *Eichhornia crassipes* sobre a zona costeira da Região Sul da Bahia. *Rev. Gerenc. Cost. Integr.* 1-15.
- Gallo D, Nakano O, Neto SS, Carvalho RPL, Batista GC, Filho EBE, Parra JRP, Zucchi RA, Alves SB (1988) *Manual de Entomologia Agrícola*. Agro-nômica Ceres. São Paulo, Brasil. 531 pp.
- Junk WJ (1980) Áreas inundáveis -Um desafio para limnologia. *Acta Amaz.* 10: 775-795.
- Junk WJ (1997) Structure and function of the large Central Amazonian river floodplains: Synthesis and discussion. Em Junk WJ (Ed.) *The Central Amazonian Floodplain: Ecology of a Pulsing System*. Springer. Berlin, Alemanha. pp. 3-20.
- Junk WJ, Bayley PB, Sparks RE (1989) The floodpulse concept in river-floodplains systems.
- Em Dodge DP (Ed.) *Proceedings of the International Large River Symposium*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. pp. 110-127
- Lhano MG, Adis J, Marques MI, Battirola LD (2005) *Cornops aquaticum* (Orthoptera, Acrididae, Leptysminae): aceitação de plantas alimentares por ninhas vivendo em *Eichhornia azurea* (Pontederiaceae) no Pantanal Norte, Brasil. *Amazoniana* 18: 397-404.
- Lorenzi H (2000) *Plantas Daninhas do Brasil: Terrestres, Aquáticas, Parasitas e Tóxicas*. 3ª Ed. Instituto Plantarum. Brasil. 642 pp.
- Medal JC, Sudbrink D, Gandolfo D, Ohashi D, Cuda JP (2002) *Gratiána boliviiana*, a potential biocontrol agent of *Solanum viarum*: Quarantine host-specificity testing in Florida and field surveys in South America. *BioControl* 47: 445-461.
- Nunes AL, Adis J, Mello JAN (2005) Fenologia de *Phlugis teres* (De Geer, 1927) (Orthoptera-Tettigoniidae) e abundância de artrópodos em populações de *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae) em um lago de várzea na Amazônia Central. *Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi* 1: 271-285.
- Olckers T, Medal JC, Gandolfo DE (2002) Insect herbivores associated with species of *Solanum* (Solanaceae) in northeastern Argentina and southeastern Paraguay, with reference to biological control of weeds in South Africa and the United States of America. *Flo. Entomol.* 85: 254-260.
- Silveira-Guido A, Perkins BD (1975) Biology and host specificity of *Cornops aquaticum* (Bruner) (Orthoptera, Acrididae), a potential biological control agent for water hyacinth. *Env. Entomol.* 4: 400-404.
- Sioli H (1951) Alguns resultados e problemas da limnologia Amazônica. *Bol. Tec. Inst. Agron.* 24: 2-44.
- Vieira MF, Santos AC (2003) Duração do ciclo de vida de *Cornops aquaticum* (Bruner, 1906) (Orthoptera: Acrididae: Leptysminae) e aspectos do seu comportamento alimentar na Amazônia Central. *Acta Amaz.* 33: 711-714.
- Waichman AV, García-Dávila CR, Hardy ER, Robertson A (2002) Composição do zooplâncton em diferentes ambientes do Lago Camaleão, na Ilha da Marchantaria, Amazônia, Brasil. *Acta Amaz.* 32: 339-347.