

Diversidade de invertebrados aquáticos em arrozais no Sul do Brasil

Diversity of aquatic invertebrates in rice fields in southern Brazil

Cristina Stenert¹
cstenert@unisinos.br

Leonardo Maltchik^{1*}
maltchik@unisinos.br

Odete Rocha²
doro@power.ufscar.br

Resumo

As lavouras de arroz irrigado são sistemas cultivados há milênios, e uma alta diversidade de espécies de invertebrados tem sido associada com essas áreas agrícolas. Estudos sobre a estrutura e a diversidade de invertebrados aquáticos em arrozais são escassos no Sul do Brasil. Nesse sentido, o objetivo geral desse estudo foi realizar um inventário da diversidade de invertebrados aquáticos em lavouras de arroz e em canais de irrigação em uma importante região orizícola do Rio Grande do Sul, visando à conservação da biota nesses agroecossistemas. Foram realizadas seis coletas ao longo de um ciclo de cultivo (junho de 2005 a junho de 2006) em seis lavouras de arroz e quatro canais de irrigação na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Um total de 26.579 indivíduos em 119 táxons de invertebrados distribuídos em sete Filos foi coletado durante o ciclo de cultivo estudado nas lavouras de arroz e canais de irrigação. Os artrópodes foram os invertebrados com o maior número de táxons amostrados. Os coletores, predadores e generalistas foram os grupos tróficos funcionais que predominaram dentre os invertebrados registrados neste estudo. As famílias Naididae, Chironomidae, Spongillidae, Libellulidae e Tubificidae foram as que apresentaram o maior número de gêneros ou espécies. A composição de invertebrados foi diferente entre lavouras de arroz e canais de irrigação ao longo do ciclo de cultivo estudado. Além disso, alguns táxons foram mais frequentes no período de cultivo do arroz, enquanto outros estiveram mais associados ao período não cultivado. As lavouras de arroz e canais de irrigação são sistemas colonizados por uma variedade de invertebrados aquáticos e terrestres, apresentando uma alta diversidade biológica dificilmente encontrada em outras áreas agrícolas.

Palavras-chave: áreas úmidas artificiais, artrópodes, biodiversidade, grupos tróficos funcionais.

Abstract

Irrigated rice fields have been cultivated for thousands of years, and a high diversity of invertebrate species has been associated with these agricultural areas. Investigations on the structure and diversity of aquatic invertebrates in rice fields are scarce in southern Brazil. Thus, the main goal of this study was to conduct an inventory of the aquatic invertebrate diversity in rice fields and irrigation canals in an important rice cultivation area in Rio Grande do Sul to preserve the biota in these agroecosystems. Six collections were carried out along a cultivation cycle (June 2005 – June 2006) in six rice fields and four irrigation canals in the Coastal Plain of Rio Grande do Sul. A total of 26,579 individuals in 119 invertebrate taxa distributed among seven Phyla were collected over the cultivation cycle investigated in rice fields and irrigation canals. The arthropods were the invertebrates which showed the greatest amount of sampled taxa. Collectors, predators, and omnivores were the prevalent functional feeding groups in this study. Naididae, Chironomidae, Spongillidae, Libellulidae, and Tubificidae families were those which showed the highest number

¹ Laboratório de Ecologia e Conservação de Ecossistemas Aquáticos, Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Av. Unisinos, 950, 93022-000, São Leopoldo, RS, Brasil.

*Autor correspondente.

² Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, Universidade Federal de São Carlos. Via Washington Luiz, km 235, 13560-905, São Carlos, SP, Brasil.

of genera and species. The invertebrate composition was different between rice fields and irrigation canals over the rice cultivation cycle. Besides, some were more frequent over the rice cultivation period whereas other ones were more associated with the non-cultivation period. Rice fields and irrigation canals are systems colonized by a variety of aquatic and terrestrial invertebrates, and they present a high biologic diversity which can be hardly found in other cultivation areas.

Key words: artificial wetlands, arthropods, biodiversity, functional feeding groups.

Introdução

Até o final dos anos 80, o principal enfoque da biologia da conservação esteve concentrado nos ecossistemas naturais, incluindo principalmente aqueles protegidos sob a forma de unidades de conservação, os quais correspondem a somente 11,5% da superfície terrestre do planeta (Rodrigues *et al.*, 2004; Bambaradeniya *et al.*, 2004). Entretanto, a partir de 1990, foi dada uma maior importância, sob o ponto de vista da conservação, às áreas manejadas pelo homem, tais como áreas agrícolas, sistemas florestais e assentamentos humanos, uma vez que esses sistemas caracterizam 75% da superfície terrestre do mundo (Western e Pearl, 1989; McNeely, 1995). Nesse sentido, muitas espécies vegetais e animais coexistem entre sistemas naturais e manejados pelo homem.

Entretanto, a agricultura moderna ou convencional consiste na simplificação da estrutura natural do ambiente ao longo de grandes áreas, substituindo a diversidade natural por um pequeno número de espécies de plantas cultivadas e animais domesticados (Altieri, 1999). Na agricultura convencional mundial, não mais do que 70 espécies de plantas são cultivadas em aproximadamente 1.440 milhões de hectares, contrastando com a diversidade de espécies de plantas encontradas em apenas um hectare de floresta tropical, que pode chegar a mais de 100 espécies (Perry, 1994). Inúmeras pesquisas têm alertado repetidamente para a extrema vulnerabilidade das monoculturas devido a essa uniformidade genética. A simplificação da biodiversidade que ocorre nesse tipo de agricultura faz com que sejam

necessárias constantes intervenções humanas, enquanto que em ecossistemas naturais a regulação funcional interna do sistema ocorre através de interações biológicas decorrentes dos processos naturais envolvidos no fluxo de energia e ciclagem de nutrientes, os quais envolvem uma grande diversidade de organismos (Swift e Anderson, 1993). Aumentar a biodiversidade funcional em agroecossistemas é a estratégia ecológica-chave para trazer sustentabilidade ao cultivo (Altieri, 1999; Thrupp, 2000).

Dentre os diferentes tipos de agroecossistemas existentes no mundo, as lavouras de arroz irrigado são sistemas cultivados há milênios, e uma alta diversidade de espécies de invertebrados, vertebrados e plantas tem sido associada com essas áreas agrícolas (Heckman, 1979; Elphick e Oring, 2003; Bambaradeniya *et al.*, 2004). A comunidade de invertebrados é extremamente importante para a fertilidade do solo de lavouras de arroz irrigado, além de ser representada por predadores e parasitoides fundamentais para o controle natural de espécies de insetos consideradas pragas dessa cultura (Roger *et al.*, 1991). A alta diversidade de invertebrados verificada em lavouras de arroz pode estar atrelada às variações físicas, químicas e biológicas que ocorrem ao longo de um ciclo de cultivo, favorecendo o estabelecimento de um grupo diversificado de invertebrados aquáticos na fase aquática do ciclo e principalmente de artrópodes terrestres na fase sem água (Fernando, 1993; Bambaradeniya *et al.*, 2004).

Um dos primeiros inventários da fauna de invertebrados aquáticos em lavouras de arroz irrigado foi o de

Meijen (1940), no Uzbequistão, que registrou cerca de 185 espécies, pertencentes a quatro Filos. Heckman (1979) realizou um amplo inventário de invertebrados aquáticos em lavouras de arroz irrigado na Tailândia, nas quais encontrou 183 espécies em um único ciclo de cultivo. Bambaradeniya *et al.* (2004) registraram um total de 494 espécies de invertebrados aquáticos e terrestres em uma lavoura de arroz irrigado localizada no Sri Lanka ao longo de cinco ciclos de cultivo consecutivos, sendo que 69% das espécies eram artrópodes terrestres, principalmente insetos e aracnídeos. Além disso, do total de espécies de invertebrados encontrados, 15 eram novos registros para o Sri Lanka, e 200 espécies eram consideradas inimigas naturais de insetos considerados pragas do arroz (Bambaradeniya *et al.*, 2004). Entretanto, poucos estudos obtiveram uma diversidade tão alta de invertebrados aquáticos como a encontrada nos trabalhos de Heckman (1979) e Bambaradeniya *et al.* (2004). Em outros estudos, como os de Lim (1980), na Malásia; IRRI (1985), nas Filipinas; Roger *et al.* (1987), na Índia; e Takahashi *et al.* (1982), na Califórnia, a diversidade máxima de invertebrados aquáticos em lavouras de arroz irrigado não ultrapassou 39 espécies. Wilson *et al.* (2008) demonstraram que lavouras de arroz cultivadas sob um sistema convencional, com a utilização de defensivos químicos, apresentaram uma menor diversidade de macroinvertebrados aquáticos do que lavouras cultivadas organicamente. A diminuição na diversidade de espécies em lavouras de arroz irrigado, para a fauna em geral, tem sido atribuída à intensa mecanização do sistema pro-

duto, à utilização de agro-químicos e ao desaparecimento de ecossistemas naturais adjacentes às lavouras, os quais constituem reservas permanentes de biodiversidade (Fernando *et al.*, 1979).

No Sul do Brasil, mais especificamente no Rio Grande do Sul, dados conservativos apontam que aproximadamente 90% das áreas úmidas originais já foram destruídas. O fato de o Rio Grande do Sul concentrar a maior área de arroz irrigado cultivada no país foi uma das principais causas da fragmentação e destruição das áreas úmidas naturais nesse estado. Por outro lado, o papel das lavouras de arroz e canais de irrigação como habitats para a vida silvestre não é ainda conhecido no Rio Grande do Sul. Considerando a escassez de informações sobre a estrutura e a diversidade de invertebrados aquáticos nos sistemas produtivos orizícolas no Sul do Brasil e da significativa perda de áreas úmidas naturais nessa região, o objetivo deste estudo foi realizar um inventário da diversidade de invertebrados aquáticos em lavouras de arroz e canais de irrigação em uma importante região orizícola do Rio Grande do Sul, a Planície Costeira.

Material e Métodos

Área de estudo

O estado do Rio Grande do Sul está localizado na região Sul do Brasil com uma área de 282.184 km² (Figura 1). A Planície Costeira estende-se por 640 km à margem do Oceano Atlântico, com área correspondente a 10,6% da área total do estado, sendo sua principal característica hidrológica a ausência de grandes rios e a presença de várias lagoas distribuídas em toda sua extensão. A Planície Costeira é uma das regiões do Rio Grande do Sul com a maior concentração de áreas úmidas e também é uma importante região produtora de arroz no Estado (Maltchik, 2003; Azambuja *et al.*, 2004). O clima do Rio Grande do Sul é subtropical úmido, e a temperatura média

varia de 14,6°C no inverno a 22,2°C no verão, com uma temperatura média anual de 17,5°C. A precipitação anual varia de 1.150 a 1.450 mm, com uma média anual de 1.250 mm (Tagliani, 1995). A topografia plana e a baixa altitude (inferior a 20 m acima do nível do mar) da Planície Costeira fazem com que as condições climáticas relacionadas à precipitação e temperatura sejam bastante similares nessa região (Rambo, 2000).

O presente estudo foi realizado no município de Mostardas (Planície Costeira do Rio Grande do Sul, 30°54'46,9" Sul, 50°48'46,2" Oeste), que ocupa atualmente a oitava posição entre as cidades produtoras de arroz irrigado no Rio Grande do Sul, com 33.397 ha de área de plantio (Instituto Rio Grandense do Arroz, 2007). Nesse estudo, foram selecionadas duas propriedades rurais no município de Mostardas que utilizaram o mesmo sistema de cultivo do arroz irrigado (cultivo mínimo) (Figura 1). O estudo foi realizado em seis lavouras de arroz irrigado e quatro canais de irrigação ao longo de um ciclo de cultivo. Os quatro canais de irrigação encontravam-se adjacentes às lavouras estudadas nas duas propriedades rurais. No período de entressafra, os canais de irrigação permaneceram com água acumulada principalmente devido à topografia plana e à maior precipitação nesse período do ano (inverno). Nas lavouras foram feitas

aplicações do herbicida glifosato na dosagem de 4L/ha no preparo do solo e de 2L/ha na fase inicial do crescimento da plântula de arroz. As lavouras foram fertilizadas com ureia (200 kg/ha) antes da irrigação e logo após a emergência das plântulas de arroz. A área de cada uma das lavouras estudadas era de aproximadamente 1 ha, e a água drenada pelos canais de irrigação durante o período de crescimento do arroz era captada da Laguna dos Patos. A largura dos canais de irrigação estudados era de aproximadamente 2 metros, e o comprimento (distância) de cada um dos canais entre a Laguna dos Patos e as lavouras estudadas era de aproximadamente 9 km.

Amostragem de invertebrados aquáticos

Foram realizadas seis coletas durante um ciclo de cultivo do arroz irrigado nas seis lavouras e quatro canais (junho de 2005 a junho de 2006), compreendendo dois períodos distintos: cultivado e não cultivado. Em cada lavoura e em cada canal de irrigação foram realizadas duas coletas anteriores ao preparo do solo (junho e setembro de 2005), correspondendo à fase de entressafra; uma coleta no preparo do solo (novembro de 2005); duas coletas durante a irrigação das lavouras de arroz, nas quais os canais de irrigação estavam conectados às lavouras.

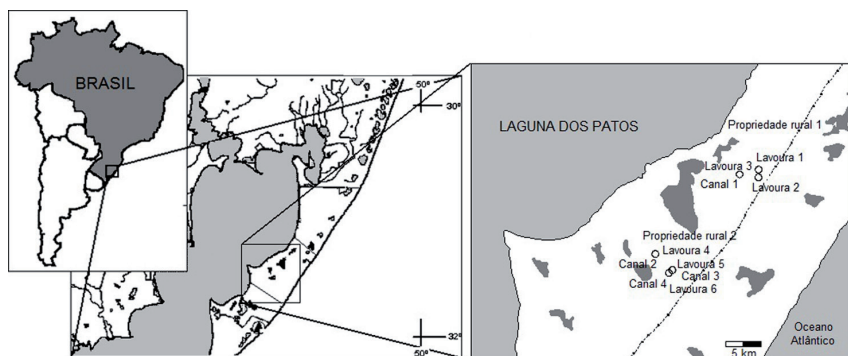


Figura 1. Área de estudo, destacando as lavouras de arroz e os canais de irrigação estudados em duas propriedades rurais na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil.
Figure 1. Location of study area, with the position of the rice fields and rice irrigation canals in two rural properties in the Coastal Plain of Rio Grande do Sul, southern Brazil.

ras (crescimento inicial do arroz, em janeiro de 2006, e crescimento final, em março de 2006); e uma coleta na fase de pós-colheita das lavouras de arroz, em que os canais não apresentavam mais a conexão com as lavouras (junho de 2006). Enquanto o período cultivado correspondeu às coletas de preparo do solo e crescimento (inicial e final) do arroz, o período não cultivado foi representado pelas coletas de entressafra (anterior ao preparo do solo e pós-colheita).

Em cada coleta, seis amostras quantitativas de invertebrados foram obtidas aleatoriamente em cada lavoura e em cada canal de irrigação, utilizando-se um core de 7,5 cm de diâmetro, que foi inserido até 10 cm de profundidade no sedimento. Adicionalmente, foi obtida uma amostra qualitativa em cada área estudada através de uma rede de mão com armação circular de 30 cm de diâmetro e malha de 200 µm de diâmetro, consistindo da varredura do sedimento e da coluna d'água nas lavouras de arroz e canais de irrigação. Em cada área, coletou-se um volume de aproximadamente 3,5 litros, buscando-se uma padronização do esforço de coleta em termos de área amostrada. As amostras foram fixadas *in situ* com formaldeído a 10% e levadas ao laboratório. No laboratório, as amostras foram lavadas com o auxílio de peneiras com malhas de 1 mm, 0,5 mm e 0,2 mm de diâmetro. Os invertebrados foram triados e identificados quando possível, até o nível de espécie, com auxílio de estereomicroscópio e microscópio, e acondicionados em tubetes de vidro com álcool a 80%. A identificação foi realizada utilizando-se bibliografias especializadas (Brinkhurst e Marchese, 1989; Lopretto e Tell, 1995; Merritt e Cummins, 1996; Fernández e Domínguez, 2001) e recorrendo-se ao auxílio de especialistas em diferentes grupos taxonômicos. As amostras foram depositadas no Laboratório de Ecologia e Conservação de Ecossistemas Aquáticos da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos.

Análise de dados

Segundo a classificação de grupos funcionais de alimentação de Merritt e Cummins (1996), os táxons de invertebrados foram agrupados em seis grupos tróficos funcionais: predadores (P), coletores (C), fragmentadores (F), raspadores (R), perfuradores herbívoros (PH), e parasitas (PA). Os táxons pertencentes a mais de um grupo trófico funcional foram classificados como generalistas (G). Os critérios para a divisão da comunidade de invertebrados em grupos tróficos funcionais são baseados na associação entre um conjunto de adaptações alimentares dos organismos e as categorias de recursos básicos disponíveis. A classificação em grupos tróficos funcionais distingue os táxons de invertebrados dentro dos ecossistemas aquáticos de acordo com as diferentes adaptações morfológicas e comportamentais utilizadas para se alimentarem (Merritt e Cummins, 1996).

A variação da composição de invertebrados ao longo das diferentes fases do ciclo de cultivo do arroz nas lavouras e nos canais de irrigação foi verificada através de Análise de Correspondência Destendenciada (“Detrended Correspondence Analysis – DCA”, Hill e Gauch, 1980), do Pacote Estatístico PC-ORD Version 4.2 (McCune e Mefford, 1999). Foram realizadas duas análises de correspondência destendenciada: (i) As lavouras de arroz e os canais de irrigação foram categorizados visando evidenciar diferenças na composição de invertebrados entre esses dois sistemas ao longo do ciclo de cultivo estudado; e (ii) As coletas foram categorizadas em período cultivado (preparo do solo e crescimento inicial e final do arroz) e não cultivado (entressafra anterior ao preparo do solo e pós-colheita) para analisar variações na sucessão temporal da composição de invertebrados nas áreas estudadas. Na primeira análise, a presença/ausência dos diferentes táxons de invertebrados nas seis lavouras de arroz foi agrupada para cada uma das

coletas, e o mesmo foi feito em relação aos canais de irrigação, totalizando 12 pontos (seis pontos relacionados às lavouras em cada uma das coletas e seis pontos relacionados aos canais de irrigação em cada coleta). Na segunda análise, a presença/ausência dos diferentes táxons de invertebrados foi analisada em cada coleta do ciclo de cultivo nas lavouras e canais de irrigação, totalizando seis pontos (três pontos referentes às coletas do período cultivado e três pontos no período não cultivado). Os táxons de invertebrados considerados nas duas análises foram aqueles que ocorreram em três ou mais pontos. Posteriormente, foi realizado o procedimento de permutação multi-resposta (“Multi-Response Permutation Procedure – MRPP”), do Pacote Estatístico PC-ORD Version 4.2 (McCune e Mefford, 1999) para verificar se as variações na composição entre lavouras e canais e entre período cultivado e período não cultivado eram significativas.

Resultados

Um total de 26.579 indivíduos em 69 táxons superiores (Famílias ou Ordens) de macroinvertebrados e cinco táxons superiores (Filo, Classe ou Ordem) de microinvertebrados (microcrustáceos e Nematoda) foi coletado durante o ciclo de cultivo estudado nas lavouras de arroz e canais de irrigação (Tabela 1). Considerando o menor nível de identificação taxonômica em que foi possível identificá-los, foram registrados 119 táxons de invertebrados (um identificado em nível de Filo, dois em Classe, seis em Ordem, 44 em Família, 32 em Gênero e 34 em Espécie). Os coletores (50 táxons), os predadores (28 táxons) e os generalistas (20 táxons) foram os grupos tróficos funcionais que predominaram dentre os invertebrados registrados neste estudo, representando 82,3% do total de táxons de invertebrados coletados (Tabela 1, Figura 2). Os fragmentadores (10 táxons), os raspadores (cinco táxons), os perfuradores herbívoros

(quatro táxons) e os parasitas (dois táxons) corresponderam a 17,7% do total de táxons de invertebrados amostrados nas lavouras de arroz e canais de irrigação, ao longo do ciclo de cultivo (Tabela 1, Figura 2).

Dentre os artrópodes, os insetos estiveram representados por 5.037 indivíduos em 49 famílias, *Hyaella*, predominou entre os crustáceos, totalizando 4.252 indivíduos, e os ácaros (terrestres e aquáticos) foram representados por 1.169 indivíduos. Dentre os insetos, dos 2.268 dípteros, a família Chironomidae representou 83,2%, seguida das famílias Culicidae, Ceratopogonidae e Ephydriidae, que juntas totalizaram 14,1% do total de indivíduos dessa ordem. Das 14 famílias de Coleoptera, 10 apresentaram uma abundância inferior a 10 indivíduos no sedimento das lavouras e dos canais de irrigação, ao longo do período estudado. Os coleópteros da família Hydrophilidae, especialmente *Berosus*, e da família

Dytiscidae, corresponderam a 41% e 26,2% do total de indivíduos dessa ordem de insetos, respectivamente. Os organismos das famílias Corixidae e Belostomatidae predominaram entre os heterópteros, e as náides de Coenagrionidae foram as mais abundantes dentro da ordem Odonata. Os efemerópteros totalizaram 784 indivíduos pertencentes aos gêneros *Caenis* (que correspondeu a 85% desse total), *Callibaetis* e *Campsurus*. Os tricópteros foram pouco representativos no estudo, com um total de 55 indivíduos. A Classe Oligochaeta correspondeu a 30,2% do total de indivíduos amostrados durante o estudo distribuídos em apenas quatro famílias e uma ordem (Megadrili). Em relação à Classe Hirudinea, as famílias Glossiphoniidae e Hirudinidae totalizaram 3.029 indivíduos, sendo que 95% desse total pertenciam à família Glossiphoniidae. Os briozoários também foram bastante representativos nas lavouras e nos

canais de irrigação, sendo coletados 1.378 estatoblastos da família Plumatellidae. Dentre os moluscos, os gastrópodes estiveram representados por 1.420 indivíduos distribuídos em quatro famílias e os bivalves da família Sphaeriidae totalizaram 845 indivíduos. Sete espécies de esponjas de água doce (família Spongillidae) somaram mais 971 indivíduos à comunidade de invertebrados durante o ciclo de cultivo do arroz irrigado.

As famílias de macroinvertebrados que apresentaram o maior número de gêneros ou espécies foram Naididae (14 espécies), Chironomidae (dez gêneros), Spongillidae (sete espécies), Libellulidae (cinco gêneros) e Tubificidae (cinco gêneros e/ou espécies) (Tabela 1). Algumas famílias coletadas foram representadas por um ou dois gêneros ou espécies (Tabela 1). Os tubificídeos mais abundantes foram *Bothrioneurum*, *Aulodrilus pigueti* e *Limnodrilus hoffmeisteri*, re-

Tabela 1. Lista dos táxons de invertebrados, classificados em grupos tróficos funcionais, registrados nas lavouras de arroz e canais de irrigação ao longo de dois períodos relacionados ao cultivo do arroz irrigado (junho de 2005 a junho de 2006), na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. (L = lavouras; C = canais; PC = período cultivado; PNC = período não-cultivado).

Table 1. Taxonomic list of invertebrates, placed into functional feeding groups, in the rice fields and rice irrigation canals over the cultivation cycle categorized by cultivated period and non-cultivated period (June 2005 to June 2006) in the Coastal Plain of Rio Grande do Sul. (R = rice fields; C = canals; CP = cultivated period; NCP = non-cultivated period).

	Classe	Ordem	Famílias/Gêneros/Espécies	L	C	PC	PNC
Phylum Arthropoda Subphylum Uniramia	Insecta	Diptera	Chironomidae	X	X	X	X
			<i>Chironomus</i> (C)	X	X	X	X
			<i>Parachironomus</i> (C)	X	X	X	X
			<i>Goeldichironomus serratus</i> (C)	X	X	X	X
			<i>Cryptochironomus</i> (C)		X	X	
			<i>Tanytarsus</i> (C)	X	X	X	X
			<i>Tanypus punctipennis</i> (P)	X	X	X	X
			<i>Ablabesmyia annulata</i> (P)	X	X	X	X
			<i>Polypedilum</i> (C)	X	X		X
			<i>Monopelopia</i> (P)		X	X	
			<i>Larsia</i> (P)		X		X
			Ceratopogonidae (P)	X	X	X	X
			Ephydriidae (G)	X	X	X	X
			Tabanidae (P)	X	X	X	X
			Tipulidae (G)	X	X	X	X
			Dolichopodidae (P)	X			X
			Stratiomyidae (C)	X	X	X	X
			Thaumaleidae (R)	X		X	
			Culicidae (G)	X	X	X	X
			<i>Berosus</i> (P)	X	X	X	X
		Coleoptera	Outros Hydrophilidae (G)	X	X	X	X
			Dytiscidae (P)	X	X	X	X
			Noteridae (G)	X	X	X	X
			<i>Halipilus</i> (G)	X		X	X
			Scirtidae (G)	X		X	
			Dryopidae (G)	X			X

	Classe	Ordem	Famílias/Gêneros/Espécies	L	C	PC	PNC
Phylum Arthropoda Subphylum Uniramia	Insecta		Curculionidae (F)	X	X	X	X
			Chrysomelidae (F)	X	X		X
			Staphylinidae (P)	X	X		X
			Scarabaeidae (C)	X		X	X
			Coccinellidae (G)	X		X	
			Carabidae (G)		X	X	
	Heteroptera		Elateridae (F)	X			X
			Belostomatidae (P)	X	X	X	X
			Corixidae (G)	X	X	X	X
			Notonectidae (P)	X	X	X	X
			Pleidae (P)		X	X	X
			Veliidae (P)	X	X	X	
			Mesoveliidae (P)	X	X	X	
			Nepidae (P)	X		X	
			Aradidae (C)		X	X	
			Pyrrocoridae (F)		X	X	X
		Odonata	Libellulidae (P)	X	X	X	X
			<i>Tramea</i> (P)		X		X
			<i>Micrathyrina</i> (P)		X	X	
			<i>Planiplax</i> (P)		X		X
			<i>Erythrodiplax</i> (P)	X	X	X	X
			<i>Orthemis</i> (P)	X		X	
			Coenagrionidae (P)	X	X	X	X
			<i>Oxyagrion</i> (P)	X	X	X	X
			<i>Telebasis</i> (P)		X		X
			Aeshnidae/ <i>Rhionaeschna</i> (P)		X	X	
	Ephemeroptera		<i>Callibaetis</i> (C)	X	X	X	X
			<i>Caenis</i> (C)	X	X	X	X
			<i>Campsurus</i> (C)	X	X	X	X
			<i>Oecetis</i> (P)	X	X	X	
	Trichoptera		<i>Nectopsyche</i> (F)		X	X	

	Classe	Ordem	Famílias/Gêneros/Espécies	L	C	PC	PNC
Phylum Arthropoda Subphylum Crustacea	Insecta		<i>Oxyethira</i> (G)	X	X	X	X
			Hymenoptera				
			<i>Solenopsis</i> (F)	X	X	X	X
			Lepidoptera (F)	X	X	X	X
			Homoptera (PH)				
			Cicadellidae	X	X	X	X
	Subphylum Uniramia		Aphididae	X		X	X
			Cercopidae	X	X	X	X
			Delphacidae	X	X	X	
			Orthoptera (F)	X	X	X	X
			Collembola				
			Etmomobryidae (C)	X	X	X	X
			Entognatha				
			Malacostraca				
			Isopoda (F)		X		X
			Amphipoda	X	X	X	X
			<i>Hyalella</i> (C)				
	Branchiopoda		Conchostraca (C)	X			X
			Cladocera (C)	X	X	X	X
			Copepoda (G)	X	X	X	X
			Ostracoda (G)	X	X	X	X
			Podocopida				
			<i>Cypridopsis vidua</i>	X	X		X
			<i>Eucypris obtusata</i>	X	X	X	X
			<i>Chlamidotheca incisa</i>	X	X	X	X
			<i>Stenocypris major</i>	X			X
			<i>Strandesia bicusps</i>	X			X
			<i>Cytheridella illosvayi</i>		X	X	X
Phylum Arthropoda Subphylum Chelicerata	Arachnida						
			Acariformes				
			Hydracarina (P)	X	X	X	X
			Oribatidae (C)	X	X	X	X
Phylum Arthropoda Subphylum Chelicerata	Arachnida						
			Aranae (P)	X	X	X	X

	Classe	Ordem	Famílias/Gêneros/Espécies	L	C	PC	PNC		
Phylum Mollusca	Gastropoda	Mesogastropoda	Ampullaridae (R)	X	X	X	X		
			Hydrobiidae (R)	X	X	X	X		
	Bivalvia	Basommatophora	Planorbidae (R)	X	X	X	X		
			Physidae (R)	X	X	X	X		
		Eulamellibranchia	Sphaeriidae (C)	X	X	X	X		
			<i>Pisidium</i>	X	X	X	X		
		Oligochaeta (C)	Megadrili	Eupera		X	X		
				Microdrili	Tubificidae	X	X	X	X
					<i>Limnodrilus</i>	X	X	X	X
					<i>Bothrioneurum</i>	X	X	X	X
<i>Spirosperma</i>						X		X	
<i>Aulodrilus limnobius</i>					X			X	
<i>Aulodrilus pigueti</i>					X	X	X	X	
Naididae					X	X	X	X	
<i>Dero (Dero) botrytis</i>					X	X	X	X	
<i>Dero (Dero) obtusa</i>					X	X	X	X	
<i>Dero (Dero) nivea</i>	X				X	X	X		
<i>Dero (Dero) digitata</i>	X				X	X	X		
<i>Dero (Dero) multibranchiata</i>	X						X		
<i>Dero (Dero) sawayai</i>	X				X	X			
<i>Dero (Dero) evelinae</i>					X		X		
<i>Dero (Aulophorus) vagus</i>	X					X			
<i>Dero (Aulophorus) furcatus</i>	X				X		X		
<i>Pristina americana</i>	X				X	X	X		
<i>Pristina leidyi</i>	X				X		X		
<i>Slavina sawayai</i>	X					X			
<i>Slavina evelinae</i>		X	X	X					
	Classe	Ordem	Famílias/Gêneros/Espécies	L	C	PC	PNC		
Phylum Annelida			<i>Allonais chelata</i>	X	X	X			
			Opistocystidae						
			<i>Opistocysta funiculus</i>	X	X		X		
			Enchytraeidae	X		X	X		
Phylum Hirudinea		Rhynchobdellida	<i>Aeolosoma</i> (C)	X	X		X		
			Gnathobdellida	Glossiphoniidae (PA)	X	X	X	X	
				Hirudinidae (PA)	X	X	X	X	
Phylum Tricladida									
Phylum Turbellaria		Tricladida							
			<i>Girardia tigrina</i> (P)	X	X	X	X		
Phylum Platyhelminthes									
Phylum Phylactolaemata									
Phylum Bryozoa									
Phylum Demospongiae									
Phylum Haplosclerida (C)									
Phylum Corvoheteromeyenia australis									
Phylum Heteromeyenia insignis									
Phylum Heteromeyenia cristalina									
Phylum Ephydatia facunda									
Phylum Racekiela sheilae									
Phylum Radiospongilla amazonensis									
Phylum Trochospongilla paulula									
Phylum (G)									
Phylum X									

Grupos tróficos funcionais: predadores (P), coletores (C), fragmentadores (F), raspadores (R), perfuradores herbívoros (PH), parasitas (PA) e generalistas (G).

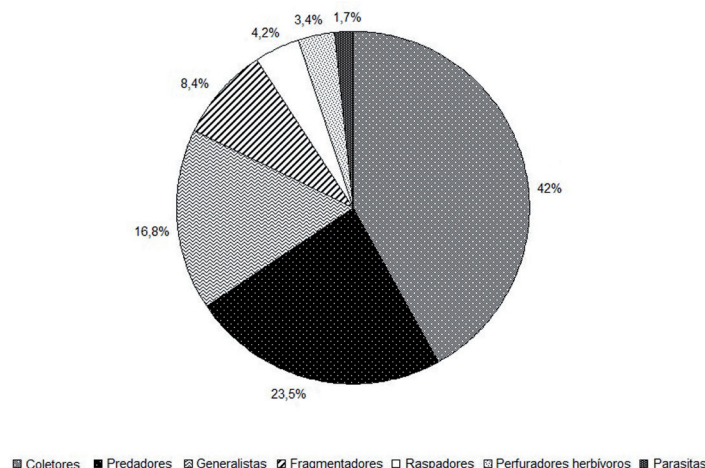


Figura 2. Porcentagem de organismos pertencentes aos grupos tróficos funcionais de invertebrados, encontrados nas lavouras de arroz e canais de irrigação estudados na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, no período de junho de 2005 a junho de 2006.

Figure 2. Percentage of functional feeding groups of invertebrates found in the rice fields and rice irrigation canals in the Coastal Plain of Rio Grande do Sul, southern Brazil, from June 2005 to June 2006.

presentando 96,5% dos indivíduos dessa família. *Aulodrilus limnobius* correspondeu ao restante dos tubificídeos amostrados. Dentre os naidídeos, 62,2% dos indivíduos pertenciam às espécies de *Dero* (*Dero*): *D. (D.) botrytis*, *D. (D.) obtusa*, *D. (D.) nivea*, *D. (D.) digitata*, *D. (D.) multi-branchiata*, *D. (D.) sawayai* e *D. (D.) evelinae*. As espécies *Dero* (*Aulophorus*) *vagus* e *Dero* (*Aulophorus*) *furcatus* corresponderam a apenas 5,5% dos naidídeos coletados. As espécies *Pristina americana*, *Pristina leidy*, *Slavina sawayai*, *Slavina evelinae* e o gênero *Allonais* totalizaram 32,3% dos indivíduos dessa família.

Além dos macroinvertebrados estritamente aquáticos ou semiaquáticos, alguns táxons terrestres ou com predominância de espécies terrestres também foram encontrados nas lavouras de arroz e nos canais de irrigação ao longo do período estudado, tais como, coleópteros das famílias Curculionidae, Chrysomelidae, Staphylinidae, Scarabaeidae, Elateridae, Coccinellidae e Carabidae; heterópteros das famílias Aradidae e Pyrrhocoridae; homópteros das famílias Cicadellidae, Aphididae, Cercopidae

e Delphacidae; representantes das ordens Orthoptera e Hymenoptera (*Solenopsis*), aranhas, ácaros oribatídeos e oligoquetas megadrilos e da família Enchytraeidae (Tabela 1). Na amostragem de invertebrados aquáticos também foram coletados diversos representantes da meiofauna, como, por exemplo, microcrustáceos (Cladoceira, Copepoda e Ostracoda) e nematódeos (Tabela 1).

Os dois primeiros eixos da análise de ordenação explicaram 34,9% (24% pelo eixo 1 e 10,9% pelo eixo 2) da variação da composição de invertebrados nas lavouras de arroz e canais de irrigação ao longo do ciclo de cultivo estudado. O primeiro eixo da análise demonstrou que a composição de invertebrados variou entre as lavouras de arroz e os canais de irrigação ao longo do período estudado (Figura 3). Essa variação foi validada estatisticamente pelo procedimento de permutação multi-resposta ($A = 0,067$; $P = 0,0005$). Além disso, a variação da composição de invertebrados entre as coletas do ciclo de cultivo foi maior nas lavouras do que nos canais de irrigação (Figura 3). Enquanto vários táxons da Classe Oligochaeta, da ordem

Coleoptera, e duas espécies de Porifera foram mais presentes nas lavouras de arroz, Noteridae, Coenagrionidae, Hydrobiidae, *Pisidium*, *Girardia tigrina* e Hirudinidae estiveram mais associados aos canais de irrigação ao longo do ciclo de cultivo (Figura 3). Tanto nas lavouras de arroz quanto nos canais de irrigação foram encontrados 98 táxons de invertebrados (Tabela 1). Um total de 21 táxons foi encontrado exclusivamente nas lavouras de arroz e, igualmente, 21 táxons foram coletados somente nos canais de irrigação. As lavouras de arroz e os canais de irrigação compartilharam 77 táxons de invertebrados ao longo do período estudado (Tabela 1).

Em relação à variação da composição de invertebrados ao longo das seis coletas que caracterizaram o período cultivado e o período não cultivado (entressafra), os dois primeiros eixos da análise de ordenação explicaram 44% (33,9% pelo eixo 1 e 10,1% pelo eixo 2) da variação na composição da comunidade. Embora essa variação não tenha sido significativa ($A = 0,018$; $P = 0,194$), o eixo 1 separou gradativamente as coletas do período cultivado e não cultivado, além de destacar uma maior similaridade na composição de invertebrados entre a primeira e a última coleta do ciclo de cultivo (junho de 2005 e junho de 2006) (Figura 4). Organismos pertencentes a algumas famílias de Diptera (Tipulidae, Tabanidae, Ephydriidae e Culicidae) e espécies de Porifera foram mais frequentes no período não cultivado. Enquanto os oligoquetas tubificídeos estiveram presentes ao longo de todo o ciclo de cultivo, os naidídeos e diversos outros táxons (*Girardia tigrina*, *Caenis*, Notonectidae, Leptoceridae e Sphaeriidae) ocorreram mais frequentemente no período cultivado (Figura 4).

Discussão

Um total de 119 táxons de invertebrados foi encontrado nas lavouras de arroz e canais de irrigação estudados ao longo de um ciclo de cultivo no Rio

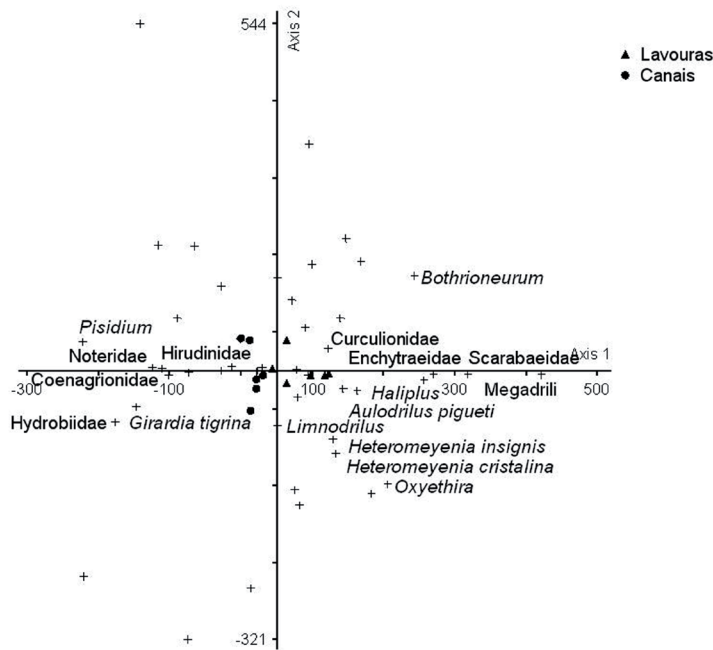


Figura 3. Diagrama da análise de ordenação gerada pela DCA: ordenação dos táxons de invertebrados em relação às lavouras de arroz e aos canais de irrigação na Planície Costeira do Rio Grande do Sul nas diferentes fases do ciclo de cultivo estudado (2005-2006).
Figure 3. Diagram of DCA ordination: relationship among invertebrate taxons and rice fields and canals in the Coastal Plain of Rio Grande do Sul over the rice cultivation cycle (2005-2006).

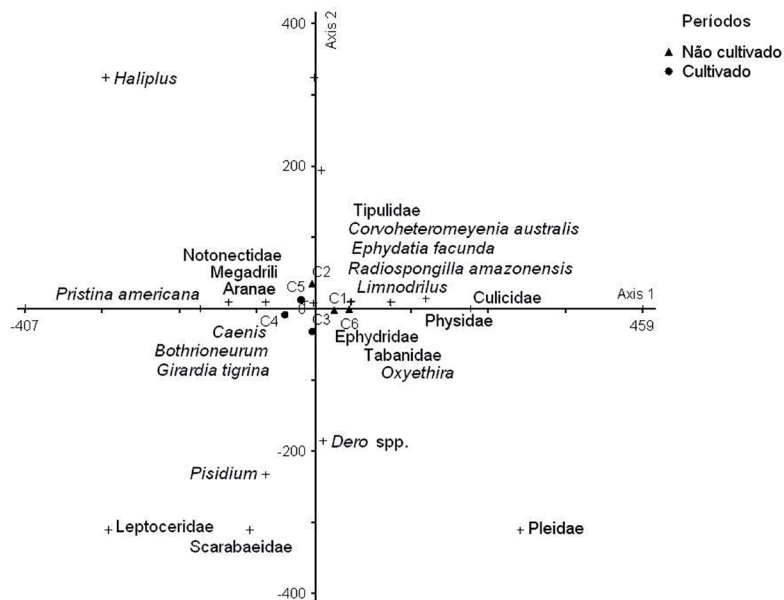


Figura 4. Diagrama da análise de ordenação gerada pela DCA: ordenação dos táxons de invertebrados em relação às diferentes fases do ciclo de cultivo (2005-2006) categorizadas em período cultivado e período não cultivado nas áreas estudadas na Planície Costeira do Rio Grande do Sul.
Figure 4. Diagram of DCA ordination: relationship among invertebrate taxons and collections of the rice cultivation cycle categorized by cultivated period and non-cultivated period in the Coastal Plain of Rio Grande do Sul.

Grande do Sul. Heckman (1979) realizou um estudo em uma única lavoura de arroz cultivada sob um sistema tradicional na Tailândia ao longo de um ano, encontrando um total de 183 espécies de invertebrados aquáticos representados por cinco Filos (Arthropoda, Mollusca, Annelida, Nematoda e Platyhelminthes). Bambaradeniya (2000) registrou um total de 179 espécies de invertebrados aquáticos em uma lavoura de arroz no Sri Lanka. Similarmente aos resultados de Heckman (1979) e Bambaradeniya (2000), as lavouras de arroz e canais de irrigação estudados também tiveram uma maior diversidade de artrópodes. O número de táxons foi inferior quando comparado aos inventários realizados na Tailândia e Sri Lanka provavelmente pelo nível de identificação taxonômica em que foi possível identificá-los, pois em nosso estudo alguns indivíduos não foram identificados em nível de gênero ou espécie.

Por outro lado, tem se observado um decréscimo no número de espécies de invertebrados aquáticos encontrados em arrozais da Malásia, das Filipinas, da Índia e dos Estados Unidos (Califórnia) (Lim, 1980; Takahashi *et al.*, 1982; IRRI, 1985; Roger *et al.*, 1985). A diversidade de táxons de invertebrados aquáticos encontrada no presente estudo foi alta quando comparada com os estudos realizados por Lim (1980) em arrozais na Malásia (39 táxons), por Roger *et al.* (1985) e IRRI (1985) em lavouras de arroz na Índia e nas Filipinas (26 espécies) e por Takahashi *et al.* (1982) em arrozais da Califórnia (21 táxons). Essa baixa diversidade de invertebrados verificada nessas lavouras de arroz foi atribuída, em parte, à aplicação de pesticidas e intensificação do cultivo. Lim (1980) verificou um decréscimo na diversidade de invertebrados aquáticos logo após a aplicação de pesticidas; porém, um aumento na densidade de populações de Ostracoda que se tornaram dominantes devido ao rápido recrutamento. Da mesma forma, nos estudos realizados na Índia e nas

Filipinas, a diversidade de invertebrados aquáticos foi inversamente proporcional à dominância populacional de algumas espécies. Wilson *et al.* (2008) demonstraram que lavouras de arroz cultivadas sem defensivos químicos apresentaram uma maior diversidade de invertebrados aquáticos em comparação àquelas cultivadas convencionalmente com a utilização de pesticidas na Austrália. Embora as propriedades rurais estudadas sejam extensas monoculturas de arroz e utilizem herbicidas e maquinário, a alta diversidade de invertebrados aquáticos constatada também pode estar relacionada à proximidade e conexão entre as lavouras e canais de irrigação com as áreas úmidas naturais adjacentes. As áreas úmidas naturais são consideradas como as principais fontes para o recrutamento das espécies da fauna aquática em lavouras de arroz (Martin, 2005). Pelo fato de existir uma fase seca nas lavouras de arroz irrigado, muitas espécies que recolonizam esses sistemas na fase aquática advêm principalmente de áreas úmidas naturais próximas às áreas agrícolas (Fernando *et al.*, 1980).

Outro aspecto interessante relacionado à dinâmica e à diversidade de invertebrados em lavouras de arroz e em canais de irrigação é a sucessão na composição de táxons ao longo das diferentes fases do ciclo de cultivo. Essa sucessão ocorre à medida que as lavouras passam da fase terrestre à aquática e, ao longo da fase aquática, da ausência de vegetação até o crescimento do arroz e de outras espécies vegetais, influenciando significativamente o estabelecimento de determinadas espécies (Heckman, 1979; Fernando *et al.*, 1979). Por exemplo, em um estudo realizado por Simpson *et al.* (1994) nas Filipinas, a composição de invertebrados aquáticos variou ao longo do ciclo de cultivo do arroz, sendo as populações de larvas de Chironomidae e Culicidae rapidamente sucedidas pelos microcrustáceos (Ostracoda, Copepoda e Cladocera). O prévio desenvolvimento de

quironomídeos e culicídeos seguido rapidamente dos microcrustáceos foi decorrente principalmente do aparecimento do fitoplâncton após a aplicação de fertilizantes. No presente estudo, algumas famílias de dípteros (Tipulidae, Tabanidae, Ephydriidae e Culicidae) e espécies de Porifera foram mais frequentes no período não cultivado. Por outro lado, os naídídeos e diversos outros táxons (*Girardia tigrina*, *Caenis*, Notonectidae, Leptoceridae e Sphaeriidae) ocorreram mais frequentemente no período cultivado, que compreendeu o preparo do solo e as fases de crescimento do arroz. Além disso, observou-se uma mudança mais acentuada na composição de invertebrados ao longo do ciclo de cultivo estudado nas lavouras de arroz do que nos canais de irrigação, provavelmente em decorrência de as variações relacionadas às flutuações hidrológicas serem mais extremas nas lavouras do que nos canais de irrigação.

Os coletores, predadores e generalistas foram os grupos tróficos funcionais que predominaram dentre os invertebrados coletados nas lavouras e nos canais de irrigação estudados. Os mesmos grupos tróficos funcionais de invertebrados aquáticos predominantes nas áreas orizícolas estudadas também foram os mais representativos em áreas úmidas naturais localizadas na mesma região (Stenert *et al.*, 2004). Entretanto, embora possa existir uma similaridade nas funções desempenhadas pelos invertebrados nas cadeias alimentares de áreas úmidas naturais e arrozais, a diversidade da comunidade de macroinvertebrados aquáticos é maior em áreas úmidas naturais. Stenert *et al.* (2004) e Stenert *et al.* (2008) registraram um total de 75 famílias de macroinvertebrados aquáticos em áreas úmidas naturais na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Por outro lado, muitas famílias presentes nas áreas úmidas naturais também foram encontradas nas lavouras de arroz e nos canais de irrigação, demonstrando que esses sistemas agrícolas proporcionam um hábitat para uma variedade de invertebrados aquáticos e terres-

tres, e que dentro de uma perspectiva agrícola, apresentam uma diversidade biológica dificilmente encontrada em outras áreas de cultivo (Martin, 2005).

Agradecimentos

Agradeço a todos os especialistas que auxiliaram na identificação dos diferentes grupos taxonômicos de invertebrados: Dr. Mercedes Marchese, pela identificação da Classe Oligochaeta, Dr. Georgina Bond Buckup, pela identificação da família Dogielinotidae, Dr. Wagner E.P. Avelar, pela identificação da família Sphaeriidae, Ms. Emanuela Cristina de Freitas, pela identificação dos microcrustáceos (Copepoda e Cladocera), Dr. Márcia Spies e Dra. Ana Emília Siegloch, pela identificação dos Trichoptera e Ephemeroptera, Ms. Carolina C. Mostardeiro, pela identificação das esponjas de água doce, Ms. Luiz Onofre Irineu de Souza, pela identificação das náíades de Odonata (agradecimento póstumo) e ao biólogo Alan Panatta, pela identificação das larvas de Chironomidae (agradecimento póstumo).

Referências

- ALTIERI, M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **74**:19-31. [http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00028-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00028-6)
- AZAMBUJA, I.H.V.; VERNETTI, J.F.J.; MAGALHÃES, J.A.M. 2004. Aspectos socioeconômicos da produção do arroz. In: A.S. GOMES; J.A.M. MAGALHÃES (eds.), *Arroz irrigado no Sul do Brasil*. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, p. 23-44.
- BAMBARADENIYA, C.N.B. 2000. *Ecology and biodiversity in an irrigated rice field ecosystem in Sri Lanka*. Peradeniya, Sri Lanka. Tese de Ph.D. University of Peradeniya, 525 p.
- BAMBARADENIYA, C.N.B.; EDIRISINGHE, J.P.; DE SILVA, D.N.; GUNATILLEKE, C.V.S.; RANAWANA, K.B.; WIJEKOON, S. 2004. Biodiversity associated with an irrigated rice agroecosystem in Sri Lanka. *Biodiversity and Conservation*, **13**:1715-1753. <http://dx.doi.org/10.1023/B:BIOC.0000029331.92656.de>
- BRINKHURST, R.O.; MARCHESE, M.R. 1989. *Guía para la identificación de oligoquetos acuáticos continentales de Sud y Centro America*. San Tomé, J. Macia, 207 p.

- ELPHICK, C.S.; ORING, L.W. 2003. Conservation implications of flooding rice fields on winter for waterbirds. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **94**:17-29.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809\(02\)00022-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809(02)00022-1)
- FERNÁNDEZ, H.R.; DOMÍNGUEZ, E. 2001. *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos*. Tucumán, Universidad Nacional de Tucumán, 282 p.
- FERNANDO, C.H. 1993. Rice field ecology and fish culture – an overview. *Hydrobiologia*, **259**:91-113.
<http://dx.doi.org/10.1007/BF00008375>
- FERNANDO, C.H.; FURTADO, J.I.; LIM, R.P. 1979. Aquatic fauna of the world's rice fields. *Wallaceana Supplement Kuala Lumpur*, **2**:1-105.
- FERNANDO, C.H.; FURTADO, J.I.; LIM, R.P. 1980. The ecology of ricefields with special reference to aquatic fauna. In: J.I. FURTADO (ed.), *Tropical Ecology and Development*. Kuala Lumpur, The International Society of Tropical Ecology, p. 943-951.
- HECKMAN, C.W. 1979. Rice field ecology in northeastern Thailand. *Monographs in Biology*, **34**:1-228.
- HILL, M.O.; GAUCH, H.G. 1980. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. *Plant Ecology*, **42**:47-58.
<http://dx.doi.org/10.1007/BF00048870>
- INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ (IRGA). 2007. *Arroz irrigado: safra 2006/2007 - produção municipal*. Porto Alegre, Seção de Política Setorial – DCI, 3 p.
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (IRRI). 1985. *Annual report for 1984*. Manila, IRRI, 504 p.
- LIM, R.P. 1980. Population changes of some aquatic invertebrates in ricefields. In: J.I. FURTADO (ed.), *Tropical Ecology and Development*. Kuala Lumpur, The International Society of Tropical Ecology, p. 971-980.
- LOPRETTO, E.C.; TELL, G. 1995. *Ecosistemas de aguas continentales: metodologías para su estudio*. La Plata, Ediciones Sur, 1401 p.
- MALTCHIK, L. 2003. Three new wetlands inventories in Brazil. *Interciencia*, **28**:421-423.
- MARTIN, K. 2005. Aquatic faunal communities in the Ifugao rice terraces (Philippines): A case study. In: C.H. FERNANDO; F. GÖLTENBOTH; J. MARGRAF (eds.), *Aquatic ecology of rice fields: a global perspective*. Ontario, Volumes Publishing, p. 129-153.
- MCCUNE, B.; MEFFORD, M.J. 1999. *PC-ORD - Multivariate Analysis of Ecological Data*. Oregon, MJM Software Design, 237 p.
- MCNEELY, J.A. 1995. How traditional agroecosystems can contribute to conserving biodiversity. In: P. HALLADAY; D.A. GILMOUR (eds.), *Conserving Biodiversity Outside Protected Areas. The Role of Traditional Agroecosystems*. Gland, IUCN, p. 164-182.
- MEIJEN, V.A. 1940. *Fish Culture in Rice Fields*. Moscow, Food Industry Publishers, 96 p.
- MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W. 1996. *An introduction to the aquatic insects of North America*. Iowa, Kendall/Hunt Publishing Company, 862 p.
- PERRY, D.A. 1994. *Forest Ecosystems*. Baltimore, Johns Hopkins University Press, 649 p.
- RAMBO, B. 2000. *A Fisionomia do Rio Grande do Sul: Ensaio de Monografia Natural*. São Leopoldo, Editora Unisinos, 456 p.
- RODRIGUES, A.S.L.; ANDELMAN, S.J.; BAKARR, M.I.; BOITANI, L.; BROOKS, T.M.; COWLING, R.M.; FISHPOOL, L.D.C.; FONSECA, G.A.B.; GASTON, K.J.; HOFFMANN, M.; LONG, J.S.; MARQUET, P.A.; PILGRIM, J.D.; PRESSEY, R.L.; SCHIPPER, J.; SCHREST, W.; STUART, S.N.; UNDERHILL, L.G.; WALLER, R.W.; WATTS, M.E.J.; YAN, X. 2004. Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature*, **428**:640-643.
<http://dx.doi.org/10.1038/nature02422>
- ROGER, P.A.; GRANT, I.F.; REDDY, P.M. 1985. *Blue-green algae in India: A trip report*. Los Baños, International Rice Research Institute, 93 p.
- ROGER, P.A.; GRANT, I.F.; REDDY, P.M.; WATANABE, I. 1987. The photosynthetic biomass in wetland ricefields and its effect on nitrogen dynamics. In: *Efficiency of Nitrogen Fertilizers for Rice*. Manila, International Rice Research Institute, p. 43-68.
- ROGER, P.A.; HEONG, K.L.; TENG, P.S. 1991. Biodiversity and sustainability of wetland rice production: role and potential of microorganisms and invertebrates. In: D.L. HAWKSWORTH (ed.), *The biodiversity of microorganisms and invertebrates: its role in sustainable agriculture*. Wallingford, CAB International, p. 117-136.
- SIMPSON, I.; ROGER, P.A.; OFICIAL, B.; GRANT, I.F. 1994. Effects of fertilizer and pesticide management on floodwater ecology of a wetland ricefield. II. Dynamics of microcrustaceans and dipteran larvae. *Biology and Fertility of Soils*, **17**:138-146.
<http://dx.doi.org/10.1007/BF00337746>
- STENERT, C.; SANTOS, E.M.; MALTCHIK, L. 2004. Levantamento da diversidade de macroinvertebrados em áreas úmidas do Rio Grande do Sul (Brasil). *Acta Biologica Leopoldensia*, **26**:225-240.
- STENERT, C.; BACCA, R.C.; MOSTARDEIRO, C.C.; MALTCHIK, L. 2008. Environmental predictors of macroinvertebrate communities in coastal wetlands of southern Brazil. *Marine and Freshwater Research*, **59**:540-548.
<http://dx.doi.org/10.1071/MF07220>
- SWIFT, M.J.; ANDERSON, J.M. 1993. Biodiversity and ecosystem function in agroecosystems. In: E. SCHULTZE; H.A. MOONEY (eds.), *Biodiversity and Ecosystem Function*. New York, Springer, p. 57-83.
- TAGLIANI, P.R.A. 1995. *Estratégia de Planificação Ambiental para o Sistema Ecológico da Restinga da Lagoa dos Patos - Planície Costeira do Rio Grande do Sul*. São Carlos, SP. Tese de doutorado. Universidade Federal de São Carlos, 228 p.
- TAKAHASHI, R.M.; MIURA, T.; WILDER, W.H. 1982. A comparison between the area sampler and the two other sampling devices for aquatic fauna in ricefields. *Mosquito News*, **42**:211-216.
- THRUPP, L.A. 2000. Linking agricultural biodiversity and food security: the valuable role of agrobiodiversity for sustainable agriculture. *International Affairs*, **76**:265-281.
<http://dx.doi.org/10.1111/1468-2346.00133>
- WESTERN, D.; PEARL, M.C. 1989. *Conservation for the twenty-first century*. New York, Oxford University Press, 287 p.
- WILSON, A.L.; WATTS, R.J.; STEVENS, M.M. 2008. Effects of different management regimes on aquatic macroinvertebrate diversity in Australian rice fields. *Ecological Research*, **23**:565-572.
<http://dx.doi.org/10.1007/s11284-007-0410-z>

Submitted on May 2, 2011

Accepted on June 2, 2011