



Centro de Tecnologia Mineral
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
Coordenação de Processos Mineraiis – COPM

MALACOFUNA LIMNÉTICA DA ECORREGIÃO AQUÁTICA XINGU-TAPAJÓS

Jozélia Maria de Sousa Correia
José Carlos Nascimento de Barros
Maurício Camargo
Jean Carlos Leitão Batista
Paulo Sérgio Santos Souto

CCL00650012 – Capítulo do livro "Ecorregiões Aquáticas Xingu-Tapajós" - 2012, pg
139-162.

6 MALACOFAUNA LIMNÉTICA DA ECORREGIÃO AQUÁTICA XINGU-TAPAJÓS

Jozélia Maria de Sousa Correia
José Carlos Nascimento de Barros
Maurício Camargo
Jean Carlos Leitão Batista
Paulo Sérgio Santos Souto

6.1 Introdução

O Filo Mollusca compreende mais de cem mil espécies descritas, que ocupam os ambientes terrestres, de águas doces e salobras, sendo organismos que vivem caracteristicamente apoiados ao substrato (Boffi, 1979). Nos ambientes de água doce, os moluscos estão representados em duas classes, Gastropoda e Bivalvia (Mansur *et al.*, 1987). Povoam rios, açudes, lagoas e lagos artificiais, parcial ou totalmente enterrados no substrato geralmente arenoso, próximo das margens ou em profundidades maiores. Algumas espécies de *Mycetapodidae* vivem aderidas às raízes de aguapés (*Eichhornia*, *Pontederia*, *Salvinia*) ou em rochas submersas, preferindo zonas de águas pouco profundas (Mansur *et al.*, 1987). No Brasil, são conhecidas 305 espécies válidas ocorrentes em ambientes de água doce, sendo 115 da Classe Bivalvia e 193 da Classe Gastropoda (Avelar, 1999).

Existem poucos registros de representantes do Filo Mollusca na bacia amazônica, Por se tratar de um grupo com limitado uso, e devido ao baixo número de pesquisadores estudiosos do grupo, o conhecimento de sua diversidade é limitado. Dentre os estudos mais recentes destaca-se o de Simone (2006), que faz uma revisão de acervos dos moluscos de água doce da América do Sul, de diferentes coleções no mundo. No contexto da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós ainda existe uma grande lacuna de conhecimento em relação à diversidade de moluscos que habitam estes ambientes aquáticos. Levantamentos recentes registraram de quatro e doze espécies das famílias Hyriidae (Bivalvia), Ampullariidae e Hydrobiidae (Gastropoda) no médio rio Xingu (Jesus *et al.*, 2007; Jesus *et al.*, 2009).

Neste capítulo são apresentados os resultados do inventário de moluscos aquáticos da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, a fim de fornecer subsídios para pesquisas de distribuição geográfica das espécies e da caracterização física destas regiões, através do mapeamento dos táxons.

6.2 Material e métodos

6.2.1 Locais de coleta

Na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós foram estudados ambientes aquáticos localizados num trajeto de aproximadamente 4.000 km, no período de 24/09/2008 a 13/10/2008. Um total de 55 estações de amostragem foi escolhido nos sistemas de drenagem dos rios Tapajós, Xingu e Curuá-Una (Figura 6-1). As estações de amostragem foram divididas em dois ambientes: região marginal de 0-1,5 m de profundidade e região profunda com 2 a 5 m de profundidade. Todas as estações foram georeferenciadas, empregando-se um aparelho portátil de posicionamento global (GPS).

O esforço de amostragem em cada estação foi de aproximadamente uma hora de coletas diurnas. No momento das coletas, os seguintes parâmetros físico-químicos foram medidos *in situ*: temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido, Cloreto, Amônia, Cloro, Ferro, Ortofosfato, tipo de substrato, transparência da água e vegetação aquática. O detalhamento da expedição de coleta, e a caracterização das estações de amostragem, incluindo suas coordenadas geográficas, encontram-se descritos nos Anexos I, II e III.

6.2.2 Coleta da malacofauna

As coletas foram adaptadas da metodologia descrita por Barros (2007). Na região marginal realizaram-se coletas manuais com uso de espátula, pinças, pá e um conjunto de peneiras com tela de 2 e 1 mm, percorrendo-se um trecho de aproximadamente 50 m ao longo dos cursos d'água. Para coleta de espécimes epilíticos, foram raspados os substratos sólidos. Amostras de vegetação marginal, submersa e emergente também foram obtidas com o intuito de estudar a comunidade fital (Figura 6-2). As plantas foram lavadas em uma rede de malha 0,2 mm para retirada do excesso de sedimentos finos. Os exemplares visíveis da macrofauna foram recolhidos manualmente ou com auxílio de pinça.

Na região profunda com substratos inconsolidados, foi utilizada uma draga tipo Petersen, sendo retiradas três amostras de sedimentos em cada estação e posteriormente peneiradas (Figura 6-2). As frações granulométricas obtidas na peneira e a última fração retida na bandeja plástica foram preservadas. Os sedimentos coletados de forma manual ou com a draga passaram por um processo de peneiramento em campo; o material retido foi armazenado em sacos plásticos duplos, lacrados e fixados em formol a 10 %.

Os espécimes triados no campo foram colocados em potes plásticos de 80-100 ml e conservados em etanol a 70 %. As amostras de vegetação foram acondicionadas em

sacos plásticos e fixadas em formol a 10 %. Todas as amostras receberam etiquetas com o código da estação de amostragem (Figura 6-2) e foram acondicionadas em bombonas plásticas e conduzidas até o Laboratório de Zoologia da Universidade Federal Rural do Amazonas – UFRA em Belém, PA.



Figura 6-2. Coleta da malacofauna. A - amostragem em estação marginal. B - uso da draga Petersen para amostragem em estação profunda. C - coleta de amostra da vegetação marginal. D - lavagem e triagem em campo. E - amostra de sedimentos. F - materiais para coleta e acondicionamento das amostras.

6.2.3 Triagem e processamento do material

Em laboratório, as amostras de sedimento e os espécimes de moluscos previamente triados em campo foram analisados. As amostras de vegetação foram encaminhadas para triagem no Laboratório de Oceanografia Biológica da Universidade Federal do Pará - UFPA.

Todas as amostras com sedimento foram lavadas sob água corrente em uma série de peneiras acopladas com telas de 2 mm, 1 mm e 0,2 mm. Posteriormente, o material foi fixado em álcool a 70 %, sendo separados apenas os animais retidos nas duas primeiras malhas e todo o sedimento retido da última peneira. Esse material foi acondicionado em potes plásticos e conservado em álcool a 70 %. Os sedimentos foram colocados em placas de petri e analisados sob estereomicroscópio. As amostras de vegetação foram lavadas com água corrente em cuba plástica, e todo o sedimento obtido após esse procedimento foi triado em estereomicroscópio.



Figura 6-3. Conjunto de peneiras para lavagem e triagem das amostras de sedimento.

6.2.4 Identificação taxonômica

A identificação até o nível de gênero foi realizada no Laboratório de Oceanografia Biológica da UFPA, no Laboratório de Zoologia da USP e no Laboratório de Malacologia da UFRPE, utilizando-se chaves dicotômicas e consulta a bibliografia pertinente (e.g. Burch, 1962; Domaneschi *et al.*; 1992; Macan, 1949; Mansur, 1969, Mansur *et al.*, 1987; Pitoni *et al.*, 1976; Thorp & Covich, 1991; Simone, 2006). A identificação a nível específico foi realizada com as descrições e ilustrações originais. A classificação dos gastrópodes nos taxa de níveis supra-específicos foi baseada em Zilch (1959-1960) e dos bivalves em Haas (1969) e Keen & Casey (1969).

Exemplares das diferentes espécies de moluscos foram fotografadas (Figura 6-4 e Figura 6-5). Todo o material biológico foi depositado no Museu de Malacologia do Departamento de Pesca e Aquicultura da UFRPE.

6.2.5 Análise dos dados

Com base nas matrizes de abundância por espécie e por Ottobacia hidrográfica (*sensu* ANA, 2008), foram feitas análises uni e multivariadas. As análises univariadas foram principalmente de estatística descritiva. Para definir o grau de sobreposição malacofaunística entre as três grandes bacias estudadas (Xingu, Tapajós e Curuá-Una), as espécies registradas foram agrupadas num diagrama de Venn.

Como forma de avaliar se através do esforço aplicado foi alcançada a assintota da riqueza de táxons, curvas cumulativas de espécies foram construídas em relação ao número de pontos de amostragem por bacia hidrográfica e, após 999 permutações,

obtiveram-se as curvas de riqueza observada, do índice de Jackknife1 e de Bootstrap, com uso de o programa PRIMER Ver. 6.1.6. Para comparar a riqueza de espécies entre as três bacias com uma mesma unidade de esforço aplicada, foram construídas curvas de rarefação.

Para estudar o grau de similaridade ao nível de Ottobacias estudadas foi feita uma análise de agrupamento com o índice de Bray-Curtis, após transformação dos dados através da raiz quadrada, como forma de eliminar o efeito da disparidade entre as espécies mais abundantes e raras. A conformação dos grupos de Ottobacias similares foi feita através de Análise de Escalonamento Multidimensional (MDS) com uso do programa PRIMER Ver. 6.1.6. A combinação destas duas análises é efetiva para avaliar a consistência na definição dos grupos.

Para definir o grau de associação entre as variáveis ambientais e as abundâncias das espécies com maior densidade dentro das amostras, foi feita uma análise de correspondência canônica com uso do Programa MVSP 3.12c (Multi-Variate-Statistics-Package, www.kovcomp.com).

Para estabelecer uma hipótese de áreas de endemismo foi realizada uma Análise de Parcimônia de Endemismo – PAE. Para esta análise, além dos táxons registrados no levantamento AquaRios, foram incluídos os dados gerados por Jesus *et al.* (2009) para o setor do médio rio Xingu. Uma vez plotadas as coordenadas geográficas das localidades de coleta estas foram agrupadas em unidades geográficas homogêneas (OGUs), constituídas pelas Ottobacias estabelecidas pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2008). O método proposto por Morrone (1994) compreende os seguintes passos: (1) Definição das unidades geográficas operacionais (OGUs); (2) construção da matriz de dados; (3) realização da Análise de Parcimônia de Endemismo (PAE); (4) delimitação das OGUs definidas pelo menos por duas espécies endêmicas; (5) mapeamento das espécies endêmicas por OGU ou conjunto de OGUs para delinear a abrangência de cada área de endemismo. Assim, numa matriz de dados na qual as linhas representam as unidades hidrográficas (OGUs) e as colunas as espécies (analogamente aos táxons e caracteres nas análises filogenéticas, respectivamente), codificou-se a ausência das espécies com 0 e a presença com 1. Uma unidade hipotética codificada na sua totalidade como 0 para todas as colunas foi adicionada à raiz do cladograma. Foram utilizados os programas Winclada (Nixon, 2002) e NONA 2.0 (Goloboff, 1993) para gerar a árvore de consenso estrito. As unidades basais que apresentaram pelo menos duas espécies endêmicas foram consideradas como áreas de endemismo (Morrone, 1994).

6.3 Resultados e discussão

6.3.1 Diversidade e abundância

Durante a expedição AquaRios foram coletados 8.678 exemplares de moluscos aquáticos associados a sedimentos móveis, substratos consolidados e ao fital, com predominância de espécies de substratos inconsolidados. Das 55 estações amostradas, apenas nove não apresentaram ocorrência de malacofauna. As análises de distribuição da malacofauna nas bacias Curuá-Una, Tapajós e Xingu, evidenciaram diferenças quanto a ocorrência das Classes Gastropoda e Bivalvia. De uma forma geral a Classe Gastropoda (Figura 6-4) foi a mais abundante com 8.319 indivíduos (95,86 %), correspondendo a seis famílias, nove gêneros e 24 espécies, seguido pelos Bivalvia (Figura 6-5) representados por 359 indivíduos (4,13 %), cinco famílias, nove gêneros e 18 espécies, para um total de 44 espécies, 11 famílias e 18 gêneros. Destas espécies, oito (20,45 %) táxons são potencialmente novos para a ciência, correspondendo aos Gastropoda *Aylacostoma* sp.1, *A.* sp.2, *A.* sp.3, *Doryssa* sp.1, *D.* sp.2, *D.* sp.3 e *D.* sp.4, ao Bivalvia *Diplodon* sp. (Tabela 6-1). A eventual descrição destas espécie exigirá uma revisão ampla revisão taxonômica numa abordagem regionalmente mais abrangente.

Os Gastropoda foram representados pelas subclasses Prosobranchia, com 8.296 exemplares (99,6 %), e Pulmonata, com 33 exemplares (0,39 %), sendo os primeiros compostos pelas famílias Ampullariidae, Thiaridae Pleuroceridae e Hidrobiidae. Os Thiaridae foram os mais abundantes em todas as amostras. Os Pulmonata formaram o segundo grupo, que, numericamente, foi muito inferior em relação aos Prosobranchia, sendo representados apenas por Ancyliidae e Planorbidae.

A elevada dominância de Prosobranchia (Figura 6-6) é atribuída a sua maior capacidade de exploração de diversos ambientes e sua tolerância à variação limnológica e tipo de substrato. Muitos Prosobranchia, como *Pomacea* e *Asolene* (Ampullariidae), suportam prolongados períodos de seca. Já os Ancyliidae (*Gundlachia* spp.) e Planorbidae (*Biomphalaria*) são mais sensíveis ao regime de secas, embora várias espécies do *Biomphalaria* possam ser encontradas em ambientes com grande variabilidade ambiental. *Gundlachia* apresenta hábito epifítico e epilítico, não sendo encontrada em substratos móveis.

Os Bivalvia representaram 4,13 % do total das espécies estudadas. A família Hiriidae foi a mais diversa com sete espécies, seguida pelas famílias Pisidiidae e Mycetapodidae, com seis e quatro espécies respectivamente. As famílias Corbiculidae, Dreissenidae e Hiriidae, representadas, respectivamente, por *Corbicula flumínea*, *Mytilopsis* sp. e *Castalia ambigua*, apresentaram predominância numérica em relação as demais famílias de bivalves (Figura 6-6).

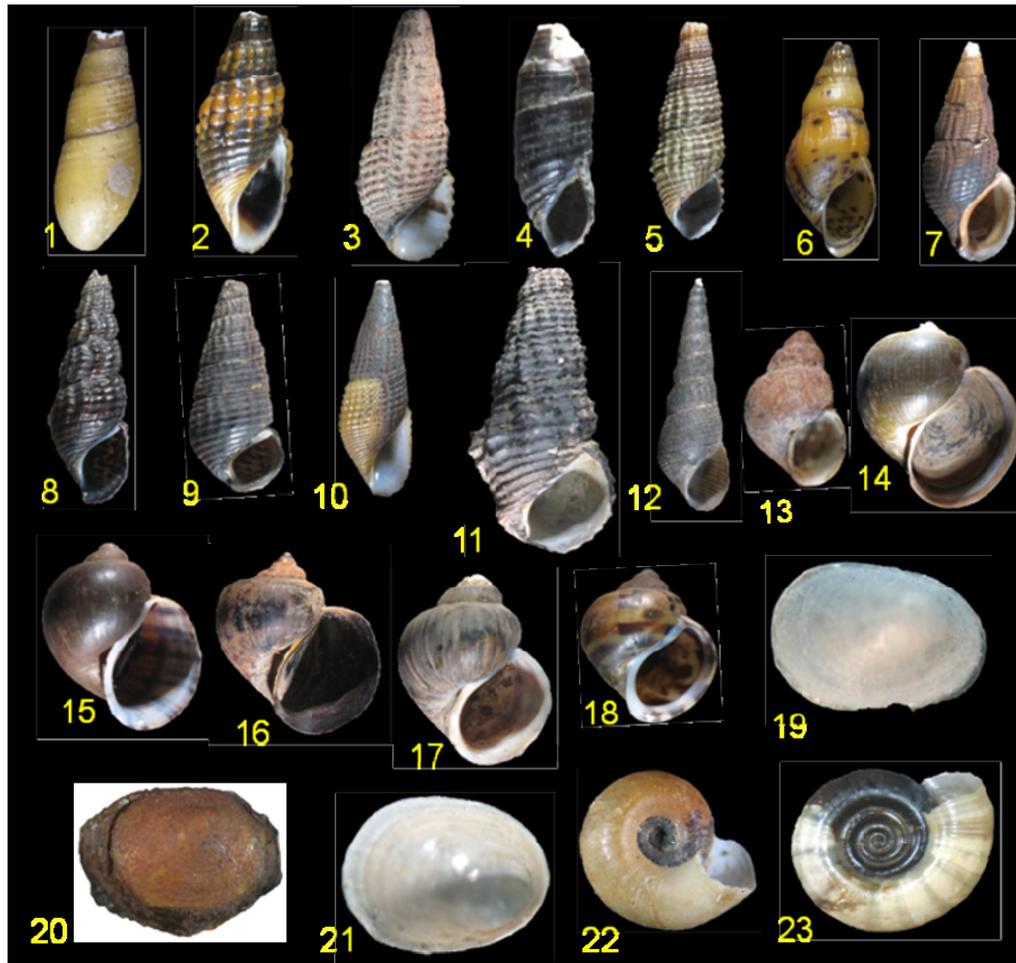


Figura 6-4. Representantes de Gastropoda da Ecorregião Aquáticas Xingu-Tapajós. 1. *Aylacostoma chorotica* (Scott, 1954); 2. *Aylacostoma* sp.1; 3. *Aylacostoma* sp.2; 4. *Aylacostoma elongata* (Baker, 1913); 5. *Doryssa macapa* (Moricand, 1856); 6. *Doryssa millepunctata* (Tryon, 1865); 7. *Doryssa* sp.1; 8. *Doryssa* sp.2; 9. *Doryssa* sp.3; 10. *Doryssa* sp.4; 11. *Doryssa starksi* (Baker, 1913); 12. *Melanoides tuberculatus* (Müller, 1774); 13. *Lyrodes latus* (Hass, 1949); 14. *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1804); 15. *Pomacea lineata* (Spix, 1827); 16. *Pomacea scalaris* (Orbigny, 1835); 17. *Asolene petite* (Crosse, 1891); 18. *Asolene pulchela* (Anon, 1839); 19. *Hebetancylus moricandi* (Orbigny, 1835); 20. *Gundlachia* sp.; 21. *Gundlachia* sp.2; 22. *Biomphalaria straminea* (Dunker, 1848); 23. *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818).



Figura 6-5. Representantes de Bivalvia da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. 1. *Anodontites obtusus* (Spix, 1927); 2. *Anodontites tenebricosus* (Lea, 1834); 3. *Anodontites trapezialis* (Lamarck, 1819); 4. *Diplodon* sp.; 5. *Castalia ambigua* (Lamarck, 1819); 6. *Castalia multisucata* (Hupé, 1857); 7. *Eupera bahiensis* (Spix, 1827); 8. *Eupera* sp.; 9. *Pisidium punctiferum* (Guppy, 1967); 10. *Pisidium sterkianum* (Pilsbry, 1897); 11. *Pisidium boliviense* (Sturany, 1900); 12. *Pisidium* sp.; 13. *Rhipidodonta rhombea* (Wagner, 1827); 14. *Rhipidodonta hylaea* (Orbigny, 1835); 15. *Rhipidodonta suavidica* (Lea, 1856); 16. *Rhipidodonta* sp.; 17. *Rhipidodonta* sp.2; 18. *Mytilopsis* sp; 19. *Mycetopoda silicosa* (Spix, 1927); 20. *Corbicula fluminea* (Müller, 1774).

Tabela 6-1. Moluscos aquáticos coletados na expedição AquaRios com sua ocorrência e abundância nas bacias dos rios Curuá-Una, Xingu e Tapajós, no período de 24/09/2008 a 13/10/2008.

	FAMILIA	TAXONS	Curuá-Una	Tapajós	Xingu	Nº Ind.	
Classe Bivalvia	Mycetopodidae	<i>Anodontites trapesialis</i> (Lamarck, 1819)		X	X	2	
		<i>Anodontites obtusus</i> (Spix, 1927)	X	X	X	27	
		<i>Anodontites tenebricosus</i> (Lea, 1834)			X	3	
		<i>Mycetopoda siliquosa</i> (Spix, 1827)		X		2	
	Hiriidae	<i>Castalia ambigua</i> (Lamarck, 1819)			X	X	89
		<i>Castalia multisucata</i> (Hupé, 1857)			X	X	10
		<i>Rhipidodonta hylaea</i> (Orbigny, 1835)			X		18
		<i>Rhipidodonta rhombea</i> (Wagner, 1827)			X		3
		<i>Rhipidodonta suavidica</i> (Lea, 1856)			X		2
		<i>Rhipidodonta</i> sp.			X		7
		<i>Diplodon</i> sp.			X		3
	Pisidiidae	<i>Pisidium boliviense</i> (Sturany, 1900)				X	5
		<i>Pisidium punctiferum</i> (Guppy, 1867)				X	4
		<i>Pisidium sterkianum</i> (Pilsbry, 1897)			X		1
		<i>Pisidium</i> sp.			X		2
		<i>Eupera bahiensis</i> (Spix, 1827)			X	X	7
<i>Eupera</i> sp.				X	X	6	
Corbiculidae	<i>Corbicula fluminea</i> (Müller, 1774)			X	X	80	
Dreissenidae	<i>Mytilopsis</i> sp.				X	88	
Classe Gastropoda	Ampullariidae	<i>Asolene petiti</i> (Crosse, 1891)	X	X		30	
		<i>Asolene pulchella</i> (Anon, 1839)	X	X	X	35	
		<i>Pomacea canaliculata</i> (Lamarck, 1804)	X	X	X	28	
		<i>Pomacea lineata</i> (Spix, 1827)	X	X	X	21	
		<i>Pomacea scalaris</i> (Orbigny, 1835)		X	X	19	
	Thiaridae	<i>Aylacostoma chlorotica</i> (Scott, 1954)			X		644
		<i>Aylacostoma</i> sp.1			X		29
		<i>Aylacostoma</i> sp.2	X	X			82
		<i>Aylacostoma</i> sp.3			X		10
		<i>Melanoides tuberculatus</i> (Müller, 1774)	X	X	X		4609
	Pleuroceridae	<i>Doryssa elongata</i> (Baker, 1913)				X	21
		<i>Doryssa macapa</i> (Moricand, 1856)				X	39
		<i>Doryssa millepunctata</i> (Tryon, 1865)			X	X	115
		<i>Doryssa starksi</i> (Baker, 1913)	X			X	20
		<i>Doryssa</i> sp.1	X	X		X	868
		<i>Doryssa</i> sp.2			X		1601
		<i>Doryssa</i> sp.3			X		60
		<i>Doryssa</i> sp.4			X		24
	Hidrobiidae	<i>Lyrodes latus</i> (Hass, 1949)				X	31
	Ancyliidae	<i>Gundlachia</i> sp.1				X	16
<i>Gundlachia</i> sp.2					X	2	
<i>Hebetancylus moricandi</i> (Orbigny, 1837)					X	2	
Planorbidae	<i>Biomphalaria tenagophila</i> (Orbigny, 1835)	X	X	X		6	
	<i>Biomphalaria glabrata</i> (Say, 1818)	X				1	
	<i>Biomphalaria straminea</i> (Dunker, 1848)	X	X	X		6	

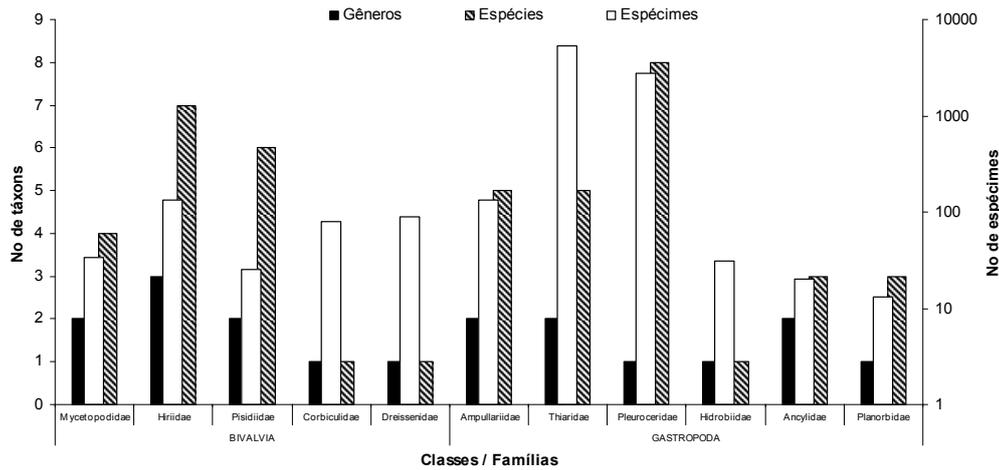


Figura 6-6. Diversidade taxonômica de moluscos Bivalvia e Gastropoda registrados na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, no período de 24/09 a 13/10 de 2008.

Apenas *Mytilopsis* sp. apresentou hábito sésil (epilítico), enquanto outras espécies foram sedentárias, habitando sobre ou no interior do sedimento móvel característico das áreas com lama, areia e cascalho ou na interface destes.

A bacia do Tapajós apresentou maior riqueza, com 32 espécies em Ottobacias, seguida pela bacia do Xingu, com 27 espécies em 12 Ottobacias e a bacia do Curuá-Una com 12 espécies em três Ottobacias, (Figura 6-7).

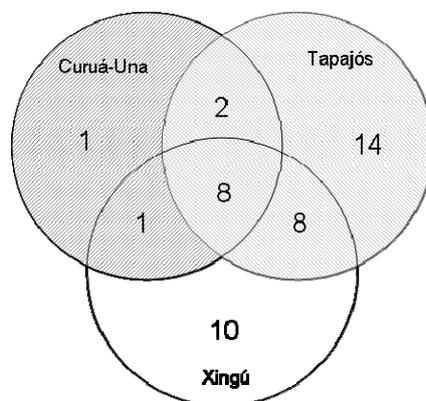


Figura 6-7. Diagrama de Venn, indicando o número de espécies de moluscos compartilhadas entre as três bacias Curuá-Una, Tapajós e Xingu.

A análise de diversidade e abundância das espécies nas bacias do Xingu, Tapajós e Curuá-Una revelou a ocorrência de grupos exclusivos da malacofauna para cada uma

destas bacias. A espécie *Biomphalaria glabrata* ocorreu exclusivamente na bacia do Curuá-Una. As espécies *Aylacostoma chlorotica*, *Aylacostoma* sp.1, *Aylacostoma* sp.2, *Diplodon* sp., *Doryssa* sp.2, *Doryssa* sp.3, *Doryssa* sp.4, *Mycetopoda siliquosa*, *Pisidium* sp., *P. sterkianum*, *Rhipidodonta hylaea*, *R. rhombea* e *Rhipidodonta* sp. ocorreram exclusivamente na bacia do Tapajós, enquanto as espécies *Anodontites tenebricosus*, *Doryssa elongata*, *D. macapa*, *Gundlachia* sp.1, *Gundlachia* sp.2, *Hebetancylus moricandi*, *Lyrodes latus*, *Mytilopsis* sp., *Pisidium boliviense* e *P. punctiferum* ocorreram exclusivamente na bacia do Xingu.

Das espécies estudadas, oito ocorreram simultaneamente nas três bacias hidrográficas, provavelmente devido à ampla distribuição geográfica apresentada por estas, as quais estão representadas por *Anodontites obtusus*, *Asolene pulchella*, *Biomphalaria straminea* e *B. tenagophila*, *Melanoides tuberculatus*, *Pomacea canaliculata*, *P. lineata* e *Doryssa* sp.1. *Asolene pulchella* não tinha sido registrada para esta região do Brasil, sendo referida anteriormente apenas para as bacias do Rio Paraná e Rio São Francisco. *Doryssa* sp.1 se refere a um táxon provavelmente novo.

Asolene petiti e *Aylacostoma* sp.1 ocorreram apenas nas bacias de Curuá-Una e Tapajós, enquanto *Anodontites trapezialis*, *Castalia ambigua*, *Castalia multisulcata*, *Corbicula fluminea*, *Doryssa millepunctata*, *Eupera bahiensis*, *Eupera* sp. e *Pomacea scalaris* foram comuns as bacias do Tapajós e Xingu.

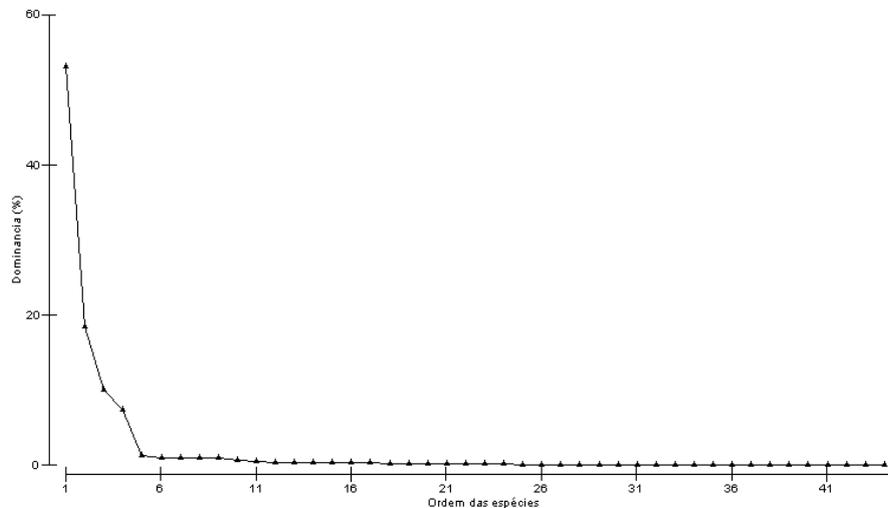


Figura 6-8. Dominância de espécies em relação a abundância de indivíduos para os moluscos do interflúvio Xingu-Tapajós.

A análise de abundância de indivíduos indicou o padrão já esperado de um número reduzido de espécies abundantes e alto número de espécies raras ou pouco abundantes (Figura 6-8). Dentre os táxons mais abundantes, *Melanoides tuberculatus* dominou, com 4.609 exemplares (53,11 %), seguida por *Doryssa* spp. com 2.553 exemplares (24,41 %) e por *Aylacostoma chlorotica*, com 644 (7,42 %). Todas as outras espécies apresentaram um percentual de contribuição menor que 1,4 %. Jesus *et al.* (2009) relataram que o gênero *Doryssa* foi o táxon mais abundante na parte média do Rio Xingu, com densidades entre 774 e 1555 ind/m².

De forma geral, no Tapajós encontrou-se uma grande variação na riqueza de espécies entre as 22 Ottobacias estudadas. Já na bacia do rio Xingu, ocorreu maior homogeneidade na diversidade de espécies entre as Ottobacias, enquanto na bacia do Curuá-Una a diversidade de espécies para a Ottobacia 4362 superou a riqueza de todas as Ottobacias do Xingu (Figura 6-9).

Melanoides tuberculatus apresentou o maior amplitude de distribuição espacial, ocorrendo em 12 Ottobacias, seguido por *Doryssa* sp.1 e *Pomacea canaliculata* em sete Ottobacias, *Anodontites obtusus* em seis Ottobacias e por *Asolene petiti* e *Doryssa millepunctata* que ocorreram em cinco Ottobacias.

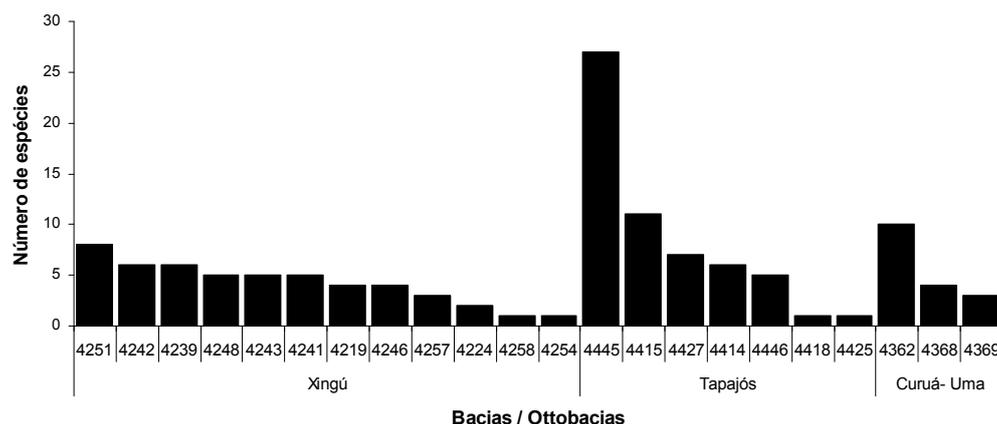


Figura 6-9. Diversidade de espécies registrada por Ottobacia hidrográfica.

Através das análises de agrupamento e de MDS foi possível identificar maior similaridade entre os pontos de coleta da bacia do Tapajós e com o Xingu (Figura 6-10 e Figura 6-11). De 32 espécies registradas para o Tapajós e 27 espécies para o Xingu, cerca de 50 % (16 espécies) são compartilhadas pelas duas bacias.

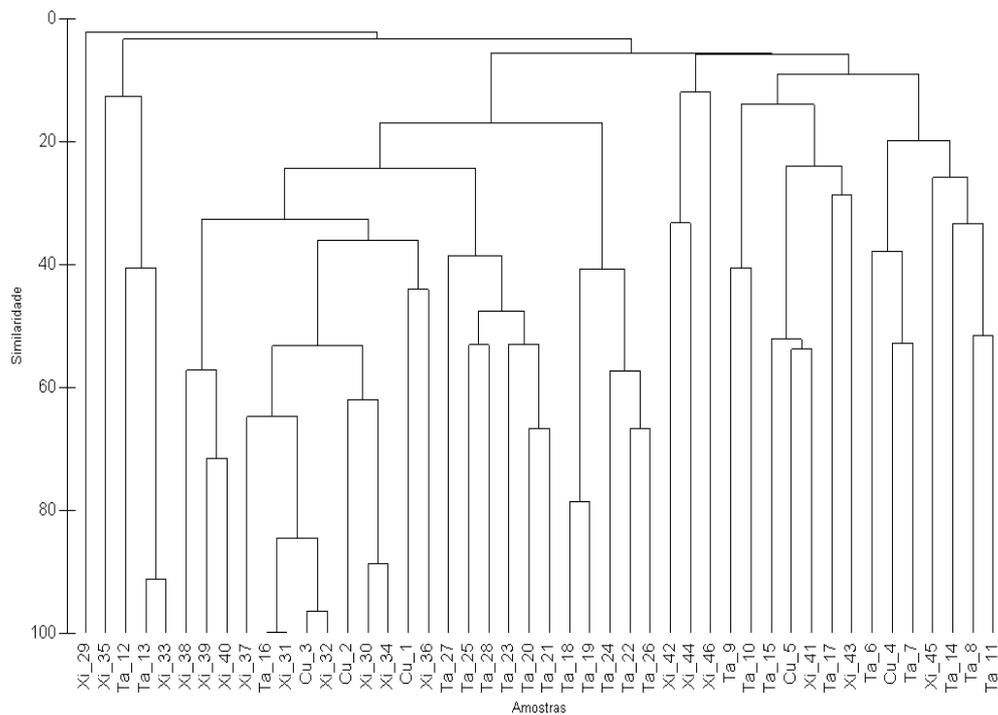


Figura 6-10. Análise de similaridade (Bray Curtis, quarta raiz) da diversidade de moluscos das bacias estudadas no interflúvio Xingu-Tapajós.

As curvas acumulativas da riqueza de espécies através dos estimadores Jackknife1 e Bootstrap não mostraram que, com o esforço aplicado, tenha sido atingida a assíntota esperada para as três bacias estudadas. Isto indica que é necessário um maior esforço de campo para obter a riqueza esperada de táxons (Figura 6-12 a Figura 6-14). Na comparação das curvas de rarefação observou-se um forte efeito do esforço em relação ao aumento da diversidade de espécies, e espera-se que com futuros estudos sejam atingidos máximos muito próximos para as bacias Xingu e Tapajós (Figura 6-15).

Transformação: raiz quarta abundância
 Similaridade de Bray Curtis

2D Stress: 0,13

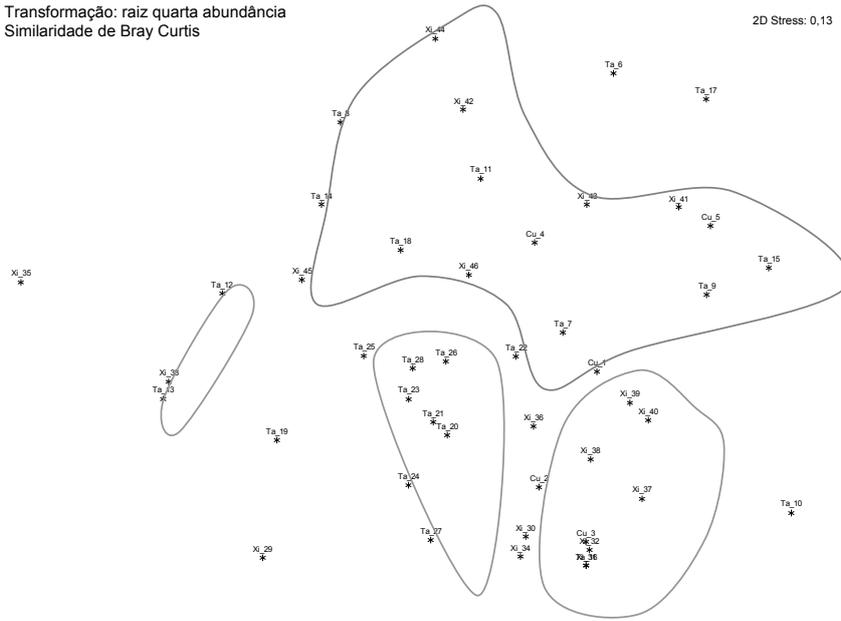


Figura 6-11. Análise de MDS da diversidade de moluscos das bacias estudadas na Ecorregião Xingu-Tapajós.

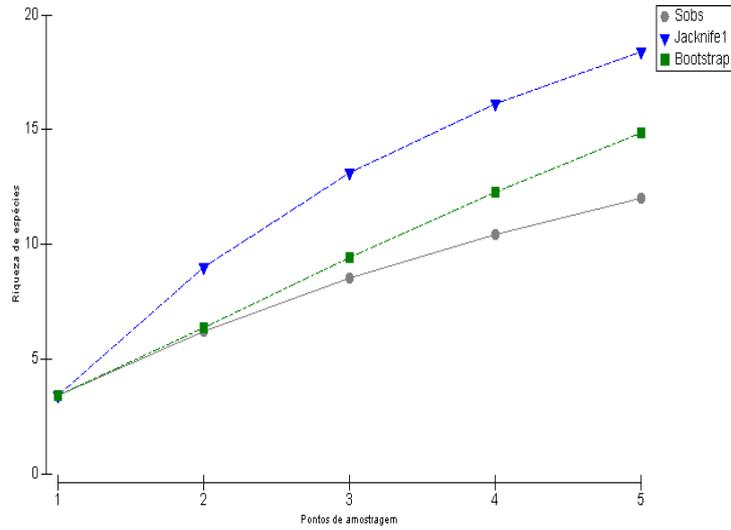


Figura 6-12. Curvas dos estimadores de riqueza de espécies da bacia do Curuá-Una.

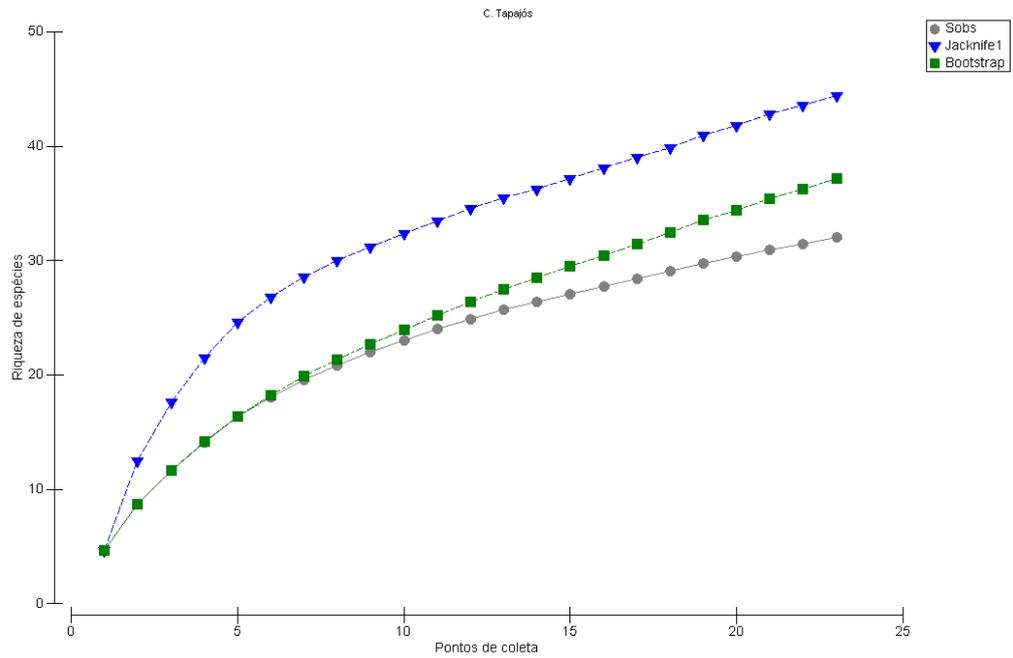


Figura 6-13. Curvas dos estimadores de riqueza de espécies da bacia do Xingu.

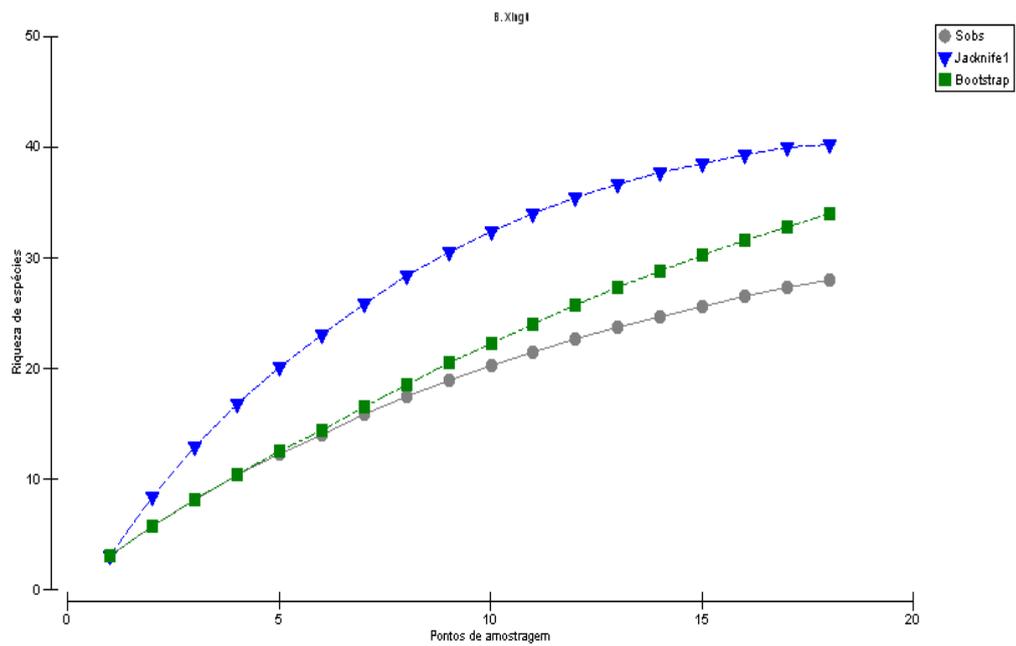


Figura 6-14. Curvas dos estimadores de riqueza de espécies da bacia do Tapajós.

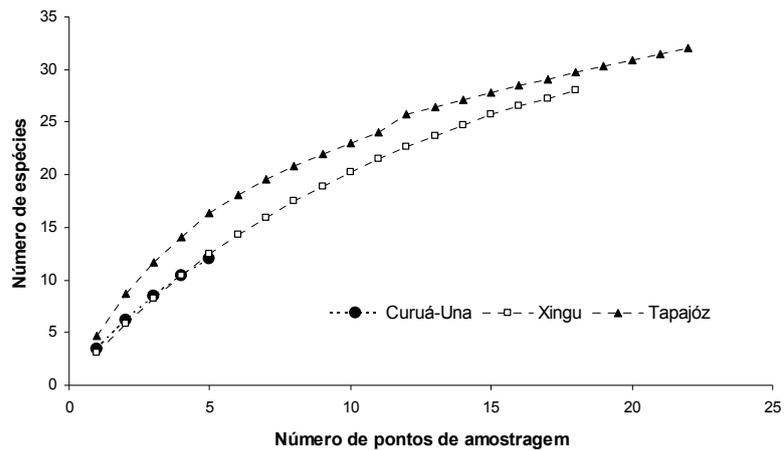


Figura 6-15. Curvas de rarefação de espécies para as três bacias estudadas.

6.3.2 Espécies nativas e introduzidas

De 44 táxons registrados para a área de estudo, apenas dois foram exóticos. A bacia do rio Tapajós apresentou a maior riqueza de táxons nativos (30 espécies) com 3.479 indivíduos (94 %) e duas espécies exóticas com 231 indivíduos (6 %). A bacia do rio Xingu apresentou a segunda maior riqueza de táxons nativos (25), com 437 indivíduos (9 %) e duas espécies exóticas com 4423 indivíduos (91 %). Deste total, apenas dois espécimes pertenceram a *Corbicula fluminea* e os demais a *Melanoides tuberculatus* (Figura 6-16). Esta segunda espécie, de origem afro-asiática, já foi anteriormente registrada nos rios Tocantins e Tapajós (Fernandez *et al.*, 2003). Por sua alta capacidade invasora estas espécies alienígenas introduzidas no Brasil se tornam um perigo por competir com espécies nativas mais vulneráveis.

No rio São Francisco, Barros (2007) registrou densidade média de 282,9 ind./m² e máxima de 2.386 ind./m² de *Corbicula fluminea*, citando que as maiores densidades registradas foram obtidas nas margens. *Melanoides tuberculatus* por sua vez ocorreu com densidade média 113,1 ind./m² e máxima de 570 ind./m², principalmente nos ambientes profundos. Neste estudo, de forma diferente, esta espécie predominou em ambientes marginais, tal como foi registrado por Jesus *et al.* (2009).

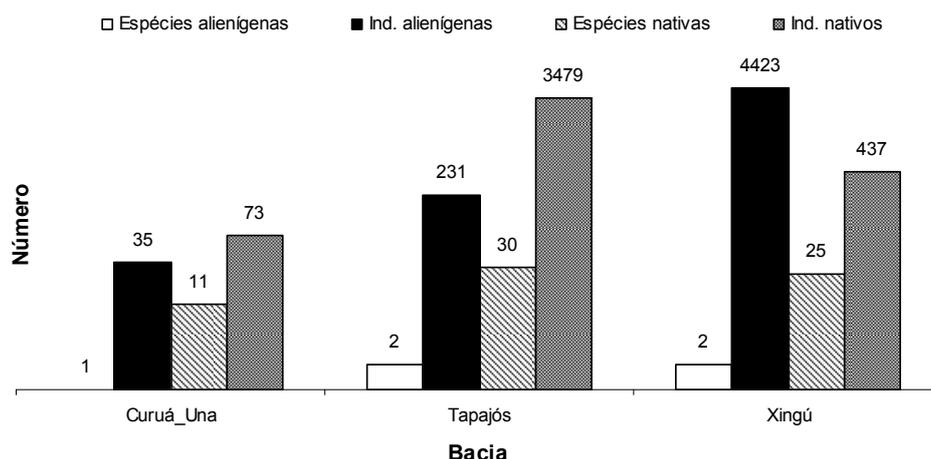


Figura 6-16. Relação dos táxons de moluscos nativos e exóticos entre as bacias Curuá-Una, Tapajós e Xingú.

A introdução de espécies exóticas pode conduzir à perda da diversidade natural e alterar o funcionamento dos ecossistemas, sendo que a extinção das espécies nativas, devido a alta capacidade de colonização das invasoras é uma das conseqüências mais graves. Avelar (1999) alertou sobre o caso de *Melanoides tuberculatus*, que vem invadindo rapidamente os ambientes naturais desde a década de 70 e dispersando-se em diversas bacias hidrográficas, incluindo a amazônica. Esta espécie é capaz de colonizar uma ampla variedade de habitats, em corpos de água de diversos graus de trofia, desde levemente salinas, até ambientes oligohalinos, em altitudes de até 1.500 m, sendo ainda resistentes a baixas concentrações de oxigênio dissolvido (Dudgeon, 1986).

6.3.3 Análise de áreas de endemismo

Com base nos registros de distribuição geográfica das espécies endêmicas *Doryssa heathi* e *Doryssa starksi* evidenciou-se que a bacia do Xingú junto com a subdrenagem do Curuá-Irirí definem uma grande área de endemismo para os moluscos – gastrópoda (Figura 6-17). Estas espécies apresentam ampla distribuição geográfica, porém sua distribuição agregada e com sobreposição das duas espécies nas superfícies rochosas marginais confere um certo grau de fragilidade de conservação a suas populações naturais (Jesus *et al.*, 2009).

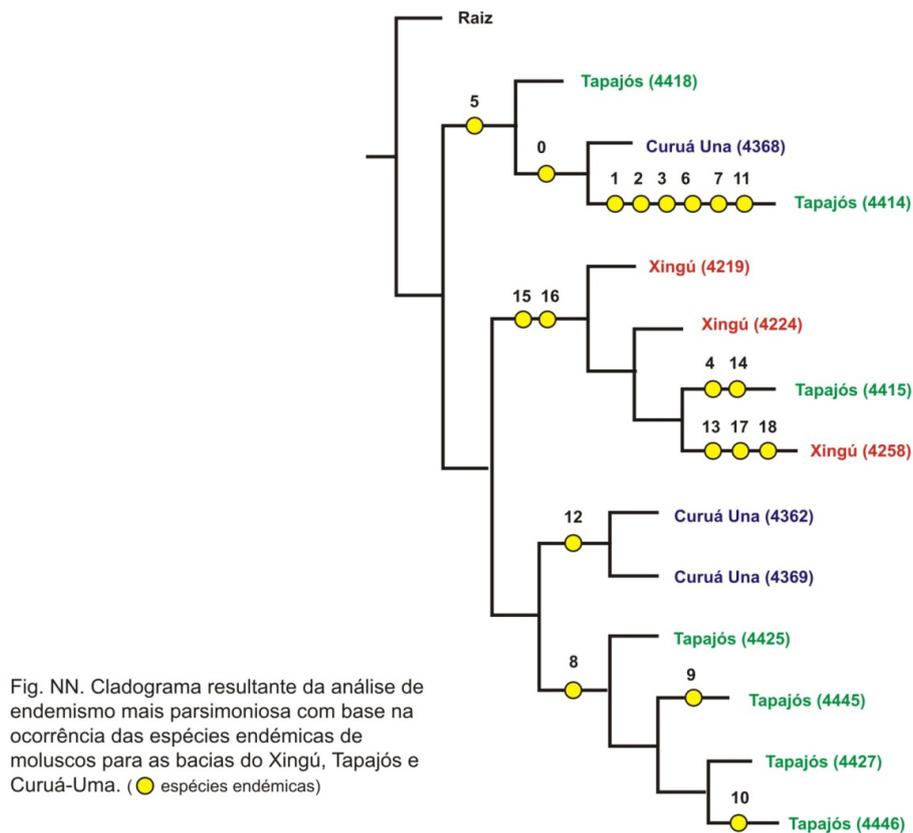


Figura 6-17. Cladograma resultante da Análise de Parcimônia de Endemismo com base na ocorrência das espécies endêmicas de moluscos para as bacias do Xingú, Tapajós e Curuá-Uma.

Uma área que também se mostrou com um importante número de espécies endêmicas (*Aylacostoma* sp., *Aylacostoma* sp.2, *Diplodon* sp., *Doryssa* sp.3, *Doryssa* sp.5, *Pisidium* sp.) correspondeu à sub-drenagem do rio Cupari no sistema do rio Tapajós. A análise também mostrou uma possível área de endemismo identificada para o Tapajós com a co-ocorrência da espécie *Aylacostoma* sp.3 entre as sub-drenagens do Jamanxin e do rio Teles Pires. Assim torna-se importante maior esforço para confirmar a ocorrência de novas espécies nestes rios.

6.4 Associação entre variáveis ambientais e abundância das espécies

Com relação à preferência por substrato, *Aylacostoma* sp.2, *Doryssa elongata*, *D. macapa*, *Mytilopsis* sp. e *Pisidium sterkianum* ocorreram exclusivamente em substratos sólidos. Os substratos inconsolidados como areia, lodo, argila apresentaram

uma maior representatividade de moluscos (54,2 %), seguida pelos de substratos consolidados com interface de sedimentos (33,3 %) (Figura 6-18).

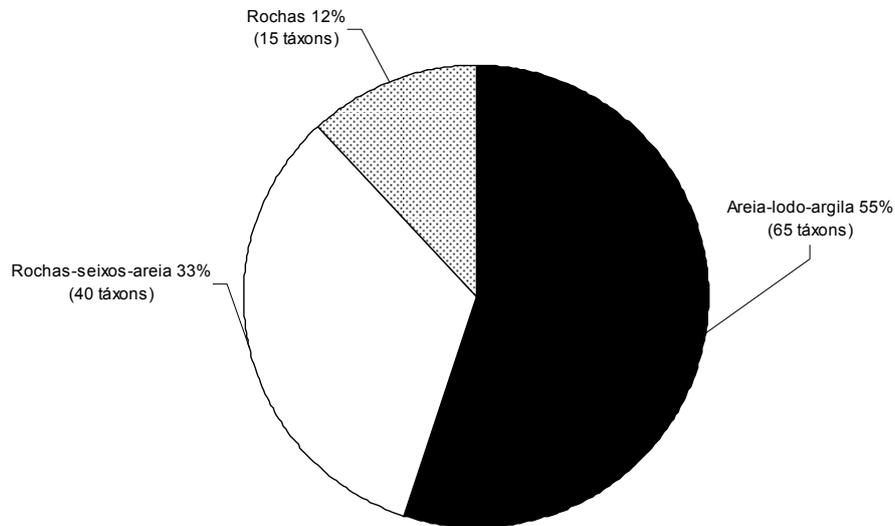


Figura 6-18. Relação numérica dos táxons de moluscos e o tipo de substrato das estações de amostragem na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós.

O predomínio de vegetação aquática parece condicionar a presença da malacofauna nas bacias analisadas, apresentando uma relação direta, segundo a qual quanto maior a quantidade de vegetação maior a ocorrência de moluscos (Figura 6-19).

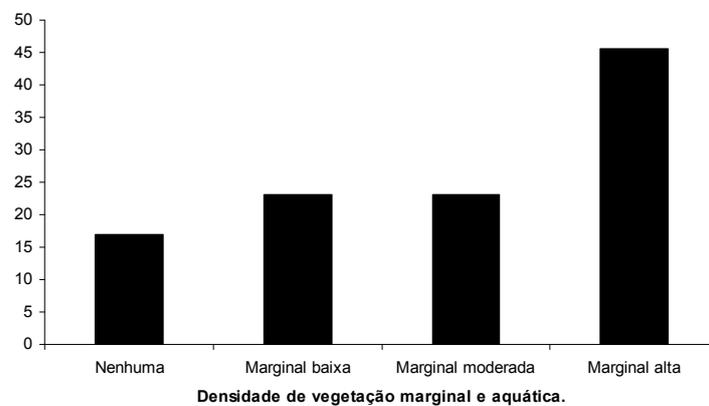


Figura 6-19. Distribuição percentual da ocorrência de moluscos associada a quantidade de vegetação marginal e aquática.

Com base nas espécies mais abundantes e aquelas com maior número de réplicas de parâmetros ambientais, a CCA mostrou que sete espécies apresentaram uma forte correlação com a concentração de ferro disponível na água. Já outros parâmetros, tais como ortofosfato, cloreto e pH, correlacionaram-se de forma mais significativa com a abundância de *Doryssa* sp.2. Outras espécies, como *Doryssa millepunctata* e *Castalia ambigua*, apresentaram correlação com a amônia, porém esta não foi significativa (Figura 6-20).

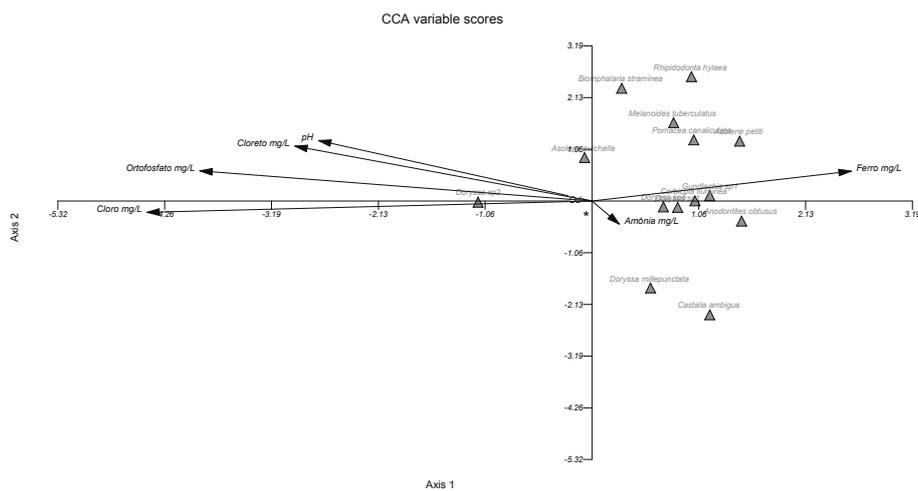


Figura 6-20. Análise de Correspondência Canônica de alguns parâmetros químicos da água nos ambientes estudados.

6.5 Considerações finais

A extinção da malacofauna nativa tem sido observada em várias partes do mundo, inclusive em áreas de grande importância para conservação, onde o endemismo é marcante. A degradação ambiental e a introdução de espécies invasoras constituem as principais causas desse problema. As bacias do Xingu, do Tapajós e do Curuá-Una estiveram de, forma geral, bem representadas pela malacofauna nativa, com riqueza de espécies superior numericamente a muitas outras já estudadas no Brasil. Assim, a riqueza deste grupo ainda ocorreu em níveis sustentáveis nos ambientes estudados da ecoregião.

As análises de diversidade dos táxons e a sua distribuição geográfica identificaram uma alta similaridade entre as bacias do Tapajós e do Xingu, demonstrando que existe alto grau de compartilhamento da malacofauna. Os resultados evidenciaram o

forte efeito do esforço amostral sobre as estimativa da diversidade de espécies, indicando que possivelmente ainda é previsível achar novos táxons nestas duas bacias.

As hipóteses geradas através da análise de PAE indicaram duas importantes áreas de endemismo no sistema do Xingu e Tapajós. Por sua vez, o compartilhamento de espécies endêmicas entre as bacias, como foi o caso do Xingu – Tapajós, e Curuá-Una – Tapajós, possivelmente evidencia processos biogeográficos comuns.

Apesar da ameaça eminente, as áreas estudadas no interflúvio Xingu-Tapajós, ainda apresentam uma situação qualitativa equilibrada em relação às espécies exóticas ou invasoras. Porém, é previsível uma alteração nas proporções de espécies nativas e exóticas, principalmente na bacia do Xingu no caso específico de *Melanoides tuberculatus*, que possui ampla distribuição entre as Ottobacias estudadas. Este cenário poderá ser melhor evidenciado com algum tipo de perturbação dos ambientes naturais que possam favorecer as espécies alienígenas sobre as nativas.

O panorama revelado pelas espécies invasoras refletiu o triste cenário de ampla degradação ambiental constatada durante a expedição de campo. Deste modo, podemos utilizar a malacofauna como indicador das condições ambientais da Ecoregião de forma a contribuir com estratégias que visem à conservação de sua biodiversidade.

Os registros de táxons potencialmente endêmicos para a Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós podem ser indicadores para a definição de novas áreas de conservação. Por sua vez, a falta de conhecimento taxonômico mais aprofundado sobre a malacofauna local evidencia a necessidade de realização de novos inventários que permitam confirmar os resultados apresentados e da definição de medidas de prevenção e controle de invasões biológicas.

6.6 Agradecimentos

Aos alunos de graduação da Universidade Federal Rural da Amazônia; Maria de Nazaré da Silva Nascimento, Ilenilce Castro da Silva, Ellison Rosario de Oliveira, Kellice Feitosa de Araujo, Iwanne Lima Coelho, Gerson Moreira Barros, Carlos Augusto Ramos Cardoso, pela valiosa ajuda na triagem das amostras de moluscos da expedição AquaRios. Ao Dr. Jose Souto Rosa Filho, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, pelo empréstimo de materiais para coleta em campo e disponibilizar o laboratório de Oceanografia biológica para triagem das amostras. Ao Dr. Franklin Noel dos Santos, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, pela orientação para as coletas de campo, triagem da vegetação aquática e identificação taxonômica dos moluscos Bivalvia. Dr. Luiz Ricardo L. Simone do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo pela identificação taxonômica dos moluscos. Ao aluno de graduação Wilson

Antonio Gomes da Universidade Federal Rural de Pernambuco pela preparação, conservação e catalogação dos moluscos da expedição AquaRios ao acervo do Museu de Malacologia da UFRPE.

6.7 Literatura citada

- ANA, 2008. Hidroweb – Sistemas de Informações Hidrológicas. Brasília. Brasil. Agência Nacional de Águas. Disponível em <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acessado em 1/08/2008.
- Avelar, W.E.P. 1999. Moluscos Bivalves. p.65-68. *In*: Ismael, D.; Valenti, W. C.; Matsumura-Tundisi, T.; Rocha, O. (eds.) Biodiversidade do Estado de São Paulo. Invertebrados de Água Doce. São Paulo, FAPESP. vol. 4.
- Barros, J.C.N de. 2007. Inventário da malacofauna limnética do submédio e baixo São Francisco, visando identificar a presença de espécies exóticas. Relatório técnico final apresentado a Companhia Hidroelétrica do São Francisco – CHESF. 95 p.
- Boffi, A.V. 1979. Moluscos brasileiros de interesse médico e econômico. São Paulo, Hucitec. 128p.
- Bonetto, A.A. 1964. Las especies del genero Diplodon (Moll. Unionacea) en los Rios de la pendiente atlántica del sur del Brasil. *Physis* 68:323-328.
- Burch, J. B. 1962. How to know the Eastern land snails. Bubuque, W. M. C. Brown. 215p.
- Domaneschi, O.; Myajji, C.; Tadei, M. 1992. Malacofauna da Cidade Universitária “Armando Salles Oliveira” – USP I. Moluscos de ambientes límnicos. *Bolm. Zool.* 15:1-39.
- Dudgeon, D. 1986. The life cycle, population dynamics and productivity of *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda: Prosobranchia: Thiaridae) in Hong Kong. *Journal of Zoology* 208:37-53.
- Fenandez M.; Thiengo, S.; Simone, L.R.L. 2003. Distribution of the introduced freshwater snail *Melanoides tuberculatus* (Gastropoda:Thiaridae) in Brazil. *Nautilus* 117:78-82.
- Goloboff, P. 1993. Nona Ver. 2.0 for Windows. Disponível em <http://www.cladistics.com>. Acesado em out. 2009.
- Haas, Von F. 1939. Neue Binnen-Mollusken aus Nordost-Brasilien. *Senckenbergiana* 21(3-4):254-278.
- Haas, Von F. 1969. Superfamily Unionacea Fleming, 1828. p.411-467. *In*: Moore, R.C. (ed). & Teichert, C. (ver. ed.) *Treatise on invertebrate paleontology*. Kansas, Geological Society America. v.1.

- Jesus, A.J.S.; Costa, T.; Camargo, M. 2007. Registros de moluscos Gastropoda no médio rio Xingu-Pará. *Revista Uakari* 3:96-103.
- Jesus, A.J.S.; Camargo, M.; Aquino, T.C.H. de; Barros, E. 2009. Capítulo IV - Macroinvertebrados aquáticos. p.157-192. *In*: Camargo, M. & Guilhard Jr., R. (eds.) *Entre a terra, as águas e os pescadores do médio Rio Xingu: uma abordagem ecológica*. Belém. 329p.
- Keen, M. & Casey, R. 1969. Superfamily Corbiculacea Gray, 1847. p.664-670. *In*: Moore, R.C. (ed.) & Teichert, C. (ver. ed). *Treatise on invertebrate paleontology*. Kansas, Geological Society of America. v.2.
- Macan, T.T. 1949. A key to British fresh and brackish-water gastropods with notes on their ecology. *Freshwater Biol. Assoc. Sci. Publ.* 13:1-45.
- Mansur, M.C.D. 1969. Chave dicotômica para determinação dos gêneros de moluscos bivalves do Guaíba – P. Alegre. *Boletim do Centro de Treinamento para professores de Ciências do Rio Grande do Sul* 4:9-13.
- Mansur, M.C.D.; Schulz, C.; Garces, L.M.M.P. 1987. Moluscos bivalves de água doce: identificação dos gêneros do sul e leste do Brasil. *Acta Biológica Leopoldina* 2:181-202.
- Morrone, J.J. 1994. On the identification of areas of endemism. *Syst. Biol.* 43:438-441.
- Nixon, K 2002. WinClada Ver. 1.00.08. Disponível em <http://www.cladistics.com>. Acessado em out. 2009.
- Pena, L. & Leme, J.L.M. 1984. Moluscos de água doce. *In*: *História Natural dos organismos aquáticos do Brasil*. p.253-264.
- Pittoni, V.L.; Veitenheimer, I. L.; Mansur, M.C. D. 1976. Moluscos do Rio Grande do Sul: coleta, preparação e conservação. *Iheringia* 5: 25-68.
- Simone, L.R.L. de. 2006. *Land and freshwater molluscs of Brazil*. São Paulo, FAPESP. 390p.
- Thorp, J.H. & Covich, A. P. 1991. *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*. San Diego, Academic Press. 911p.
- Zilch, A. 1959-1960 Euthyneura. *In*: Wenz, W. *Gastropoda*. Berlin, Gebruder Borntraeger. V. 2, 834p.