



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

ADNA FERREIRA DA SILVA

**VARIAÇÕES TEMPORAIS DE CURTA ESCALA DA ESTRUTURA E DIETA DA
ICTIOFAUNA EM UMA PLANÍCIE DE MARÉ EM UM ESTUÁRIO TROPICAL**

CAMPINA GRANDE – PB

Fevereiro/2014

ADNA FERREIRA DA SILVA

**VARIAÇÕES TEMPORAIS DE CURTA ESCALA DA ESTRUTURA E DIETA DA
ICTIOFAUNA EM UMA PLANÍCIE DE MARÉ EM UM ESTUÁRIO TROPICAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Estadual da Paraíba como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Ecologia e Conservação.

Orientador: Dr André Luiz Machado Pessanha

CAMPINA GRANDE – PB

Fevereiro/2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S586v Silva, Adna Ferreira da.

Variações temporais de curta escala da estrutura e dieta da ictiofauna em uma planície de maré em um estuário tropical [manuscrito] / Adna Ferreira da Silva. - 2014.
141 p. : il.

Digitado.

Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2014.

"Orientação: Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha, Programa de Pós Graduação em Ecologia e Conservação".

1. Variação diurnal. 2. Ictiofauna. 3. Ecologia trófica. 4. Guildas tróficas. I. Título.

21. ed. CDD 577.7

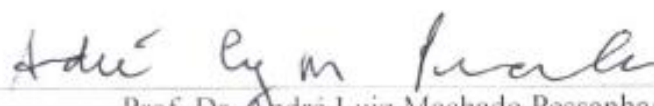
ADNA FERREIRA DA SILVA

VARIAÇÕES TEMPORAIS DE CURTA ESCALA DA ESTRUTURA E DIETA DA
ICTIOFAUNA EM UMA PLANÍCIE DE MARÉ EM UM ESTUÁRIO TROPICAL

Orientador: Dr André Luiz Machado Pessanha

Aprovado em 25 de Fevereiro de 2014

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha/UEPB

Orientador



Prof.ª Dr.ª Ana Paula Penha Guedes

Examinadora



Prof. Dr. Paulo Roberto Medeiros

Examinador

A todos que se fizeram presentes nos momentos da minha vida, em especial a Adnaldo e Elizabete (meus pais), Edriene e Edyclênia (minhas irmãs), Thaieny e Ezequias (meus sobrinhos) e Alexandre (meu namorado) pelo amor, carinho e união que me manteve sempre confiante, dedico.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pelo apoio financeiro com a bolsa de pós-graduação a mim concedida e a UEPB pelo apoio logístico e auxílio nas expedições a campo.

Ao meu orientador Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha, o qual admiro pela capacidade. Agradeço por tamanha dedicação e atenção a mim oferecida, sou muito grata por auxiliar na minha formação acadêmica.

À Professora Jozelini Molozzi pela grande ajuda nos procedimentos estatísticos e contribuição no texto e também aos professores Paulo Roberto e Ana Lúcia pelas colaborações feitas no texto durante avaliação da qualificação.

À minha família (pai, mãe, irmãs e sobrinhos) pelo apoio, dedicação, carinho e compreensão em todos os momentos da minha vida, a minha eterna gratidão.

Ao meu namorado (Alexandre) pelo carinho e atenção no momento em que mais precisei, sou grata a Deus por sua existência.

Aos meus amigos que fazem parte do laboratório de Biologia Marinha, os ictiólogos: José, Gislayne, Júnior, Natalice, Antônio, Guitá, Fernando, Marcel, Maria Rita, Yasmin, Lorena, Priscila, Caroline, Kamila, Irailson, Rayssa, Tamy, Liliane, Sarah, Raony e Ronnie pela ajuda e dedicação no laboratório e nas atividades de campo, e as malacólogas: Rafaela, Ellori, Bel, Jéssica, Romilda, Priscila e Graci e ainda Lívia, Carol e Brygida pelo companheirismo e amizade. Cheguei até aqui graças a grande parcela de ajuda que recebi de todos vocês!!!

Em especial quero agradecer aos professores José Etham e Thelma Lúcia pelos cuidados e atenção que me deram no momento que muito precisei.

Sou muito grata aos meus alunos da turma de zoologia Bacharel (2012.1) e Licenciatura (2012.2) por me ensinarem o verdadeiro valor do ensino, e ainda pelo carinho, respeito e dedicação nas minhas aulas. Vocês merecem todo sucesso do mundo!!!

Agradeço em especial a Deus por tudo que ele tem me proporcionado e por tudo que irá me proporcionar e ainda pela capacidade que Ele me oferta a cada vitória minha alcançada.

RESUMO

Variações de médio prazo que ocorrem nas assembleias de peixes estuarinos podem ser reguladas por flutuações sazonais nas condições ambientais e por fatores bióticos. Entretanto, variações de curta escala, como os ciclos das marés e fotoperíodo, também são importantes na medida em que podem alterar a disponibilidade de recursos alimentares e abrigo contra predadores e, desse modo, acarretar em mudanças nos atributos das assembleias e na dieta das espécies. O efeito dessas variações de curta escala sobre a ictiofauna tem sido investigado em vários ecossistemas, porém pouco se conhece sobre sua influência nos peixes que habitam as planícies de maré. O presente trabalho tem como objetivo principal avaliar os efeitos temporais de curta (diurnal e maré) e média duração (estações de chuva/seca) na composição de espécies, abundância, diversidade e ecologia trófica da ictiofauna numa planície de maré no estuário do rio Mamanguape (PB). Os peixes foram capturados com rede de arrasto de praia do tipo ‘picaré’ através de amostragens realizadas levando em consideração o fotoperíodo, regime de maré e regime hidrológico. Foram realizadas seis coletas compreendidas nas estações de chuva (maio, junho e julho) e seca (outubro, novembro e dezembro) do ano de 2012, sendo que durante cada uma foram realizadas três arrastos em oito horários distintos ao longo do ciclo de 24h. Foram capturados 6.222 indivíduos distribuídos em 66 espécies, sendo que *Rhinosardinia bahiensis*, *Lycengraulis grossidens* e *Eucinostomus melanopterus* foram as mais abundantes. A análise do fotoperíodo indicou maiores abundâncias numérica no período diurno, especialmente ao meio-dia (12:00), enquanto a riqueza e diversidade foram maiores no período noturno, principalmente na madrugada (02:00) e meia-noite (00:00). Esses atributos também oscilaram em relação à maré, porém não apresentaram diferenças significativas. Para verificações de padrões quanto ao hábito alimentar da assembleia de peixes investigada, foi analisado o conteúdo estomacal de 3.630 indivíduos pertencentes a 20 espécies, escolhidas com base na abundância e diversidade morfológica. A maioria das espécies demonstrou variação temporal de médio (chuva/seca) e curto (dia/noite) prazo e também ontogenética na dieta, sendo que o padrão de atividade alimentar predominante foi o diurnal. Essas variações foram atribuídas ao padrão de atividade alimentar das espécies (diurno, noturno e/ou crepuscular) e às mudanças morfológicas adquiridas pelos indivíduos com o incremento em tamanho. Um total de nove guildas tróficas foi observado, com Consumidores de Zooplâncton (CZOO) apresentando o maior número de espécies. Essa predominância de CZOO ocorreu devido à grande captura de juvenis, visto que, estes ambientes são considerados importantes zonas de recrutamento e berçário de peixes, pois fornecem recursos fundamentais nesta fase da vida. As variações de curta duração na estrutura e dieta da ictiofauna observadas no presente trabalho foram relacionadas ao comportamento da atividade alimentar e ecologia trófica, enquanto as de média duração foram atribuídas as variações nos padrões de recrutamento das espécies.

Palavras-chave: variação diurnal, fotoperíodo, maré, guildas tróficas, atividade alimentar, peixes juvenis

ABSTRACT

Medium scale variations in estuarine fish assemblages can be modulated by seasonal fluctuations in environmental conditions and biotic factors, but short scale variations in photoperiod and tidal cycles are also important. They can change the availability of food resources and shelter against predators and, consequently, lead to changes in fish assemblage attributes and fish diets. The effect of these short scale variations in the ichthyofauna have been investigated in several ecosystems, but their influence on fishes occurring in mudflats is poorly known. The main goal of this work is to assess the effects of temporal variation of short (diurnal and tidal) and medium (wet and dry seasons) scales in the species composition, abundance, diversity and trophic ecology of the ichthyofauna in a mudflat of the Mamanguape River estuary (Paraíba state, Northeast Brazil). Fishes were caught using beach seine hauls and the sampling design took into account the photoperiod, tidal and hydrological cycles. A total of six field sampling surveys were conducted in 2012 along the wet (May, June and July) and dry (October, November and December) seasons. In each field survey three beach seine hauls were employed in each of eight different time periods distributed along the 24h cycle. A total of 6,222 and 66 fish species were captured, being *Rhinosardinia bahiensis*, *Lycengraulis grossidens* and *Eucinostomus melanopterus* the most abundant ones. The analysis along the photoperiod revealed higher numerical abundance in the diurnal period, especially at midday (12:00), whereas species richness and diversity were higher in the nocturnal period, mainly at late night (2:00) and midnight (00:00). These assemblage attributes also changed in relation to tide, but they did not showed statistically significant differences. In order to investigate patterns in food habits of the studied fish fauna, the stomach content of 3,630 individuals belonging to 20 species were analyzed, which were selected based on their abundance and morphological diversity. The dominant pattern of feeding activity was diurnal and most species showed seasonal (wet/dry) and short (day/night) temporal variations in their diet, including ontogenetic diet changes. These variations were related to the feeding activity patterns (diurnal, nocturnal and/or crepuscular) of the fishes and to morphological changes acquired by the individuals during their increment in body size. A total of nine trophic guilds were observed, with Zooplankton Consumers (CZOO) showing the greatest number of fish species. The prevalence of CZOO occurred due to the high capture of juveniles, which could be explained by the fact that these habitats are considered important recruitment and as nursery areas since they provide essential resources in the early phase of their life cycle. Short scale variations in the structure and diet of the ichthyofauna observed in the current work were related to the feeding behavior and trophic ecology, whereas medium scale variations were attributed to variations in fish recruitment patterns.

Keywords: diurnal variation, photoperiod, tide, trophic guilds, feeding activity, juvenile fishes

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	10
Perguntas	13
Hipóteses	13
APRESENTAÇÃO DOS CAPÍTULOS.....	14
CAPÍTULO I - Dinâmica de curta escala da assembleia de peixes de uma planície de maré:	
Variações diurnal e maré	15
Resumo	16
Abstract.....	16
Introdução	17
Material e Métodos	18
Área de estudo.....	18
Coleta dos peixes e processamento das amostragens.....	19
Análise dos dados.....	20
Resultados.....	21
Fatores ambientais.....	21
Composição das espécies e padrões de abundância.....	22
Variações entre o período diurno e noturno.....	23
Variações ao longo do fotoperíodo	27
Variação da maré.....	35
Discussão	36
Referência	39
CAPÍTULO II - Variação temporal de média e curta escala nos hábitos alimentares dos peixes de uma planície de maré em uma região tropical	45
Resumo	46
Abstract.....	46
Introdução	47
Material e Métodos	48
Área de Estudo	49
Captura dos Indivíduos e Processamento das Amostragens	50
Análise do Conteúdo Estomacal	50
Análise Estatística dos Dados	51
Resultados.....	52

Atividade Alimentar Diária.....	53
Composição da Dieta	67
Ontogenia	71
Guildas Tróficas	73
Discussão	79
Atividade Alimentar.....	79
Variações Temporais na Dieta	81
Mudanças Ontogenéticas na Dieta	83
Guildas Tróficas	84
Literatura Citada	87
CONCLUSÃO GERAL	100
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	102
ANEXO 1 - Lista das espécies de peixes capturados no estuário do rio Mamanguape	108
ANEXO 2 - Instruções para submissão do manuscrito na EBF	111
ANEXO 3 - Versão do manuscrito submetido a EBF	114
ANEXO 4 - Instruções para submissão do manuscrito na NI	137

INTRODUÇÃO GERAL

Estuários são corpos de água costeiros semifechados e que possuem uma ligação livre com o mar aberto, e que no seu interior a água do mar dilui-se com a água doce proveniente da drenagem continental (PRITCHARD, 1967). Estes ambientes são de grande importância no ciclo de vida dos peixes, principalmente porque tais sistemas funcionam como áreas de desova, berçários, proteção contra predadores e áreas de alimentação (NEVES et al., 2006).

Estes ambientes são mais produtivos do que as águas costeiras e oceânicas, devido a elevada produção primária e secundária (KENNISH, 1990; VIDAL; SASSI, 1998) e, por conseguinte, proporcionam melhores condições para a manutenção de uma elevada riqueza e abundância de espécies (XAVIER et al., 2012), esta elevada abundância pode acarretar uma maior sobreposição de nicho, o qual pode motivar competição inter e intraespecífica por espaço e alimento. Em nível de comunidade, os animais podem reduzir a competição por recursos compartilhados variando suas atividades diárias, de tal forma que espécies possam explorar os recursos em períodos distintos do dia (RICKLEFS, 2003). Variações temporais interespecíficas nos nichos afetam a sobrevivência, crescimento e reprodução dos indivíduos, e podem provocar mudanças na dinâmica das populações (BLABER; BLABER, 1980).

Entre diferentes habitats estuarinos podem-se destacar as planícies de maré, que são áreas de sedimentos marinhos expostos e submersos regularmente pela ação das marés. Essas planícies são geralmente dominantes em regiões estuarinas, apresentam uma inclinação suave e representam uma zona de transição entre o ambiente terrestre e as zonas mais profundas do estuário (REISE, 1985). Este habitat não permanece constante (GODEFROID et al., 2003), variando regularmente em termos diários e sazonais, entretanto, espécies que habitam tal ecossistema utilizam de estratégias adaptativas associadas à alimentação e tolerância as condições físicas e químicas e, com isso, ocasionando variações temporais no comportamento da comunidade (REISE, 1985).

As planícies de maré em estuários tropicais, por exemplo, são áreas propícias a abrigar larvas e juvenis de peixes, que se beneficiam da abundância de alimento e da proteção contra predadores (PESSANHA et al., 2000; MORRISON et al., 2002; PESSANHA; ARAÚJO, 2003). Essas condições favorecem a sobrevivência nesta fase inicial do desenvolvimento dos indivíduos (BLABER; BLABER, 1980; PATERSON; WHITFIELD, 2000). Além disso, os organismos nestes habitats estuarinos podem ser influenciados tanto por fatores abióticos, como salinidade, temperatura e oxigênio, quanto por fatores biológicos, como competição interespecífica e predação (KENNISH, 1990).

Os fatores bióticos ou abióticos que influenciam a estrutura das assembleias de peixes estuarinos manifestam-se em diferentes escalas de tempo como, por exemplo, dentro de um ano (entre as estações do ano) (RAMOS; VIEIRA, 2001) e entre anos (anos sob condições climáticas diferentes) (VIEIRA et al., 2008). Variações temporais provocam mudanças na dinâmica das populações na medida em que afetam a sobrevivência, crescimento e reprodução dos indivíduos (BLABER; BLABER, 1980; TOWNSEND; WINFIELD, 1985). Com isso, a variação temporal da assembleia de peixes em estuários pode ser regulada por flutuações nas condições ambientais e por fatores bióticos como recrutamento, padrões de desova, respostas tróficas e partição de recursos (PESSANHA; ARAÚJO, 2003; PESSANHA et al., 2003; RIBEIRO et al., 2006; CASTILLO-RIVERA et al., 2010).

Estes ambientes também estão sujeitos a variações temporais de curta escala (diárias) devido ao ciclo das marés e a influência do fotoperíodo, as quais podem alterar a disponibilidade de alimentos e de abrigo de predadores (FÁVARO et al., 2003). Porém, pouca atenção tem sido dada a estas variações, as quais podem ser importantes em determinados ambientes estuarinos como planícies de maré (MORRISSON et al., 2002; REIS-FILHO et al., 2011).

Variações diurnais na abundância podem indicar diferenças no modo como as espécies ocupam os habitats estuarinos e suas influências na diferenciação de nichos. Essas variações podem trazer vantagens como, por exemplo, redução da competição por recursos alimentares, na diferenciação da ocupação de microhabitats e redução da predação (ROSS, 1986). Mudanças diurnas na composição das assembleias de peixes são reportadas como sendo associadas com atividades alimentares e fuga de predadores, e essas mudanças são moduladas por ciclos de maré e fotoperíodo (GIBSON et al., 1996; MORRISSON et al., 2002).

A sucessão dos dias e noites produz uma oscilação da maioria dos fatores ambientais de interesse ecológico, que influenciam fortemente a abundância relativa de certas espécies, alterando a estrutura das assembleias de peixes (CLARK et al., 1996). A mudança na posição da maré, junto com a sucessão do ciclo dia/noite influencia o comportamento dos peixes costeiros. A maré determina a acessibilidade dos habitats para as espécies que migram com ela, enquanto o ciclo diário controla as condições visuais e mudanças do padrão de atividade dos organismos (KRUMME et al., 2004). A variação no nível de luz ao longo do ciclo de 24 horas produz uma mudança no comportamento dos peixes, especialmente os períodos crepusculares, por serem momentos de transição entre as faunas de hábitos diurnos e noturnos (PEREIRA, 2008).

Além de influenciar a estrutura das assembleias de peixes, as variações ambientais também podem influenciar a alimentação dos peixes no ambiente natural. Kronfeld-Schor; Dayan (2003) revisaram a partição temporal de nicho em uma escala diária, e concluíram que a partição temporal é um mecanismo viável para redução da competição entre as espécies que utilizam o mesmo recurso, principalmente quando esses são limitados. O ciclo de alimentação diário do peixe é determinado por fatores como fotoperíodo, presença de predadores ou competidores, disponibilidade e qualidade do alimento e condições físicas e químicas (GROVE et al., 1978; SPIELER; NOESKE, 1984; BOUJARD et al., 1990; RUSSELL; WOOTTON, 1993), os quais têm efeito sobre o consumo do alimento pelos indivíduos (DWYER et al., 2002).

Um modo de investigar as adaptações no uso de recursos pelos peixes é a análise funcional da estrutura da comunidade, na qual as espécies são agrupadas em guildas ou associações (ELLIOTT et al., 2007). Root (1967) definiu guilda como um grupo de espécies que exploram a mesma classe de recursos ambientais de uma forma semelhante. Por isso, guildas têm sido utilizadas para fornecer informações sobre o funcionamento, estrutura hierárquica e conectividade com intuito de simplificar ecossistemas complexos (ELLIOTT; DEWAILLY, 1995; ALBARET, 1999; GARRISON; LINK, 2000; LOBRY et al., 2003; FRANCO et al., 2006). Consequentemente, as espécies que utilizam as mesmas categorias alimentares no ambiente o qual estão inseridas, compõem uma mesma guilda trófica (ELLIOTT *et al.*, 2007).

As variações diárias nos atributos da assembleia de peixes têm se destacado em estudos em outros ecossistemas, incluindo trabalhos realizados em rios (RIBERIO et al., 2006; NAKAGAWA et al., 2012), reservatórios (PIET; GURUGE, 1997), praias arenosas (GIBSON et al., 1996; BEYST et al., 2002), arrecifes (HOBSON, 1965; CONDAL et al. 2012; AZZURRO et al. 2013), lagoas costeiras (CASTILLO-RIVERA et al., 1994; CASTILLO-RIVERA et al., 2005a; ARCEO-CARRANZA et al., 2010; 2013), regiões costeiras profundas (ALBERT, 1995), estuários (GRAY et al., 1998; GRIFFITHS, 2001; METHVEN et al., 2001; CASTILLO-RIVERA et al., 2005b; LEY; HALLIDAY, 2007; HAGAN; ABLE, 2008; CASTILLO-RIVERA et al., 2010; BECKER et al., 2011; ZÁRATE-HERNÁNDEZ et al., 2012) e também em planícies de maré (MORRISON et al., 2002).

No Brasil, os poucos trabalhos publicados sobre mudanças diárias na ictiofauna foram realizados em praias arenosas localizadas em baías protegidas (PESSANHA; ARAUJO, 2003, PESSANHA et al., 2003), estuários (FIGUEIREDO; VIEIRA, 2005), em zonas de arrebentação (GODEFROID et al., 1998, GAELZER; ZALMON, 2008), em áreas de

plataforma continental (SOARES; VAZZOLER, 2001) e em rios (COSTA; FREITAS, 2010). Não existem, portanto, trabalhos que tenham avaliado mudanças diárias nos atributos das assembleias de peixes em planícies de maré nos estuários brasileiros. Os principais atributos investigados nos trabalhos acima mencionados foram variações na composição de espécies, abundância e diversidade, dieta e ecologia trófica. Os resultados de Pessanha et al. (2003) na Baía de Sepetiba (RJ) demonstraram que ocorrem variações significativas na abundância dos peixes ao longo do ciclo diário, com maior média de captura de indivíduos ao entardecer (17h), mas não na riqueza de espécies e na biomassa. Já Soares e Vazzoler (2001) estudaram as variações na dieta de quatro espécies de scianídeos ao longo do ciclo diário numa região de plataforma continental e observaram mudanças apenas em duas espécies, sendo que uma se alimentava preferencialmente de dia (*Isopisthus parvipinnis*) e a outra de noite (*Larimus breviceps*).

Tendo em vista a inexistência no Brasil de trabalhos que avaliem os efeitos temporais de curta duração (ciclo 24h e maré) sobre a ictiofauna em planícies de maré, o presente estudo investigou as variações ao longo do ciclo diário na estrutura das assembleias de peixes, bem como na alimentação natural das principais guildas tróficas, numa planície de maré no estuário do rio Mamanguape (PB). Analisar essas variações é central para o entendimento de como diferentes espécies de peixes utilizam os recursos das planícies de maré, que constitui um importante hábitat nos estuários.

PERGUNTAS

- 1) Variações temporais de curta duração (ex. diurnal, fotoperíodo, maré) influenciam a estrutura da assembleia de peixes em uma planície de maré num estuário tropical?
- 2) Como estas variações de curta duração, ao longo do regime hidrológico e do fotoperíodo, influenciam a dieta das principais guildas tróficas de peixes nesta planície de maré?

HIPÓTESES

- 1) As variações dos fatores ambientais que ocorrem em função da oscilação da maré, do fotoperíodo influenciam a abundância relativa, diversidade, composição e biomassa da ictiofauna em uma planície de maré num estuário tropical.
- 2) Ocorrem variações na área de forrageamento e na disponibilidade de alimento ao longo da oscilação do fotoperíodo e do regime hidrológico que, por sua vez, influencia a

composição da dieta em diferentes classes de tamanho e das principais guildas tróficas de peixes presentes nesta planície de maré.

APRESENTAÇÃO DOS CAPÍTULOS

A presente dissertação está constituída por dois capítulos redigidos em forma de artigos, sendo o primeiro configurado de acordo com as normas da revista *Environmental Biology of Fishes*, e o segundo, conforme as normas da revista *Neotropical Ichthyology*. O primeiro capítulo, intitulado “Dinâmica de curta escala da assembleia de peixes de uma planície de maré: Variações diurnal e maré”, foi submetido ao exame de qualificação em agosto de 2013 e, posteriormente, submetido a revista *Environmental Biology of Fishes* em novembro de 2013. O segundo capítulo, “Variação temporal de média e curta escala nos hábitos alimentares dos peixes de uma planície de maré em uma região tropical”, será submetido à revista *Neotropical Ichthyology* após terem sido consideradas as sugestões e correções propostas pelos examinadores da banca avaliadora da dissertação.

CAPÍTULO I

Manuscrito submetido a *Environmental Biology of Fishes*

**DINÂMICA DE CURTA ESCALA DA ASSEMBLEIA DE PEIXES DE UMA
PLANÍCIE DE MARÉ: VARIAÇÕES DIURNAL E MARÉ**

Adna Ferreira da Silva; André Luiz Machado Pessanha

Laboratório de Biologia Marinha, Departamento de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campus I, Av. das Baraúnas, 351, Bodocongó, Campina Grande, PB, 58109-753, Brazil. E-mail: adnaferreira@gmail.com, andrepessanhauepb@gmail.com

Resumo

As variações temporais de curta escala (ao longo dos ciclos de 24h e da maré) possuem um importante papel na dinâmica da ictiofauna, porém têm sido pouco investigadas em estuários tropicais. Esse trabalho avalia a hipótese que mudanças abióticas associadas com o ciclo do fotoperíodo e maré têm efeito nos atributos das assembleias de peixes em uma planície de maré tropical. Os peixes foram capturados em diferentes horários do período diurno e noturno visando cobrir todo o ciclo de 24 horas e também considerando o regime da maré. Foram capturados 6.222 indivíduos representados por 66 espécies, sendo *Rhinosardinia bahiensis*, *Lycengraulis grossidens* e *Eucinostomus melanopterus* as espécies mais abundantes. A abundância numérica foi maior no período diurno, especialmente ao meio-dia (12:00), enquanto a riqueza de espécies e diversidade foram maiores no período noturno, principalmente na madrugada (02:00) e meia-noite (00:00). Nossos resultados indicaram oscilações nos valores médios em relação a maré para abundância, riqueza e diversidade mas não apresentaram diferenças significativas. Futuros estudos seriam necessários para testar a hipótese de que essas variações de curta duração estão relacionadas ao comportamento de forrageamento e/ou fuga dos predadores.

Palavras-chave: ictiofauna, peixes juvenis, fotoperíodo, maré, estuário

Abstract

Temporal variations of short time scales (e.g., along the 24h and tidal cycles) play an important role in the dynamic of fish assemblages, but have been poorly investigated in tropical estuaries. This work evaluates the hypothesis that abiotic changes associated with the photoperiod and tidal cycles have a positive effect on attributes of fish assemblages in a tropical tidal mudflat. Fishes were caught in order to cover the entire 24h cycle and also taking into account the tidal regime. A total of 6,222 individuals and 66 species were captured, with *Rhinosardinia bahiensis*, *Lycengraulis grossidens* and *Eucinostomus melanopterus* being the most abundant species. The abundance was higher in the day period, mainly at midday (12:00), whereas species richness and diversity were greater at night, especially at late night (02:00) and midnight (00:00). Our results indicated variations in relation to tide for abundance, richness and diversity, but showed no significant differences. Future studies would be necessary to test the hypothesis that such short-scale variations are related to foraging behavior and/or predator avoidance.

Keywords: ichthyofauna, juvenile fishes, photoperiod, tidal, estuary

Introdução

Variações temporais provocam mudanças na dinâmica das populações, na medida em que afetam a sobrevivência, crescimento e reprodução dos indivíduos (Blaber e Blaber 1980; Townsend e Winfield 1985). Nas planícies de maré, as variações temporais de curta escala (ex. ciclo diário e maré) podem afetar a dinâmica populacional dos peixes influenciando a diversidade (Nagelkerken et al. 2008). Por exemplo, a partição do nicho temporal na escala diária é um mecanismo que pode levar a redução da sobreposição, principalmente quando os recursos partilhados, como alimento e espaço, se mostram limitados no ambiente (Kronfeld-Schord e Dayan 2003). De fato, as variações inter e intraespecíficas nos nichos ao longo do ciclo diário são comuns em comunidades naturais (Alanara et al. 2001; Kronfeld-Schord e Dayan 2003).

Mudanças temporais diárias associadas ao fotoperíodo e a maré têm sido consideradas fatores que influenciam a atividade de forrageamento das espécies e sua capacidade de escapar de predadores (Pessanha e Araújo 2003; Pessanha et al. 2003). A variação do nível da água pela ação da maré, por exemplo, pode afetar os padrões alimentares das espécies que vivem na coluna d'água (Nybakken e Bertness 2004). Contudo, este aumento no nível da água promove alterações do habitat (ex. alimento e espaço) e, conseqüentemente, afetam a densidade e a distribuição das espécies (Rozas e Minello 1997). Esses fatores, associados à dinâmica populacional, podem resultar em mudanças nos atributos ecológicos, como riqueza, abundância e biomassa, das assembleias de peixes ao longo do ciclo diário (Gibson et al. 1996; Morrisson et al. 2002; Ribeiro et al. 2006).

As variações de curto prazo são importantes para a dinâmica das assembleias de peixes e vem sendo estudadas em ambientes como rios (Ribeiro et al. 2006; Costa e Freitas 2010; Nakagawa et al. 2012), reservatórios (Piet e Guruge 1997), praias arenosas (Gibson et al. 1996; Beyst et al. 2002), recifes (Hobson 1965), baías protegidas (Pessanha e Araujo 2003; Pessanha et al. 2003), lagoas costeiras (Castillo-Rivera et al. 1994; Castillo-Rivera et al. 2005a; Arceo-Carranza et al. 2013), zonas de arrebentação (Godefroid et al. 1998; Gaelzer e Zalmon 2008), regiões costeiras (Albert 1995; Soares e Vazzoler 2001) e estuários (Gray et al. 1998; Griffiths 2001; Methven et al. 2001; Castillo-Rivera et al. 2005b; Figueiredo e Vieira 2005; Ley e Halliday 2007; Hagan e Able 2008; Castillo-Rivera et al. 2010; Becker et al. 2011; Zárate-Hernández et al. 2012). Na maioria desses trabalhos são observadas variações nos atributos da estrutura das assembleias de peixes ao longo do ciclo de 24h, as quais podem ser positivas ou negativas, para determinação da composição da comunidade, de acordo com

as características e hábitos das espécies de peixes investigadas. Porém, os padrões observados entre diferentes estudos podem ser diversos e complexos, envolvendo abordagens sobre estágio de desenvolvimento, dieta, capacidade de natação e mobilidade, o que dificulta a generalização dos resultados para outros ecossistemas e regiões ainda pouco investigadas.

A ictiofauna das planícies de maré, apesar da sua reconhecida importância ecológica como área de recrutamento e berçário em muitos estuários (Kennish 1990; Beck et al. 2001), tem sido pouco estudada em relação às suas variações temporais de curta escala (Morrison et al. 2002; Godefroid et al. 2003). Nesse contexto, o presente trabalho investiga a hipótese de que as variações que ocorrem em função do fotoperíodo e da oscilação da maré influenciam os descritores de abundância, riqueza e biomassa da ictiofauna nesse ambiente estuarino. Com esse intuito, foram analisados os padrões das variações temporais diurnas (fotoperíodo e maré) na composição, abundância e diversidade da assembleia de peixes que ocorrem em uma planície de maré na costa do Nordeste do Brasil.

Material e Métodos

Área de estudo

O estuário investigado está localizado no rio Mamanguape, no litoral norte do estado da Paraíba (6° 43' 02"S e 35° 67' 46" O), estando incluído na Área de Proteção Ambiental (APA) de Barra de Mamanguape (Fig. 1). A sua extensão é de aproximadamente 25 km no sentido leste-oeste e de 5 km no sentido norte-sul e sua área de manguezal é de 16.400 hectares (CERHPB, 2004). O clima da região é do tipo AS' de Köppen, quente e úmido. Segundo dados da AESA (2010) precipitações máximas ocorrem em abril, maio e junho, com a estação seca ocorrendo na primavera-verão, com estiagem mais rigorosa nos meses de outubro a dezembro. A precipitação anual geralmente varia entre 1.750 e 2.000 mm e a temperatura média oscila em torno de 24-26 °C.

A planície de maré estudada encontra-se situada na praia da Curva do Pontal (6°46'27"S e 34°55'20"O), uma praia ultradissipativa, possuindo uma extensão de 730 m e uma área aproximada de 44 km². Essa é uma planície não vegetada e está localizada em uma região protegida na parte inferior do estuário, possuindo águas calmas pela menor influência das ondas, devido a proximidade a desembocadura do estuário, possui grande influência das águas marinhas durante a maré cheia, além de um sedimento fino com aspecto lamoso (67% de areia, 24% de silte e 9% de argila) (Xavier et al. 2012).

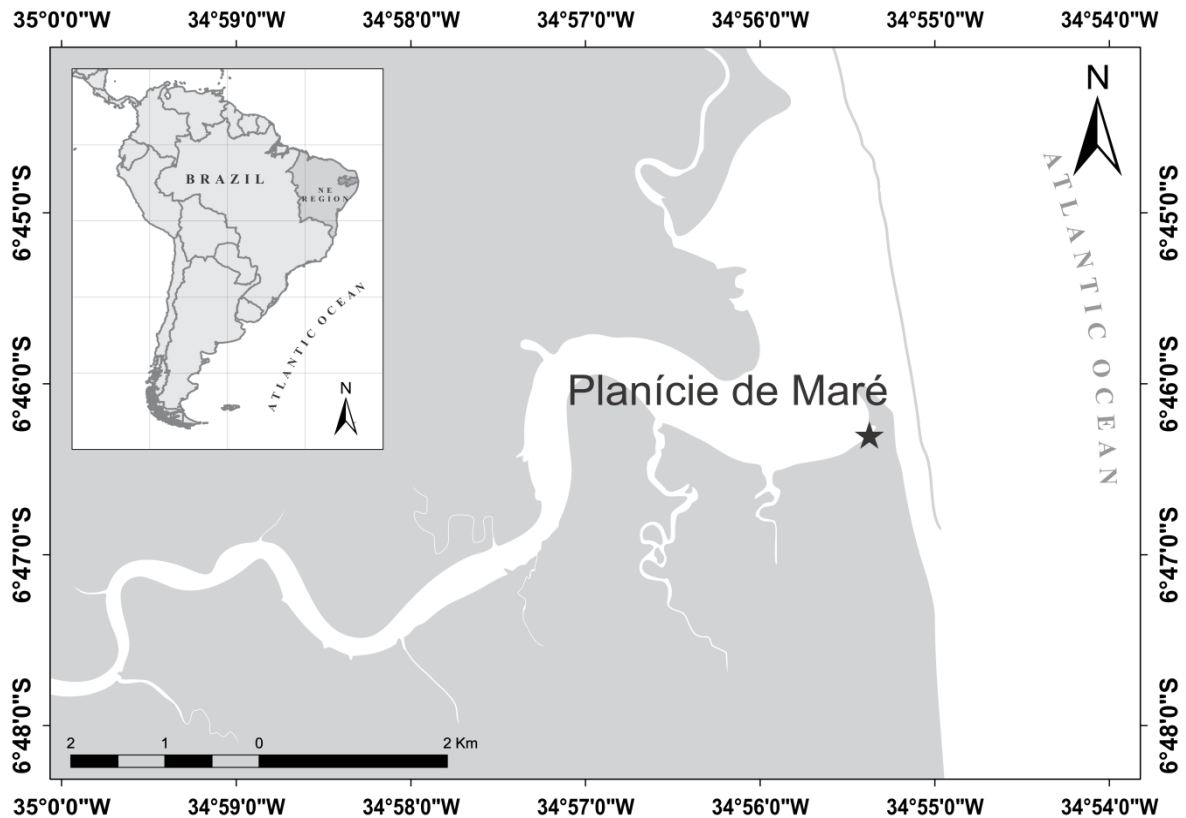


Fig. 1. Estuário do Rio Mamanguapé (Paraíba, Brasil) na foz do Rio Tinto e a localização da planície de maré estudada.

Coleta dos peixes e processamento das amostras

Os peixes foram coletados com uma rede do tipo picaré - “beach seine” - (10 x 1,5 m e malha de 12 mm nas asas e 8 mm de entrenós adjacentes na região do saco), a qual foi empregada paralelamente à linha da costa por uma extensão de aproximadamente 30 m e em uma profundidade máxima de 1,5 m. Em cada amostragem, foram aferidos parâmetros ambientais da temperatura da água e salinidade utilizando um termômetro de mercúrio e um refratômetro óptico, respectivamente.

A amostragem dos peixes e aferição dos fatores ambientais ocorreram em vários horários ao longo do dia: para o período diurno foram considerados 06:00 manhã (MAN); 12:00 meio-dia (MDI); 14:00 tarde (TAR); 16:00 entardecer (ENT), enquanto para o período noturno foram 18:00 noite (NOI); 00:00 meia-noite (MNO); 02:00 madrugada (MAD); 04:00 amanhecer (AMA), contemplando assim todo o ciclo de 24h. Os horários amostrados, para a análise do fotoperíodo, foram determinados com base no nascer e pôr do sol, sendo realizados uma hora antes e uma hora após o fenômeno crepuscular, e com dois horários no pico da

incidência luminosa (12:00 e 14:00) e dois no pico da madrugada (00:00 e 02:00). Para compreender a influência da maré na comunidade, os indivíduos foram coletados na maré alta e baixa, sendo quatro amostragens na maré alta e quatro na maré baixa, coincidindo com os horários do fotoperíodo. A unidade amostral foi considerada como três arrastos de praia aleatórios em cada horário, totalizando 144 amostras realizadas no período de seis meses de coleta (maio, junho, julho, outubro, novembro e dezembro) no ano 2012. Depois de coletados, todos os indivíduos foram fixados em formol 10% e, posteriormente, identificados em laboratório, com base em Figueiredo e Menezes (1978, 1980, 2000), Menezes e Figueiredo (1980, 1985) e Araújo et al. (2004), em seguida, foram obtidas as medidas de comprimento total (mm) e peso (g) e, posteriormente, conservados em álcool 70%.

Análise dos dados

Foram calculados para cada amostra a frequência de ocorrência (FO), biomassa e a abundância numérica (CPUE, captura por unidade de esforço), a qual foi utilizada como variável resposta para avaliar possíveis variações ao longo do ciclo diário (diurno/noturno e fotoperíodo) e da maré (alta/baixa).

Variações ao longo dos ciclos de curta duração na abundância (CPUE), biomassa, riqueza, diversidade, equitabilidade e dos fatores ambientais (temperatura e salinidade) foram analisadas a partir do teste de PERMANOVA (com 9999 permutações) e aplicação do teste *pair-wise*, para determinar quais grupos foram significativamente diferentes entre si (Anderson et al. 2008). Para o estudo da diversidade foram utilizados os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') e a Equitabilidade de Hill (E5) (Magurran, 2005).

Para efetuar análise da estrutura de comunidade foram consideradas somente as espécies mais abundantes, que apresentou um $n \geq 30$ indivíduos capturados pelo menos em um dos horários do fotoperíodo. Essa medida teve como intuito evitar ruídos na análise e de melhorar a interpretação dos dados. Com essas espécies uma matriz de similaridade dos dados de abundância foi construída usando como medida de similaridade o coeficiente de Bray-Curtis, sendo que os dados foram transformados por meio da raiz quarta.

Para avaliar a similaridade na composição das espécies ao longo da variação diurna (diurno/noturno e fotoperíodo) e da maré (alta/baixa) foi empregada a análise de ordenação de componentes principais (PCO) com a correlação das espécies de 0,3. A determinação da contribuição de quais espécies foram responsáveis pelas similaridades observadas dentro dos grupos, e também pelas diferenças observadas entre os grupos (dissimilaridades) foi obtida

pela análise de percentagem de similaridade (SIMPER) (PRIMER 6 + PERMANOVA, 2006) (Anderson et. al. 2008).

Resultados

Fatores ambientais

A temperatura oscilou menos ao longo do estudo quando comparado a salinidade, sendo que os valores médios da temperatura foram maiores durante o período diurno em relação ao período noturno, oscilando entre 30°C ($\pm 0,32$) ao meio-dia (MDI) e 27°C ($\pm 0,29$) no amanhecer (AMA) (Fig. 2). A PERMANOVA não evidenciou variações nas comparações dos valores médios da temperatura entre os horários do fotoperíodo (Pseudo-F $7,143= 0,7436$; $p>0,68$). A salinidade apresentou valores maiores no horário da manhã (MAN) ($34 \pm 0,85$) e menores durante o meio-dia (MDI) ($27 \pm 1,27$) (Fig. 2), sendo que a PERMANOVA indicou variações entre as fases do fotoperíodo (Pseudo-F $7,143= 3,6992$; $p=0,0013$), com as comparações entre vários horários (teste *pair-wise*) sendo registrados na Tabela 1.

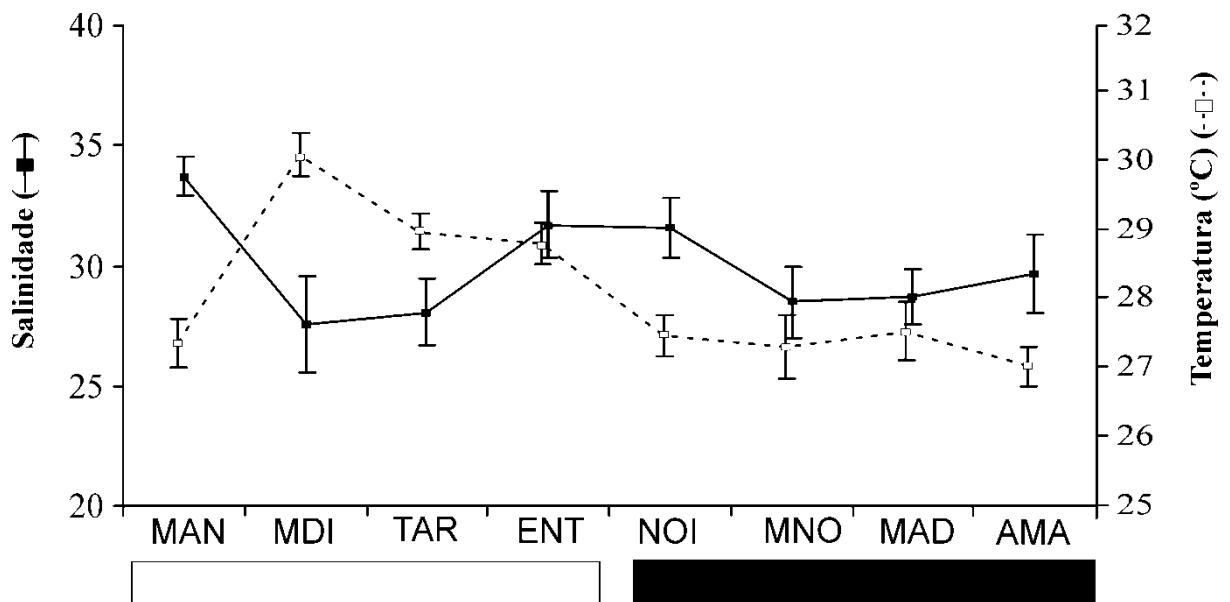


Fig. 2. Valores médios (\pm Erro Padrão) da temperatura (A) e salinidade (B) ao longo do fotoperíodo (MAN: manhã, MDI: meio-dia, TAR: tarde, ENT: entardecer, NOI: noite, MNO: meia-noite, MAD: madrugada, AMA: amanhecer) na planície de maré do Rio Mamanguape. Barras brancas e pretas abaixo do eixo x representam os períodos diurno e noturno, respectivamente.

Tabela 1. Resultados do teste *pair-wise* da PERMANOVA para os valores médios da salinidade ao longo do fotoperíodo na planície de maré do Rio Mamanguape.

GRUPOS	T	P(perm)
MAN, MDI	35,036	0,0019
MAN, TAR	39,647	0,0003
MAN, ENT	21,143	0,0446
MAN, MNO	36,121	0,0009
MAN, MAD	44,921	0,0001
MAN, AMA	26,630	0,0087
MNO, ENT	25,182	0,0153
MNO, NOI	21,149	0,0431
TAR, ENT	27,148	0,0095
TAR, NOI	20,503	0,0503
ENT, MNO	23,823	0,0221
ENT, MAD	29,590	0,0052

Composição das espécies e padrões de abundância

Dentre o total de 144 amostras realizadas, foram capturadas 66 espécies distribuídas em 26 famílias e 6.222 indivíduos que juntos perfizeram uma biomassa total de 21.338g. As famílias mais representativas em número de espécies foram Engraulidae (8), Gerreidae (6), Gobiidae (6), Mugilidae (5) e Sciaenidae (5), respectivamente.

As espécies mais abundantes numericamente foram *Rhinosardinia bahiensis* (23,8%), *Lycengraulis grossidens* (16,3%), *Eucinostomus melanopterus* (12,6%), *Atherinella brasiliensis* (7,2%), *Ctenogobius boleosoma* (6,1%), *Hyporhamphus unifasciatus* (4,7%), *Mugil liza* (4,6%), *Gobionellus stomatus* (2,4%), *Citharichthys macrops* (2,1%), *Anchoviella lepidentostole* (2,1%), *Sphoeroides greeleyi* (1,7%), *Sphoeroides testudineus* (1,7%), *Anchoviella brevirostris* (1,5%), *Caranx latus* (1,3%), *Mugil curema* (1,3%) e *Citharichthys spilopterus* (1,2%), em ordem decrescente, as quais representaram 90% do total capturado. As espécies *A. brasiliensis*, *C. boleosoma*, *E. melanopterus*, *S. greeleyi*, *L. grossidens*, *S. testudineus* e *H. unifasciatus* tiveram maior representatividade em termos de ocorrência (FO). As maiores contribuições em biomassa foram representadas pelas espécies *S. testudineus* (24,4%), *R. bahiensis* (22,5%), *L. grossidens* (9,9%), *A. brasiliensis* (6,7%), *H. unifasciatus* (3,6%), *Lagocephalus laevigatus* (2,8%), *Symphurus tessellatus* (2,5%), *C. spilopterus* (2,5%), *Polydactylus virginicus* (2,4%), *Achirus declivis* (2,1%), *S. greeleyi* (1,8%), *M. curema* (1,7%) e *Strongylura timucu* (1,4%), que juntas constituíram aproximadamente 85% da biomassa total. Foram coletadas também larvas leptocephalas da ordem Anguilliformes (2) e da família Muraenidae (1) e ainda larvas da família Gerreidae (15). Todos os espécimes de

A. brevirostris, *A. lepidentostole* e *Sphyraena guachancho* capturados estavam em estágio larval.

Variações entre o período diurno e noturno

A análise da variação entre o período diurno e noturno evidenciou um maior número de indivíduos ($n = 3.943$) e menor riqueza ($n = 49$) durante o período diurno, o período noturno apresentou menor abundância ($n = 2.279$) e maior riqueza ($n = 58$). As espécies que foram mais abundantes durante o período diurno foram *R. bahiensis*, *L. grossidens*, *E. melanopterus*, *H. unifasciatus* e *M. liza*, enquanto no período noturno destacaram-se *R. bahiensis*, *C. boleosoma*, *A. brasiliensis*, *E. melanopterus* e *L. grossidens* em ordem decrescente. A Biomassa apresentou-se maior durante o período diurno (11.918,06g) em relação ao período noturno (9.420,31g), com maiores contribuições para o período diurno de *S. testudineus*, *R. bahiensis*, *L. grossidens*, *H. unifasciatus*, *A. brasiliensis*, *L. laevigatus* e *C. latus*, enquanto no período noturno foram *R. bahiensis*, *A. brasiliensis*, *L. grossidens*, *S. testudineus*, *S. tessellatus*, *P. virginicus*, *A. declivis*, *C. spilopterus*, *H. unifasciatus* e *M. curema*. As maiores frequências de ocorrência (%FO) durante o período diurno foram de *C. latus*, *L. grossidens*, *S. greeleyi*, *A. brasiliensis*, *S. testudineus*, *R. bahiensis* e *E. melanopterus*, e para o período noturno *A. brasiliensis*, *C. boleosoma*, *E. melanopterus*, *M. liza*, *H. unifasciatus*, *S. greeleyi* e *G. stomatus* foram as mais frequentes (Tabela 2).

As espécies *Anchoa filifera*, *Prionotus punctatus*, *Pomadasys corvinaeformis*, *Nicholsina usta*, *Sparisoma radians*, *Sphyraena guachancho*, *Menticirrhus americanus* e *Menticirrhus littoralis* foram coletadas exclusivamente durante o período diurno, enquanto as espécies *Gymnothorax ocellatus*, *Ophichthus parilis*, *Lile piquitinga*, *Anchovia clupeoides*, *Strongylura marina*, *Strongylura timucu*, *Thalassophryne nattereri*, *Hyporhamphus roberti*, *Bairdiella ronchus*, *Cynoscion leiarchus*, *Stellifer brasiliensis*, *Anisotremus surinamensis*, *Selene vomer*, *Mugil curvidens*, *Diapterus rhombeus*, *Eucinostomus gula* e *Chilomycterus spinosus* foram coletadas apenas no período noturno (Tabela 2).

Tabela 2: Abundância numérica (N), frequência de ocorrência (FO%) e biomassa (P) das espécies de peixes capturadas nos períodos diurno/noturno numa planície de maré no estuário do rio Mamanguape (PB). As espécies mais abundantes numericamente em cada turno estão marcadas em negrito.

ESPÉCIES	TURNO						TOTAL
	DIURNO			NOTURNO			
	N	FO%	P (g)	N	FO%	P (g)	
<i>Albula vulpes</i>	1	1,39	0,14	10	5,56	2,43	11
<i>Gymnothorax ocellatus</i>	-	-	-	6	4,17	155,70	06
<i>Ophichthus parilis</i>	-	-	-	1	1,39	36,74	04
<i>Myrichthys ocellatus</i>	1	1,39	135,15	3	2,78	152,15	01
<i>Anchoa filifera</i>	9	2,78	8,38	-	-	-	09
<i>Anchoa januaria</i>	4	2,78	3,74	3	4,17	7,21	07
<i>Anchoa marinii</i>	57	1,39	77,15	5	4,17	12,14	62
<i>Anchoa tricolor</i>	13	2,78	1,92	1	1,39	1,14	14
<i>Anchovia clupeioides</i>	-	-	-	17	9,72	170,55	17
<i>Lycengraulis grossidens</i>	851	44,44	1257,74	163	26,39	845,33	1014
<i>Anchoviella brevirostris</i>	95	15,28	11,03	1	1,39	0,11	96
<i>Anchoviella lepidentostole</i>	121	29,17	20,99	8	5,56	1,64	129
<i>Lile piquitinga</i>	-	-	-	2	2,78	5,60	02
<i>Harengula clupeola</i>	7	4,17	30,14	1	1,39	5,48	08
<i>Rhinosardinia bahiensis</i>	940	36,11	2633,70	540	22,22	2165,04	1480
<i>Thalassophryne nattereri</i>	-	-	-	1	1,39	0,67	01
<i>Mugil curema</i>	25	12,50	59,42	54	29,17	301,65	79
<i>Mugil curvidens</i>	-	-	-	1	1,39	0,16	01
<i>Mugil hospes</i>	38	2,78	169,13	4	4,17	14,80	42
<i>Mugil incilis</i>	1	1,39	14,08	2	2,78	7,15	03
<i>Mugil liza</i>	193	22,22	66,35	92	37,50	26,29	285
<i>Atherinella brasiliensis</i>	175	38,89	329,93	276	80,56	1100,93	451
<i>Hyporhamphus roberti</i>	-	-	-	1	1,39	7,52	01
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	241	26,39	461,35	52	37,50	313,29	293
<i>Strongylura marina</i>	-	-	-	8	5,56	225,17	08
<i>Strongylura timucu</i>	-	-	-	7	8,33	295,81	07
<i>Prionotus punctatus</i>	1	1,39	50,90	-	-	-	01
<i>Caranx latus</i>	75	48,61	223,01	4	2,78	15,50	79
<i>Oligoplites saurus</i>	4	5,56	2,10	1	1,39	4,90	05
<i>Selene vômer</i>	-	-	-	4	4,17	129,48	04
<i>Lutjanus analis</i>	6	4,17	21,38	5	4,17	8,67	11
<i>Lutjanus synagris</i>	42	15,28	69,12	5	4,17	3,15	47
<i>Diapterus rhombeus</i>	-	-	-	2	2,78	13,30	02
<i>Eucinostomus argenteus</i>	18	8,33	34,78	12	8,33	99,84	30
<i>Eucinostomus gula</i>	-	-	-	3	4,17	66,84	03
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	554	31,94	114,20	232	43,06	79,85	786

<i>Eugerres brasilianus</i>	2	2,78	2,27	1	1,39	0,70	03
<i>Ulaema lefroyi</i>	4	4,17	2,97	11	4,17	3,19	15
<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	1	1,39	49,88	-	-	-	01
<i>Anisotremus surinamensis</i>	-	-	-	3	1,39	45,55	03
<i>Polydactylus virginicus</i>	4	1,39	141,60	23	20,83	384,53	27
<i>Bairdiella ronchus</i>	-	-	-	3	4,17	48,05	03
<i>Cynoscion leiarchus</i>	-	-	-	15	11,11	24,99	15
<i>Menticirrhus americanus</i>	1	1,39	33,72	-	-	-	01
<i>Menticirrhus littoralis</i>	1	1,39	12,83	-	-	-	01
<i>Stellifer brasiliensis</i>	-	-	-	1	1,39	7,13	01
<i>Nicholsina usta</i>	1	1,39	0,60	-	-	-	01
<i>Sparisoma radians</i>	1	1,39	0,08	-	-	-	01
<i>Ereotelis smaragdus</i>	7	8,33	7,08	15	16,67	21,83	22
<i>Bathygobius soporator</i>	3	4,17	31,93	7	6,94	40,57	10
<i>Ctenogobius smaragdus</i>	2	2,78	2,01	4	5,56	4,45	06
<i>Ctenogobius stigmaticus</i>	12	8,33	5,48	5	5,56	2,77	17
<i>Ctenogobius boleosoma</i>	85	29,17	13,03	296	63,89	43,08	381
<i>Gobionellus oceanicus</i>	1	1,39	0,33	3	4,17	0,53	04
<i>Gobionellus stomatus</i>	85	19,44	38,42	67	30,56	20,91	152
<i>Sphyræna guachancho</i>	2	1,39	0,13	-	-	-	02
<i>Citharichthys macrops</i>	44	16,67	90,75	89	29,17	194,99	133
<i>Citharichthys spilopterus</i>	23	19,44	202,40	49	26,39	335,10	72
<i>Achirus achirus</i>	2	1,39	46,37	2	2,78	81,94	04
<i>Achirus declivis</i>	6	6,94	97,47	10	9,72	343,49	16
<i>Achirus lineatus</i>	29	23,61	85,23	15	15,28	47,50	44
<i>Symphurus tessellatus</i>	15	13,89	102,63	55	25,00	450,13	70
<i>Lagocephalus laevigatus</i>	1	1,39	308,29	2	1,39	289,03	03
<i>Sphoeroides greeleyi</i>	59	41,67	157,10	49	31,94	227,32	108
<i>Sphoeroides testudineus</i>	80	38,89	4689,63	26	29,17	525,29	106
<i>Chilomycterus spinosus</i>	-	-	-	1	1,39	1,01	01
TOTAL	3.943		11.918,06	2.279		9.420,31	6.222

A abundância numérica analisada pela CPUE evidenciou variação com maiores valores médios durante o período diurno (54,8 indivíduos/arrasto) em comparação com o noturno (31,8 indivíduos/arrasto), sendo esse padrão seguido pela biomassa quando foram registradas 165,5 g/arrasto para o período diurno e 130,8 g/arrasto para o período noturno. A riqueza demonstrou variação, com padrão inverso da abundância e biomassa, com maiores valores durante o período noturno (7,4 espécies/arrasto) e menores durante o diurno (6,2 espécies/arrasto). Para os índices de diversidade, os maiores valores do índice de Shannon-Wiener ($H' = 0,73$) e de Equitabilidade ($E = 0,72$) foram durante o período noturno em

relação ao período diurno ($H' = 0,60$ e $E = 0,68$), semelhante aos outros descritores, a diversidade e equitabilidade, demonstraram padrões de variação. Os valores do resultado do teste de PERMANOVA para os descritores ecológicos (Abundância, Biomassa, Riqueza, Diversidade e Equitabilidade) e para o fator turno (diurno/noturno) pode ser observado na tabela 3.

Tabela 3. Resultados da PERMANOVA para a variação na abundância (CPUE), biomassa, riqueza de espécies, diversidade (H') e equitabilidade (E5-Hill) da assembleia de peixes para o período diurno-noturno, fotoperíodo e regime de maré. df = graus de liberdade; P(MC) = teste de Monte Carlo; * valores significativos ($p \leq 0,05$).

DIURNO/NOTURNO					
	df	Pseudo-F	P(perm)	Permutações	P(MC)
CPUE	1	22,559	0,0001*	9951	0,0001*
BIOMASSA	1	16,073	0,0001*	9942	0,0001*
RIQUEZA	1	9,563	0,0023*	9903	0,0021*
DIVERSIDADE	1	15,585	0,0001*	9912	0,0003*
EQUITABILIDADE	1	5,253	0,0217*	9877	0,0243*
FOTOPERÍODO					
	df	Pseudo-F	P(perm)	Permutações	P(MC)
CPUE	7	14,364	0,0001*	9883	0,0001*
BIOMASSA	7	4,445	0,0001*	9885	0,0001*
RIQUEZA	7	6,217	0,0001*	9941	0,0001*
DIVERSIDADE	7	3,029	0,0047*	9934	0,0058*
EQUITABILIDADE	7	3,033	0,0076*	9954	0,0055*
MARÉ					
	df	Pseudo-F	P(perm)	Permutações	P(MC)
CPUE	1	0,876	0,4975	9938	0,4906
BIOMASSA	1	1,694	0,1176	9937	0,1192
RIQUEZA	1	0,662	0,4298	9922	0,4107
DIVERSIDADE	1	1,178	0,2818	9907	0,2729
EQUITABILIDADE	1	0,012	0,9324	9906	0,9278

As amostras dos dados de abundância para os períodos diurno e noturno foram plotadas no gráfico de ordenação dos componentes principais (PCO), onde foi observada uma separação da estrutura da comunidade com explicação nos dois primeiros eixos de 55,5%, as amostras referentes ao período diurno foram plotadas na parte mais superior a direita influenciada principalmente pela abundância das espécies *R. bahiensis*, *L. grossidens* e *M. liza*, enquanto as amostras do período noturno foram plotadas na parte mais inferior do lado esquerdo influenciada principalmente pela abundância de *A. brasiliensis* e *C. boleosoma*. De acordo com o PCO a espécie *E. melanopterus* apresentou contribuição em ambos os períodos diurno e noturno (Fig. 3).

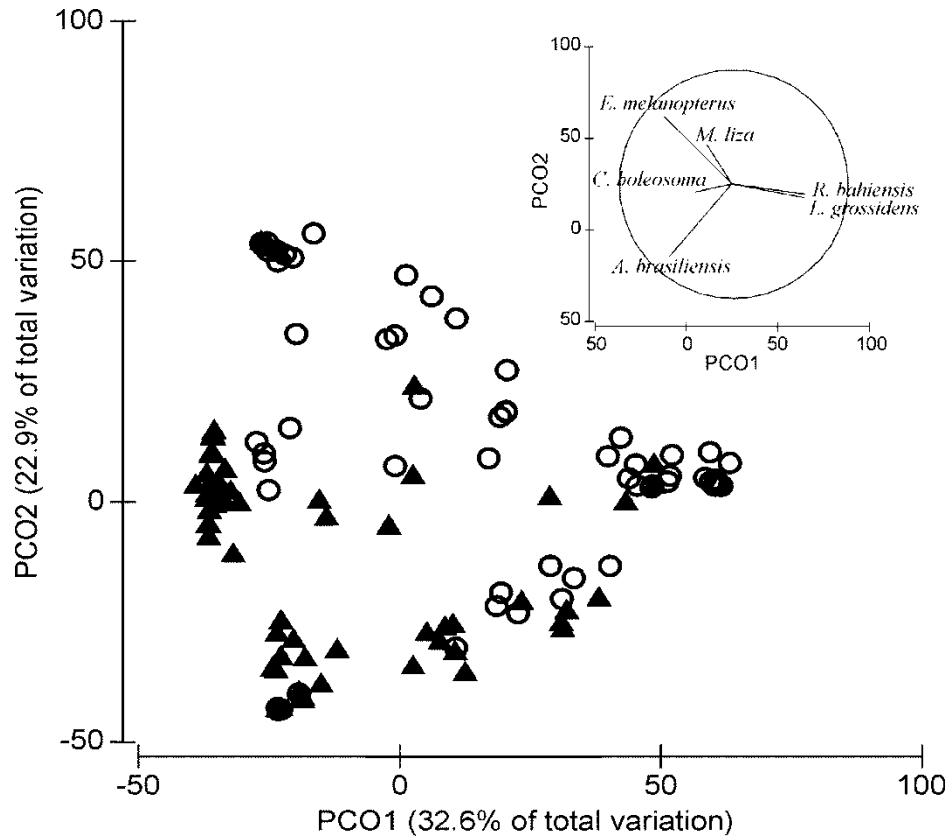


Fig. 3. Gráfico da análise de ordenação dos componentes principais (PCO) aplicada às amostras de abundância individual dos peixes capturados na planície de maré do Rio Mamanguape nos períodos diurno (○) e noturno (▲).

Confirmando a análise do PCO, a análise do SIMPER demonstrou que a similaridade dentro o grupo do período diurno é de 19,4%, com contribuição de 24,6% de *R. bahiensis*, 22,2% de *L. grossidens*, 21,6% *E. melanopterus* e 11,9% de *H. unifasciatus*; já para o período noturno a similaridade dentro o grupo foi de 41,2%, com contribuição de 63,9% de *A. brasiliensis*, 16,8% de *E. melanopterus*, 9,2% *C. boleosoma* e 2,9% de *C. macrops*. A dissimilaridade pelo SIMPER entre esses grupos foi de 80,8%. Como observado no gráfico *E. melanopterus* apresentou elevada contribuição nas duas fases do regime hidrológico.

Variações ao longo do fotoperíodo

A análise dos valores médios por fotoperíodo evidenciou um padrão com dois picos ao longo do ciclo diário: um mais pronunciado que ocorre durante o dia e um de menor intensidade que ocorre durante o período noturno para os descritores de CPUE, riqueza e biomassa. Para o descritor de diversidade foi verificado padrão semelhante, mas com valores de picos inversos, sendo o pico mais acentuado registrado durante o período noturno e um pico

diurno menos acentuado, a equitabilidade não demonstrou padrões de picos (Fig. 4). Para CPUE o maior valor registrado foi ao meio-dia (MDI= 95,1 indivíduos/arrasto) e o menor pela manhã (MAN= 22,2 indivíduos/arrasto). Para os dados de riqueza o maior valor registrado foi ao meio-dia (MDI= 8,5 espécies/arrasto) e menor pela manhã (MAN= 4,3 espécies/arrasto). Para biomassa o maior valor foi registrado a tarde (TAR= 272,25 g/arrasto) e o menor pela manhã (MAN= 84,7 g/arrasto). A análise dos índices de diversidade apresentou, para o índice de Shannon-Wiener o maior valor durante a meia-noite ($H' = 0,77$) e o menor pela manhã ($H' = 0,48$), com relação a equitabilidade foi observado os maiores valores durante os fotoperíodos MAN ($E5 = 0,76$) e NOI ($E5 = 0,76$) e o menor de meio-dia ($E5 = 0,61$) (Fig. 4).

Os descritores de CPUE, biomassa, riqueza, diversidade e equitabilidade para o fator fotoperíodo evidenciaram variações de acordo com a PERMANOVA, os resultados podem ser observados na tabela 3. As comparações, para CPUE, biomassa, riqueza, diversidade e equitabilidade pelo teste *pair-wise* podem ser observadas na tabela 4.

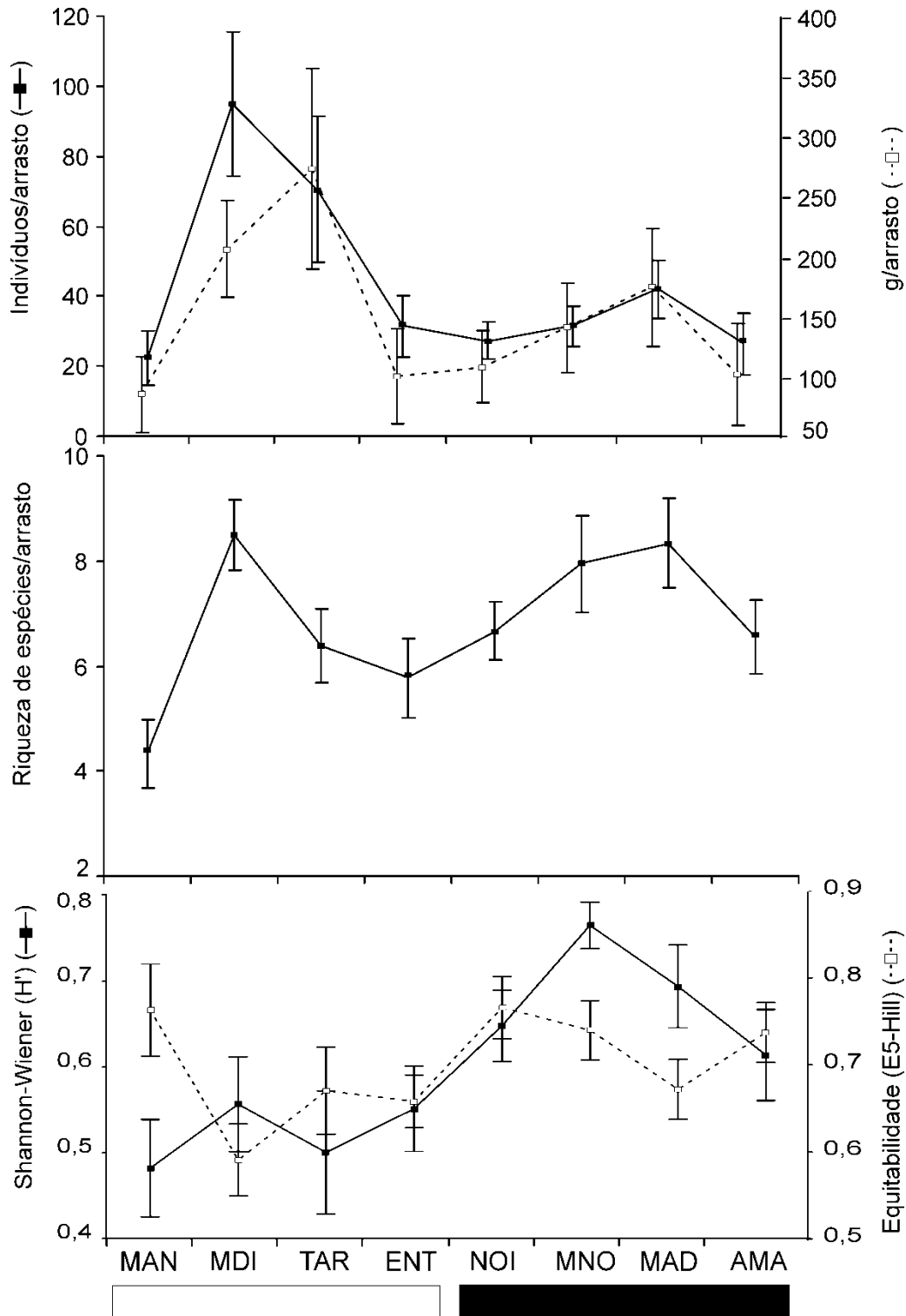


Fig. 4. Variação ao longo do fotoperíodo nos valores médios (\pm Erro Padrão) da abundância (captura por unidade de esforço, CPUE), riqueza de espécies, biomassa (g), diversidade de Shannon-Wiener (H') e equitabilidade (E5-Hill) da assembleia de peixes capturada na planície de maré do Rio Mamanguape. Códigos para o fotoperíodo são: MAN: manhã, MDI: meio-dia, TAR: tarde, ENT: entardecer, NOI: noite, MNO: meia-noite, MAD: madrugada, AMA: amanhecer. Barras brancas e pretas abaixo do eixo x representam os períodos diurno e noturno, respectivamente.

Tabela 4. Resultados do teste *pair-wise* da PERMANOVA para a variação da abundância (CPUE), biomassa, riqueza de espécies, diversidade (H') e equitabilidade (E5-Hill) da assembleia de peixes ao longo do fotoperíodo. * valores significativos: *P ≤ 0,05; ** P ≤ 0,001; ***P ≤ 0,0001. (MAN: manhã, MDI: meio-dia, TAR: tarde, ENT: entardecer, NOI: noite, MNO: meia-noite, MAD: madrugada, AMA: amanhecer).

GRUPOS	CPUE	BIOMASSA	RIQUEZA	H'	E5-Hill
	T	T	T	T	T
MAN, MDI	29,515***	1,394	47,608***	0,417	20,006*
MAN, TAR	31,197***	18,745*	22,490*	0,591	12,222
MAN, ENT	32,331***	1,217	1,241	11,046	0,089
MAN, NOI	49,678***	25,351***	31,106*	18,974	0,408
MAN, MNO	43,605***	25,187**	48,126***	38,392***	13,723
MAN, MAD	35,755***	22,575***	45,083***	21,023*	14,406
MAN, AMA	33,262***	18,479**	23,838*	18,514	0,709
MDI, TAR	26,507***	1,457	23,819*	0,855	0,637
MDI, ENT	32,694***	1,334	28,996*	0,552	20,536*
MDI, NOI	45,704***	26,939***	21,663*	11,691	25,486*
MDI, MNO	47,089***	24,311**	0,563	26,323*	34,448**
MDI, MAD	34,277***	22,149**	0,208	13,478	0,842
MDI, AMA	39,009***	22,532**	23,619*	11,349	27,945*
TAR, ENT	27,482***	1,302	0,816	14,148	12,252
TAR, NOI	42,521***	27,016***	0,649	19,905	16,608
TAR, MNO	39,997***	26,284***	26,248*	31,943**	24,384
TAR, MAD	26,538**	23,278**	23,006*	21,386*	0,137
TAR, AMA	29,598**	21,773**	0,096	19,844	19,071
ENT, NOI	72,424***	29,922***	1,453	0,882	0,551
ENT, MNO	68,883***	28,941***	30,406*	34,975***	17,765
ENT, MAD	39,448***	26,774***	27,993*	11,467	15,243
ENT, AMA	51,201***	23,690***	0,915	0,804	0,878
NOI, MNO	51,822***	20,724*	25,293*	2,831**	11,959
NOI, MAD	41,707***	15,882*	20,728*	0,312	21,212*
NOI, AMA	48,113***	1,205	0,562	0,081	0,371
MNO, MAD	28,767**	0,853	0,311	23,311*	34,461**
MNO, AMA	42,019***	19,674*	26,221*	28,093*	0,673
MAD, AMA	25,206*	1,218	22,776*	0,385	23,836*

Algumas espécies demonstraram maiores CPUEs em determinados horários do fotoperíodo. Para o horário da manhã (MAN) as espécies mais abundantes foram *H. unifasciatus*, *E. melanopterus* e *M. liza*; ao meio-dia (MDI) foram *L. grossidens*, *R. bahiensis*, *E. melanopterus*, *M. liza*, *A. brasiliensis*, *G. stomatus*, *H. unifasciatus*, *C. boleosoma* e *C. latus*; durante a tarde (TAR) foram de *R. bahiensis*, *L. grossidens*, *A. brasiliensis*, *A. brevirostris*, *H. unifasciatus*, *M. hospes* e *S. testudineus*; ao entardecer (ENT) foram *E. melanopterus*, *L. grossidens*, *A. lepidentostole*, *A. marinii* e *R. bahiensis*; durante o período da noite (NOI) foram *C. boleosoma*, *A. brasiliensis*, *L. grossidens* e *E. melanopterus*; a meia-noite (MNO) foram *R. bahiensis*, *C. boleosoma*, *E. melanopterus*, *A. brasiliensis*, *C. macrops* e *C. spilopterus*; no período da madrugada (MAD) foram *R. bahiensis*, *E. melanopterus*, *A. brasiliensis*, *L. grossidens* e *C. macrops*; e o amanhecer (AMA) foram *R. bahiensis*, *A. brasiliensis*, *M. liza* e *E. melanopterus* como as espécies mais abundante (Fig. 5, Tabela 5).

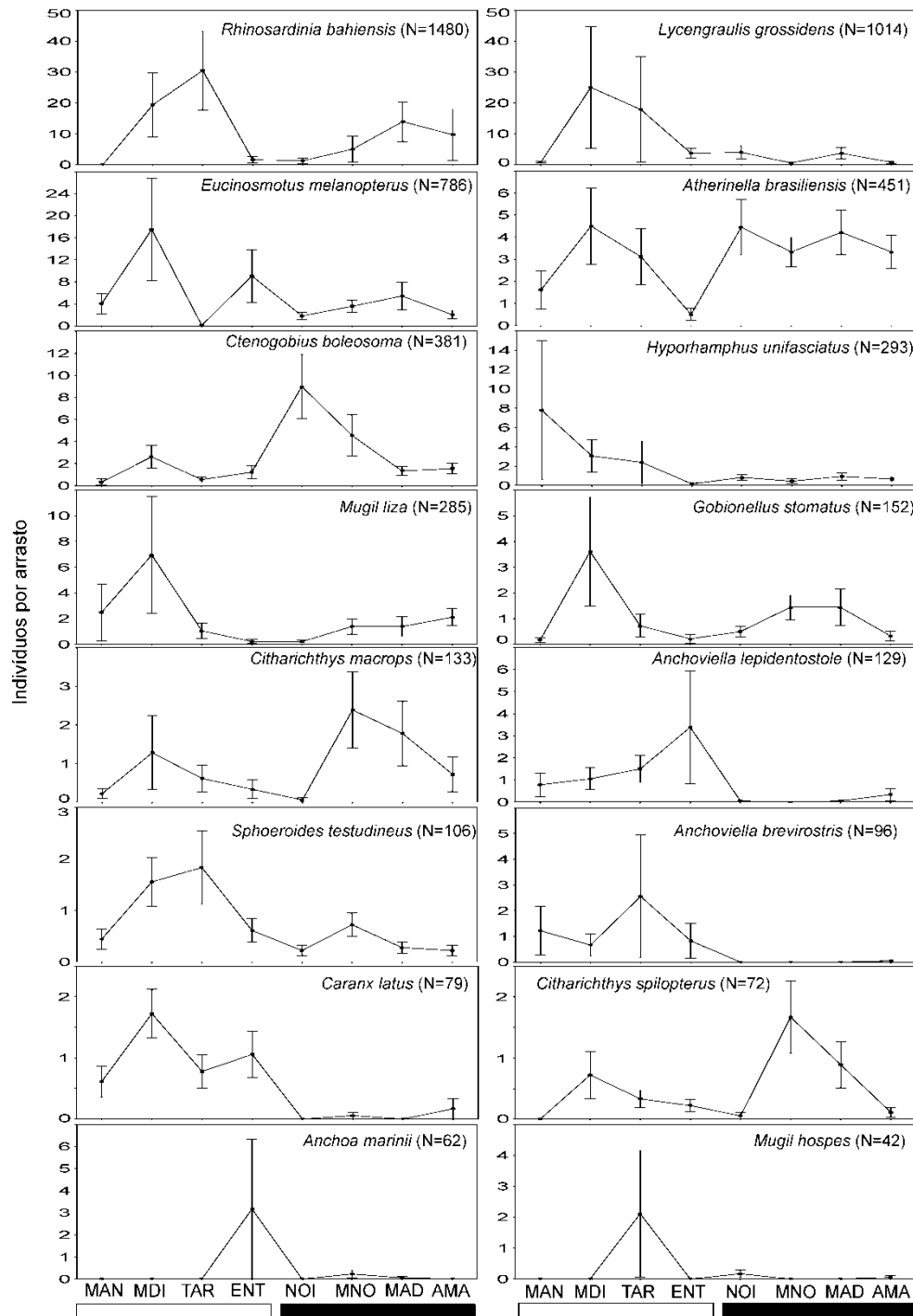


Fig. 5. Variação ao longo do fotoperíodo nos valores médios (\pm Erro Padrão) da abundância (captura por unidade de esforço, CPUE) das espécies dominantes na planície de maré do Rio Mamanguape. Códigos para o fotoperíodo são: MAN: manhã, MDI: meio-dia, TAR: tarde, ENT: entardecer, NOI: noite, MNO: meia-noite, MAD: madrugada, AMA: amanhecer. Barras brancas e pretas abaixo do eixo x representam os períodos diurno e noturno, respectivamente.

Os valores de porcentagem da similaridade dentre os grupos e da dissimilaridade entre os grupos, com as três primeiras espécies que apresentaram maiores contribuições, de acordo com a análise de similaridade (SIMPER) realizada com os dados de abundância, podem ser observados na tabela 6.

Tabela 5: Abundância numérica (N), frequência de ocorrência (%FO) e biomassa (P,g) dos peixes capturados numa planície de maré do Rio Mamanguape (Paraíba, Brasil) ao longo dos períodos diurno-noturno e do fotoperíodo. MAN: manhã, MDI: meio-dia, TAR: tarde, ENT: entardecer, NOI: noite, MNO: meia-noite, MAD: madrugada, AMA: amanhecer.

ESPÉCIES	DIURNO												NOTURNO											
	MAN			MDI			TAR			ENT			NOI			MNO			MAD			AMA		
	N	%FO	P (g)	N	%FO	P (g)	N	%FO	P (g)	N	%FO	P (g)	N	%FO	P (g)	N	%FO	P (g)	N	%FO	P (g)	N	%FO	P (g)
<i>Albula vulpes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5,56	0,14	9	16,67	2,32	-	-	-	1	5,56	0,11	-	-	-
<i>Gymnothorax ocellatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	11,11	77,85	3	5,56	77,85	-	-	-	-	-	-
<i>Ophichthus parilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5,56	36,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myrichthys ocellatus</i>	-	-	-	1	5,56	135,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	11,11	152,15	-	-	-
<i>Anchoa filifera</i>	1	5,56	7,13	-	-	-	8	5,56	1,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anchoa januaria</i>	1	5,56	0,80	-	-	-	-	-	-	3	5,56	2,94	-	-	-	-	-	-	1	5,56	1,69	2	11,11	5,52
<i>Anchoa marinii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57	5,56	77,15	-	-	-	4	11,11	10,18	1	5,56	1,96	-	-	-
<i>Anchoa tricolor</i>	5	5,56	0,70	-	-	-	-	-	-	8	5,56	1,22	-	-	-	-	-	-	1	5,56	1,14	-	-	-
<i>Anchovia clupeioides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	16,67	117,86	-	-	-	7	22,22	52,69	-	-	-
<i>Lycengraulis grossidens</i>	14	38,89	88,62	450	61,11	636,43	321	38,89	361,54	66	38,89	171,12	72	38,89	234,91	10	16,67	109,40	67	27,78	415,89	14	22,22	68,22
<i>Anchoviella brevirostris</i>	22	22,22	1,33	12	16,67	1,44	46	11,11	7,13	15	11,11	1,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5,56	0,11
<i>Anchoviella lepidentostole</i>	14	16,67	3,04	19	27,78	3,87	27	44,44	4,10	61	27,78	9,98	1	5,56	0,18	-	-	-	1	5,56	0,13	6	11,11	1,33
<i>Lile piquitinga</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5,56	2,16	-	-	-	1	5,56	3,44	-	-	-
<i>Harengula clupeiola</i>	-	-	-	-	-	-	4	11,11	19,65	3	5,56	10,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5,56	5,48
<i>Rhinosardinia bahiensis</i>	-	-	-	349	50,00	926,63	549	50,00	1647,68	42	44,44	59,40	23	22,22	109,47	91	16,67	373,70	251	27,78	1006,17	175	22,22	675,7
<i>Thalassophryne nattereri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5,56	0,67	-	-	-
<i>Mugil curema</i>	5	11,11	32,17	5	16,67	10,13	7	11,11	10,74	8	11,11	6,38	23	33,33	172,66	7	11,11	15,50	6	22,22	43,81	18	50,00	69,65
<i>Mugil curvidens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5,56	0,16
<i>Mugil hospes</i>	-	-	-	-	-	-	38	11,11	169,13	-	-	-	3	11,11	9,70	-	-	-	-	-	-	1	5,56	5,10
<i>Mugil incilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5,56	14,08	1	5,56	6,89	-	-	-	-	-	-	1	5,56	0,26
<i>Mugil liza</i>	45	22,22	5,76	125	27,78	53,09	19	27,78	6,59	4	11,11	0,91	4	22,22	7,38	25	38,89	5,06	25	38,89	7,44	38	50,00	6,41
<i>Atherinella brasiliensis</i>	29	33,33	50,09	81	50,00	84,98	56	50,00	167,82	9	22,22	27,04	80	88,89	268,60	60	83,33	250,25	76	77,78	352,71	60	72,22	229,4
<i>Hyporhamphus roberti</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5,56	7,52	-	-	-	-	-	-
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	140	33,33	222,46	55	50,00	149,36	43	16,67	84,18	3	5,56	5,33	15	44,44	68,96	8	22,22	34,52	17	44,44	112,86	12	38,89	96,95
<i>Strongylura marina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5,56	15,81	6	11,11	145,19	1	5,56	64,17	-	-	-
<i>Strongylura tímucu</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	11,11	84,41	2	5,56	94,27	2	11,11	75,80	1	5,56	41,33
<i>Prionotus punctatus</i>	-	-	-	1	5,56	50,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caranx latus</i>	11	33,33	25,41	31	66,67	101,09	14	44,44	31,66	19	50,00	64,85	-	-	-	1	5,56	7,83	-	-	-	3	5,56	7,67
<i>Oligoplites saurus</i>	1	5,56	0,01	2	11,11	1,53	-	-	-	1	5,56	0,56	-	-	-	-	-	-	1	5,56	4,90	-	-	-
<i>Selene vômer</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	11,11	112,18	-	-	-	1	5,56	17,30
<i>Lutjanus analis</i>	-	-	-	2	5,56	9,93	3	5,56	11,31	1	5,56	0,14	-	-	-	2	5,56	6,20	2	5,56	0,90	1	5,56	1,57
<i>Lutjanus synagris</i>	2	11,11	6,21	13	16,67	30,39	10	16,67	19,91	17	16,67	12,61	-	-	-	-	-	-	4	11,11	2,53	1	5,56	0,62

Tabela 6. Valores de similaridade e dissimilaridade obtidos na análise de SIMPER entre os pares de períodos do fotoperíodo (MAN: manhã, MDI: meio-dia, TAR: tarde, ENT: entardecer, NOI: noite, MNO: meia-noite, MAD: madrugada, AMA: amanhecer).

FOTOPERÍODO	MAN	MDI	TAR	ENT	NOI	MNO	MAD	AMA
MAN	28,53% <i>E. melanopterus</i> <i>H. unifasciatus</i> <i>M. liza</i>							
MDI	85,64% <i>L. grossidens</i> <i>E. melanopterus</i> <i>R. bahiensis</i>	36,79% <i>L. grossidens</i> <i>C. latus</i> <i>R. bahiensis</i>						
TAR	96,53% <i>R. bahiensis</i> <i>A. brasiliensis</i> <i>E. melanopterus</i>	78,90% <i>R. bahiensis</i> <i>L. grossidens</i> <i>A. brasiliensis</i>	27,65% <i>A. brasiliensis</i> <i>R. bahiensis</i> <i>S. testudineus</i>					
ENT	88,75% <i>L. grossidens</i> <i>E. melanopterus</i> <i>R. bahiensis</i>	76,50% <i>E. melanopterus</i> <i>R. bahiensis</i> <i>L. grossidens</i>	84,07% <i>R. bahiensis</i> <i>L. grossidens</i> <i>E. melanopterus</i>	35,05% <i>L. grossidens</i> <i>R. bahiensis</i> <i>E. melanopterus</i>				
NOI	91,79% <i>A. brasiliensis</i> <i>C. boleosoma</i> <i>E. melanopterus</i>	70,75% <i>L. grossidens</i> <i>R. bahiensis</i> <i>C. boleosoma</i>	77,32% <i>C. boleosoma</i> <i>R. bahiensis</i> <i>A. brasiliensis</i>	85,43% <i>A. brasiliensis</i> <i>C. boleosoma</i> <i>L. grossidens</i>	60,40% <i>A. brasiliensis</i> <i>C. boleosoma</i> <i>E. melanopterus</i>			
MNO	87,93% <i>A. brasiliensis</i> <i>C. boleosoma</i> <i>E. melanopterus</i>	75,04% <i>R. bahiensis</i> <i>L. grossidens</i> <i>E. melanopterus</i>	81,24% <i>R. bahiensis</i> <i>C. boleosoma</i> <i>E. melanopterus</i>	88,42% <i>A. brasiliensis</i> <i>E. melanopterus</i> <i>C. boleosoma</i>	51,07% <i>C. boleosoma</i> <i>E. melanopterus</i> <i>C. macrops</i>	56,78% <i>A. brasiliensis</i> <i>E. melanopterus</i> <i>C. boleosoma</i>		
MAD	87,29% <i>A. brasiliensis</i> <i>E. melanopterus</i> <i>H. unifasciatus</i>	75,49% <i>R. bahiensis</i> <i>L. grossidens</i> <i>E. melanopterus</i>	75,13% <i>R. bahiensis</i> <i>A. brasiliensis</i> <i>E. melanopterus</i>	80,03% <i>A. brasiliensis</i> <i>E. melanopterus</i> <i>L. grossidens</i>	63,05% <i>C. boleosoma</i> <i>E. melanopterus</i> <i>L. grossidens</i>	59,84% <i>C. boleosoma</i> <i>E. melanopterus</i> <i>C. macrops</i>	40,66% <i>A. brasiliensis</i> <i>E. melanopterus</i> <i>C. macrops</i>	
AMA	84,94% <i>A. brasiliensis</i> <i>E. melanopterus</i> <i>M. liza</i>	78,46% <i>R. bahiensis</i> <i>L. grossidens</i> <i>E. melanopterus</i>	76,22% <i>R. bahiensis</i> <i>A. brasiliensis</i> <i>M. liza</i>	88,58% <i>A. brasiliensis</i> <i>L. grossidens</i> <i>E. melanopterus</i>	65,81% <i>C. boleosoma</i> <i>M. liza</i> <i>E. melanopterus</i>	66,06% <i>C. boleosoma</i> <i>E. melanopterus</i> <i>M. liza</i>	64,37% <i>E. melanopterus</i> <i>R. bahiensis</i> <i>M. liza</i>	45,41% <i>A. brasiliensis</i> <i>M. liza</i> <i>E. melanopterus</i>

Variações da maré

Um maior número de indivíduos foi capturado durante a maré baixa (n= 3.316) quando comparada com a maré alta (n = 2.906) e o número de espécies foram iguais em ambos os níveis da maré (n = 58). As espécies mais abundantes na maré alta foram *R. bahiensis* (878), *E. melanopterus* (512), *A. brasiliensis* (279), *L. grossidens* (176), *H. unifasciatus* (172), *C. boleosoma* (151), *A. lepidentostole* (86), *C. macrops* (75), *A. brevirostris* (70), enquanto que na maré baixa *L. grossidens* (838), *R. bahiensis* (602), *E. melanopterus* (274), *M. liza* (249), *C. boleosoma* (230), *A. brasiliensis* (172), *H. unifasciatus* (121), *G. stomatus* (120), *S. greeleyi* (87), *S. testudineus* (67) e *A. marinii* (61). As maiores frequências de ocorrência durante a maré alta foram de *A. brasiliensis*, *C. boleosoma*, *E. melanopterus*, *R. bahiensis*, *H. unifasciatus*, *S. testudineus* e *L. grossidens*, e com relação a maré baixa foram de *A. brasiliensis*, *S. greeleyi*, *C. boleosoma*, *L. grossidens*, *M. liza*, *E. melanopterus* e *S. testudineus*. A análise da biomassa revelou valores semelhantes entre os períodos de maré alta (10.784,5g) e maré baixa (10.554,5g). Na maré alta, as espécies que mais contribuíram para a biomassa foram *R. bahiensis*, *S. testudineus*, *A. brasiliensis*, *L. grossidens*, *H. unifasciatus*, *P. virginicus* e *L. laevigatus*, e na maré baixa *S. testudineus*, *R. bahiensis*, *L. grossidens*, *A. brasiliensis*, *C. spilopterus*, *S. greeleyi* e *H. unifasciatus*.

Espécies como *O. parilis*, *M. ocellatus*, *A. vulpes*, *P. corvinaeformis*, *S. radians*, *A. surinamensis*, *M. americanus* e *M. curvidens* foram capturadas apenas na maré alta, enquanto as espécies *P. punctatus*, *T. nattereri*, *H. roberti*, *S. brasiliensis*, *N. usta*, *S. guachancho*, *M. littoralis* e *C. spinosus* foram capturadas exclusivamente na maré baixa.

A abundância numérica analisada pela CPUE evidenciou maiores valores médios durante a maré baixa (46,2 indivíduos/arrasto) em comparação com a maré alta (40,4 indivíduos/arrasto), sendo esse padrão seguido inversamente pela biomassa quando foram registradas 149,8 g/arrasto para a maré alta e 146,6 g/arrasto para a maré baixa. A riqueza apresentou maior valor médio na maré baixa (n= 6,9 espécies/arrasto) do que na maré alta (n= 6,6 espécies/arrasto). Para os índices de diversidade, o valor de Shannon-Wiener foi maior na maré baixa ($H' = 0,69$) em relação a maré alta ($H' = 0,64$), e a Equitabilidade foi igual para ambos os níveis da maré ($E = 0,70$). Como observado, os descritores apresentaram baixa oscilação o qual foi confirmado pelo teste de PERMANOVA que não revelou variação entre CPUE, biomassa, riqueza, diversidade e equitabilidade para a análise da oscilação da maré, os resultados podem ser observados na tabela 3.

Corroborando com a PERMANOVA, a análise de similaridade (SIMPER), realizada com os dados de abundância, revelou contribuição semelhante dentre os grupos de maré alta e baixa. Com as espécies *A. brasiliensis* (44,4%), *E. melanopterus* (23,5%), *R. bahiensis* (15,2%) e *L. grossidens* (7,5%) contribuindo para a similaridade do grupo maré alta (27,1%), e na maré baixa (22,8%) contribuição de *A. brasiliensis* (45,1%), *E. melanopterus* (19,9%), *L. grossidens* (10,9%), *C. boleosoma* (8,1%) e *R. bahiensis* (5,7%). A dissimilaridade entre os grupos foi relativamente baixa com 75,1%.

Discussão

Variações da estrutura da comunidade foram observadas na planície de maré estudada, com maiores influências do ciclo diurno, associadas ao turno e fotoperíodo. Como condicionantes para variação diurna, destacam-se a atividade alimentar para melhores condições de forrageamento, fuga de predadores e a busca por condições ambientais adequadas para obtenção do alimento (Gibson et al. 1996; 1998; Morrisson et al. 2002).

Os resultados desse trabalho apontam uma evidente diferença entre os descritores da abundância (CPUE e Biomassa) e os descritores de diversidade, sendo observados maiores valores dos descritores de abundância para o período diurno e os de diversidade no período noturno. A maior abundância no período diurno foi atribuído ao hábito de vida das espécies dominantes neste turno, sendo espécies que apresentam características de comportamento gregário (formadoras de cardumes) pertencentes às famílias Engraulidae, Clupeidae, Mugilidae, Hemiramphidae e Gerreidae. O aumento da riqueza durante o período noturno pode estar relacionado com movimentos em direção a zonas rasas de espécies com comportamento solitário, e que de modo geral apresentam hábito carnívoro e/ou piscívoro (Girsa e Zhuravel 1983; Gibson et al. 1996). Na planície de maré estudada foram capturadas, no período noturno, espécies como moréias (*Gymnothorax ocellatus*), mututucas (*Myrichthys ocellatus*, *Ophichthus parilis*), agulhões (*Strongylura marina*, *S. timucu*), peixe-galo (*Selene vomer*), sargo-de-beiço (*Anisotremus surinamensis*), roncadador (*Bairdiella ronchus*), pescada-branca (*Cynoscion leiarchus*) que possuem tais características de hábito de vida. Padrão semelhante foi encontrado em estudo realizado por Hobson (1965) em recifes, demonstrando que alguns representantes das famílias Pomadasyidae, Carangidae e Sciaenidae apresentam hábito noturno.

Características da ecologia trófica das espécies dominantes contribuem para a elevada abundância no período diurno, com maiores registros de espécies filtradoras e zoobentívoras.

Espécies da família Engraulidae, Clupeidae e Gerreidae registradas em grande abundância nesse estudo, também têm sido consideradas com padrão de comportamento alimentar diurno na dieta (Reis e Dean 1981; Castillo-Rivera et al. 2005a). Padrão similar nas comunidades de peixes em praias (Layman 2000), baías (Nagelkerken et al. 2000) e estuários (Castillo-Rivera et al. 2010) foram atribuídos em resposta às condições locais de disponibilidade de presas e risco de predação (Gibson et al. 1996). Em trabalho realizado em um estuário temperado, as espécies demersais tenderam a mover-se regularmente na coluna de água durante a escuridão em busca de alimento, principalmente crustáceos pelágicos (Maes et al. 1999). A diminuição gradual na intensidade da luz ao anoitecer e seu aumento nas primeiras horas da manhã serve como sinais de mudança nas condições do ambiente, que influenciam o comportamento dos peixes de diferentes grupos tróficos (Manteifel et al. 1978).

Outro fator relacionado às diferenças observadas entre o período diurno e noturno é a capacidade que os peixes apresentam de escapar do artefato de pesca. Tal escape tem sido registrado com maior evidência durante o dia, quando os peixes detectariam visualmente a presença da rede (Rozas e Minello, 1997). Porém, esse mecanismo seria pouco influente na planície de maré, devido a baixa transparência (em média < 35 cm) registrada no local. Segundo mencionado por Morrison et al. (2002) a magnitude dessa influência é improvável em ambientes com águas turvas. Além disso, a maior captura dos indivíduos ocorreu durante o período diurno com influência da luz, o que ajuda a refutar essa hipótese.

As diferenças diurnais ao longo do fotoperíodo evidenciaram dois picos de abundância: um bem acentuado durante o horário de meio-dia e um menos acentuado na madrugada. No pico ao meio-dia foi verificado uma grande contribuição de *R. bahiensis*, *L. grossidens* e *E. melanopterus*, espécies que vivem na coluna d'água e formam agregações (Whitehead 1985; Whitehead et al. 1988; Helfman et al. 2009). Já durante o pico da madrugada, apesar da menor influência, em termos de abundância, de *R. bahiensis* e *E. melanopterus*, houve ainda a contribuição de espécies típicas de zonas intertidais como *C. boleosoma* e *S. tessellatus*, que estão mais associadas ao substrato (Nelson 2006; Helfman et al. 2009). A elevada incidência luminosa no período do meio-dia garante um melhor sucesso na predação pelas espécies que utilizam da visão para a captura das suas presas, como no caso de Engraulidae (Reis e Dean 1981; Vouglitois et al. 1987), Clupeidae e Gerreidae (Kerschner et al. 1985; Castillo-Rivera et al. 2005a).

Os maiores valores de riqueza e diversidade registrados nos fotoperíodos meia-noite e madrugada foram ocasionados pelo registro de espécies marinhas-visitantes e recifais com o hábito carnívoro (*A. surinamensis*, *S. brasiliensis* e *C. spinosus*) (Hobson 1965; Castillo-

Rivera et al. 2010). A ocorrência dessas espécies foi facilitada pelo fato da planície de maré estar localizada adjacente a entrada do estuário e a poucos quilômetros de um recife arenítico. Espécies como *T. nattereri* e *H. roberti*, que apresentam hábito estuarino e carnívoro, também contribuíram para esta elevada riqueza noturna.

Os horários crepusculares, como no início da manhã e no início da noite apresentaram uma distribuição mais homogênea da abundância entre as espécies, que colaborou para os maiores valores de equitabilidade. Por outro lado, a elevada abundância em horários como meio-dia de *R. bahiensis* e *L. grossidens*, acarretou uma distribuição mais heterogênea da abundância, resultando nos menores valores de equitabilidade observados. Portanto, as variações diurnais no padrão de abundância de algumas espécies, que formam cardumes compostos principalmente de formas juvenis, têm influência direta em alguns dos descritores (equitabilidade) da assembleia de peixes da planície de maré estudada.

No presente estudo, o nível da maré não constatou variações nos descritores analisados corroborando com outros estudos realizados (Gibson et al. 1996; Morrison et al. 2002; Godefroid et al. 2003; Primo et al. 2012). Maiores valores de abundância e riqueza na maré baixa podem ter influenciado a funcionalidade local, devido a uma maior representatividade, em termos de abundância, de diferentes guildas tróficas, tais como detritívora (*M. liza*), onívora (*C. boleosoma*), herbívora (*G. stomatus*) e bentívora (*S. greeleyi*, *S. testudineus*). A influência diária da maré nestes ambientes afeta não só a distribuição, mas também os padrões alimentares e comportamentais dos peixes (Rozas e Minello 1997; Favaro et al. 2003; Nybakken e Bertness 2004). As alterações do habitat influenciam o papel funcional e a categoria trófica das espécies: na maré alta ocorre um predomínio de espécies planctófagas (*R. bahiensis*, *A. brevirostris*, *A. lepidentostole*) (Reis-Filho et al. 2010) e no caso da planície estudada foi possível perceber uma presença marcada de espécies zoobentívoras (*E. melanopterus*, *E. argenteus*), que conseguem explorar itens alimentares disponíveis do supralitoral, como as comunidades da epifauna e infauna que habitam essa região.

Outro padrão observado com a oscilação da maré foi a maior captura de indivíduos durante a maré baixa, principalmente espécies associadas ao substrato e que completam seu ciclo de vida no estuário (linguados, gobídeos e baiacus). Contudo, a elevação do nível da maré apresenta maior influência nos representantes pelágicos, pois o aumento do volume de água permite o movimento destes indivíduos na parte mais alta desta planície (Rozas e Minello 1997; Reis-Filho et al. 2010).

Em suma, na planície de maré estudada, os padrões de curto prazo foram associados ao fotoperíodo, com a oscilação da maré apresentando uma influência comparativamente

menor. Usualmente, as variações ao longo do fotoperíodo são atribuídas a fatores, direta ou indiretamente, relacionados com mudanças diurnais na atividade de forrageamento (Rountree e Able 1993; Nagelkerken et al. 2000; Pessanha e Araújo 2003; Madurell et al. 2004; Hagan e Able 2008) e como um comportamento para evitar predadores (Layman 2000; Pessanha et al. 2003). Futuros estudos sobre a ecologia trófica das espécies, padrões de recrutamento e conectividade entre a planície de maré e os recifes de coral adjacentes serão úteis para avaliar o papel destes fatores, como condicionantes das variações dos ciclos hidrológicos e diurnais, bem como seu possível papel como ‘zona de berçário’ para algumas espécies de peixes. Contudo, foi confirmado que as variações dos fatores ambientais que ocorrem em função do fotoperíodo influenciam a estrutura e composição da ictiofauna, com a presença de luz determinando o aumento do número de indivíduos nesta planície de maré tropical.

Agradecimentos: Nós somos gratos aos colegas do laboratório de Ictiologia da Universidade Estadual da Paraíba pela ajuda na coleta e processamento dos peixes, a Paulo Roberto de Medeiros e Ana Lúcia Vendel pelas contribuições durante a primeira etapa de avaliação, a Joseline Molozzi pela ajuda na análise dos dados, ao SISBIOTA: Rede Peixes Zonas Costeiras e a CAPES pelo fornecimento da bolsa estudantil para AFS.

Referências

- AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Climatologia da precipitação anual acumulada (mm) - ano 2010. Disponível em: <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/jsp/monitoramento/chuvas/climatologiasGraficos.jsp>>. Acesso em 30 out 2011
- Alanara A, Burns MD, Metcalfe NB (2001) Intraspecific resource partitioning in brown trout: the temporal distribution of foraging is determined by social rank. *J Anim Ecol* 70:980-986
- Albert OT (1995) Diel changes in food and feeding of small gadoids on a coastal bank. *ICES J Mar Sci* 52:873-885
- Anderson MJ, Gorley RN, Clarke KR (2008) PERMANOVA + for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. PRIMER-E, Plymouth
- Araujo ME, Teixeira JMC, Oliveira AME (2004) Peixes estuarinos do nordeste brasileiro: Guia Ilustrado. Editora Universitária UFPE e EFC, Recife
- Arceo-Carranza D, Vega-Cendejas ME, Santillana MH (2013) Day and night trophic variations of dominant fish species in a lagoon influenced by freshwater seeps. *J Fish Biol* 82:54-68
- Beck MW, Heck Jr KL, Able KW, Childers DL, Eggleston DB, Gillanders BM, Halpern B, Hays CG, Hoshino K, Minello TJ, Orth RJ, Sheridan PF, Weinstein MP (2001) The

identification, conservation, and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates. *BioScience* 51:633-641

Becker A, Cowley PD, Whitfield AK, Järnegren J, Næsje TF (2011) Diel fish movements in the littoral zone of a temporarily closed South African estuary. *J Exp Mar Biol Ecol* 406:63-70

Beyst B, Vanaverbeke J, Vincx M, Mees J (2002) Tidal and diurnal periodicity in macrocrustaceans and demersal fish of an exposed sandy beach, with special emphasis on juvenile plaice *Pleuronectes platessa*. *Mar Ecol Prog Ser* 225:263-74

Blaber SJM, Blaber TG (1980) Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. *J Fish Biol* 17:143-162

Castillo-Rivera M, Moreno G, Iniestra R (1994) Spatial, seasonal, and diel variation in abundance of the bay anchovy, *Anchoa mitchilli* (Teleostei: Engraulidae), in a tropical coastal lagoon of Mexico. *Southwest Nat* 39:263-268

Castillo-Rivera M, Montiel M, Sanvicente-Añorve L, Zárate R (2005a) Spatial, seasonal and diel distribution patterns of two species of mojarras (Pisces: Gerreidae) in a Mexican tropical coastal lagoon. *J Appl Ichthyol* 21:498-503

Castillo-Rivera M, Zárate R, Ortiz S (2005b) Variación nictímeral y estacional de la abundancia, riqueza y especies dominantes de peces, en un ambiente salobre de sustrato blando. *Hidrobiológica* 15:227-258

Castillo-Rivera M, Zárate-Hernández R, Ortiz-Burgos S, Zavala-Hurtado J (2010) Diel and seasonal variability in the fish community structure of a mud-bottom estuarine habitat in the Gulf of Mexico. *Mar Ecol* 31:633-642

CERHPB - Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba (2004) Proposta de instituição do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte. Mimeo, João Pessoa

Costa DI, Freitas EC (2010) Variação nictemeral na composição e abundância da ictiofauna em um trecho do rio Urucu - Coari/Amazonas/Brasil. *Rev Colombiana Cienc Anim* 2(2):355-364

Favaro LF, Lopes SCG, Spach HL (2003) Reprodução do peixe-rei, *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard) (Atheriniiformes, Atherinidae), em uma planície de maré adjacente à gamboa do Bagaçu, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Rev Bras Zool* 20(3):501-506

Figueiredo JL, Menezes NA (1978) Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. Museu de Zoologia. Universidade de São Paulo, São Paulo

Figueiredo JL, Menezes NA (1980) Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. Museu de Zoologia. Universidade de São Paulo, São Paulo

Figueiredo JL, Menezes NA (2000) Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. Museu de Zoologia. Universidade de São Paulo, São Paulo

- Figueiredo GM, Vieira JP (2005) Diel feeding, daily food consumption and the predatory impact of whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*) in an estuarine environment. *Mar Ecol* 26:130-139
- Gaelzer LR, Zalmon IR (2008) Diel variation of fish community in sandy Beaches of southeastern Brazil. *Braz J Oceanogr* 56(1):23-39
- Gibson RN, Robb L, Burrows MT, Ansell AD (1996) Tidal, diel and longer term changes in the distribution of fishes on a Scottish sandy beach. *Mar Ecol Prog Ser* 130:1-17
- Gibson RN, Pihl L, Burrows MT, Modin J, Wennhage H, Nickell LA (1998) Diel movements of juvenile plaice *Pleuronectes platessa* in relation to predators, competitors, food availability and abiotic factors on a microtidal nursery ground. *Mar Ecol Prog Ser* 165:145-159
- Girsa II, Zhuravel VN (1983) Behavioural rhythm of some fishes in the coastal regions of the White Sea. *J Ichthyol* 23:138-142
- Godefroid RS, Hofstaetter M, Spach HL (1998) Moon, tidal and diel influences on catch composition of fishes in the surf zone of Pontal do Sul beach, Paraná. *Rev Bras Zool* 15(3):697-701
- Godefroid RS, Spach HL, Schwarz RJ, Queiroz GMLN, Oliveira Neto JF (2003) Efeito da lua e da maré na captura de peixes em uma planície de maré da baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Bol Inst Pesca, São Paulo*, 29(1):47-55
- Gray CA, Chick RC, McElligott DJ (1998) Diel Changes in Assemblages of Fishes Associated with Shallow Seagrass and Bare Sand. *Est Coast Shelf Sci* 46:849-859
- Griffiths SP (2001) Diel variation in the seagrass ichthyofaunas of three intermittently open estuaries in south-eastern Australia: implications for improving fish diversity assessments. *Fish Manage Ecol* 8:123-140
- Hagan SM, Able KW (2008) Diel variation in the pelagic fish assemblage in a temperate estuary. *Estuar Coast* 31:33-42
- Helfman GS, Collette BB, Facey DE, Bowen BW (2009) *The diversity of fishes: Biology, Evolution, and Ecology*. West Sussex, Wiley-Blackwell
- Hobson ES (1965) Diurnal-nocturnal activity of some inshore fishes in the Gulf of California. *Copeia* 3:291-302
- Kennish MJ (1990) *Ecology of Estuaries*. CRC Press, Boston
- Kerschner BA, Peterson MS, Gilmore RG (1985) Ecotopic and ontogenetic trophic variation in mojarras (Pisces: Gerreidae). *Estuaries* 8:311-322
- Kronfeld-Schor N, Dayan T (2003) Partitioning of time as an ecological resource. *Annu Rev Ecol Evol Syst* 34:153-181

- Layman C. A. (2000) Fish Assemblage Structure of the Shallow Ocean Surf-Zone on the Eastern Shore of Virginia Barrier Islands. *Est Coast Shelf Sci* 51:201-213
- Ley JA, Halliday IA (2007) Diel variation in mangrove fish abundances and trophic guilds of northeastern Australian estuaries with a proposed trophodynamic model. *Bull Mar Sci* 80(3):681-720
- Madurell T, Cartes JE, Labropoulou M (2004) Changes in the structure of fish assemblages in a bathyal site of the Ionian Sea (eastern Mediterranean). *Fish Res* 66:245-260
- Maes J, Pas J, Taillieu A, Van Damme PA, Ollevier F (1999) Diel changes in the vertical distribution of juvenile fish in the Zeeschelde Estuary. *J Fish Biol* 54:1329-1333
- Magurran AE (2005) *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, Oxford
- Manteifel BP, Girsra II, Pavlov DS (1978) On rhythms of fish behaviour. In: Thorpe JE (ed) *Rhythmic activity of fishes*. Academic, New York, pp 215-224
- Menezes NA, Figueiredo JL (1980) *Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil*. Museu de Zoologia. Universidade de São Paulo, São Paulo
- Menezes NA, Figueiredo JL (1985) *Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil*. Museu de Zoologia. Universidade de São Paulo, São Paulo
- Methven DA, Haedrich RL, Rose GA (2001) The fish assemblage of a Newfoundland estuary: diel, monthly, and annual variation. *Est Coast Shelf Sci* 52:669-687
- Morrisson MA, Francis MP, Hartill BW, Parkinson DM (2002) Diurnal and tidal variation in the abundance of the fish fauna of a temperate tidal mudflat. *Est Coast Shelf Sci* 54:793-807
- Nagelkerken I, Dorenbosch M, Verberk WCEP, Moriniere EC, Velde GV (2000) Day-night shifts of fishes between shallow-water biotopes of a Caribbean bay, with emphasis on the nocturnal feeding of Haemulidae and Lutjanidae. *Mar Ecol Prog Ser* 194:55-64
- Nagelkerken I, Blaber SJM, Bouillon S, Green P, Haywood M, Kirton LG, Meynecke JO, Pawlik J, Penrose HM, Sasekumar A, Somerfield PJ (2008) The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna. *Aquat Bot* 89:155-185
- Nakagawa H, Yamane H, Yasugi M, Fujita T, Yokoi K, Ashiwa H, Kitada N, Takano H, Suzuki N, Kishimoto J, Maeda H, Yamano H, Ito T, Maruyama H, Tominaga K, Hatakeyama E, Goto M, Takahashi D. (2012) Diel changes in resource use and diet overlap in temperate stream fishes. *Ecol Res* 27:417-426
- Nelson JS (2006) *Fishes of the world*. 4rd edition, John Wiley and Sons, New York
- Nybakken JW, Bertness MD (2004) *Marine biology: an ecological approach*. 6th edition. CA: Pearson, San Francisco

- Pessanha ALM, Araújo FG (2003) Spatial, temporal and diel variations of fish assemblages at two sandy beaches in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Est Coast Shelf Sci* 57:817-828
- Pessanha ALM, Araújo FG, Azevedo MCC, Gomes ID (2003) Diel and seasonal changes in the distribution of fish on a southeast Brazil sandy beach. *Mar Biol* 143:1047-1055
- Piet GJ, Guruge WAHP (1997) Diel variation in feeding and vertical distribution of ten co-occurring fish species: consequences for resource partitioning. *Environ Biol Fish* 50:293-307
- Primo AL, Azeiteiro UM, Marques SC, Ré P, Pardal MA (2012) Seasonal, lunar and tidal control of ichthyoplankton dynamics at the interface between a temperate estuary and adjacent coastal waters (western Portugal). *Sci Mar* 76(2):237-246
- Reis RR, Dean JM (1981) Temporal variation in the utilization of an intertidal creek by the bay anchovy (*Anchoa mitchilli*). *Estuaries* 4:16-23
- Reis-Filho JA, Nunes LDC, Menezes BL, Souza GBG (2010) Variação espaço-temporal e efeito do ciclo lunar na ictiofauna estuarina: evidências para o estuário do Rio Joanes - Bahia. *Biotemas* 23(2):111-122
- Ribeiro J, Bentes L, Coelho R, Gonçalves JMS, Lino PG, Monteiro P, Erzini K (2006) Seasonal, tidal and diurnal changes in fish assemblages in the Ria Formosa lagoon (Portugal). *Est Coast Shelf Sci* 67:461-474
- Rountree RA, Able KW (1993) Diel variation in decapod crustacean and fish assemblages in New Jersey polyhaline marsh creeks. *Est Coast Shelf Sci* 37:181-201
- Rozas LP, Minello TJ (1997) Estimating densities of small fishes and decapods crustaceans in shallow estuarine habitats: a review of sampling design with focus on gear selection. *Estuaries* 20(1):199-213
- Soares LSH, Vazzoler AEAM (2001) Diel changes in food and feeding activity of Sciaenid fishes from the south-western Atlantic, Brazil. *Rev Brasil Biol* 61(2):197-216
- Townsend CR, Winfield IJ (1985) The application of optimal foraging theory to feeding behavior in fish. In: Tytler P, Calow P (eds) *Fish energetics: new perspectives*. Croom Helm, London, pp 67-98
- Vouglitois JJ, Able KW, Kurtz RJ, Tighe KA (1987) Life history and population dynamics of the bay anchovy in New Jersey. *Trans Amer Fish Soc* 116:141-153
- Xavier JHA, Cordeiro CAMM, Tenório GD, Diniz AF, Júnior EPNP, Rosa RS, Rosa IL (2012) Fish assemblage of the Mamanguape Environmental Protection Area, NE Brazil: abundance, composition and microhabitat availability along the mangrove-reef gradient. *Neotrop Ichthyol* 10(1):109-122
- Whitehead PJP (1985) FAO species catalog. Clupeoid fishes of the world (suborder Clupeioidae). Part 1 - Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. FAO Fisheries Synopsis, pp 1-304

Whitehead PJP, Nelson GJ, Wongratana T (1988) FAO species catalogue. Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeioidi). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. Part 2 - Engraulididae. FAO Fisheries Synopsis, pp 305-579

Zárate-Hernández R, Castillo-Rivera M, Sanvicente-Añorve L, Ortiz-Burgos S (2012) Spatial, diel, and seasonal changes in the fish community structure of a Mexican tropical estuary. *Cienc Mar* 38(4):665-676

CAPÍTULO II

Manuscrito a ser submetido a *Neotropical Ichthyology*

Variação temporal de média e curta escala nos hábitos alimentares dos peixes de uma planície de maré em uma região tropical

Adna Ferreira da Silva; André Luiz Machado Pessanha

Laboratório de Biologia Marinha, Departamento de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campus I, Av. das Baraúnas, 351, Bodocongó, Campina Grande, PB, 58109-753, Brazil. E-mail: adnaferreira@gmail.com, andrepessanhauepb@gmail.com

Resumo

Ambientes estuarinos estão entre os ecossistemas rasos mais produtivos. Essa elevada disponibilidade de recursos alimentares, associada a diversidade de habitats e proteção contra predadores, têm sido considerados como os principais fatores que explicam a elevada diversidade de peixes nesses ambientes. Um modo de investigar essa diversidade é a análise funcional da estrutura da comunidade através do estudo da dieta e do agrupamento das espécies em guildas tróficas. Diante disto, o presente estudo objetivou investigar as variações de média (chuva/seca) e curta escala (dia/noite) e ontogenética na dieta, atividade alimentar e guildas tróficas da assembleia de peixes numa planície de maré tropical. Os peixes foram capturados durante períodos de chuva (maio-julho/2012) e seca (outubro-dezembro/2012) e em horários distribuídos ao longo do ciclo 24h, sendo quatro diurnos (manhã/meio-dia/tarde/entardecer) e quatro noturnos (noite/meia-noite/madrugada/ amanhecer). Foi analisado o conteúdo estomacal de 3.630 pertencentes a 20 espécies. A maioria das espécies demonstrou variação temporal da dieta em média e curta escala, além das variações ontogenética, sendo que o padrão de atividade alimentar predominante foi o diurno. Essas variações foram atribuídas ao padrão de atividade alimentar das espécies (diurno, noturno e/ou crepuscular) e as mudanças morfológicas dos indivíduos com o incremento em tamanho. Um total de nove guildas tróficas foi observado, com Consumidores de Zooplâncton (CZOO) apresentando o maior número de espécies. Essa predominância de CZOO ocorreu devido a grande captura de juvenis, visto que, estes ambientes atuam como importantes zonas de recrutamento e berçário de peixes, pois fornecem proteção e alimento que são fundamentais nesta fase da vida.

Palavras-chave: Atividade alimentar, dieta, guilda trófica, ontogenia, Barra de Mamanguape.

Abstract

Estuarine environments are among the most productive shallow coastal ecosystems. This availability of food resources associated with the diversity of habitats and protection from predators, have been considered as the main factors that explain the high diversity of fish in these environments. Investigation on diversity is essential for understanding the functional analysis of community structure with study of diet and grouping of species into trophic guilds. Based on this, the present study aimed to investigate jointly the medium and short-term diet variations, feeding activity and trophic guilds of the fish assemblage in a tropical intertidal mudflat. Fishes were caught during the rainy (May-July/2012) and dry seasons (October-December/2012) in different hours in order to encompass the entire 24h cycle, being four a daytime (morning / noon / afternoon / evening) and four nocturnal (night / midnight / dawn / sunrise). Stomach contents of 3,630 belonging to 20 species were analyzed. Most species showed changes in medium and short-term in diet besides ontogenetic variation, and the predominant pattern of activity was diurnal. These variations were attributed to the pattern of feeding activity (diurnal, nocturnal and / or twilight) and morphological changes of individuals with the increase in size. A total of nine trophic guilds was observed with Zooplankton eaters (CZOO) having the largest number of species. This predominance of CZOO occurred due to great catches of juveniles, since these environments act as important nursery areas because they provide protection and food resources that are essential at this stage of life.

Keywords: feeding activity, diet, trophic guilds, ontogeny, Barra de Mamanguape.

Introdução

Ambientes estuarinos estão entre os ecossistemas mais produtivos do planeta (Gamito *et al.*, 2003; Mclusky & Elliott, 2004; Dolbeth *et al.*, 2007) devido a capacidade desses ecossistemas em reter grandes quantidades de nutrientes, tanto de origem autóctone como alóctone (Akin & Winemiller, 2006; Svensson *et al.*, 2007). Isso resulta numa elevada produção primária que sustenta altas taxas de produção secundária associada às cadeias tróficas planctônicas e bentônicas (Whitfield, 1999; Svensson *et al.*, 2007). Essa disponibilidade de recursos alimentares, associada à diversidade de habitats e proteção contra predadores, têm sido considerados como os principais fatores que explicam a riqueza e abundância de peixes em ambientes estuarinos (Whitfield, 1999; Elliott *et al.*, 2002; Mclusky & Elliott, 2004; Able, 2005; Akin & Winemiller, 2006).

Um grande número de espécies de peixes são encontradas em estuários (Potter *et al.*, 2010; Neves *et al.*, 2013) explorando os abundantes recursos estuarinos por meio de diversas estratégias de vida e uso de habitat (Elliott *et al.*, 2007). Essas estratégias variam desde espécies estuarinas residentes até aquelas que desovam no mar, e que utilizam os estuários como zona de berçário para o crescimento das larvas e juvenis (Whitfield, 1990, 1998; Blaber, 1997; Potter & Hyndes, 1999; Mclusky & Elliott, 2004).

Um modo de investigar essa ampla diversidade de adaptações no uso de recursos pelos peixes é a análise funcional da estrutura da comunidade, na qual as espécies são agrupadas em guildas ou associações (Elliott *et al.*, 2007). Root (1967) definiu guilda como um grupo de espécies que exploram a mesma classe de recursos ambientais de uma forma semelhante. Albaret (1999) usou categorias bioecológicas, essencialmente guildas, para definir e comparar comunidades funcionais de peixes estuarinos. Por isso, guildas têm sido utilizadas para fornecer informações sobre o funcionamento, estrutura hierárquica e conectividade com intuito de simplificar ecossistemas complexos (Elliott & Dewailly, 1995; Albaret, 1999; Garrison & Link, 2000; Lobry *et al.*, 2003; Franco *et al.*, 2006). Consequentemente, as espécies que utilizam as mesmas categorias alimentares no ambiente o qual estão inseridos, compõem uma mesma guilda trófica (Elliott *et al.*, 2007).

Estudos sobre os hábitos alimentares são de extrema importância, pois ajudam a esclarecer o papel trófico das espécies nos sistemas naturais e, dessa forma, contribuem com informações que auxiliem o manejo e a conservação das comunidades onde essas espécies estão inseridas (Gulland, 1983; Blaber & Bulman, 1987; Wootton, 1999; Power, 1997; Winemiller *et al.*, 2008). Por exemplo, a identificação dos recursos alimentares consumidos

pelos peixes fornecem informações sobre a dinâmica das populações e suas estratégias adaptativas frente às influências ambientais (Wootton, 1999; Lowe-McConnell, 1999), bem como sobre os mecanismos de coexistência (Krivan & Diehl, 2005; Peres-Neto, 2004; Braga *et al.*, 2012).

Variações nos hábitos alimentares e no nicho trófico também podem ocorrer em escalas temporais mais curtas que, por sua vez, podem afetar a dinâmica populacional (Elton, 1927; Hobson, 1991; Kronfeld-Schor & Dayan, 2003). Essas variações influenciam processos de mortalidade, crescimento e reprodução dos indivíduos (Townsend & Winfield, 1985; Brown *et al.*, 1988). Além disso, as espécies podem modificar sua atividade diária, por exemplo, para explorar os recursos alimentares em momentos diferentes e, dessa forma, reduzir a sobreposição por recursos compartilhados (MacArthur & Levins, 1967; Schoener, 1974; Kronfeld-Schor & Dayan, 2003). Assim, o ciclo de alimentação diário do peixe pode ser determinado por uma gama de fatores como fotoperíodo, presença de predadores ou competidores, disponibilidade e qualidade do alimento e condições físicas e químicas (Grove *et al.*, 1978; Spieler & Noeske, 1984; Boujard *et al.*, 1990; Russell & Wootton, 1993).

Outro aspecto que acarreta mudanças temporais nos hábitos alimentares dos peixes está relacionada com as variações ontogenéticas. Essas mudanças são associadas com fatores externos (e.g., habitats e risco à predação) e/ou fatores internos (e.g., estruturas anatômicas, comportamentais e demandas fisiológicas) (Luczkovich *et al.*, 1995). Essas adaptações podem auxiliar na redução da competição trófica intraespecífica e interespecífica e, conseqüentemente, permitir o sucesso das espécies no aproveitamento dos recursos alimentares disponíveis em diferentes etapas do seu desenvolvimento (Luczkovich *et al.*, 1995). Além disso, tais variações proporcionam um aumento no espectro alimentar e facilitam a captura das presas de tamanhos variados (Wootton, 1999).

Apesar da relevância das variações temporais de média e curta escala nos hábitos alimentares dos peixes, bem como ao longo da sua ontogenia, e sua importância para a organização das guildas tróficas em comunidades de peixes, elas têm sido pouco investigadas em planícies de maré de estuários tropicais, especialmente na costa oeste do Atlântico. Nesse contexto, o presente estudo investigou variações ao longo do ano (seca e chuva) e do fotoperíodo (24h) na dieta, atividade alimentar e guildas tróficas da assembleia de peixes, bem como mudanças ontogenéticas na dieta das espécies, numa planície de maré de um estuário tropical no nordeste Brasileiro.

Material e Métodos

Área de Estudo

O estuário investigado está localizado no rio Mamanguape, no litoral norte do estado da Paraíba (6° 43' 02" S e 35° 67' 46" O), estando incluído na Área de Proteção Ambiental (APA) de Barra de Mamanguape (Fig. 1). A sua extensão é de aproximadamente 25 km no sentido leste-oeste e de 5 km no sentido norte-sul e sua área de manguezal é de 16.400 hectares (CERHPB, 2004). O clima da região é do tipo AS' de Köppen, quente e úmido. Segundo dados da AESA precipitações máximas ocorrem em abril, maio e junho, com a estação seca ocorrendo na primavera-verão, com estiagem mais rigorosa nos meses de outubro a dezembro. A precipitação anual geralmente varia entre 1.750 e 2.000 mm e a temperatura média oscila em torno de 24-26 °C.

A planície de maré estudada situa-se na praia da Curva do Pontal (6°46'27"S e 34°55'20"O), uma praia ultradissipativa com extensão de 730 m e área aproximada de 44 km², que esta localizada em uma região protegida na parte inferior do estuário. Essa planície de maré possui águas calmas, ausência de vegetação no fundo e sedimento fino com aspecto lamoso (67% de areia, 24% de silte e 9% de argila). Devido a sua proximidade com a desembocadura do estuário, ela sofre grande influência das águas marinhas durante a maré cheia (Xavier *et al.*, 2012).

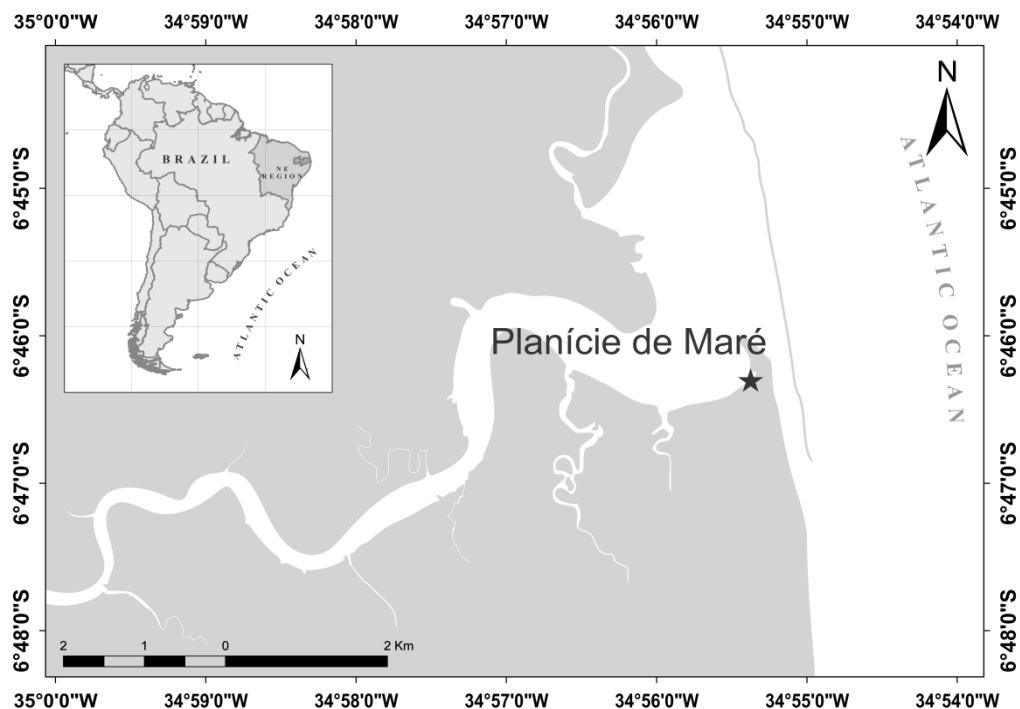


Fig. 1. Mapa da América do Sul (quadro menor) com a localização da planície de maré estudada (asterisco) próxima a desembocadura do rio Mamanguape, situada no litoral norte do estado da Paraíba.

Captura dos Indivíduos e Processamento das Amostras

Os indivíduos foram coletados com uma rede do tipo picaré (*beach seine*) com 10m de largura, 1,5m de altura, malha de 12 mm nas asas e 8 mm de entrenós adjacentes na região posterior da rede (saco). Cada arrasto de praia foi realizado paralelamente à linha da costa por uma extensão de aproximadamente 30m e em uma profundidade máxima de 1,5m.

As amostragens foram realizadas levando em consideração o regime hidrológico, com três coletas no período chuvoso, entre os meses de maio e julho/2012, e três no período seco, entre os meses de outubro e dezembro/2012. No decorrer de cada coleta, foi realizado amostragens ao longo do fotoperíodo (24h), com horários ao longo do período diurno (06:00 manhã - MAN; 12:00 meio-dia - MDI; 14:00 tarde - TAR; 16:00 entardecer - ENT) e noturno (18:00 noite - NOI; 00:00 meia-noite - MNO; 02:00 madrugada - MAD; 04:00 amanhecer - AMA). Esses horários foram escolhidos com base no nascer e pôr do sol, sendo realizados uma hora antes e uma hora após o fenômeno crepuscular, e com dois horários no pico da incidência luminosa (12:00 e 14:00) e dois no pico da madrugada (00:00 e 02:00). A unidade amostral foi considerada como três arrastos de praia aleatórios em cada horário. Depois de coletados, todos os indivíduos foram fixados em formol 10% e, posteriormente, foram identificados (Figueiredo & Menezes, 1978, 1980, 2000; Menezes & Figueiredo, 1980, 1985; Araújo *et al.*, 2004) e obtidas as medidas de comprimento total (mm) e peso (g) para cada indivíduo e em seguida conservados em álcool 70% para, posteriormente, ser realizado a análise do conteúdo estomacal.

Análise do Conteúdo Estomacal

O estômago de cada indivíduo foi retirado após uma incisão abdominal e os itens alimentares encontrados no seu interior foram identificados até o menor nível taxonômico possível, utilizando microscópio estereoscópico e bibliografia especializada (Brusca & Brusca, 2007). Para cada indivíduo foi estimado visualmente o grau de repleção gástrica (GR) conforme a escala: 0 = estômago vazio; 1 = estômago parcialmente vazio (entre 0 e 25%); 2 = estômago com repleção média (25 - 50%); 3 = estômago parcialmente cheio (50 - 75%) e 4 = estômago cheio (75 - 100%) (Zavala-Camin, 1996). Foram observados os graus de digestibilidade (D) dos itens encontrados nos estômagos, classificados em digerido, parcialmente digerido e fresco. Ainda foram obtidos os pesos do estômago cheio, estômago vazio e do conteúdo estomacal para o cálculo do índice de repleção (IR), com intuito de verificar a atividade alimentar diária (diurno, noturno ou crepuscular) das espécies estudadas (Hyslop, 1980).

Os itens encontrados nos estômagos foram agrupados em categorias alimentares, as quais foram quantificadas a partir da frequência de ocorrência (FO%), percentagem numérica (N%) e percentagem volumétrica (V%). Para o cálculo do volume foi utilizado uma placa milimetrada onde o item foi disposto uniformemente e a altura foi mantida padronizada em 1 mm (Hellowell & Abel, 1971). Os dados de FO%, N% e V% foram combinados no Índice de Importância Relativa - IIR (Pinkas, 1971), o qual foi posteriormente expresso em percentual (IIR%) (Cortès, 1997). Esse índice foi empregado para determinar quais itens foram mais representativos na dieta ao longo das escalas temporal (chuvoso e seco) e diurnal (dia e noite), na análise da variação ontogenética e também na determinação das guildas tróficas das espécies estudadas. Para determinação do número de classes de tamanho para cada espécie foi utilizada a fórmula de Sturges: $K = 1 + 3,32 \log n$, aonde K é igual ao número de classes e 'n' o número de indivíduos analisados, sendo que o tamanho do intervalo das classes é calculado pela amplitude de tamanho dividida pelo número de classes (Sturges, 1926).

Análises Estatísticas dos Dados

A similaridade na dieta das espécies foi avaliada pelos métodos multivariados de Análise de Agrupamento (CLUSTER) e Análise de Percentagem de Similaridade (SIMPER), com uso do pacote estatístico PRIMER 6 & PERMANOVA+ (Clarke & Gorley, 2001). Para verificar possíveis diferenças temporais e diurnais no IR e na composição da dieta e entre as guildas foi utilizado o teste de PERMANOVA (com 9999 permutações), sendo que o teste *pair-wise* foi empregado para determinar quais grupos de espécies tiveram dietas significativamente diferentes entre si (Anderson *et al.*, 2008). A matriz de dados para o CLUSTER, PERMANOVA e SIMPER foi construída tendo como base os valores de IIR% das categorias alimentares obtidos para cada espécie. Os dados foram transformados em $\log_{10}(x)$ e a matriz de similaridade foi construída a partir do coeficiente de Bray-Curtis (Schafer *et al.*, 2002). Para os grupos de peixes com dietas estatisticamente diferentes entre si ($p < 0,05$) segundo o teste de PERMANOVA, foi aplicada a técnica de Percentagem de Similaridade (SIMPER) para determinar a contribuição de quais itens alimentares foram responsáveis pelas similaridades observadas dentro dos grupos e também pelas diferenças observadas entre os grupos (dissimilaridades) (Clarke, 1993). A partir dos resultados das análises multivariadas sobre a similaridade na dieta dos peixes, as espécies estudadas foram classificadas em guildas tróficas tendo como base as guildas funcionais alimentares para peixes estuarinos proposta por Kanou *et al.* (2004).

Resultados

Foram analisados 3.630 indivíduos pertencentes a 20 espécies, sendo que um número relativamente maior de indivíduos foi analisado no período chuvoso (2.082) do que no seco (1.548). As espécies mais representativas numericamente no período chuvoso foram *E. melanopterus*, *C. boleosoma*, *A. brasiliensis*, *R. bahiensis* e *H. unifasciatus*, enquanto as mais abundantes no período seco foram *R. bahiensis*, *L. grossidens*, *A. brasiliensis*, *C. macrops* e *C. boleosoma*. Algumas espécies foram mais abundantes durante o dia (*R. bahiensis*, *E. melanopterus*, *L. grossidens* e *H. unifasciatus*), enquanto outras foram mais abundantes no período da noite (*C. boleosoma*, *A. brasiliensis* e *C. macrops*) (Tabela 1). Algumas espécies (e.g., *Polydactylus virginicus*) tiveram capturas muito baixas no período chuvoso e, portanto, não foi possível fazer inferências sobre as variações na sua atividade alimentar diária nesse período. Do mesmo modo, espécies como *A. declivis*, *E. argenteus*, *E. melanopterus*, *G. stomatus* e *L. synagris* foram capturadas em baixo número no período seco e sua atividade alimentar diária não pode ser analisada nesse período (Tabela 1). A composição de tamanho e peso das espécies analisadas pode ser observada na Tabela 2.

Tabela 1. Abundância numérica (e percentual) dos peixes coletados na planície de maré estudada para a análise temporal (chuvoso e seco) e diurnal (dia e noite). Demonstração dos códigos utilizados para cada espécie.

ESPÉCIE	CÓDIGO	N	%	CHUVOSO			SECO		
				Dia	Noite	Total	Dia	Noite	Total
<i>Achirus declives</i>	ACHDEC	17	0,5	4	8	12	2	3	5
<i>Achirus lineatus</i>	ACHLIN	44	1,2	16	4	20	13	11	24
<i>Atherinella brasiliensis</i>	ATHBRA	443	12,2	110	170	280	58	105	163
<i>Caranx latus</i>	CARLAT	75	2,1	39	0	39	32	4	36
<i>Citharichthys macrops</i>	CITMAC	123	3,4	9	5	14	27	82	109
<i>Citharichthys spilopterus</i>	CITSPI	63	1,7	11	11	22	7	34	41
<i>Ctenogobius boleosoma</i>	CTEBOL	360	9,9	79	206	285	6	69	75
<i>Eucinostomus argenteus</i>	EUCARG	30	0,8	15	2	17	2	11	13
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	EUCMEL	597	16,4	368	221	589	0	8	8
<i>Gobionellus stomatus</i>	GOBSTO	151	4,2	83	65	148	1	2	3
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	HYPUNI	203	5,6	139	15	154	16	33	49
<i>Lutjanus synagris</i>	LUTSYN	46	1,3	41	4	45	0	1	1
<i>Lycengraulis grossidens</i>	LYCGRO	372	10,2	10	4	14	207	151	358
<i>Mugil curema</i>	MUGCUR	68	1,9	7	40	47	16	5	21
<i>Mugil liza</i>	MUGLIZ	121	3,3	39	70	109	7	5	12
<i>Polydactylus virginicus</i>	POLVIR	26	0,7	0	2	2	4	20	24
<i>Rhinosardinia bahiensis</i>	RHIBAH	639	17,6	168	0	168	211	260	471
<i>Sphoeroides greeleyi</i>	SPHGRE	95	2,6	25	23	48	27	20	47
<i>Sphoeroides testudineus</i>	SPHTES	102	2,8	39	16	55	37	10	47
<i>Symphurus tessellatus</i>	SYMTESS	55	1,5	3	11	14	8	33	41
TOTAL		3.630		1.205	877	2.082	681	867	1.548

Tabela 2. Valores da média, desvio padrão, mínimo e máximo do comprimento total (CT, mm) e da Biomassa (g) das espécies capturadas na Barra de Mamanguape. N = número de exemplares analisados. Vide Tabela 1 para a legenda do código das espécies.

ESPÉCIES	CT (mm)					BIOMASSA (g)			
	N	Média	Desvio	Mínimo	Máximo	Média	Desvio	Mínimo	Máximo
ACHDEC	17	110,5	42,4	28	163	26,5	21,5	0,1	63,8
ACHLIN	44	47,4	23,0	22	102	2,7	4,1	0,1	17,0
ATHBRA	443	66,3	33,9	15	136	2,9	3,5	0,0	31,9
CARLAT	75	57,5	17,4	30	115	2,6	2,7	0,4	14,7
CITMAC	123	63,1	16,1	20	101	2,0	2,0	0,0	18,0
CITSPI	63	94,5	18,9	48	140	6,4	4,0	0,6	18,3
CTEBOL	360	26,0	6,8	12	42	0,1	0,1	0,0	0,5
EUCARG	30	64,0	25,1	24	123	4,0	4,6	0,1	20,1
EUCMEL	597	23,7	10,9	8	113	0,2	1,0	0,0	20,0
GOBSTO	150	37,8	16,5	15	120	0,3	0,4	0,0	3,6
HYPUNI	203	110,1	29,5	21	220	2,5	3,4	0,0	24,7
LUTSYN	46	41,1	18,2	23	86	1,3	1,8	0,1	6,7
LYCGRO	372	73,2	21,6	37	160	3,6	15,5	0,3	296,0
MUGCUR	68	58,8	27,9	24	139	3,6	5,6	0,1	26,3
MUGLIZ	121	28,0	6,3	21	53	0,2	0,2	0,1	1,5
POLVIR	26	130,1	27,8	81	180	17,1	10,8	3,5	46,4
RHIBAH	639	78,7	13,4	22	100	3,0	1,2	0,0	6,5
SPHGRE	95	47,3	19,4	17	116	2,9	4,1	0,1	29,8
SPHTES	102	112,7	54,4	15	240	47,6	54,3	0,1	270,8
SYMTES	55	103,0	32,4	49	195	8,2	10,8	0,4	55,9

A análise dos conteúdos estomacais de todas as espécies revelou a presença de 44 itens, os quais foram agrupados em 12 categorias alimentares: 1) Fitobentos: Diatomácea Cêntrica e Penada e Sedimento; 2) Zooplâncton: Calanoida, Cyclopoida, Náuplio, Larva de Decapoda, Apendicularia, Ovo de Invertebrado, Ovo de Peixe; 3) Crustáceos Bentônicos: Harparticoida, Ostracoda, Gammarideo, Caprella, Tanaidacea, Cumaceo, Isopoda, Cirripedia; 4) Infauna: Trematoda, Nematoda, Sinpucula, Digenia; 5) Polychaeta: Poliquetas; 6) Mollusca: Bivalvia, Gastropoda, Scaphopoda; 7) Insecta: Larva e Pupa de Ceratopogonidae, Larva de Inseto, Coleóptera, Heminoptera, Hemiptera, Odonata, Restos de Inseto; 8) Echinoidea: Bolacha do Mar; 9) Decapoda: Brachyura, Penaeidae; 10) Teleostei: Peixes, Escamas; 11) Outros: Cnidário, Porífera, Espícula e Foraminífera e 12) Material Vegetal: Alga Filamentosa, Restos Vegetais.

Atividade Alimentar Diária

As variações temporais e diurnais da análise do conteúdo estomacal dos peixes coletados revelaram padrões alimentares distintos. Com base nas observações do grau de percentual de repleção estomacal (GR), dos níveis de digestibilidade (D) dos itens ingeridos e dos valores do índice de repleção (IR), que tiveram sua variabilidade testada com PERMANOVA, foi possível inferir a atividade alimentar diária das espécies.

No período chuvoso, as espécies *A. brasiliensis*, *C. latus*, *C. macrops*, *E. argenteus*, *E. melanopterus*, *G. stomatus*, *M. liza*, *R. bahiensis* e *S. greeleyi* demonstraram atividade alimentar diurna, apresentando maiores valores de GR e de percentuais de presas frescas e parcialmente digeridas neste turno (Fig. 2). Esse padrão de atividade alimentar das espécies, de modo geral, foi corroborado pelos valores do índice de repleção, que apresentaram valores significativos para as diferenças entre os turnos (Fig. 3). Para algumas espécies os resultados da PERMANOVA não foram significativos ($p < 0,05$), provavelmente devido ao baixo número de indivíduos capturados, dificultando confirmar atividade alimentar diária de algumas espécies sugeridas pelos padrões observados nos valores de GR e D.

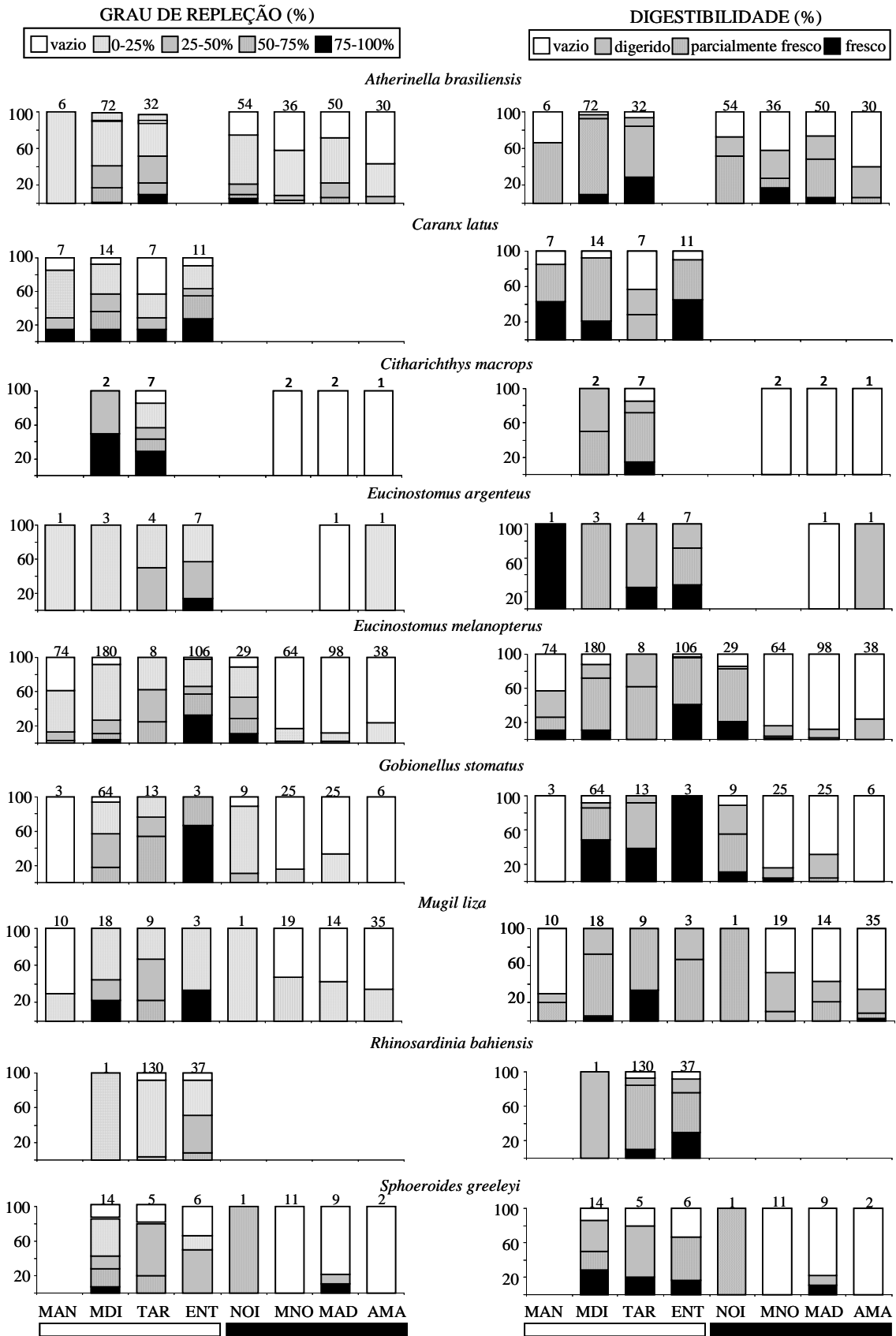


Fig. 2. Valores (percentuais) dos Graus de Repleção e de Digestibilidade ao longo do período diurno (barra branca) e noturno (barra preta) no período chuvoso das espécies de peixes consideradas de atividade alimentar diurna na planície de maré da Barra de Mamanguape.

Códigos dos horários: MAN (manhã), MDI (meio-dia), TAR (tarde), ENT (entardecer), NOI (noite), MNO (meia-noite), MAD (madrugada) e AMA (amanhecer). Os valores acima das barras são referentes ao número de indivíduos (n) analisados por fotoperíodo.

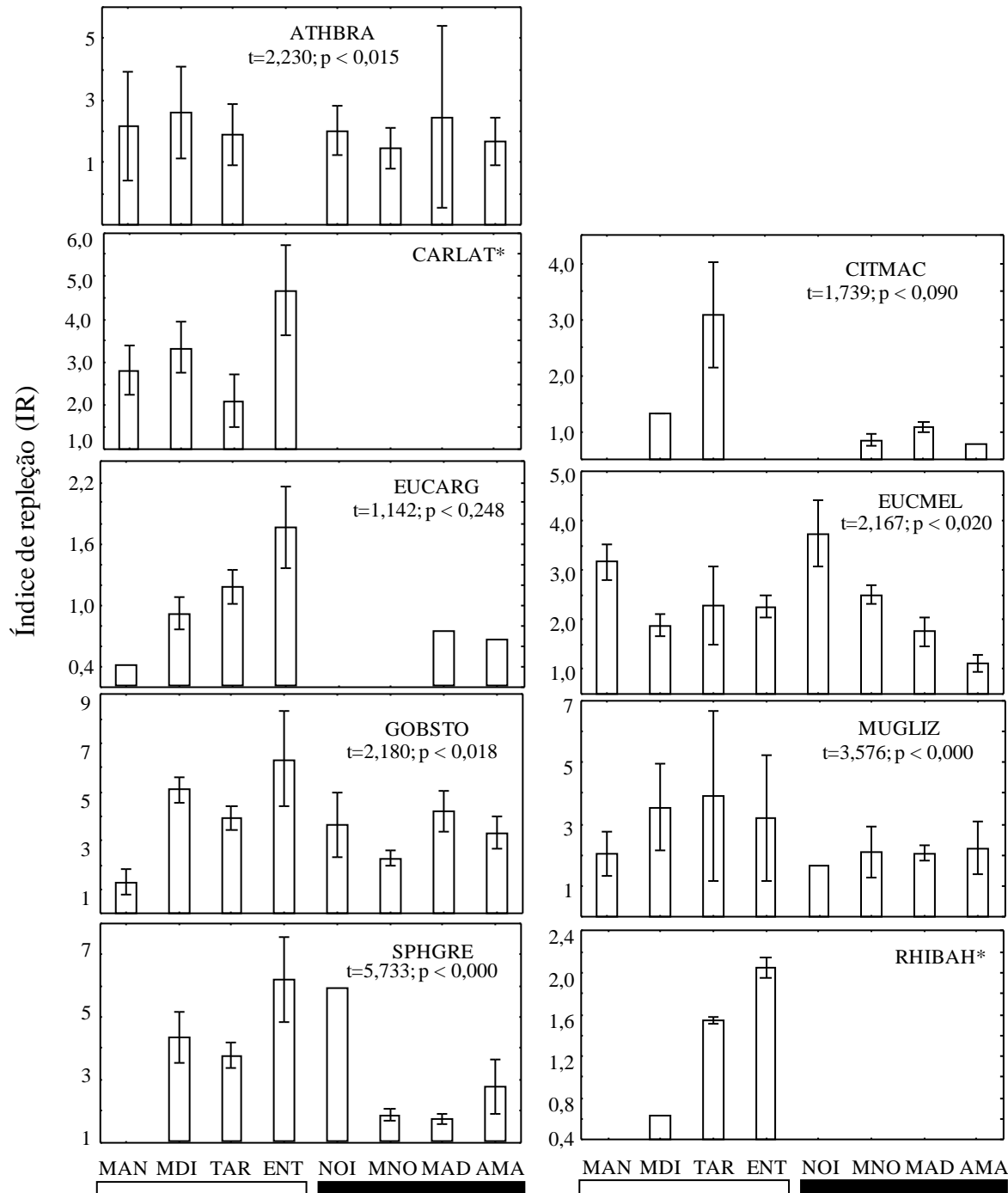


Fig. 3. Valores do Índice de Repleção ao longo do período diurno (barra branca) e noturno (barra preta) no período chuvoso das espécies de peixes consideradas de atividade alimentar diurna na planície de maré da Barra de Mamanguape. Códigos dos horários: MAN (manhã), MDI (meio-dia), TAR (tarde), ENT (entardecer), NOI (noite), MNO (meia-noite), MAD (madrugada) e AMA (amanhecer). t e p representam, respectivamente, o valor da estatística e do nível de probabilidade obtido no teste da PERMANOVA para o fator turno (dia e noite). *

indica as espécies que ocorreram em apenas um turno e, portanto, não puderam ser testadas em relação ao fator turno. Vide Tabela 1 para a legenda do código das espécies.

Somente *A. declives* e *A. lineatus* apresentaram atividade alimentar crepuscular no período chuvoso, como sugere o aumento no consumo de presas frescas nos horários influenciados pelo nascer e pôr do sol, enquanto a espécie *M. curema* apresentou atividade alimentar noturna, neste mesmo período, com maior contribuição de presas parcialmente digeridas neste turno (Fig. 4). Estes padrões foram concordantes com os valores do índice de repleção (IR) que apontaram um pico de alimentação no amanhecer para *A. declives* e no entardecer para *A. lineatus*. Contudo, as diferenças nos valores de IR para essas espécies não foram estatisticamente significativas ($p > 0,80$ e $p > 0,12$, respectivamente), possivelmente devido ao baixo número de indivíduos analisados dessas espécies (*A. declives* e *A. lineatus*). Já para *M. curema* a PERMANOVA confirmou esse padrão, revelando diferenças entre os turnos (Fig. 5).

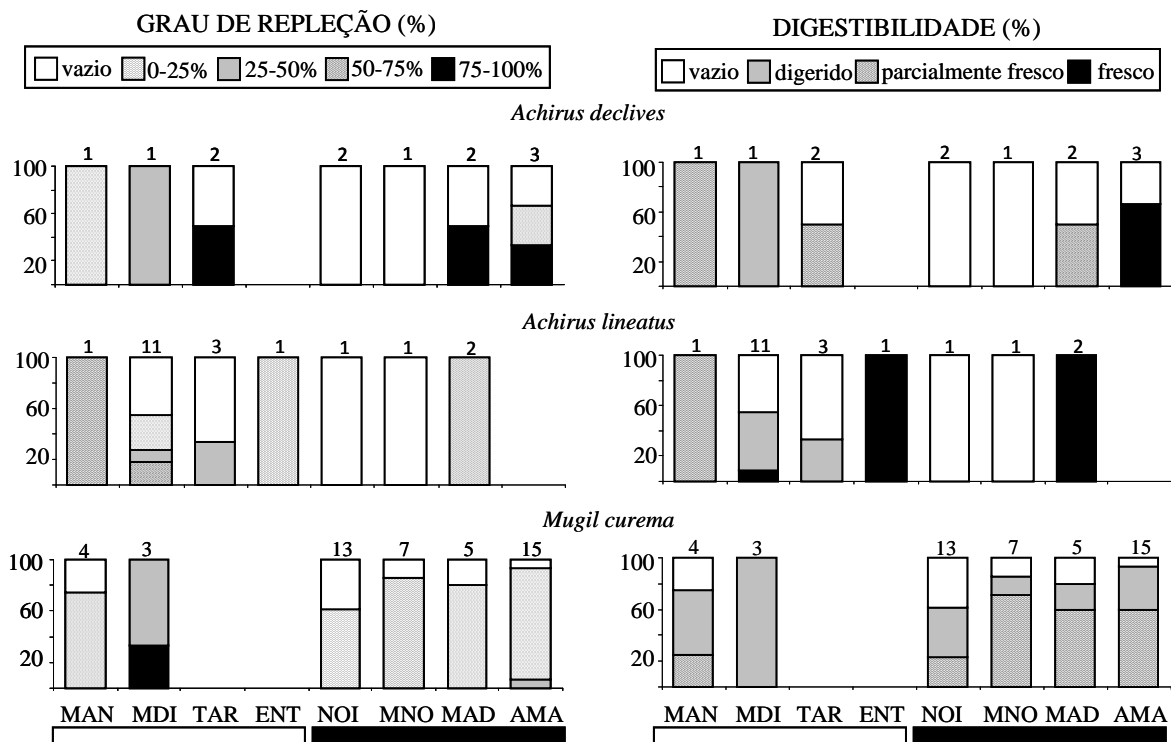


Fig. 4. Valores (percentuais) dos Graus de Repleção e de Digestibilidade ao longo do período diurno (barra branca) e noturno (barra preta) no período chuvoso das espécies de peixes consideradas de atividade alimentar crepuscular (*Achirus declives* e *Achirus lineatus*) e noturna (*Mugil curema*) na planície de maré da Barra de Mamanguape. Códigos dos horários: MAN (manhã), MDI (meio-dia), TAR (tarde), ENT (entardecer), NOI (noite), MNO (meia-noite), MAD (madrugada) e AMA (amanhecer). Os valores acima das barras são referentes ao número de indivíduos (n) analisados por fotoperíodo.

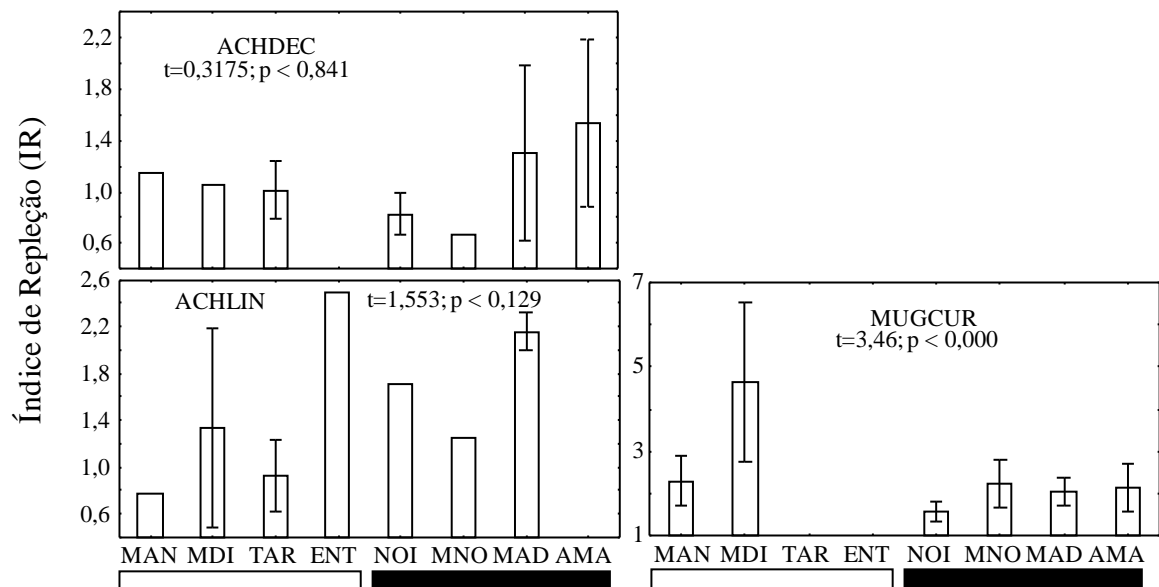


Fig. 5. Valores do índice de repleção ao longo do período diurno (barra branca) e noturno (barra preta) no período chuvoso das espécies de peixes consideradas de atividade alimentar crepuscular (*Achirus declives* e *Achirus lineatus*) e noturna (*Mugil curema*) na planície de maré da Barra de Mamanguape. Códigos dos horários: MAN (manhã), MDI (meio-dia), TAR (tarde), ENT (entardecer), NOI (noite), MNO (meia-noite), MAD (madrugada) e AMA (amanhecer). t e p representam, respectivamente, o valor da estatística e do nível de probabilidade obtido no teste da PERMANOVA para o fator turno (dia e noite). Vide Tabela 1 para a legenda do código das espécies.

Por outro lado, algumas espécies, como *C. spilopterus*, *C. boleosoma*, *H. unifasciatus*, *L. synagris*, *L. grossidens*, *S. testudineus* e *S. tessellatus*, não demonstraram padrões definidos de forrageamento alimentar ao longo do dia, pois a atividade alimentar destas espécies ocorreu tanto no período diurno quanto noturno (Fig. 6). A ausência de diferenças significativas entre os turnos dia e noite também puderam ser observados nos resultados do Índice de Repleção (Fig. 7).

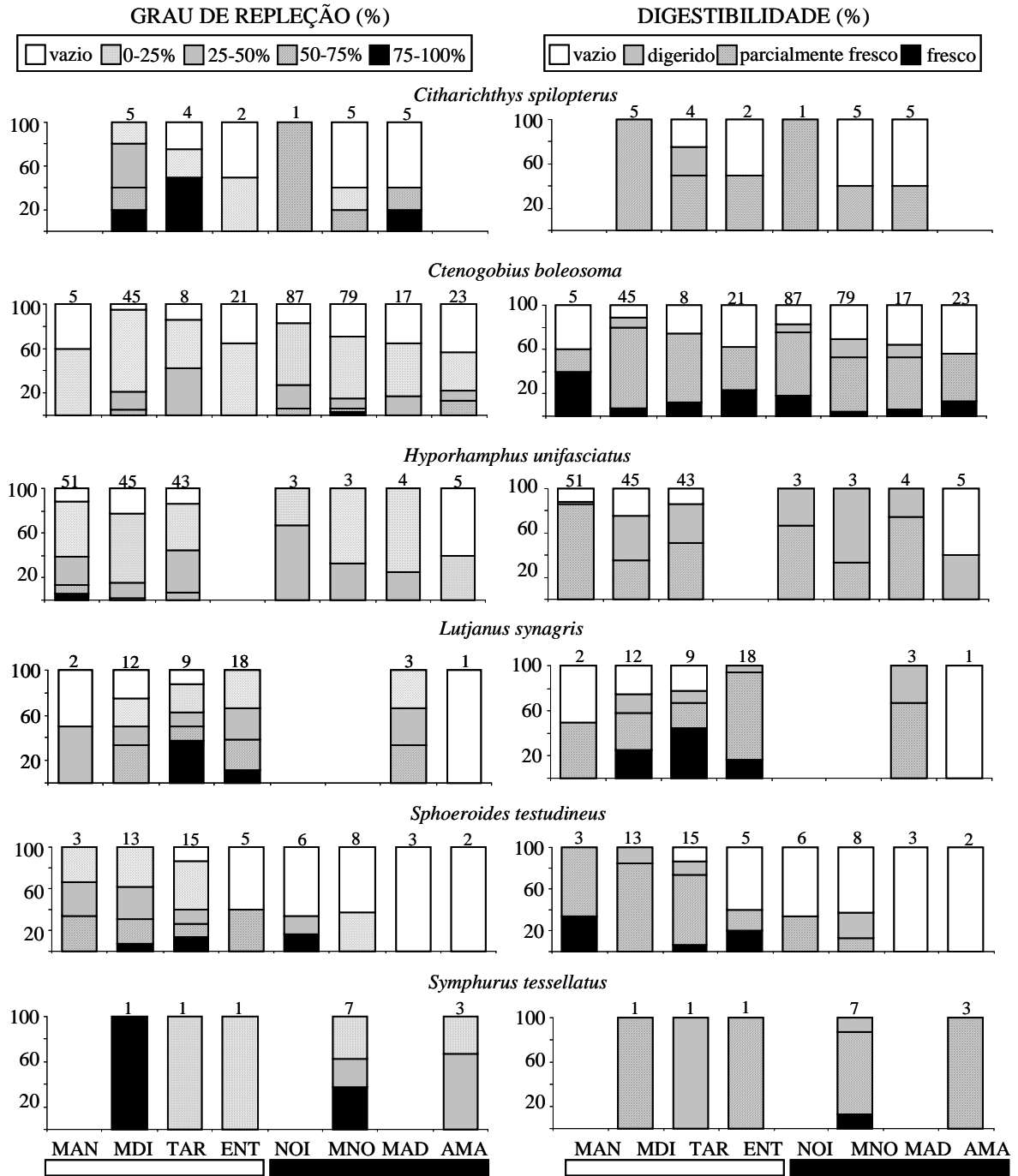


Fig. 6. Valores (percentuais) dos graus de repleção e de digestibilidade ao longo do período diurno (barra branca) e noturno (barra preta) no período chuvoso das espécies de peixes que não apresentaram atividade alimentar definida em relação aos turnos dia e noite na planície de maré da Barra de Mamanguape. Códigos dos horários: MAN (manhã), MDI (meio-dia), TAR (tarde), ENT (entardecer), NOI (noite), MNO (meia-noite), MAD (madrugada) e AMA (amanhecer). Os valores acima das barras são referentes ao número de indivíduos (n) analisados por fotoperíodo.

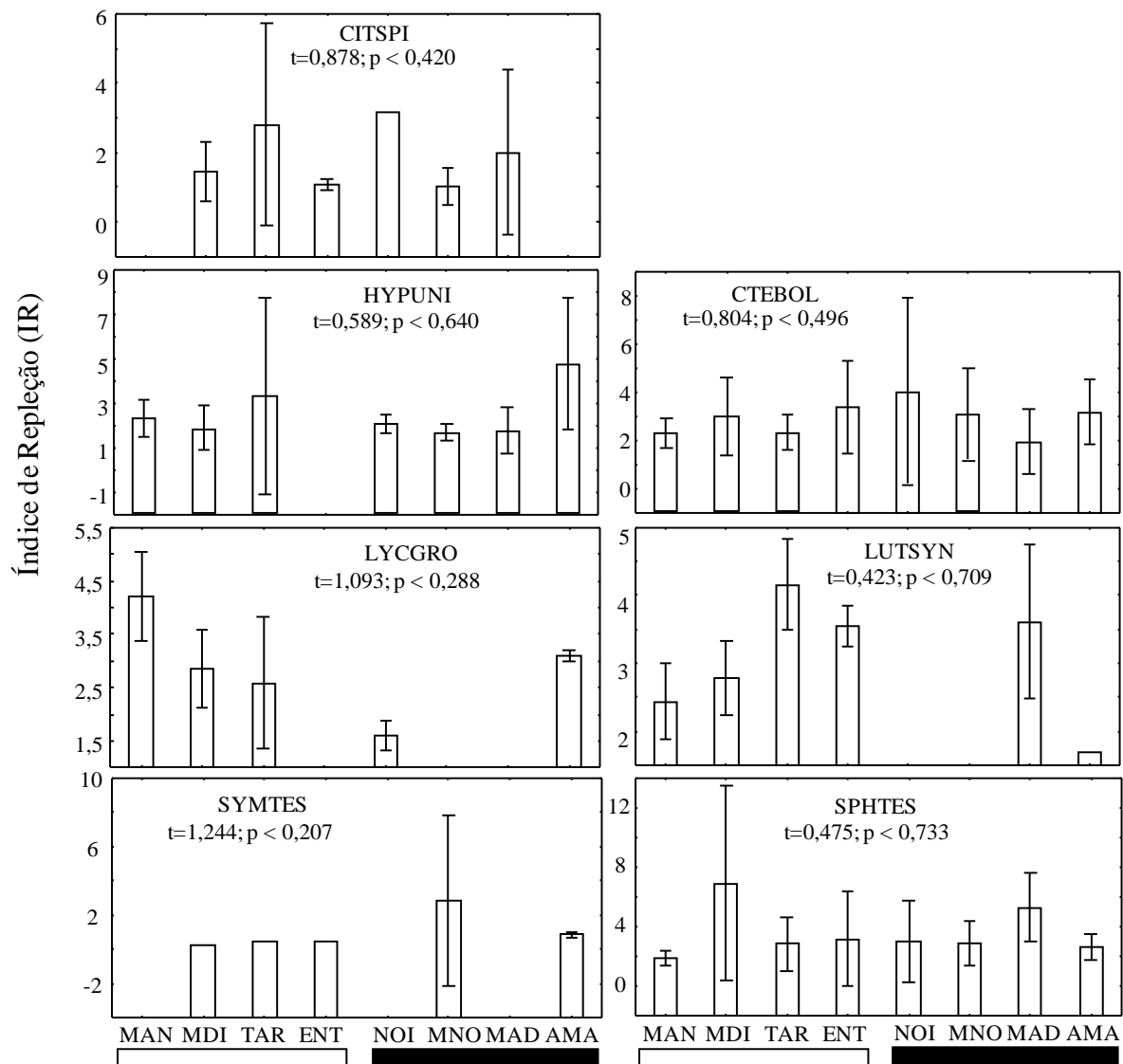


Fig. 7. Valores do índice de repleção ao longo do período diurno (barra branca) e noturno (barra preta) no período chuvoso das espécies de peixes que não apresentaram atividade alimentar definida na planície de maré da Barra de Mamanguape. Códigos dos horários: MAN (manhã), MDI (meio-dia), TAR (tarde), ENT (entardecer), NOI (noite), MNO (meia-noite), MAD (madrugada) e AMA (amanhecer). t e p representam, respectivamente, o valor da estatística e do nível de probabilidade obtido no teste da PERMANOVA para o fator turno (dia e noite). Vide Tabela 1 para a legenda do código das espécies.

Algumas espécies apresentaram comportamentos alimentares distintos no período seco quando comparado com o período chuvoso (*C. boleosoma*, *L. grossidens*, *M. curema* e *A. lineatus*). As espécies *A. brasiliensis*, *C. latus*, *C. macrops*, *L. grossidens*, *M. curema*, *M. liza*, *R. bahiensis* e *S. greeleyi* demonstraram atividade alimentar diurna no período seco, apresentando maiores valores de repleção (GR) e percentuais de presas frescas e parcialmente digeridas neste turno (Fig. 8). A análise dos estômagos de *L. grossidens* revelou itens alimentares durante todo o dia e um maior percentual de indivíduos com estômagos vazios durante a noite, permitindo classificá-las como de hábito alimentar diurno. A atividade alimentar destas espécies foi corroborado pelo índice de repleção que, de modo geral, apresentou valores significativamente maiores nos horários do dia. Contudo, as diferenças nos valores de IR para as espécies *C. latus* e *M. liza* não foram estatisticamente significativas (PERMANOVA= $p > 0,41$ e $p > 0,72$, respectivamente), possivelmente devido ao baixo número de indivíduos analisados dessas espécies (Fig. 9).

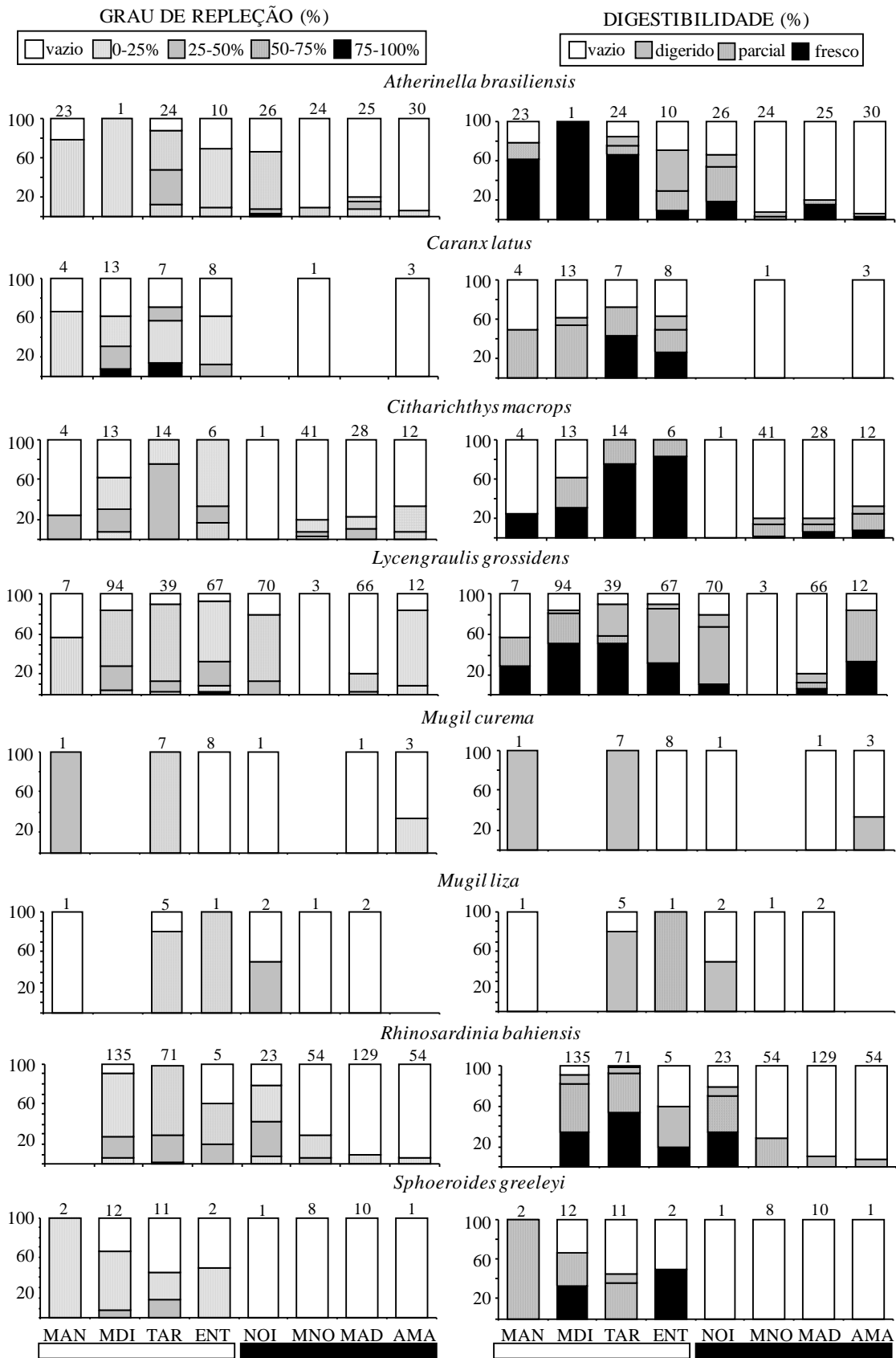


Fig. 8. Valores (percentuais) dos graus de repleção e de digestibilidade ao longo do período diurno (barra branca) e noturno (barra preta) no período seco das espécies de peixes consideradas com atividade alimentar diurna na planície de maré da Barra de Mamanguape. Códigos dos horários: MAN (manhã), MDI (meio-dia), TAR (tarde), ENT (entardecer), NOI

(noite), MNO (meia-noite), MAD (madrugada) e AMA (amanhecer). Os valores acima das barras são referentes ao número de indivíduos (n) analisados por fotoperíodo.

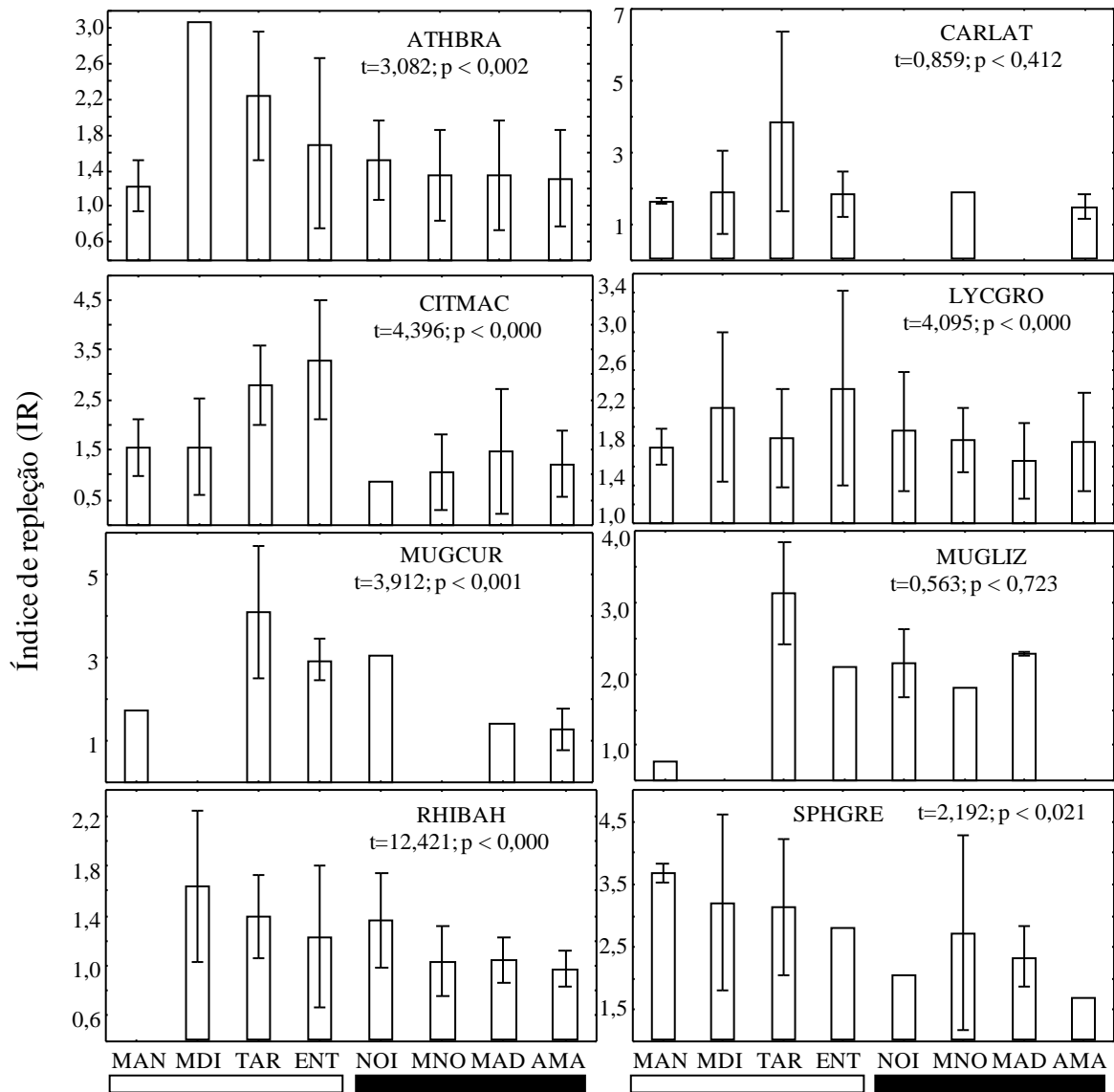


Fig. 9. Valores do índice de repleção ao longo do período diurno (barra branca) e noturno (barra preta) no período seco das espécies de peixes consideradas de atividade alimentar diurna na planície de maré da Barra de Mamanguape. Códigos dos horários: MAN (manhã), MDI (meio-dia), TAR (tarde), ENT (entardecer), NOI (noite), MNO (meia-noite), MAD (madrugada) e AMA (amanhecer). t e p representam, respectivamente, o valor da estatística e do nível de probabilidade obtido no teste da PERMANOVA para o fator turno (dia e noite). Vide Tabela 1 para a legenda do código das espécies.

Os valores do Grau de Repleção, Digestibilidade e Índice de Repleção de *A. lineatus*, *C. spilopterus*, *H. unifasciatus*, *S. testudineus* e *S. tessellatus* no período seco não apresentaram diferenças entre os horários, sugerindo que a atividade alimentar destas espécies ocorre tanto no turno do dia quanto da noite. Já as espécies *C. boleosoma* e *P. virginicus* apresentaram atividade alimentar noturna. Este padrão foi coincidente com os valores do índice de repleção que também mostraram uma tendência de maiores valores nos horários da noite, contudo foi observado significância apenas para *C. boleosoma*, mas a ausência de significância para *P. virginicus* pode ter ocorrido possivelmente pela baixa captura desta espécie no período diurno (Figs. 10-11).

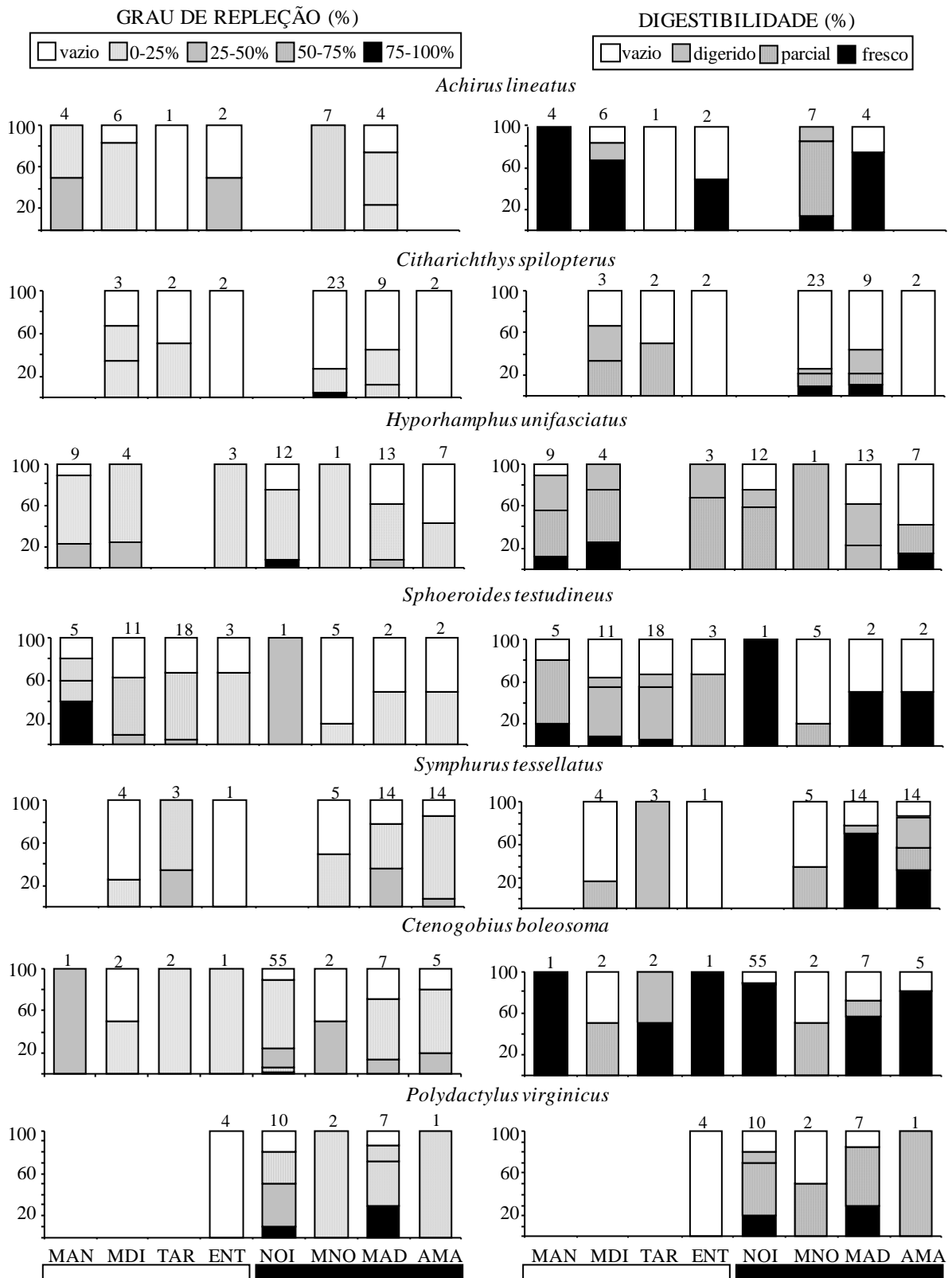


Fig. 10. Valores (percentuais) dos graus de repleção e de digestibilidade ao longo do período diurno (barra branca) e noturno (barra preta) no período seco das espécies de peixes consideradas de atividade alimentar noturna (*Ctenogobius boleosoma* e *Polydactylus virginicus*) e que não apresentaram atividade alimentar definida em relação aos turnos dia e noite (demais espécies) na planície de maré da Barra de Mamanguape. Códigos dos horários: MAN (manhã), MDI (meio-dia), TAR (tarde), ENT (entardecer), NOI (noite), MNO (meia-

noite), MAD (madrugada) e AMA (amanhecer). Os valores acima das barras são referentes ao número de indivíduos (n) analisados por fotoperíodo.

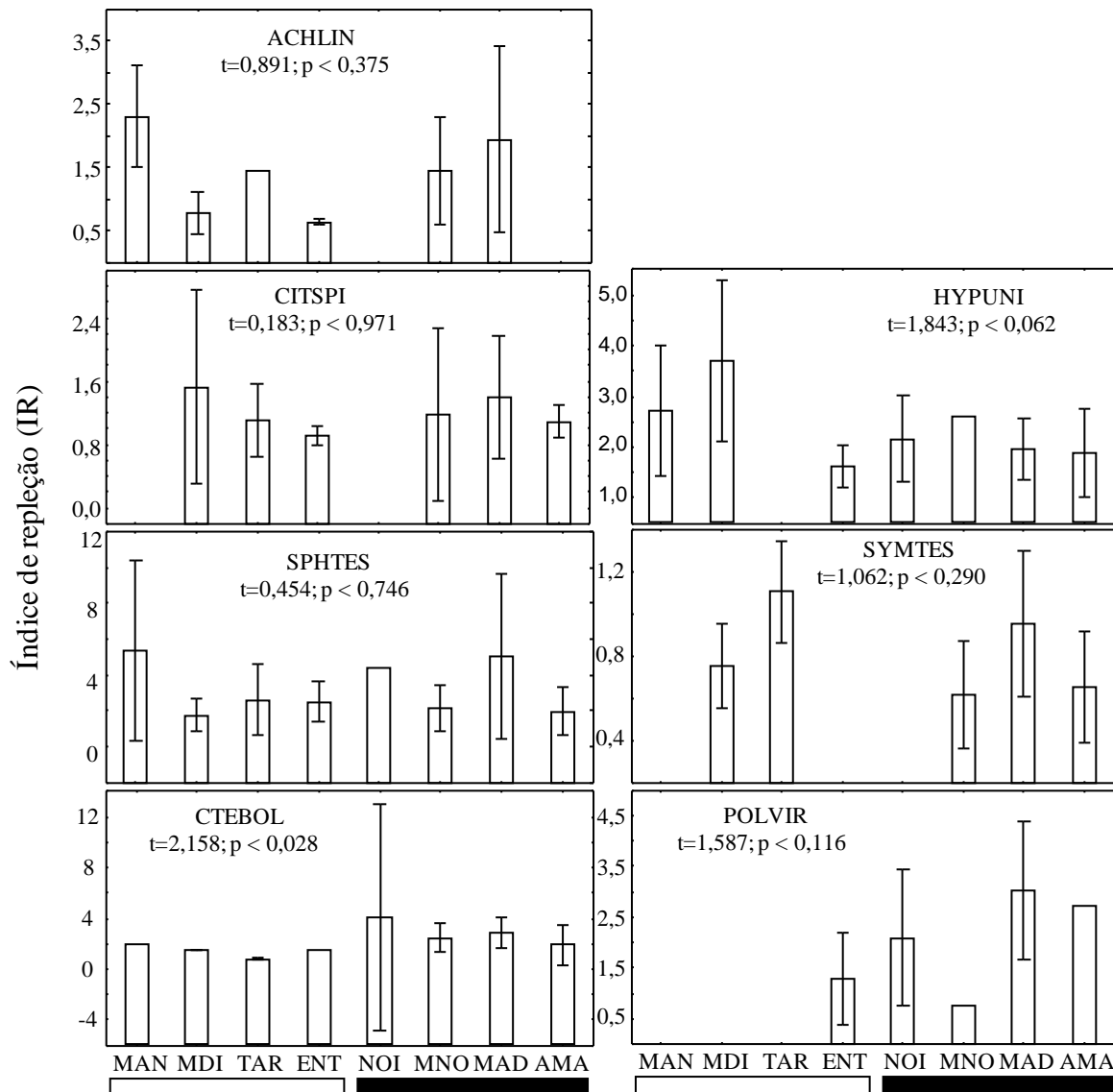


Fig. 11. Valores do índice de repleção ao longo do período diurno (barra branca) e noturno (barra preta) no período seco das espécies de peixes consideradas de atividade alimentar noturna (*Ctenogobius boleosoma* e *Polydactylus virginicus*) e que não apresentaram atividade alimentar definida (demais espécies) em relação aos turnos dia e noite na planície de maré da Barra de Mamanguape. Códigos dos horários: MAN (manhã), MDI (meio-dia), TAR (tarde), ENT (entardecer), NOI (noite), MNO (meia-noite), MAD (madrugada) e AMA (amanhecer). t e p representam, respectivamente, o valor da estatística e do nível de probabilidade obtido no teste da PERMANOVA para o fator turno (dia e noite). Vide Tabela 1 para a legenda do código das espécies.

Composição da Dieta

Dentre os 3.630 indivíduos analisados, 2.369 apresentaram pelo menos um item no conteúdo estomacal e 1.261 estavam vazios. O maior número de estômagos vazios foi registrado durante a noite, principalmente no período seco (535) (Tabela 3).

Tabela 3. Número total de estômagos analisados na planície de maré da Barra de Mamanguape em relação ao período temporal (chuvoso e seco) e diurnal (dia e noite). Vide Tabela 1 para a legenda do código das espécies.

Espécies	CHUVOSO						SECO					
	DIA			NOITE			DIA			NOITE		
	Total	Conteúdo	Vazios	Total	Conteúdo	Vazios	Total	Conteúdo	Vazios	Total	Conteúdo	Vazios
ACHDEC	4	3	1	8	3	5	2	0	2	3	1	2
ACHLIN	16	9	7	4	2	2	13	10	3	11	10	1
ATHBRA	110	104	6	170	109	61	58	46	12	105	26	79
CARLAT	39	33	6	0	0	0	32	21	11	4	0	4
CITMAC	9	8	1	5	0	5	27	19	8	82	18	64
CITSPI	11	9	2	11	5	6	7	3	4	34	10	24
CTEBOL	79	62	17	206	151	55	6	5	1	69	59	10
EUCARG	15	15	0	2	1	1	2	1	1	11	3	8
EUCMEL	368	311	57	221	55	166	0	0	0	8	6	2
GOBSTO	83	75	8	65	20	45	1	1	0	2	1	1
HYPUNI	139	116	23	15	12	3	16	15	1	33	21	12
LUTSYN	41	35	6	4	3	1	0	0	0	1	0	1
LYCGRO	10	9	1	4	3	1	207	179	28	151	80	71
MUGCUR	7	6	1	40	32	8	16	8	8	5	1	4
MUGLIZ	39	33	6	70	29	41	7	5	2	5	1	4
POLVIR	0	0	0	2	2	0	4	0	4	20	16	4
RHIBAH	168	155	13	0	0	0	211	196	15	260	50	210
SPHGRE	25	20	5	23	3	20	27	16	11	20	0	20
SPHTES	39	31	8	16	5	11	37	25	12	10	4	6
SYMTES	3	3	0	11	11	0	8	4	4	33	25	8
TOTAL	1.205	1.037	168	877	446	431	681	554	127	867	332	535

As categorias alimentares mais frequentes na dieta das espécies foram Crustáceo Bentônico, Fitobentos, Zooplâncton, Teleostei e Material Vegetal, sendo que a importância relativa (IIR%) dessas categorias alimentares na dieta no período chuvoso e seco variou entre as espécies analisadas (Tabelas 4 e 5, respectivamente).

No período chuvoso, as categorias alimentares mais comuns na dieta das 20 espécies analisadas foram Crustáceo Bentônico, Fitobentos e Zooplâncton que foram consumidos pela grande maioria das espécies (85%, 85% e 80%, respectivamente). Em contrapartida, Infauna, Polychaeta e Insecta foram consumidas por poucas espécies (35%, 20% e 10%, respectivamente). As categorias alimentares com os maiores valores de IIR% (> 50) nesse período foram Crustáceo Bentônico, Fitobentos, Zooplâncton, Teleostei, Decapoda e Mollusca (Tabela 4).

Variações na importância relativa (IIR%) das categorias alimentares da dieta em relação ao período diurno e noturno também foram observadas (Fig. 12). Por exemplo, no período chuvoso, *Atherinella brasiliensis* teve uma dieta dominada basicamente por Zooplâncton durante o dia, enquanto que a noite a dieta tornou-se mais diversa com o predomínio de Teleostei, seguido de quantidades similares de Zooplâncton, Crustáceo Bentônico, Fitobentos e Insecta ($t=2,7206$; $p=0,0002$). Já no período seco, as mudanças diurnais na dieta dessa espécie foram menos marcadas, ocorrendo um consumo em proporções similares de Zooplâncton e Fitobentos de dia, enquanto a noite ocorreu um predomínio de Zooplâncton, seguido de Material Vegetal, Fitobentos e uma menor proporção de Insecta ($t=2,6582$; $p=0,0001$). *Citharichthys macrops* também apresentou um padrão semelhante de variação diurna no período seco, com maior predomínio de Zooplâncton de dia e de Teleostei durante a noite ($t=2,9522$; $p=0,0001$). Já *H. unifasciatus* apresentou variações diurnais marcadas no período chuvoso (predomínio de Zooplâncton de dia e Insecta de noite) ($t=1,8390$; $p=0,0162$), mas não no período seco ($t=1,3203$; $p=0,1187$). Em contraste, as espécies *C. boleosoma*, *E. melanopterus*, *G. stomatus* e *M. liza* no período chuvoso e *L. grossidens* no período seco não apresentam diferenças marcadas na composição da dieta, especialmente em relação a categoria alimentar predominante. As demais comparações diurnais não foram consideradas devido ao baixo número amostral (≤ 10 indivíduos com conteúdo estomacal) disponível em cada turno por período do ano (Fig. 12).

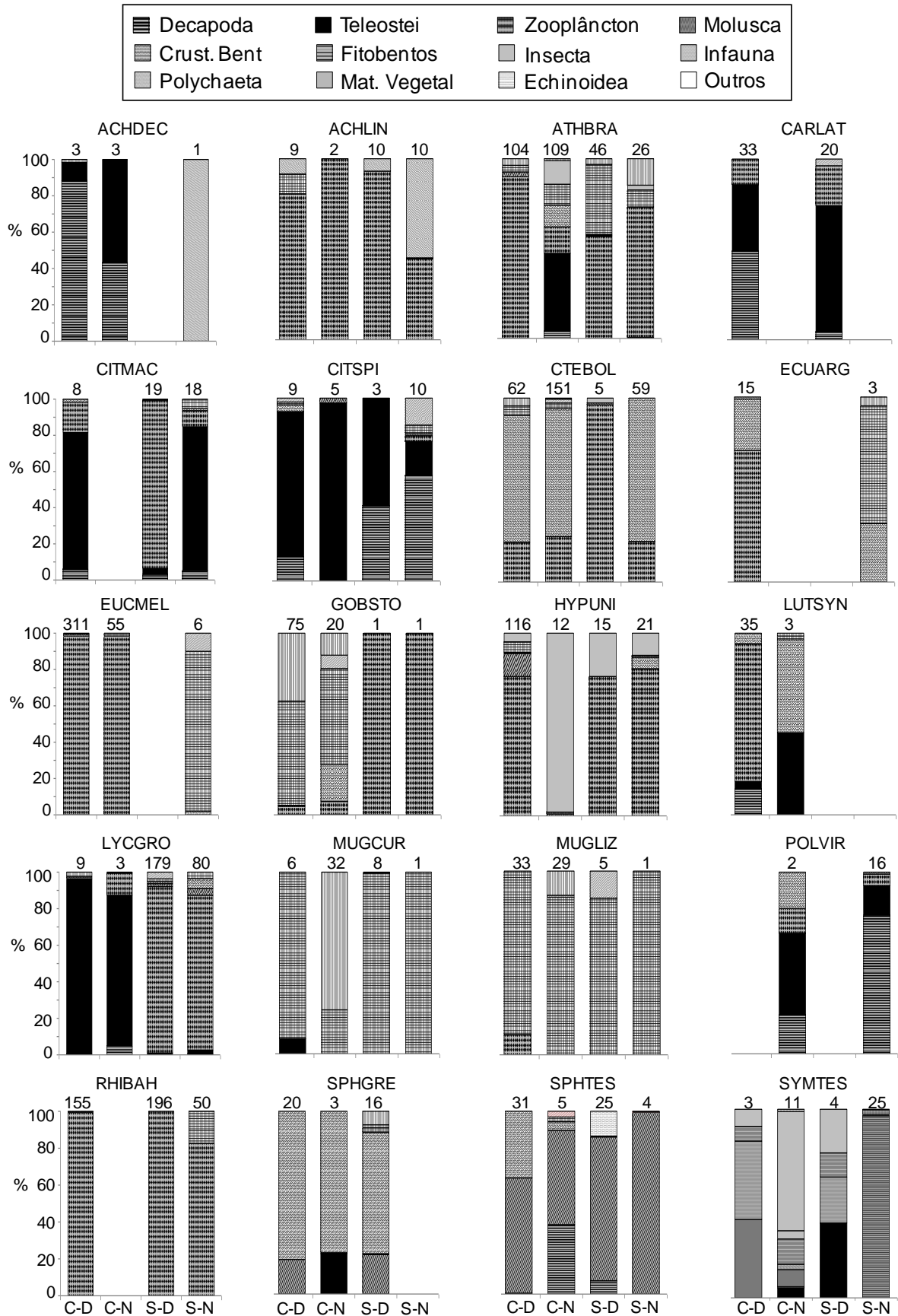


Fig. 12. Variações diurnas (D: dia e N: noite) no Índice de Importância Relativa (IIR%) para as espécies de peixes capturadas na Barra de Mamanguape no período chuvoso (C) e seco (S). Vide Tabela 1 para a legenda do código das espécies.

Ontogenia

De modo geral, sem considerar as variações temporais, várias espécies apresentaram mudanças na composição da dieta ao longo do incremento em tamanho (Fig. 13, Tabela 5). As espécies, tais como *A. lineatus*, *A. brasiliensis*, *C. macrops*, *C. boleosoma*, *E. argenteus*, *E. melanopterus*, *H. unifasciatus*, *L. synagris*, *L. grossidens* e *S. tessellatus* apresentaram hábito alimentar Zooplânctívoro durante os tamanhos iniciais e intermediários, mas passaram ao longo do seu incremento em tamanho a consumir de modo predominante outras categorias alimentares como Polychaeta (e.g., *A. lineatus*), Teleostei (e.g., *C. macrops* e *L. grossidens*), Crustáceo Bentônico (e.g., *C. boleosoma*), Insecta (e.g., *H. unifasciatus*) ou uma combinação de duas ou mais categorias alimentares em diferentes proporções (e.g., *A. brasiliensis*, *E. argenteus*, *E. melanopterus*, *L. synagris*, *S. greeleyi* e *S. tessellatus*).

Em contrapartida, outras espécies, não mostraram uma marcada variação na dieta ao longo da ontogenia, e consumiram de modo predominante apenas uma categoria alimentar (e.g., Zooplâncton por *R. bahiensis*; Fitobentos por *M. curema* e *M. liza*) ou poucas categorias alimentares em diferentes proporções (e.g., Teleostei, Decapoda e Zooplâncton por *C. latus*; Teleostei, Decapoda e Crustáceo Bentônico por *C. spilopterus*; Fitobentos, Material Vegetal e Zooplâncton por *G. stomatus*; Decapoda, Teleostei e Zooplâncton por *P. virginicus*; Mollusca e Crustáceo Bentônico por *S. testudineus*) (Fig. 13).

Tabela 5. Classes de tamanho em milímetros (mm) delimitadas pela regra de Sturges (I, II, III, IV... IX), com os respectivos valores de cada classe (mínimo - máximo) utilizados na análise da variação ontogenética das espécies capturadas na planície de maré da Barra de Mamanguape. Vide Tabela 1 para a legenda do código das espécies.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
ACHDEC	28 - 55	56 - 82	83 - 109	110 - 136	137 - 163				
ACHLIN	22 - 35	36 - 49	50 - 63	64 - 77	78 - 91	92 - 105			
ATHBRA	15 - 28	29 - 42	43 - 56	57 - 70	71 - 84	85 - 98	99 - 112	113 - 126	127 - 140
CARLAT	30 - 42	43 - 55	56 - 68	69 - 81	82 - 94	95 - 107	108 - 120		
CITMAC	20 - 30	31 - 41	42 - 52	53 - 63	64 - 74	75 - 85	86 - 101		
CITSPI	48 - 61	62 - 75	76 - 89	90 - 103	104 - 117	118 - 131	132 - 145		
CTEBOL	12 - 15	16 - 19	20 - 23	24 - 27	28 - 31	32 - 35	36 - 39	40 - 43	
EUCARG	24 - 41	42 - 59	60 - 77	78 - 95	96 - 113	114 - 131			
EUCMEL	8 - 19	20 - 31	32 - 43	44 - 55	56 - 67	68 - 79	80 - 91	92 - 103	104 - 115
GOBSTO	15 - 28	29 - 42	43 - 56	57 - 70	71 - 84	85 - 98	99 - 112	113 - 126	
HYPUNI	21 - 44	45 - 68	69 - 92	93 - 116	117 - 140	141 - 164	165 - 188	189 - 220	
LUTSYN	23 - 33	34 - 44	45 - 55	56 - 66	67 - 77	78 - 88			
LYCGRO	37 - 50	51 - 64	65 - 78	79 - 92	93 - 106	107 - 120	121 - 134	135 - 148	149 - 162
MUGCUR	24 - 40	41 - 57	58 - 74	75 - 91	92 - 108	109 - 125	126 - 142		
MUGLIZ	21 - 25	26 - 30	31 - 35	36 - 40	41 - 45	46 - 50	51 - 55		
POLVIR	81 - 99	100 - 118	119 - 137	138 - 156	157 - 180				
RHIBAH	22 - 30	31 - 39	40 - 48	49 - 57	58 - 66	67 - 75	76 - 84	85 - 93	94 - 102
SPHGRE	17 - 30	31 - 44	45 - 58	59 - 72	73 - 86	87 - 100	101 - 116		
SPHTES	14 - 45	46 - 76	77 - 107	108 - 138	139 - 169	170 - 200	201 - 240		
SYMTEs	49 - 70	71 - 92	93 - 114	115 - 136	137 - 158	159 - 180	181 - 202		

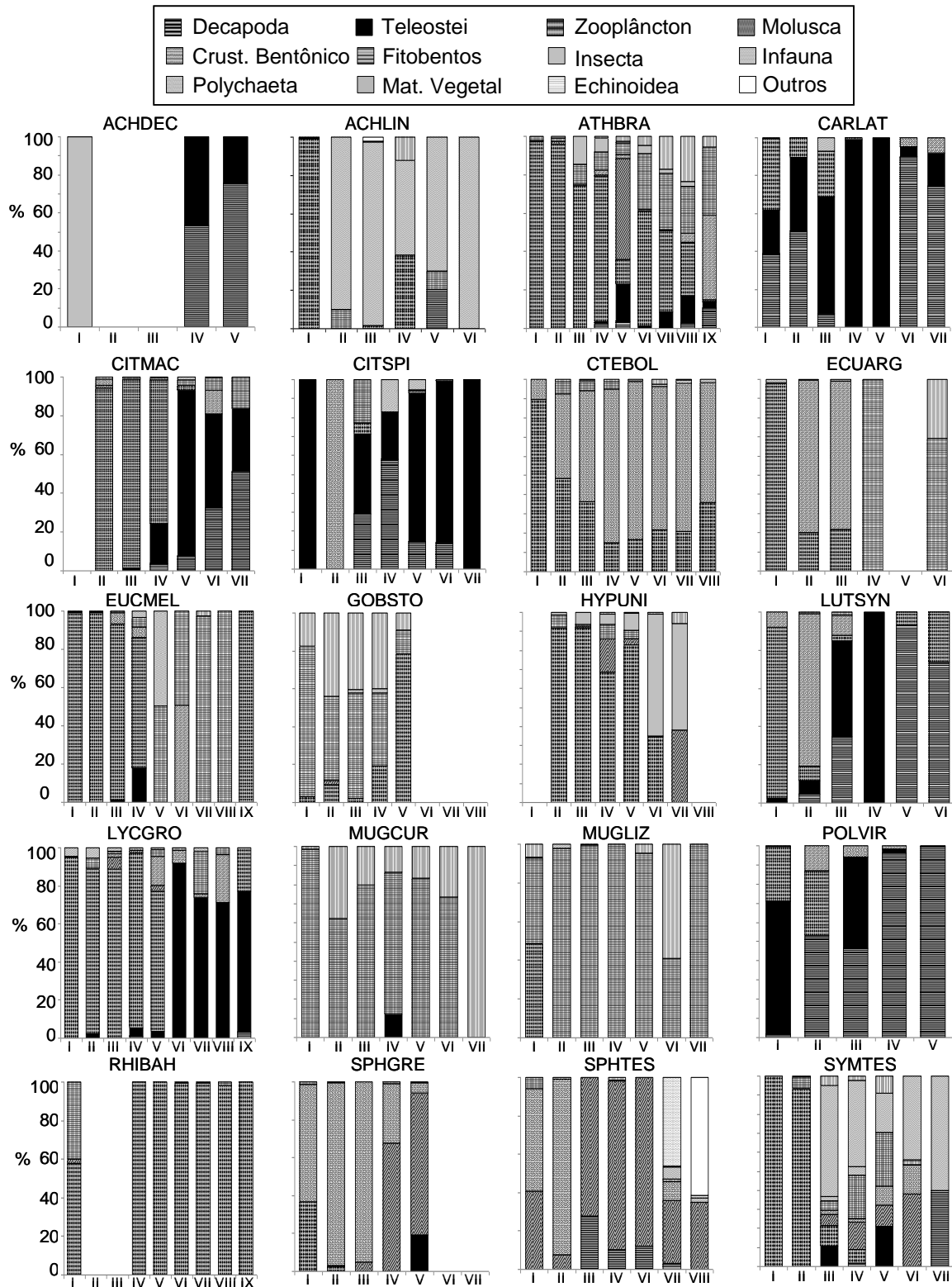


Fig. 13. Variações no Índice de Importância Relativa (IIR%) ao longo das classes de comprimento total (CT, mm) das espécies de peixes capturadas na Barra de Mamanguape no período chuvoso (C) e seco (S). Vide Tabela 1 para a legenda do código das espécies e tabela 5 para o código das classes de tamanho utilizadas no eixo X.

Guildas Tróficas

A análise de agrupamento (*cluster*) revelou, com base numa similaridade acima de 60%, a formação de sete guildas tróficas durante o período chuvoso (Fig. 14). As guildas tróficas e suas espécies foram Consumidores de Zooplâncton (CZOO): *H. unifasciatus*, *A. brasiliensis*, *R. bahiensis*, *E. melanopterus* e *A. lineatus*; Consumidores de Crustáceos Bentônicos (CCRBE): *E. argenteus* e *C. boleosoma*; Consumidores de Fitobentos (CFITO): *M. curema*, *M. liza* e *G. stomatus*; Consumidores de Decapoda e Teleostei (CDEPE): *C. macrops*, *C. latus*, *P. virginicus*, *L. synagris* e *A. declivis*; Consumidores de Teleostei (CTELE): *L. grossidens* e *C. spilopterus*; Consumidores de Mollusca (CMOLU): *S. greeleyi* e *S. testudineus*; Consumidor de Polychaeta (CPOLY): *S. tessellatus* (Fig. 14). A classificação das guildas foi baseada no item que mostrou mais influencia na formação do grupo, mas vale ressaltar que em alguns casos, como as guildas consumidores de Crustáceo Bentônico e consumidores de Decapoda e Teleostei apresentaram uma contribuição de Zooplâncton e ainda a guilda de consumidores de Mollusca apresentou também contribuição de crustáceo bentônico.

As diferenças na composição da dieta entre essas guildas tróficas foram estatisticamente corroboradas pelo teste de PERMANOVA (Pseudo-F_{1,19} = 14,188; p < 0,0001). Os resultados do teste *pair-wise* entre as guildas do período chuvoso podem ser observadas na Tabela 6 e as categorias alimentares que mais contribuíram para a distinção das guildas tróficas, segundo o teste de similaridade SIMPER, podem ser observadas na Tabela 7.

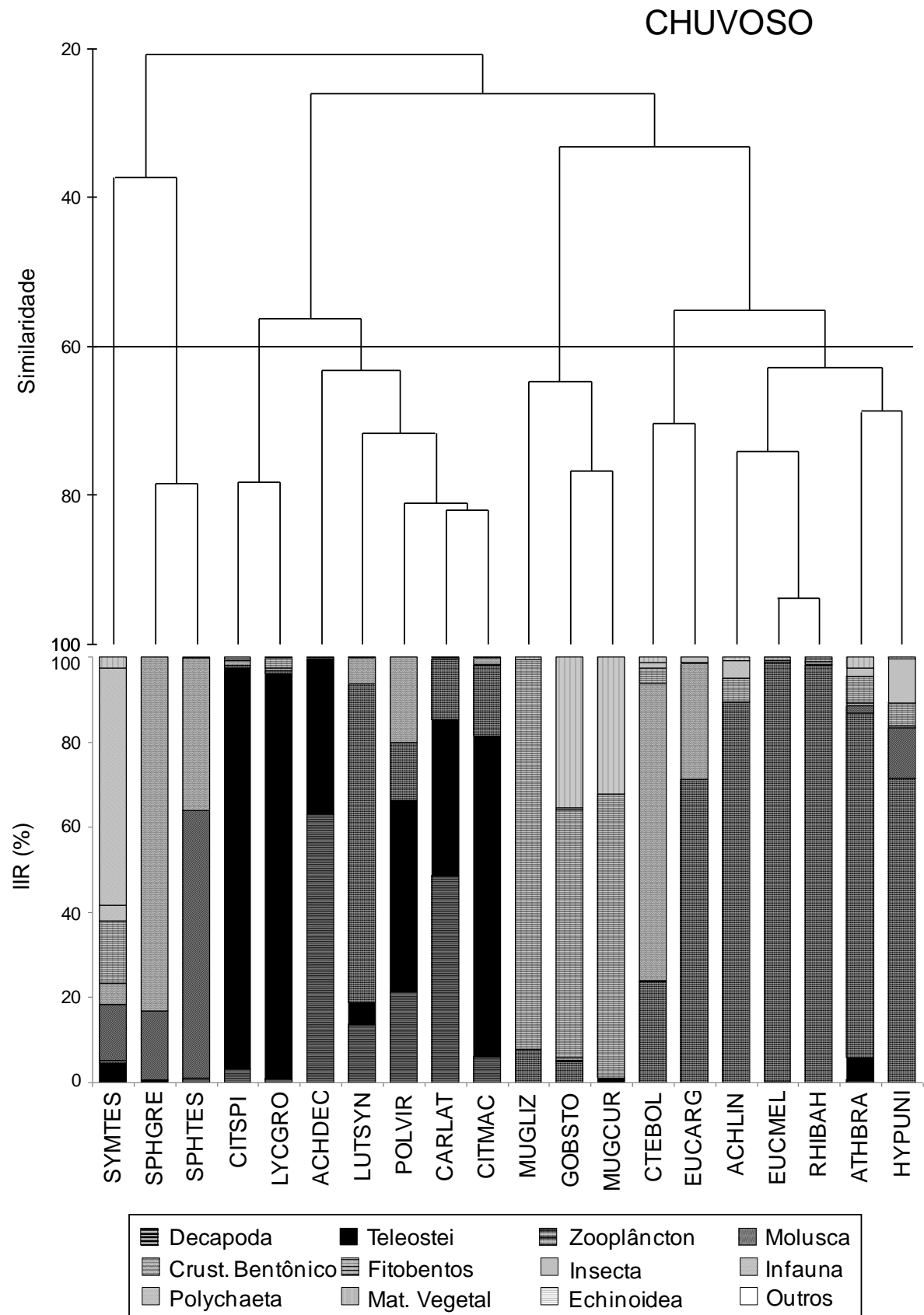


Fig. 14. Análise de agrupamento com base nos valores do Índice de Importância Relativa (IIR%) das categorias alimentares encontradas no conteúdo estomacal (quadro superior) e valores de IIR% das categorias alimentares para cada uma das espécies (quadro inferior) capturadas no período chuvoso na Barra de Mamanguape. A linha horizontal representa o

nível de similaridade (60%) adotada na definição das guildas tróficas. Vide Tabela 1 para a legenda do código das espécies.

Tabela 6. Resultados do teste *pair-wise* da PERMANOVA aplicado as diferentes guildas tróficas formadas a partir das espécies capturadas no período chuvoso e seco na Barra de Mamanguape. CFITO: Consumidores de Fitobentos, CFICB: Consumidor de Fitobentos e Crustáceos Bentônicos, CMOLU: Consumidores de Mollusca, CPOLY: Consumidor de Polychaeta, CZOOP: Consumidores de Zooplâncton, CINSE: Consumidor de Insecta, CCRBE: Consumidores de Crustáceos Bentônicos, CDETE: Consumidores de Decapoda e Teleostei, CTELE: Consumidores de Teleostei.

CHUVOSO				SECA			
Grupos	T	Permutações	P(MC)	Grupos	t	Permutações	P(MC)
CFITO, CMOLU	4,9272	10	0,0033	CFITO, CFICB	2,1931	4	0,1136
CFITO, CPOLY	2,3936	4	0,073	CFITO, CMOLU	4,9995	4	0,0181
CFITO, CZOOP	3,5697	56	0,0016	CFITO, CPOLY	5,221	4	0,0151
CFITO, CCRBE	3,4334	10	0,0197	CFITO, CZOOP	4,9375	84	0,0005
CFITO, CDETE	5,0183	56	0,0005	CFITO, CINSE	4,7832	4	0,0218
CFITO, CPEIX	4,3108	10	0,0085	CFITO, CCRBE	5,4097	10	0,0042
CMOLU, CPOLY	3,2901	3	0,1233	CFITO, CDEPE	5,3175	35	0,0014
CMOLU, CZOOP	4,6557	21	0,0007	CFICB, CMOLU	-	-	-
CMOLU, CCRBE	2,9731	3	0,0435	CFICB, CPOLY	-	-	-
CMOLU, CDETE	4,5512	21	0,0012	CFICB, CZOOP	2,9015	7	0,0212
CMOLU, CPEIX	5,204	3	0,0122	CFICB, CINSE	-	-	-
CPOLY, CZOOP	2,7751	6	0,0208	CFICB, CCRBE	2,4706	3	0,1956
CPOLY, CCRBE	2,6622	3	0,1701	CFICB, CDEPE	3,4029	5	0,0134
CPOLY, CDETE	3,2192	6	0,0084	CMOLU, CPOLY	-	-	-
CPOLY, CPEIX	3,5378	3	0,1192	CMOLU, CZOOP	3,3876	7	0,0019
CZOOP, CCRBE	1,9814	21	0,0334	CMOLU, CINSE	-	-	-
CZOOP, CDETE	4,321	126	0,0007	CMOLU, CCRBE	4,4053	3	0,0933
CZOOP, CPEIX	4,1925	21	0,0015	CMOLU, CDEPE	2,9726	5	0,0157
CCRBE, CDETE	3,4564	21	0,0198	CPOLY, CZOOP	3,3404	7	0,0112
CCRBE, CPEIX	4,4513	3	0,0227	CPOLY, CINSE	-	-	-
CDETE, CPEIX	2,2647	21	0,0315	CPOLY, CDEPE	3,7557	5	0,0096
				CPOLY, CCRBE	4,6694	2	0,0839
				CZOOP, CINSE	1,2839	7	0,2034
				CZOOP, CCRBE	2,3408	28	0,0123
				CZOOP, CDEPE	3,6921	210	0,0005
				CINSE, CCRBE	2,3245	3	0,1893
				CINSE, CDEPE	2,4853	5	0,0524
				CCRBE, CDEPE	3,4486	15	0,0091

Tabela 7. Categorias alimentares que mais contribuíram segundo o teste de similaridade SIMPER para a distinção das guildas tróficas formadas a partir das espécies capturadas no período chuvoso e seco na Barra de Mamanguape. Os valores de similaridade dentro dos grupos estão dispostos na diagonal (cinza), enquanto os demais representam os valores de dissimilaridade entre os grupos. CFITO: Consumidores de Fitobentos, CFICB: Consumidor de Fitobentos e Crustáceos Bentônicos, CMOLU: Consumidores de Mollusca, CPOLY: Consumidor de Polychaeta, CZOOP: Consumidores de Zooplâncton, CINSE: Consumidor de Insecta, CCRBE: Consumidores de Crustáceos Bentônicos, CDETE: Consumidores de Decapoda e Teleostei, CTELE: Consumidores de Teleostei.

CHUVOSO							
GUILDAS	CFITO	CMOLU	CPOLY	CZOO	CCRBE	CDETE	CTELE
CFITO	68,73% Fitobentos						
CMOLU	95,18% Fitobentos Crust. Bent.	78,33% Crust. Bent. Mollusca					
CPOLY	65,66% Polychaeta Mollusca	62,67% Polychaeta Crust. Bent.	-				
CZOO	64,79% Fitobentos Zooplâncton	87,78% Zooplâncton Crust. Bent.	72,34% Zooplâncton Polychaeta	68,79% Zooplâncton			
CCRBE	71,89% Crust. Bent. Fitobentos	57,41% Zooplâncton Mollusca	69,42% Zooplâncton Polychaeta	44,78% Crust. Bent. Fitobentos	70,41% Crust. Bent.		
CDETE	84,86% Fitobentos Teleostei	80,80% Mollusca Teleostei	78,92% Polychaeta Decapoda	65,44% Teleostei Decapoda	63,90% Teleostei Decapoda	71,26% Teleostei Decapoda	
CTELE	83,70% Teleostei Fitobentos	81,15% Teleostei Crust. Bent.	67,36% Polychaeta Teleostei	79,33% Teleostei Zooplâncton	83,51% Teleostei Zooplâncton	43,71% Zooplâncton Decapoda	78,29% Teleostei

SECO								
GUILDAS	CFITO	CFICB	CMOLU	CPOLY	CZOO	CINSE	CCRBE	CDETE
CFITO	78,27% Fitobentos							
CFICB	43,20% Crust. Bent. Infauna	-						
CMOLU	95,81% Fitobentos Mollusca	93,25% Mollusca Fitobentos	-					
CPOLY	100,00% Fitobentos Polychaeta	100,00% Polychaeta Fitobentos	99,29% Mollusca Polychaeta	-				
CZOO	82,33% Zooplâncton Fitobentos	78,86% Zooplâncton Crust. Bent.	93,86% Zooplâncton Mollusca	90,49% Zooplâncton Polychaeta	66,50% Zooplâncton			
CINSE	91,64% Fitobentos Zooplâncton	82,65% Zooplâncton Fitobentos	91,77% Mollusca Zooplâncton	100,00% Polychaeta Zooplâncton	41,13% Insecta Fitobentos	-		
CCRBE	83,83% Crust. Bent. Fitobentos	53,16% Zooplâncton Fitobentos	94,38% Mollusca Crust. Bent.	100,00% Crust. Bent. Polychaeta	51,65% Crust. Bent. Zooplâncton	50,77% Crust. Bent. Insecta	75,46% Crust. Bent.	
CDETE	87,13% Fitobentos Teleostei	90,45% Teleostei Fitobentos	79,78% Mollusca Teleostei	99,62% Polychaeta Teleostei	63,49% Teleostei Decapoda	66,31% Teleostei Decapoda	69,05% Crust. Bent. Teleostei	67,66% Teleostei Decapoda

Já para o período seco a análise de agrupamento (*cluster*) revelou, a partir de uma similaridade acima de 60%, a formação de oito guildas tróficas: Consumidores de Zooplâncton (CZOO) - *S. tessellatus*, *A. brasiliensis*, *L. grossidens*, *R. bahiensis*, *G. stomatus* e *A. lineatus*; Consumidor de Insecta (CINSE) - *H. unifasciatus*; Consumidores de Crustáceos Bentônicos (CCRBE) - *S. greeleyi* e *C. boleosoma*; Consumidores de Decapoda e Teleostei (CDETE) - *P. virginicus*, *C. macrops*, *C. spilopterus* e *C. latus*; Consumidores de Fitobentos (CFITO) - *M. liza*, *M. curema* e *E. melanopterus*; Consumidor de Fitobentos e Crustáceos Bentônicos (CFICB) - *E. argenteus*; Consumidor de Mollusca (CMOLU) - *S. testudineus*; Consumidor de Polychaeta (CPOLY) - *A. declivis* (Fig. 15). A classificação das guildas foi baseada no item que mostrou maior influencia na formação do grupo, mas vale ressaltar que em alguns casos, como as guildas consumidor de Insecta e consumidor de Decapoda e Teleostei apresentaram uma forte contribuição de zooplâncton.

As diferenças na composição da dieta entre essas guildas tróficas foram estatisticamente corroboradas pelo teste de PERMANOVA (Pseudo-F_{1,18}= 12,188; p < 0,0001). Os resultados do teste *pair-wise* entre as guildas do período seco podem ser observadas na Tabela 6. Guildas representadas por uma única espécie não apresentam resultados pelo *pair-wise* da PERMANOVA quando comparadas entre si (Tabela 6). As categorias alimentares que mais contribuíram para a distinção das guildas tróficas, segundo o teste de similaridade SIMPER, podem ser observadas na Tabela 7.

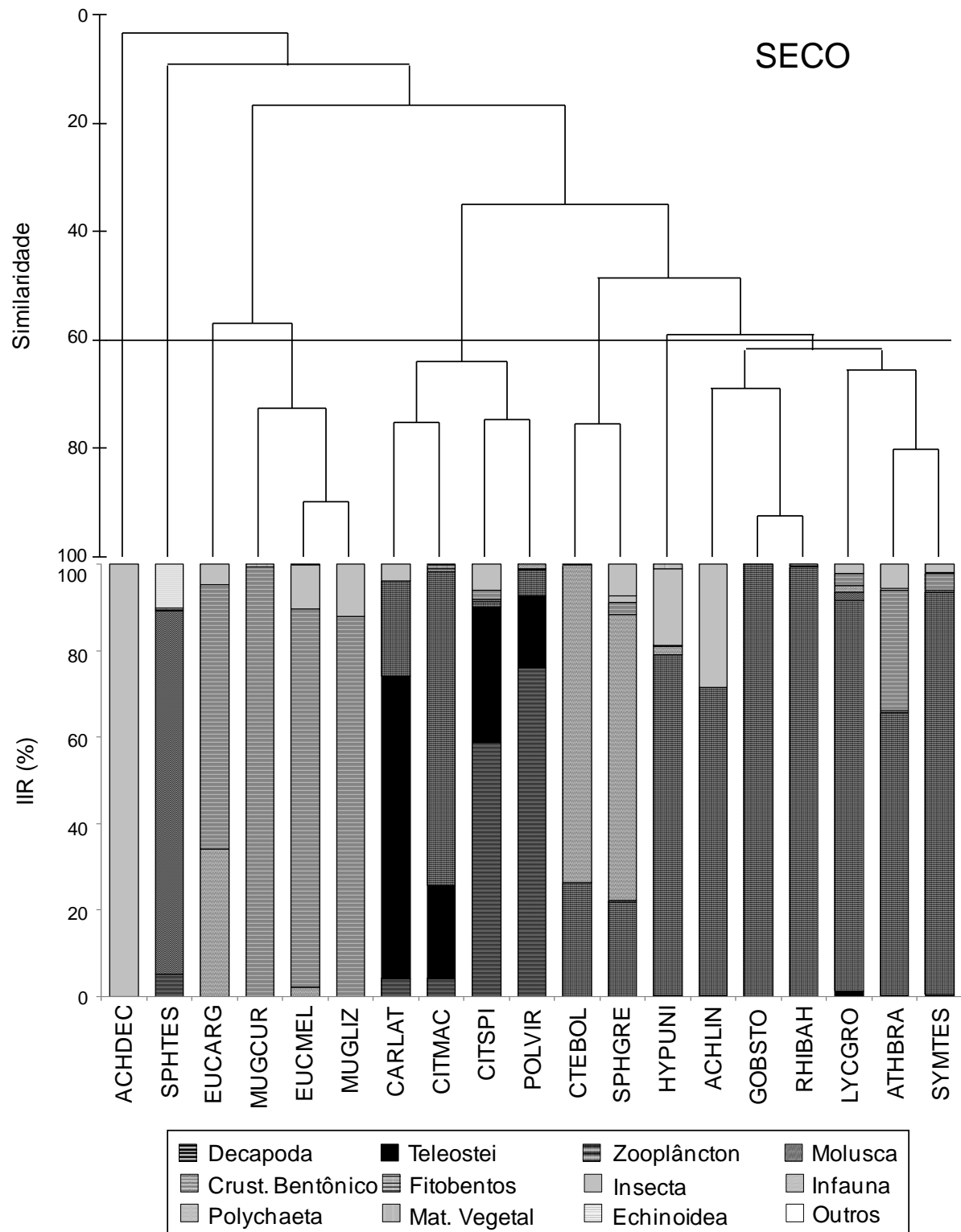


Fig. 15. Análise de agrupamento com base nos valores do Índice de Importância Relativa (IIR%) das categorias alimentares encontradas no conteúdo estomacal (quadro superior) e valores de IIR% das categorias alimentares para cada uma das espécies (quadro inferior) capturadas no período seco na Barra de Mamanguape. A linha horizontal representa o nível de similaridade (60%) adotada na definição das guildas tróficas. Vide Tabela 1 para a legenda do código das espécies.

Discussão

Atividade Alimentar

A análise dos hábitos alimentares dos peixes ao longo do fotoperíodo indicou que a maioria das espécies estudadas, aproximadamente 50%, apresentou atividade alimentar diurna. Essa predominância de predadores diurnos é comum em assembleias de peixes (Helfman *et al.*, 2009). Em ambientes estuarinos, por exemplo, é comum observar maior abundância e diversidade de peixes durante o período diurno (Methven *et al.*, 2001; Morrison *et al.*, 2002; Castillo-Rivera *et al.*, 2010), sendo que sua presença é geralmente relacionada ao fato dessas espécies utilizarem esses locais como zonas de alimentação (Sá *et al.*, 2006; Dolbeth *et al.*, 2008; Mendoza-Carranza & Vieira, 2008; França *et al.*, 2008). Embora não seja possível uma comparação direta com outras planícies de marés, devido a ausência de trabalhos que avaliam a atividade alimentar da assembleia de peixes como um todo nessas regiões, estudos em outros ambientes marinhos (e.g., recifes de coral) mostram que a proporção de espécies com atividade alimentar diurna pode variar entre 50 e 75% (Hobson, 1965).

Na planície de maré investigada, os peixes com atividade alimentar diurna abrangeram consumidores de Zooplâncton, Teleostei e Decapoda, Fitobentos e de Mollusca. Embora esses predadores pertençam a grupos taxonômicos distintos, muitos deles possuem adaptações morfológicas em comum, relacionadas a visão, locomoção e aparato bucal, que permitem encontrar e capturar com eficiência uma ampla variedade de presas durante o dia (Helfman *et al.*, 2009). Por exemplo, os peixes zooplancívoros de hábito diurno possuem, via de regra, tamanho corporal relativamente pequeno com formato fusiforme, nadadeira bifurcada, dentição incipiente e boca prostrátil que forma um funil quando se abre durante a captura da presa (Zavala-Camin, 1996; Nelson, 2006). Já os comedores de moluscos possuem geralmente adaptações na dentição, como dentes cônicos avantajados na parte anterior da mandíbula que permitem retirar os moluscos que se aderem ao substrato, os quais são triturados por dentes molariformes localizados na porção posterior da mandíbula ou na faringe (Nelson, 2006; Helfman *et al.*, 2009).

Indivíduos com comportamento noturno e crepuscular também foram observados, porém em menor proporção (15 e 10%, respectivamente). As espécies noturnas foram *Polydactylus virginicus*, *Ctenogobius boleosoma* e *Mugil curema*, enquanto os de hábito crepuscular foram *Achirus declives* e *A. lineatus*. Com exceção da tainha *Mugil curema*, essas espécies se alimentaram principalmente de peixes, crustáceos decápodes e poliquetas. Outros

trabalhos também têm demonstrado que a atividade alimentar noturna e crepuscular é observada nas espécies de hábito carnívoro (Hobson, 1965; Griffiths, 2001; Castillo-Rivera *et al.*, 2010). Esses predadores geralmente localizam e engolem suas presas através de adaptações morfológicas como bocas e olhos relativamente grandes (Pulcini *et al.*, 2008; Mazzoni *et al.*, 2010), o que fornece uma acuidade visual mais elevada para essas espécies noturnas quando comparado as espécies diurnas (Alexander, 1988).

Em contrapartida, a maior atividade alimentar noturna para *Mugil curema* não era esperado, considerando que o seu principal item alimentar parece estar disponível, em princípio, de dia. As tainhas são espécies que se alimentam principalmente de microfítobentos (especialmente diatomáceas) presentes sobre o sedimento ou aderidos a outros substratos consolidados, bem como de pequenos invertebrados e detritos (Soyinka, 2008). Portanto, seu principal alimento, as diatomáceas, são organismos autotróficos diminutos que realizam migração vertical (fototaxia), estando presentes na superfície do sedimento durante a luz do dia e em condições de transparência da água que favorecem a fotossíntese e migrando para o interior do sedimento durante a noite ou quando a água se torna mais turbulenta e turva (Ní Longphuirt *et al.*, 2006, Ying Du *et al.*, 2010).

Em contraste, a outra espécie de tainha analisada no presente estudo, *Mugil liza*, se alimentou como esperado principalmente durante o dia (entre o meio-dia e o entardecer) em ambas as estações do ano. Espécies deste gênero apresentam um hábito alimentar diurno e oportunista, podendo se alimentar quase continuamente durante todo o dia (Odum, 1970; Isangedighi *et al.*, 2009). A presença de conteúdo estomacal durante todo o dia, inclusive no período da noite, na análise da dieta de *M. curema* poderia ser explicado pela grande quantidade de sedimento ingerido pelos indivíduos (Ramanathan *et al.*, 1980; Vasconcelos-Filho, 1990; Franco & Bashirullah, 1992; Oliveira & Soares, 1996; Isangedighi *et al.*, 2009), o qual deve permanecer dentro do estômago por um intervalo de tempo elevado por ser refratário ao processo de digestão.

Cerca de 40% das espécies não apresentaram atividade alimentar definida, o que parece sugerir a hipótese que essas espécies se alimentam ao longo do ciclo de 24h. Isso poderia estar relacionado com o marcado grau de oportunismo alimentar que é bastante comum em peixes (Bolnick *et al.*, 2003; Potter *et al.*, 2013), os quais usualmente exploram presas que se tornam mais abundantes e disponíveis num determinado momento e local (Giberto *et al.*, 2007; Corrêa *et al.*, 2012).

A determinação dos padrões de atividade alimentar das espécies de peixes analisadas foi baseada nas informações quanto ao grau de digestibilidade das presas e o índice de

repleção dos estômagos. Esses parâmetros têm sido usados em vários trabalhos para avaliar a atividade alimentar, a qual pode ser classificada em diurna, noturna e/ou crepuscular de acordo com a intensidade de ingestão e a quantidade de presas frescas presentes em um determinado horário do ciclo de 24h (Danemann, 1993; Helmer *et al.*, 1995; Carvalho & Soares, 2006). Essas três categorias de atividade alimentar permitiram enquadrar a maioria das espécies analisadas na planície de maré estudada.

Contudo, algumas espécies não demonstraram atividade alimentar definida e, portanto, não se enquadraram nas categorias acima. Isso parece reforçar o fato de que o papel exato do fotoperíodo na mediação da atividade alimentar das espécies ainda não é bem conhecido (Neilson & Perry (1990). Além disso, fatores como a qualidade e tempo de digestão do alimento consumido podem dificultar a correta classificação desses padrões de comportamento (Jepsen & Winemiller, 2002). Por exemplo, alguns alimentos são mais resistentes (refratários) ao processo digestório e, portanto, podem perdurar mais tempo no estômago do predador (MacDonald *et al.*, 1982).

Variações Temporais na Dieta

Não ocorreram mudanças marcadas no número de categorias alimentares consumidas pelos peixes entre o período chuvoso e seco, sendo que Fitobentos, Zooplâncton e Crustáceo Bentônico se mantiveram como as mais consumidas em ambas as estações. Essa ausência de variação pode ser relacionada com a elevada diversidade e disponibilidade destes itens durante todo o ciclo anual, pois esses ambientes são classificados como altamente produtivos, quando comparados com águas costeiras e oceânicas, devido a elevada produção primária e secundária (Kennish, 1990; Vidal & Sassi, 1998). A contribuição zooplânctônica em estuários no nordeste brasileiro, por exemplo, é elevada em termos de abundância e biomassa ao longo do ano, tanto no período seco quanto chuvoso (Eskinazi-Sant'anna, 2000; Araújo, 1996). No estuário de Pina (Pernambuco) os copépodos, em particular, são as espécies com maior contribuição numérica para o zooplâncton total, sendo abundantes durante todo o ano. Outros componentes do zooplâncton, como larvas de crustáceos Brachyura, também possuem elevada biomassa em estuários tropicais (Eskinazi-Sant'anna, 2000). Não existem trabalhos publicados sobre a produção secundária no estuário do rio Mamanguape que permitam uma avaliação direta, mas a prevalência do zooplâncton na dieta de muitas espécies de peixes ao longo de todo o ano, parece ser uma evidência indireta de que a disponibilidade dessas presas é elevada como em outros estuários do nordeste Brasileiro.

Embora o número de categorias alimentares permaneceu similar entre as estações do ano, a proporção na qual essas categorias foram consumidas variou entre os períodos seco e chuvoso. Isso foi observado para Crustáceo Bentônico e Fitobentos, que foram mais importantes no período chuvoso e seco, respectivamente. Além disso, algumas categorias como Echinoidea foram consumidas apenas no período seco. Dentre as espécies estudadas, os peixes que mostraram maior variação temporal na dieta foram *Atherinella brasiliensis*, *Caranx latus*, *Eucinostomus argenteus*, *E. melanopterus*, *Gobionellus stomatus*, *Hyporhamphus unifasciatus*, *Lycengraulis grossidens*, *Sphoeroides testudineus* e *Symphurus tessellatus*. Esses padrões de variação temporal na dieta também têm sido registrados em outras regiões (Bortoluzzi *et al.*, 2006; Corrêa & Uieda, 2007; Gning *et al.*, 2008; Contente *et al.*, 2011; Earl *et al.*, 2011) e, geralmente, são associados a hipótese de que esse padrão é resultado direto da variabilidade na disponibilidade dos recursos alimentares (Corrêa *et al.*, 2012).

Não foram conduzidos estudos de disponibilidade dos itens alimentares que permitam avaliar essa hipótese. No entanto, estudos em outros sistemas aquáticos indicam que mudanças hidrológicas acarretam variações sazonais na disponibilidade de alimento. Por exemplo, estudos em rios tropicais e estuários sujeitos a variação do regime hidrológico, indicam que durante períodos prolongados de chuva ou seca podem afetar a disponibilidade e a acessibilidade do alimento e, assim, influenciar a organização trófica das assembleias de peixes (Winemiller, 1990; Livingston *et al.*, 1997; Luz-Agostinho *et al.*, 2008; Dantas *et al.*, 2012). Outro fator que pode ter ocasionado variação temporal na alimentação dos peixes são as mudanças associadas a ontogenia e o ciclo reprodutivo, que podem levar a necessidades nutricionais específicas em determinadas épocas do ano e/ou aumento da capacidade de captura de presas maiores e mais ágeis com o incremento em tamanho do predador (Corrêa *et al.*, 2012).

Mudanças Ontogenéticas na Dieta

No presente estudo, variações ontogenéticas na dieta foram observadas em boa parte das espécies estudadas (cerca de 50%), sendo que o padrão mais comumente encontrado foi uma mudança de uma alimentação dominada por zooplâncton nos indivíduos menores para uma dieta mais diversificada na medida em que os predadores aumentaram em tamanho, padrão comum observados em ambientes estuarinos (Elliott *et al.*, 2007). Foi possível observar que *Citharichthys macrops*, *Lutjanus synagris* e *Lycengraulis grossidens* apresentaram a dieta baseada em zooplâncton nas fases iniciais e depois passaram a consumir

peixes e crustáceos decápodes; *Achirus lineatus* e *Symphurus tessellatus* passaram a ingerir principalmente poliquetas; *Hyporhamphus unifasciatus* apresentou contribuição de insetos, enquanto *Ctenogobius boleosoma*, *Eucinostomus argenteus* e *E. melanopterus* passaram a consumir principalmente crustáceos bentônicos e fitobentos. Padrões de variações ontogenéticas como esses têm sido reportados para essas ou outras espécies congêneres em outros ecossistemas. Por exemplo, para a espécie *L. grossidens* (Ramos, 2005; Mai & Vieira, 2013), para os linguados dos gêneros *Citharichthys* e *Symphurus* (Guedes *et al.*, 2004), para espécies do gênero *Lutjanus* (Duarte & García, 1999; Pimentel & Joyeux 2010; Freitas *et al.*, 2011), *Hyporhamphus* (Robertsonl & Klumpp, 1983) e para espécies das famílias Gerreidae (Odum & Heald, 1972; Kerschner *et al.*, 1985; Soares *et al.*, 1993; Höfling *et al.*, 1998) e Gobiidae (Kanou *et al.*, 2005; Hernaman *et al.*, 2009; Choi & Suk, 2012; Contente *et al.*, 2012). Via de regra, estas mudanças refletem, entre outros fatores, variações morfológicas no aparato bucal (e.g., eficiência no mecanismo de protusão bucal, alterações no número de rastros branquiais e dentes), na eficiência da captura da presa (maior capacidade natatória e aumento da velocidade do empuxo) pelos predadores (Keast & Webb, 1966; Stoner, 1984; Pankhurst, 1989; Zavala-Camin, 1996). A troca de microhabitats entre a fase planctônica e bentônica do ciclo de vida de certas espécies, que pode estar associada com o deslocamento de zonas mais rasas para explorar regiões mais profundas do estuário, também são mencionadas na literatura como um fator que explica a variação ontogenética nos peixes em estuários (Miller & Skilleter, 2006; Gibran, 2007).

As mudanças ontogenéticas também podem ser explicadas do ponto de vista da teoria de forrageamento ótimo de Estabrook & Dunham (1976), a qual afirma que a variação ontogenética na dieta de um indivíduo é uma evolução gradual para maximizar o seu ganho líquido de energia. Nesse contexto, mudanças ontogenéticas na dieta podem ser vistas como adaptações que permitem que o indivíduo explore de modo mais eficiente o recurso alimentar na medida em que o esforço na captura da presa é minimizado e o retorno energético por presa consumida é maximizado. Assim, copépodes pelágicos podem ser energeticamente menos rentáveis, mas são valiosos para indivíduos de classes de tamanho menores, pois apresentam reduzida movimentação e menor esforço de forrageamento, visto que, são relativamente abundantes (Choi & Suk, 2012). Por outro lado, é comum observar entre os peixes uma maior preferência por presas energeticamente mais rentáveis em classes de tamanho maiores (Gill & Hart, 1994; Luczkovich *et al.*, 1995; Peterson & McIntyre, 1998; Choi & Suk, 2012). Assim, o aumento do esforço na procura e captura de presas maiores na medida em que o predador aumenta em tamanho pode ser recompensado pelo aumento da

rentabilidade calórica por presa consumida (Ellison *et al.*, 1979). Do ponto de vista da interação entre as espécies, essas adaptações podem levar a diminuição da sobreposição alimentar e a partição de nicho intra e interespecífica, favorecendo assim o maior aproveitamento dos recursos alimentares disponíveis e uma maior diversidade de espécies no ecossistema (Wootton, 1999; Ricklefs, 2003).

Vale ressaltar, entretanto, que algumas espécies não apresentaram um padrão marcado de variação ontogenética, como por exemplo, as tainhas *Mugil curema*, *M. liza* e a sardinha *Rhinosardinia bahiensis*. A ausência de variação ontogenética observada para a sardinha no presente estudo poderia ser atribuído a elevada captura de indivíduos adultos (~93% do total) com tamanhos relativamente semelhantes (entre 60 e 90 mm). É interessante observar que a grande maioria desses indivíduos eram fêmeas em estágio de maturação sexual que provavelmente estavam utilizando a região estudada para a desova. Embora não existam estudos publicados sobre a reprodução de *Rhinosardinia bahiensis*, existem relatos que representantes desse gênero, tal como a espécie *R. amazônica*, utilizam ambientes estuarinos tropicais como locais de reprodução (Barletta-Bergan, 1999; Giarrizzo & Krumme, 2009). No caso das tainhas, a ausência de variação ontogenética parece ser corroborada com resultados encontrados por Cardona (2001) que revelou uma alta similaridade na dieta e sobreposição de nicho entre espécies do gênero *Mugil* ao longo de seu desenvolvimento. Porém, é preciso avaliar esses resultados com cautela já que um estudo realizado com a espécie *Mugil cephalus* em um estuário na Nigéria revelou que ocorre variação na dieta desta espécie ao longo do seu desenvolvimento (Isangedighi *et al.*, 2009). Futuros estudos comparativos são necessários para avaliar se essa discrepância nos resultados é devida a diferenças metodológicas entre os estudos, diferenças interespecíficas ou diferenças na disponibilidade temporal de alimento em cada região.

Guildas Tróficas

Apesar do amplo espectro alimentar e da dieta variada entre as vinte espécies estudadas, foi possível reduzir essa diversidade em nove guildas com o emprego do conceito de guildas tróficas, o qual é definido como o agrupamento de espécies que exploram a mesma classe de recursos ambientais (Root, 1967; Franco *et al.*, 2006). A aplicação desse conceito permite simplificar sistemas complexos, na medida em que as espécies que compõem uma mesma guilda trófica irão ter um papel trófico semelhante no ambiente (Elliott *et al.*, 2007). Portanto, a aplicação de guildas tróficas é uma ferramenta importante para estudar ambientes naturalmente complexos e diversos, como é o caso do estuário tropical estudado no presente

trabalho. Essa abordagem tem sido aplicada com sucesso em estuários temperados, os quais tendem a serem menos diversos dos que os estuários tropicais (Day *et al.*, 2012). Por exemplo, um estudo realizado numa planície de maré na Baía de Tóquio no Japão com a dieta de 29 espécies de peixes revelou a ocorrência de apenas seis guildas tróficas (Kanou *et al.*, 2004), enquanto que no presente trabalho foram analisados um número menor de espécies de peixes (20), mas se obteve um número maior de guildas tróficas (9). Essa diferença pode estar relacionada com uma maior diversidade de habitats (e.g., presença de manguezais) e fontes alimentares (e.g., maior riqueza de presas bentônicas) em estuários tropicais em relação aos temperados (Day *et al.*, 2012).

A guilda trófica com maior número de representantes foi a dos consumidores de Zooplâncton, a qual foi composta de cinco espécies no período chuvoso e seis no seco. Isso poderia ser explicado pela elevada oferta de organismos zooplancetônicos nos estuários (Eskinazi-Sant'anna, 2000; Day *et al.*, 2012) e ao fato da maioria dos indivíduos analisados serem juvenis, os quais estão mais bem adaptadas ao consumo de presas de menor tamanho (Giberto *et al.*, 2007), como copépodes e larvas de crustáceo, que usualmente constituem os principais itens da dieta na fase inicial do ciclo de vida de muitas espécies de peixes que utilizam planícies de maré (Kanou *et al.*, 2004).

A maior parte das espécies (treze entre vinte) manteve-se nas mesmas guildas tróficas ao longo ano, independente da fase do regime hidrológico (período seco e chuvoso). Isso poderia estar relacionado com pouca variação na disponibilidade de alimento entre os dois períodos. Como já mencionado anteriormente, em sistemas tropicais sujeitos a marcadas variações nas chuvas e, conseqüentemente, na vazão dos rios é comum observar diferenças temporais na organização trófica da assembleia de peixes, por exemplo, devido à entrada de material alóctone no sistema com o aumento das chuvas e do fluxo dos rios ou durante períodos de alagamento (Winemiller, 1990; Livingston *et al.*, 1997; Luz-Agostinho *et al.*, 2008; Dantas *et al.*, 2012). É possível que a vazão dos rios e o aporte continental de matérias alóctones na planície de maré aqui estudada tenha sido pequena, e, portanto, tenha causada pouca variação na disponibilidade de alimentos no estuário. Isso poderia explicar a baixa variação na composição das guildas tróficas entre o período seco e chuvoso. Futuros estudos sobre a disponibilidade de alimento, especialmente organismos zooplancetônicos e bentônicos, desde a porção límnic até a desembocadura do estuário seriam necessários para avaliar essa hipótese.

Outro fator que poderia explicar a manutenção da maioria espécies nas mesmas guildas tróficas entre as estações é o fato da maioria delas serem espécies estuarinas

residentes, como por exemplo, *A. brasiliensis* (Adams, 1976), *C. macrops*, *C. spilopterus* (Chaves & Vendel, 1997), *C. boleosoma* (Vendel *et al.*, 2010), *S. greeleyi* e *S. testudineus* (Adams, 1976). Por completarem todo seu ciclo de vida no estuário, essas espécies não fazem incursões ao ambiente marinho ou límnico adjacente para se alimentarem entre as estações do ano (Vendel *et al.*, 2010; Elliot *et al.* 2007), aonde elas poderiam consumir presas diferentes e levar a mudança de guilda trófica.

Em relação aquelas espécies que apresentam mudanças de guilda trófica entre as estações, fatores diferentes poderiam ser atribuídos para explicar os padrões observados. No caso de *A. declives*, *H. unifasciatus*, *L. grossidens* e *S. tessellatus* a mudança de guildas poderia ser explicado pela variação ontogenética na dieta demonstrada por essas espécies, já que no período chuvoso *A. declives* consumiu principalmente decápode e teleósteo, enquanto no seco consumiu poliqueta, *H. unifasciatus* consumiu principalmente zooplâncton no período chuvoso e inseto no seco; e as espécies *L. grossidens* e *S. tessellatus*, no período seco, consumiram zooplâncton e no período chuvoso teleósteo e poliqueta, respectivamente (Zavala-Camin, 1996; Helfman *et al.*, 2009). Já para as espécies *E. melanopterus* e *G. stomatus* poderia estar relacionado com a própria amostragem, já que esses indivíduos foram capturados em abundância no período chuvoso (589 e 148, respectivamente), mas estavam praticamente ausentes nas capturas durante o período seco (8 e 3, respectivamente) (Corrêa & Uieda, 2007). Por último, vale ressaltar a presença da guilda de consumidores de teleósteos que ocorreu apenas no período chuvoso e foi formada pelas espécies *Citharichthys spilopterus* e *Lycengraulis grossidens*. Essas duas espécies consumiram uma grande quantidade de larvas de peixes nesse período, as quais poderiam ter sido oriundas do processo de recrutamento de algumas espécies de peixes que utilizam esta área na fase inicial do seu ciclo de vida principalmente no início do período chuvoso (Beck *et al.*, 2001).

Em suma, o presente trabalho mostrou que os peixes dominantes na planície de maré do estuário do rio Mamanguape utilizam uma ampla variedade de alimentos, especialmente de origem autóctone, que são possivelmente capturados tanto na coluna d'água (presas planctônicas) como junto ao fundo (presas bentônicas). De modo geral, os organismos zooplanctônicos, especialmente Cyclopoida e Calanoida, foram as presas mais consumidas pelos peixes, especialmente nas suas fases iniciais de vida, sendo que crustáceos bentônicos e peixes foram comuns na dieta de indivíduos maiores. O comportamento alimentar mais comumente observado entre os peixes estudados foi o diurno, com os indivíduos se alimentando em vários horários do dia. Algumas espécies também apresentaram atividade alimentar noturna e crepuscular, enquanto outras não apresentaram um padrão definido de

atividade alimentar ao longo do fotoperíodo. Essa marcada diversidade na dieta das vinte espécies de peixes estudadas pôde ser agrupada em nove guildas tróficas, com destaque para os consumidores de Zooplâncton que apresentou a maior riqueza de espécies. As variações temporais entre o período seco e chuvoso foram relativamente pequenas, com algumas guildas (e.g., consumidores de Insecta e de Teleostei), sendo restritas a apenas uma estação do ano (seco e chuvoso, respectivamente). Futuros estudos experimentais são necessários para validar as classificações de atividade alimentar e hipóteses de uso e partição dos recursos alimentares propostas no presente trabalho.

Agradecimentos: Nós somos gratos aos colegas do laboratório de Ictiologia da Universidade Estadual da Paraíba pela ajuda na coleta e processamento dos peixes, ao SISBIOTA: Rede Peixes Zonas Costeiras e a CAPES pelo fornecimento da bolsa estudantil para AFS.

Literatura Citada

Able, K. W. 2005. A re-examination of fish estuarine dependence: evidence for connectivity between estuarine and ocean habitats. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 64: 5-17.

Adams, S. 1976. Feeding ecology of eelgrass fish communities. *Transactions of the American Fisheries Society*, 4: 514-519.

Albaret, J. J. 1999. Les peuplements des estuaires et des lagunes. Pp. 325-349. In: *Les poissons des eaux continentales africaines* (eds C. Lévêque & D. Paugy). IRD, Paris.

Alexander, R. Mc. N. 1988. The scope and aims of functional and ecological morphology. *Netherlands Journal of Zoology*, 38: 3-22.

Anderson, M. J., R. N. Gorley & K. R. Clarke. 2008. PERMANOVA + for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. PRIMER-E, Plymouth.

Akin, S. & K. O. Winemiller. 2006. Seasonal variation in food web composition and structure in a temperate Tidal Estuary. *Estuaries and Coasts*, 29: 552-567.

Araújo, H. M. P. 1996. Zooplâncton dos estuários dos rios Piauí e Fundo (Sergipe, Brasil): flutuações espaciais, sazonais e tidais. Ph.D. Thesis, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 193p.

Araújo, M. E., J. M. C. Teixeira & A. M. E. Oliveira. 2004. Peixes estuarinos do nordeste brasileiro: Guia Ilustrado. Editora Universitária UFPE e EFC, Recife, 260p.

- Barletta-Bergan, A. 1999. Structure and seasonal dynamics of larval and juvenile fish in the mangrovefringed estuary of the Rio Caeté in North Brazil. Ph.D. Thesis, Zentrum für Marine Tropenökologie, University of Bremen, Germany, 206p.
- Beck, M. W., K. L. Heck, K. W. Able, D. L. Childers, D. B. Eggleston, B. M. Gillanders, B. Halpern, C. G. Hays, K. Hoshino, T. J. Minello, R. J. Orth, P. F. Sheridan & M. P. Weinstein. 2001. The identification, conservation, and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates. *BioScience*, 51(8): 633-641.
- Blaber, S. J. M & C. M. Bulman. 1987. Diets of fishes of the upper continental slope of eastern Tasmania: content, calorific values, dietary overlap and trophic relationships. *Marine Biology*, 95: 345-356.
- Blaber, S. J. M. 1997. Fish and fisheries of Tropical Estuaries. Chapman & Hall, London, 367p.
- Bolnick, D. I., R. Svanbäck, J. A. Fordyce, L. H. Yang, J. M. Davis, C. D. Hulsey & M. L. Forister. 2003. The ecology of individuals: incidence and implications of individual specialization. *The American Naturalist*, 161: 1-28.
- Bortoluzzi, T., A. C. Aschenbrenner, C. R. Silveira, D. C. Roos, E. D. Lepkoski, J. A. Martins, M. G. Goulart, E. Querol & M. V. Querol. 2006. Hábito alimentar da sardinha prata, *Lycengraulis grossidens* (Spix & Agassiz, 1829), (Pisces, Engraulidae), rio Uruguai médio, sudoeste do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biodiversidade Pampeana PUCRS, Uruguaiana*, 4: 11-23.
- Boujard, T., P. Keith & P. Luquet. 1990. Diel cycle in *Hoplosternum littorale* (Teleostei): evidence for synchronization of locomotion, air breathing and feeding activity by circadian alternation of light and dark. *Journal of Fish Biology*, 36: 133-140.
- Braga, R. R., H. Bornatowski & J. R. S. Vitule. 2012. Feeding ecology of fishes: an overview of worldwide publications. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 22: 931-932.
- Brown J. S., B. P. Kotler, R. J. Smith & W. O. Wirtz. 1988. The effects of owl predation on the foraging behavior of heteromyid rodents. *Oecologia*, 76: 408-415.
- Brusca R. C & G. J. Brusca. 2007. Invertebrates. 2^a ed. Guanabara Koogan, 888p.
- Cardona, L. 2001. Non-competitive coexistence between Mediterranean grey mullet: evidence from seasonal changes in food availability, niche breadth and trophic overlap. *Journal of Fish Biology*, 59: 729-744.

- Carvalho, M. R. & L. S. H. Soares. 2006. Diel feeding pattern and diet of rough scad *Trachurus lathami* Nichols, 1920 (Carangidae) from the Southwestern Atlantic. *Neotropical Ichthyology*, 4(4): 419-426.
- Castillo-Rivera, M., R. Zárate-Hernández, S. Ortiz-Burgos & J. Zavala-Hurtado. 2010. Diel and seasonal variability in the fish community structure of a mud-bottom estuarine habitat in the Gulf of Mexico. *Marine Ecology*, 31: 633-642.
- CERHPB - Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. 2004. Proposta de instituição do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte. Mimeo, João Pessoa.
- Chaves, P. T. C. & A. L. Vendel. 1997. Indicadores reprodutivos das espécies de *Citharichthys* (BLEEKER) (TELEOSTEI, PLEURONECTIFORMES) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 14 (1): 73-79.
- Choi, S. H. & H. Y. Suk. 2012. The mechanisms leading to ontogenetic diet shift in a microcarnivore, *Pterogobius elapoides* (Gobiidae). *Animal Cells and Systems*, 16 (4): 343-349.
- Clarke, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18: 117-143.
- Clarke, K. R. & R. N. Gorle. 2001. Getting Started with PRIMER v 6: User Manual/Tutorial. Primer E, Plymouth.
- Contente, R. F., M. F. Stefanoni & H. L. Spach. 2011. Feeding ecology of the Brazilian silverside *Atherinella brasiliensis* (Atherinopsidae) in a sub-tropical estuarine ecosystem. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 91(6): 1197-1205.
- Contente, R. F., M. F. Stefanoni & H. L. Spach. 2012. Feeding ecology of the American freshwater goby *Ctenogobius shufeldti* (Gobiidae, Perciformes) in a sub-tropical estuary. *Journal of Fish Biology*, 80: 2357-2373.
- Corrêa, M. O. D. A. & V. S. Uieda. 2007. Diet of the ichthyofauna associated with marginal vegetation of a mangrove forest in southeastern Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, Porto Alegre, 97(4): 486-497.
- Corrêa, F., M. C. Claudino, R. F. Bastos, S. Huckembeck, A. M. Garcia. 2012. Feeding ecology and prey preferences of a piscivorous fish, in the Lagoa do Peixe National Park, a Biosphere Reserve in Southern Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 93: 1-12.
- Cortés, E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to Elasmobranch fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54: 726-738.

- Danemann, G. D. 1993. General characteristics of the diet of *Trachinotus rhodopus* (Perciformes: Carangidae). *Revista de Biología Tropical*, 41(3b): 811-815.
- Dantas, D. V., M. Barletta, J. A. A. Ramos, A. R. A. Lima & M. F. Costa. 2012. Seasonal diet shifts and overlap between two sympatric catfishes in an estuarine nursery. *Estuaries and Coasts*, 36(2): 237-256.
- Day, J. W., W. M. Kemp, A. Yáñez-Arancibia & B. C. Crump. 2012. *Estuarine Ecology*. 2 ed. Wiley-Blackwell, 568 pgs.
- Dolbeth, M., P. G. Cardoso, S. M. Ferreira, T. Verdelhos, D. Raffaelli & M. A. Pardal. 2007. Anthropogenic and natural disturbance effects on a macrobenthic estuarine community over a 10-year period. *Marine Pollution Bulletin*, 54: 576-585.
- Dolbeth, M., F. Martinho, R. O. Leita, H. Cabral & M. A. Pardal. 2008. Feeding patterns of the dominant benthic and demersal fish community in a temperate estuary. *Journal of Fish Biology*, 72: 2500-2517.
- Duarte, L. O. & C. B. García. 1999. Diet of the mutton snapper *Lutjanus analis* (Cuvier) from the gulf of Salamanca, Colombia, Caribbean Sea. *Bulletin of Marine Science*, 65: 453-465.
- Earl, J., A. J. Fowler & S. Dittmann. 2011. Temporal variation in feeding behaviour and trophic ecology of the temperate hemiramphid, *Hyporhamphus melanochir*. *Environmental Biology of Fishes*, 90: 71-83.
- Elliott, M. & F. Dewailly. 1995. Structure and components of European estuarine fish assemblages. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, 29: 397-417.
- Elliott, M., K. L. Hemingway, M. J. Costello, S. Duhamel, K. Hostens, M. Labropoulou, S. Marshall & H. Winkler. 2002. Links between fish and other trophic levels. Pp. 124-216. In *Fishes in Estuaries* (Elliott, M. & Hemingway, K. L., eds). Bodmin: Blackwell Science.
- Elliott, M., A. K. Whitfield, I. C. Potter, S. J. M. Blaber, D. P. Cyrus, F. G. Nordlie & T. D. Harrison. 2007. The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: a global review. *Fish and Fisheries*, 8: 241-268.
- Ellison, J. P., C. Terry & J. S. Stephens. 1979. Food resource utilization among five species of embiotocids at King Harbor, California, with preliminary estimates of caloric intake. *Marine Biology*, 52: 161-169.
- Elton, C. S. 1927. *Animal ecology*. Sidgwick and Jackson, London, 209p.

Eskinazi-Sant'anna, E. M. 2000. Zooplankton abundance and biomass in a Tropical Estuary (Pina Estuary-Northeast Brazil). *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, Recife*, 28(1): 21- 34.

Estabrook, F. & A. E. Dunham. 1976. Optimal diet as a function of absolute abundance, relative abundance, and relative value of available prey. *The American Naturalist*, 110: 401-413.

Figueiredo, J. L. & N. A. Menezes. 1978. *Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil*. Museu de Zoologia. Universidade de São Paulo, São Paulo.

Figueiredo, J. L. & N. A. Menezes. 1980. *Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil*. Museu de Zoologia. Universidade de São Paulo, São Paulo.

Figueiredo, J. L. & N. A. Menezes. 2000. *Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil*. Museu de Zoologia. Universidade de São Paulo, São Paulo.

França, S., M. A. Pardal & H. N. Cabral. 2008. Mudflat nekton assemblages in the Tagus estuary (Portugal): distribution and feeding patterns. *Scientia Marina*, 72(3): 591-602.

Franco, L. & K. M. B. Bashirullah. 1992. Alimentación de la lisa (*Mugil curema*) del golfo de Cariaco-Estado Sucre, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 10(2): 219-238.

Franco, A., P. Franzoi, S. Malavasi, F. Riccato, P. Torricelli & D. Mainardi. 2006. Use of shallow water habitats by fish assemblages in a Mediterranean coastal lagoon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 66: 67-83.

Freitas, M. O., V. Abilhoa & G. H. C. Silva. 2011. Feeding ecology of *Lutjanus analis* (Teleostei: Lutjanidae) from Abrolhos Bank, Eastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 9(2): 411-418.

Gamito, S., A. Pires, C. Pita & K. Erzini. 2003. Food availability and the feeding ecology of ichthyofauna of a Ria Formosa (South Portugal) water reservoir. *Estuaries*, 26: 938-948.

Garrison, L. P. & J. S. Link. 2000. Dietary guild structure of the fish community in the northeast United States continental shelf ecosystem. *Marine Ecological Progress Series*, 202: 231-240.

Giarrizzo, T. & U. Krumme. 2009. Temporal patterns in the occurrence of selected tropical fishes in mangrove creeks: implications for the fisheries management in north Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52(3): 679-688.

- Giberto, D. A., C. S. Bremec, E. M. Acha & H. W. Mianzan. 2007. Feeding of the whitemouth croaker *Micropogonias Furnieri* (Sciaenidae; Pisces) in the estuary of the Rio de La Plata and adjacent Uruguayan coastal waters. *Atlântica*, Rio Grande, 29(2): 75-84.
- Gibran, F. Z. 2007. Activity, habitat use, feeding behavior, and diet of four sympatric species of Serranidae (Actinopterygii: Perciformes) in southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 5(3): 387-398.
- Gill, A. B. & P. J. B. Hart. 1994. Feeding behaviour and prey choice of the threespine stickleback: the interacting effects of prey size, fish size and stomach fullness. *Animal Behaviour*, 47: 921-932.
- Gning, N., G. Vidy & O. T. Thiaw. 2008. Feeding ecology and ontogenic diet shifts of juvenile fish species in an inverse estuary: The Sine-Saloum, Senegal. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 76: 395-403.
- Griffiths, S. P. 2001. Diel variation in the seagrass ichthyofaunas of three intermittently open estuaries in south-eastern Australia: implications for improving fish diversity assessments. *Fisheries Management and Ecology*, 8: 123-140.
- Grove, D. J., L. Lozoides & Nott, J. 1978. Satiation amount frequency of feeding and gastric emptying rate in *Salmo gairdneri*. *Journal of Fish Biology*, 12: 507-516.
- Guedes, A. P. P., F. G. Araújo & M. C. C. Azevedo. 2004. Estratégia trófica dos linguados *Citharichthys spilopterus* Günther e *Symphurus tessellatus* (Quoy & Gaimard) (Actinopterygii, Pleuronectiformes) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(4): 857-864.
- Gulland, J. A. 1983. *Fish stock assessment: a manual of basic methods*. John Wiley, New York, 223p.
- Helfman, G. S., B. B. Collette, D. E. Facey & B. W. Bowen. 2009. *The diversity of fishes: Biology, Evolution and Ecology*. 2 ed. Wiley-Blackwell, 720p.
- Hellawell, J. M. & R. Abel. 1971. A rapid volumetric method for the analysis of the food of fishes. *Journal of Fish Biology*, 3(1): 29-37.
- Helmer, J. L., R. L. Teixeira & C. Monteiro-Neto. 1995. Food habits of young *Trachinotus* (Pisces, Carangidae) in the inner surf-zone of a sandy beach in southeast Brazil. *Atlantica*. 17: 95-107.
- Hernaman, V., P. K. Probert & W. D. Robbins. 2009. Trophic ecology of coral reef gobies: interspecific, ontogenetic, and seasonal comparison of diet and feeding intensity. *Marine Biology*, 156: 317-330.

- Hobson, E. S. Diurnal-nocturnal activity of some inshore fishes in the Gulf of California. *Copeia*, 1965: 291-302.
- Hobson, E. S. 1991. Trophic relationships of fishes specialized to feed on zooplankters above coral reefs. Pp 69-95. In: Sale PF (ed) *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic, San Diego.
- Höfling, J. C., L. I. Ferreira, F. B. Ribeiro-Neto, A. M. Paiva-Filho, P. A. B. Lima, & T. E. Gibin. 1998. Alimentação de peixes da família Gerreidae do complexo estuarino-lagunar de Cananéia, SP, Brasil. *Bioikos*, 12(1): 7-18.
- Hyslop, E. J. 1980. Stomach contents analysis, a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17(4): 411-430.
- Isangedighi, I. A., P. J. Udo & I. E. Ekpo. 2009. Diet composition of *Mugil Cephalus* (PISCES: MUGILIDAE) in the cross river estuary, Niger Delta, Nigeria. *Nigerian Journal of Agriculture, Food and Environment*, 5(2-4): 10-15.
- Jepsen, D. B. & K. O. Winemiller. 2002. Structure of tropical river food webs revealed by stable isotope ratios. *Oikos*, 9: 46-55.
- Kanou, K., M. Sano & H. Kohno. 2004. Food habits of fishes on unvegetated tidal mudflats in Tokyo Bay, central Japan. *Fisheries Science*, 70: 978-987.
- Kanou, K., M. Sano & H. Kohno. 2005. Ontogenetic diet shift, feeding rhythm, and daily ration of juvenile yellowfin goby *Acanthogobius flavimanus* on a tidal mudflat in the Tama River estuary, central Japan. *Ichthyological Research*, 52: 319-324.
- Keast, A. & D. Webb. 1966. Mouth and body form relative to feeding ecology in the fish fauna of a small lake, Lake Opinicon, Ontario. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 23(12): 1845-1874.
- Kennish, M. J. 1990. *Ecology of Estuaries*. Boston, CRC Press, 391p.
- Kerschner, B. A., M. S. Peterson & R. G. Gilmore. 1985. Ecotopic and ontogenic trophic variations in mojarras (Pisces: Gerreidae). *Estuaries*, 8: 311-322.
- Krivan, V. & S. Diehl. 2005. Adaptive omnivory and species coexistence in tri-trophic food webs. *Theoretical Population Biology*, 67: 85-99.
- Kronfeld-Schor, N. & T. Dayan. 2003. Partitioning of time as an ecological resource. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34: 153-181.

- Livingston, R. J., X. Niu, F. G. Lewis & G. C. Woodsum. 1997. Freshwater input to a gulf estuary: long-term control of trophic organization. *Ecological Applications*, 7: 277-299.
- Lobry, J., L. Mourand, E. Rochard & P. Elie. 2003 Structure of the Gironde estuarine fish assemblages: a comparison of European estuaries perspective. *Aquatic Living Resources*, 16: 47-58.
- Lowe-McConnell, R. H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. Edusp, São Paulo, 534p.
- Luczkovich, J. J., S. F. Norton & R. G. Gilmore Jr. 1995. The influence of oral anatomy on prey selection during the ontogeny of two Percoid fishes, *Lagadon rhomboids* and *Centropomus undecimalis*. *Environmental Biology of Fishes*, 44: 79-95.
- Luz-Agostinho, K. D. G., A. A. Agostinho, L. C. Gomes & H. F. Júlio Jr. 2008. Influence of flood pulses on diet composition and trophic relationships among piscivorous fish in the upper Paraná River floodplain. *Hydrobiologia*, 607: 187-198.
- MacArthur, R. H. & R. Levins. 1967. The limiting similarity, convergence and divergence of coexisting species. *The American Naturalist*, 101: 377-385.
- MacDonald, J. S., K. G. Waiwood & R. H. Green. 1982. Rates digestion of different prey in Atlantic Cod (*Gadus morhua*), ocean pout (*Macrozoarces americanus*), winter flounder (*Pseudopleuronectes americanus*), and American Plaice (*Hippoglossoides platessoides*). *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences*, 39: 651-659.
- Mai, A. C. G. & J. P. Vieira. 2013. Review and consideration on habitat use, distribution and life history of *Lycengraulis grossidens* (Agassiz, 1829) (Actinopterygii, Clupeiformes, Engraulididae). *Biota Neotropica*, 13(3): 121-130.
- Mazzoni, R., M. Moraes, C. F. Rezende & J. C. Miranda. 2010. Alimentação e padrões ecomorfológicos das espécies de peixes de riacho do alto rio Tocantins, Goiás, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, Porto Alegre, 100(2): 162-168.
- Mclusky, D. S. & M. Elliott. 2004. *The Estuarine Ecosystem. Ecology, Threats and Management*, 3rd ed. Oxford: University Press, 224p.
- Mendoza-Carranza, M. & J. P. Vieira. 2008. Whitemouth croaker *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) feeding strategies across four southern Brazilian estuaries. *Aquatic Ecology* (Dordrecht. Online), 42: 83-93.
- Methven, D. A., R. L. Haedrich & G. A. Rose. 2001. The fish assemblage of a Newfoundland estuary: diel, monthly, and annual variation. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 52: 669-687.

- Miller, S. J. & G. A. Skilleter. 2006. Temporal variation in habitat use by nekton in a subtropical estuarine system. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 337: 82-95.
- Menezes, N. A. & J. L. Figueiredo. 1980. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. Museu de Zoologia. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Menezes, N. A. & J. L. Figueiredo. 1985. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. Museu de Zoologia. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Morrison, M. A., M. P. Francis, B. W. Hartill & D. M. Parkinson. 2002. Diurnal and tidal variation in the abundance of the fish fauna of a temperate tidal mudflat. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 54: 793-807.
- Nelson, J. S. 2006. Fishes of the world. 4rd edition, John Wiley and Sons, New York, 624p.
- Neves, L. M., T. P. Teixeira, T. P. Franco, H. H. Pereira & F. G. Araújo. 2013. Fish composition and assemblage structure in the estuarine mixing zone of a tropical estuary: comparisons between the main channel and an adjacent lagoon. *Marine Biology Research*, 9(7): 661-675.
- Ní Longphuirt, S., A. Leynaert, J. M. Guarini, L. Chauvaud, P. Claquin, O. Herlory, E. Amice, P. Huonnic & O. Ragueneau. 2006. Discovery of microphytobenthos migration in the subtidal zone. *Marine Ecology Progress Series*, 328: 143-154.
- Neilson, J. D. & R. I. Perry. 1990. Diel vertical migrations of marine fishes: an obligate or facultative process? *Advances in Marine Biology*, 26: 115-168.
- Odum, W. E. 1970. Utilization of the Direct Grazing and Plant Detritus Food Chains by the Striped Mullet, *Mugil cephalus*. Pp. 222-240. In: Steele, J. H. Mar. foo. Chai. Edinburgh, Oliver and Boyd.
- Odum, W. E. & E. J. Heald. 1972. Trophic analyses of an estuarine mangrove community. *Bulletin of Marine Science*, 22(2-4): 671-738.
- Oliveira, I. R. & L. S. H. Soares. 1996. Alimentação da tainha *Mugil platanus* GÜNTHER, 1880 (PISCES:MUGILIDAE) da região estuarino lagunar de Cananéia, São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 23: 95-104.
- Pankhurst, N. W. 1989. The relationship of ocular morphology to feeding modes and activity periods in shallow marine teleosts from New Zealand. *Environmental Biology of Fishes*, 26: 201-211.

- Peres-Neto, P. R. 2004. Patterns in the co-occurrence of fish species in streams: the role of site suitability, morphology and phylogeny versus species interactions. *Oecologia*, 140: 352-360.
- Peterson, C. C. & P. McIntyre. 1998. Ontogenetic diet shifts in *Roeboides affinis* with morphological comparisons. *Environmental Biology of Fishes*, 53: 105-110.
- Pimentel, C. R. & J. C. Joyeux. 2010. Diet and food partitioning between juveniles of mutton Lutjanus analis, dog Lutjanus jocu and lane Lutjanus synagris snappers (Perciformes: Lutjanidae) in a mangrove-fringed estuarine environment. *Journal of Fish Biology*, 76(10): 2299-2317.
- Pinkas, L. 1971. Food habits study. Pp. 5-10. *In*: L. Pinkas, M. S. Oliphant, I. L. K. Iverson (eds.), Food habits of albacore bluefin tuna and bonito in California waters. *Fishery Bulletin*, 105p.
- Potter, I. C. & G. A. Hyndes. 1999. Characteristics of the ichthyofaunas of southwestern Australian estuaries, including comparisons with holarctic estuaries and estuaries elsewhere in temperate Australia: a review. *Austral Ecology*, 24: 395-421.
- Potter, I. C., B. M. Chuwen, S. D. Hoeksema & M. Elliott. 2010. The concept of an estuary: a definition that incorporates systems which can become closed to the ocean and hypersaline. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 87: 497-500.
- Potter, I. C., J. R. Tweedley, M. Elliott & A. K. Whitfield. 2013. The ways in which fish use estuaries: a refinement and expansion of the guild approach. *Fish and Fisheries*, 15(1): 1-10.
- Power, M. E. 1997. Estimating impacts of a dominant detritivore in a neotropical stream. *Trends in Ecology & Evolution*, 12(2): 47-48.
- Pulcini, D., C. Costa, J. Aguzzi & S. Cataudella. 2008. Light and Shape: A Contribution to Demonstrate Morphological Differences in Diurnal and Nocturnal Teleosts. *Journal of Morphology*, 269: 375-385.
- Ramanathan, S., R. A. Araújo & N.T. Chellappa. 1980. Food and feeding habits of adult *Mugil curema* (Valenciennes) in the brackish water and the Potengi estuary, in Rio Grande do Norte, Brazil. *Ciência e Cultura*, 32(5): 578-580.
- Ramos, L. A. 2005. Auto-ecologia de *Lycengraulis grossidens* (Agassiz, 1829) (Clupeiformes, Engraulididae) em estuários do Rio Grande do Sul e sua pesca na barra do rio Tramandaí, RS, Brasil. Ph.D. Thesis, Universidade Federal de Rio Grande. Rio Grande. 135p.
- Ricklefs, R. E. 2003. A economia da natureza. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 501p.

- Robertson, A. I. & D. W. Klumpp, 1983. Feeding habits of the Southern Australian garfish *Hyporhamphus melanochir*: a diurnal herbivore and nocturnal carnivore. *Marine Ecology Progress Series*, 10:197-201.
- Root, R. B. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-grey gnatcatcher. *Ecological Monographs*, 37: 317-350.
- Russell, N. R. & R. J. Wootton. 1993. Satiation, digestive tract evacuation and return of appetite in the European minnow *Phoxinus phoxinus* (Cyprinidae) following short periods of pre-prandial starvation. *Environmental Biology of Fishes*, 38: 385-390.
- Sá, R., C. Bexiga, P. Veiga, L. Vieira & K. Erzini. 2006. Feeding ecology and trophic relationships of fish species in the lower Guadiana River Estuary and Castro Marim e Vila Real de Santo Antonio Salt Marsh. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 70: 19-26.
- Schafer, L. N., M. E. Platel, F. J. Valesini & I. C. Potter. 2002. Comparisons between the influence of habitat type, season and body size on the dietary compositions of fish species in nearshore marine waters. *Journal of Experimental marine Biology and Ecology*, 278: 67-92.
- Schoener, T. W. 1974. The competition hypothesis and temporal resource partitioning. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 71: 4169-4172.
- Soares, L. S. H., M. A. Gasalla, M. A. T. Rios, M. V. Arrasa & C. L. D. B. Rossi-Wongtschowski. 1993. Grupos tróficos de onze espécies dominantes de peixes demersais da plataforma continental interna de Ubatuba, Brasil. *Publicação especial do Instituto Oceanográfico*, 10: 189-198.
- Soyinka, O. O. 2008. The feeding ecology of *Mugil cephalus* (Linnaeus) from a high brackish tropical lagoon in South-west, Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 7(22): 4192-4198.
- Spieler, R. E. & T. Noeske. 1984. Effects of photoperiod and feeding schedule on diel variations of locomotor activity, cortisol, and thyroxine in Goldfish. *Transactions of the American Fisheries Society*, 113: 528-539.
- Sturges, H. A. 1926. The choice of a class interval. *Journal of the American Statistical Association*, 21: 65-66.
- Stoner, A. W. & R. J. Livingston. Ontogenetic patterns in diet and feeding morphology in sympatric sparid fishes from seagrass meadows. *Copeia*, 1984: 174-187.

- Svensson, C. J., G. A. Hyndes & P. S. Lavery. 2007. Food web analysis in two permanently open temperate estuaries: consequences of saltmarsh loss? *Marine Environmental Research*, 64: 286-304.
- Townsend, C. R. & I. J. Winfield. 1985. The application of optimal foraging theory to feeding behavior in fish. Pp 67-98. In: Tytler P, Calow P (eds) *Fish energetics: new perspectives*. Croom Helm, London.
- Vasconcelos-Filho, A. L. 1990. Estudo do Conteúdo Estomacal de *Mugil curema* Valenciennes, 1836 e *Mugil liza* Valenciennes, 1836 (Pisces-Mugilidae), cultivadas em viveiros estuarino da área de Itamaracá (Pernambuco - Brasil). *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, Recife*, 21: 345-362.
- Vendel, A. L., J. Bouchereau & P. T. Chaves. 2010. Environmental and subtidal fish assemblage relationships in two different Brazilian Coastal Estuaries. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 53(6): 1393-1406.
- Vidal, W. C. L. & R. Sassi. 1998. Influência do manguezal na região marinha adjacente à laguna de Jacarapé, João Pessoa, Paraíba, Brasil. V Encontro de Iniciação Científica da UFPB, p. 89-105.
- Whitfield, A. K. 1990. Life-history styles of fishes in South African estuaries. *Environmental Biology of Fishes*, 28: 295-308.
- Whitfield, A. K. 1998. *Biology and Ecology of Fishes in Southern African Estuaries*. Ichthyological Monographs of the J.L.B. Smith Institute of Ichthyology, Grahamstown, South Africa, 223p.
- Whitfield, A. K. 1999. Ichthyofaunal assemblages in estuaries: a South African case study. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 9: 151-186.
- Winemiller, K. O. 1990. Spatial and Temporal Variation in Tropical Fish Trophic Networks. *Ecological Monographs*, 60(3): 331-367.
- Winemiller, K. O., A. A. Agostinho & E. P. Caramaschi. 2008. Fish ecology in tropical streams. Pp 107-146. In: Dudgeon D (ed) *Tropical stream ecology*. Elsevier/Academic Press, San Diego.
- Wootton, R. J. 1999. *Ecology of teleost fishes*. Chapman and Hall Ltd., London, 2nd ed, p. 399.
- Xavier J. H. A, C. A. M. M. Cordeiro, G. D. Tenório, A. F. Diniz, E. P. N. P. Júnior, R. S. Rosa, I. L. Rosa. 2012. Fish assemblage of the Mamanguape Environmental Protection Area,

NE Brazil: abundance, composition and microhabitat availability along the mangrove-reef gradient. *Neotropical Ichthyology*, 10(1): 109-122.

Ying Du, G., J. H. Oak, H. Li & I. K. Chung. 2010. Effect of light and sediment grain size on the vertical migration of benthic diatoms. *Algae*, 25(3): 133-140.

Zavala-Camin, L. A. 1996. Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes. EDUEM, Maringá, 129p.

CONCLUSÃO GERAL

Os resultados do presente estudo permitem concluir que a assembleia de peixes do estuário do Rio Mamanguape (PB) sofre influencia de variações de curto prazo, tal como do fotoperíodo (presença e ausência da luz) e oscilação da maré (alta e baixa). Foi possível verificar uma maior influência do fotoperíodo na estrutura da comunidade, pois um maior número de indivíduos foi capturado durante o período do dia, com o maior valor de captura registrado coincidindo com o maior pico de incidência luminosa, ao meio-dia. A composição desta ictiofauna também varia ao longo do fotoperíodo, pois a ausência da luz (período noturno) parece tornar a planície de maré estudada um habitat propício para algumas espécies, geralmente marinhas, que possivelmente estão adaptadas ao forrageio noturno. A ocorrência dessas espécies no período noturno contribuiu para uma maior riqueza registrada nesse turno. Em comparação com o fotoperíodo, a influência da maré na estrutura da assembléia estudada foi menos acentuada, sendo que a oscilação da maré parece determinar variações na abundancia, como um maior número de indivíduos capturados na maré baixa, porém não influência de modo significativo a riqueza de espécies no local. A biomassa registrada durante a amostragem foi relativamente baixa, dada a elevada abundância de indivíduos coletados, isso caracteriza a grande captura de indivíduos de pequeno porte, sendo a maioria deles juvenis, isto contribui para a atribuição de que a planície de maré estudada é um local propício para o desenvolvimento e sobrevivência, nesta fase de vida vulnerável, de várias espécies de peixes que utilizam estas áreas como ambiente de desova e/ou berçário para suas larvas e juvenis. Vinte espécies foram escolhidas para análise dos padrões de atividade alimentar e doze demonstraram atividade alimentar diurna pelo menos em um dos períodos (chuvoso e seco) avaliados, concluindo que a maioria das espécies analisadas da planície de maré do rio Mamanguape depende do período de luz para sua alimentação, seja na captura (utilização da visão) ou dependência da disponibilidade da presa (variação no comportamento diurnal da presa) no período claro, confirmando que a maior abundância de captura registrada no período diurno estar atrelado ao comportamento alimentar diurno dessas espécies. O registro de um grande número de itens alimentares (44), que subsequentemente forma agrupados em doze categorias alimentares, indicou que Crustáceos Bentônicos, Fitobentos e Zooplâncton foram as categorias mais ocorrentes na dieta destas espécies. O Zooplâncton, em particular, foi a mais abundante no conteúdo estomacal dos peixes, corroborando com a caracterização de uma comunidade composta principalmente por indivíduos juvenis e/ou pequeno porte. Quando

considerada a similaridade na dieta das vinte espécies foi possível sintetizar a diversidade nos hábitos alimentares desta assembleia de peixes para nove guildas tróficas: Consumidores de Fitobentos, Consumidor de Fitobentos e Crustáceos Bentônicos, Consumidores de Mollusca, Consumidor de Polychaeta, Consumidores de Zooplâncton, Consumidor de Insecta, Consumidores de Crustáceos Bentônicos, Consumidores de Decapoda e Teleostei e Consumidores de Teleostei. Dessas, a guilda trófica ‘Consumidores de Zooplâncton’ foi a mais representativa, em termos de número de espécies, sendo formada por *Achirus lineatus*, *Atherinella brasiliensis*, *Eucinostomus melanopterus*, *Gobionellus stomatus*, *Hyporhamphus unifasciatus*, *Lycengraulis grossidens*, *Rhinosardinia bahiensis* e *Symphurus tessellatus*. A maior contribuição e relevância dessa guilda pode estar relacionada a ontogenia das espécies (i.e., a formas juvenis foram predominantes e muitos dele se alimentaram de zooplâncton) e também pode estar relacionada a uma elevada abundância e biomassa de organismos zooplânctônicos nessa região, porém estudos futuros são necessários para avaliar essa hipótese. Diante do exposto, concluímos que a planície de maré avaliada, além de ser um local importante para o desenvolvimento e sobrevivência destas espécies juvenis e/ou pequeno porte, é também um ambiente propício para alimentação dessas espécies, visto a elevada abundância de itens alimentares e a diversidade de guildas tróficas que compõe a ictiofauna estuarina da planície da maré. Os resultados também reforçam a idéia de que ambientes rasos, como as planícies de maré, são áreas de recrutamento e alimentação de várias espécies de peixes e, portanto, são importantes na manutenção das populações adultas de peixes que habitam os estuários e regiões marinhas, inclusive peixes de importância comercial. Assim, os resultados obtidos no presente trabalho podem ser importantes para orientar a elaboração de planos de manejo para a conservação não só da ictiofauna, mas também de toda a biota que utiliza essa importante Área de Proteção Ambiental na costa nordeste do Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBARET, J. J. **Les peuplements des estuaires et des lagunes**. Pp. 325-349. In: Les poissons des eaux continentales africaines (eds C. Lévêque & D. Paugy). IRD, Paris. 1999.
- ALBERT, O. T. Diel changes in food and feeding of small gadoids on a coastal bank. – **ICES Journal of Marine Science**, n. 52, p. 873-885, 1995.
- ARCEO-CARRANZA, D.; VEGA-CENDEJAS, M. E.; MONTERO-MUÑOZ, J. L.; HERNÁNDEZ DE SANTILLANA, M. J. Influencia del hábitat en las asociaciones nictimerales de peces em una laguna costera tropical. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, n. 81, p. 823-837, 2010.
- ARCEO-CARRANZA, D.; VEGA-CENDEJAS, M. E.; SANTILLANA, M. H. Day and night trophic variations of dominant fish species in a lagoon influenced by freshwater seeps. **Journal of Fish Biology**, n. 82, p. 54-68, 2013.
- AZZURRO, E.; AGUZZI, J.; MAYNOU, F.; CHIESA, J. J.; SAVINI, D. Diel rhythms in shallow Mediterranean rocky-reef fishes: a chronobiological approach with the help of trained volunteers. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, n. 93, v. 2, p. 461-470, 2013.
- BECKER, A.; COWLEY, P. D.; WHITFIELD, A. K.; JÄRNEGREN, J.; NÆSJE, T. F. Diel fish movements in the littoral zone of a temporarily closed South African estuary. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, n. 406, p. 63-70, 2011.
- BEYST, B.; VANAVERBEKE, J.; VINCX, M.; MEES, J. Tidal and diurnal periodicity in macrocrustaceans and demersal fish of an exposed sandy beach, with special emphasis on juvenile plaice *Pleuronectes platessa*. **Marine Ecology Progress Series**, n. 225, p. 263-274, 2002.
- BLABER, S. J. M.; T. G. BLABER. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. **Journal of Fish Biology**. n. 17, p. 143-162, 1980.
- BOUJARD T.; KEITH P.; LUQUET P. Diel cycle in *Hoplosternum littorale* (Teleostei): evidence for synchronization of locomotion, air breathing and feeding activity by circadian alternation of light and dark. **Journal of Fish Biology**. n. 36, p. 133-140, 1990.
- CASTILLO-RIVERA M.; MORENO G.; INIESTRA R. Spatial, seasonal, and diel variation in abundance of the bay anchovy, *Anchoa mitchilli* (Teleostei: Engraulidae), in a tropical coastal lagoon of Mexico. **The Southwestern Naturalist**, n. 39, p. 263-268, 1994.
- CASTILLO-RIVERA M.; MONTIEL M.; SANVICENTE-AÑORVE L.; ZÁRATE R. Spatial, seasonal and diel distribution patterns of two species of mojarras (Pisces:

- Gerreidae) in a Mexican tropical coastal lagoon. **Journal of Applied Ichthyology**, n. 21, p. 498-503, 2005a.
- CASTILLO-RIVERA M.; ZÁRATE R.; ORTIZ S. Variación nictímeral y estacional de la abundancia, riqueza y especies dominantes de peces, en un ambiente salobre de sustrato blando. **Hidrobiológica**, n. 15, p. 227-258, 2005b.
- CASTILLO-RIVERA, M.; ZÁRATE-HERNÁNDEZ, R; ORTIZ-BURGOS, S.; ZAVALA-HURTADO, J. Diel and seasonal variability in the fish community structure of a mud-bottom estuarine habitat in the Gulf of Mexico. **Marine Ecology**, n. 31, p. 633-642, 2010.
- CLARK, B. M.; BENNET, B. A.; LAMBERTH, S. J. Factors affecting spatial variability in seine net catches of fishes in the surf-zone of False Bay, South Africa. **Marine Ecology Progress Series**, n. 131, p. 17-34, 1996.
- CONDAL, F.; AGUZZI, J.; SARDÀ, F.; NOGUERAS, M.; CADENA, J.; COSTA, C.; DEL RÍO, J.; MÀNUEL, A. Seasonal rhythm in a Mediterranean coastal fish community as monitored by a cabled observatory. **Marine Biology**, n. 159, p. 2809-2817, 2012.
- COSTA, D. I.; FREITAS, E. C. Variação nictemeral na composição e abundância da ictiofauna em um trecho do rio Urucu - Coari/Amazonas/Brasil. **Revista Colombiana ciencia Animal**, n. 2, v. 2, p. 355-364, 2010.
- DWYER, K. S.; BROWN, J. A.; PARRISH, C.; LALL, S. P. Feeding frequency affects food consumption, feeding pattern and growth of juvenile yellowtail flounder (*Limanda limanda*). **Aquaculture**. n. 213, p. 279-292, p. 2002.
- ELLIOTT, M.; DEWAILLY, F. Structure and components of European estuarine fish assemblages. **Netherlands Journal of Aquatic Ecology**, n. 29, p. 397-417, 1995.
- ELLIOTT, M.; WHITFIELD, A. K.; POTTER, I. C.; BLABER, S. J. M.; CYRUS, D. P.; NORDLIE, F. G.; HARRISON, T. D. The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: a global review. **Fish and Fisheries**, n. 8, p. 241-268, 2007.
- FAVARO, L. F.; LOPES, S. C. G.; SPACH, H. L. Reprodução do peixe-rei, *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard)(Atheriniiformes, Atherinidae), em uma planície de maré adjacente à gamboa do Bagaçu, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, n. 20, v. 3, p. 501-506, 2003.
- FIGUEIREDO, G. M.; VIEIRA, J. P. Diel feeding, daily food consumption and the predatory impact of whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*) in an estuarine environment. **Marine Ecology**, n. 26, p. 130-139, 2005.
- FRANCO, A., FRANZOI, P.; MALAVASI, S.; RICCATO, F.; TORRICELLI, P.; MAINARDI, D. Use of shallow water habitats by fish assemblages in a Mediterranean coastal lagoon. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, n. 66, p. 67-83, 2006.
- GÄELZER, L. R.; ZALMON, I. R. Diel variation of fish community in sandy Beaches of southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, n. 56, v. 1, p. 23-39, 2008.

- GARRISON, L. P.; LINK, J. S. Dietary guild structure of the fish community in the northeast United States continental shelf ecosystem. **Marine Ecological Progress Series**, n. 202, p. 231-240, 2000.
- GIBSON, R. N.; ROBB, L.; BURROWS, M. T.; ANSELL, A. D. Tidal, diel and longer term changes in the distribution of fishes on a Scottish sandy beach. **Marine Ecology Progress Series**, n. 130, p. 1-17, 1996.
- GODEFROID, R. S.; HOFSTAETTER, M.; SPACH, H. L. Moon, tidal and diel influences on catch composition of fishes in the surf zone of Pontal do Sul beach, Paraná. **Revista Brasileira Zoologia**, n. 15, v. 3, p. 697-701, 1998.
- GODEFROID, R. S.; SPACH, H. L.; SCHWARZ, R. J.; QUEIROZ, G. M. L. N.; OLIVEIRA NETO, J. F. Efeito da lua e da maré na captura de peixes em uma planície de maré da baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 47-55, 2003.
- GRAY, C. A.; CHICK, R. C.; MCELLIGOTT, D. J. Diel Changes in Assemblages of Fishes Associated with Shallow Seagrass and Bare Sand. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, n. 46, p. 849-859, 1998.
- GRIFFITHS S. P. Diel variation in the seagrass ichthyofaunas of three intermittently open estuaries in south-eastern Australia: implications for improving fish diversity assessments. **Fisheries Management and Ecology**, n. 8, p. 123-140, 2001.
- GROVE, D. J.; LOZOIDES, L.; NOTT, J. Satiation amount frequency of feeding and gastric emptying rate in *Salmo gairdneri*. **Journal of Fish Biology**. n. 12, p. 507-516, 1978.
- HAGAN, S. M.; ABLE, K.W. Diel variation in the pelagic fish assemblage in a temperate estuary. **Estuaries and Coasts: J CERF**, n. 31, p. 33-42, 2008.
- HOBSON, E. S. Diurnal-nocturnal activity of some inshore fishes in the Gulf of California. **Copeia**, n. 3, p. 291-302, 1965.
- KENNISH, M. J. **Ecology of Estuaries**. Boston, CRC Press, 1990. 391p.
- KRONFELD-SCHOR, N.; DAYAN, T. Partitioning of time as an ecological resource. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, n. 34, p.153-181, 2003
- KRUMME, U.; SAINT-PAUL, U.; ROSENTHAL, H. Tidal and diel changes in the structure of a nekton assemblage in small intertidal mangrove creeks in northern Brazil. **Aquatic Living Resources**, n. 17, p. 215-229, 2004.
- LEY, J. A.; HALLIDAY, I. A. Diel variation in mangrove fish abundances and trophic guilds of northeastern Australian estuaries with a proposed trophodynamic model. **Bulletin of Marine Science**, n. 80, v. 3, p. 681-720, 2007.

- LOBRY, J.; MOURAND, L.; ROCHARD E.; ELIE, P. Structure of the Gironde estuarine fish assemblages: a comparison of European estuaries perspective. **Aquatic Living Resources**, n. 16, p. 47-58, 2003.
- METHVEN D.A.; HAEDRICH R.L.; ROSE G.A. The fish assemblage of a Newfoundland estuary: diel, monthly, and annual variation. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, n. 52, p. 669-687, 2001.
- MORRISSON, M. A.; FRANCIS, M. P.; HARTILL, B. W.; PARKINSON, D. M. Diurnal and tidal variation in the abundance of the fish fauna of a temperate tidal mudflat. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, n. 54, p. 793-807, 2002.
- NAKAGAWA, H.; YAMANE, H.; YASUGI, M.; FUJITA, T.; YOKOI, K.; ASHIWA, H.; KITADA, N.; TAKANO, H.; SUZUKI, N.; KISHIMOTO, J.; MAEDA, H.; YAMANO, H.; ITO, T.; MARUYAMA, H.; TOMINAGA, K.; HATAKEYAMA, E.; GOTO, M.; TAKAHASHI, D. Diel changes in resource use and diet overlap in temperate stream fishes. **Ecological Research**, n. 27, p. 417-426, 2012.
- NEVES, L. M.; PEREIRA, H. H.; COSTA, M. R.; ARAÚJO, F. G. Uso do manguezal de Guaratiba, Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, pelo peixe-rei *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard) (Atheriniformes, Atherinopsidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, n. 23, v. 2, p. 421-428. 2006.
- PATERSON, A. W.; WHITFIELD, A. K. Do shallow-water habitats functions as refugio for juveniles fishes? **Estuarine Coastal and Shelf Science**, n. 51, p. 359-364, 2000.
- PEREIRA, H. H. **Variações temporais cíclicas nas assembléias de peixes de uma praia continental e uma insular na Baía de Sepetiba**. 2008. 112 f. Dissertação (Pós-Graduação em Biologia Animal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, 2008.
- PESSANHA, A. L. M.; ARAÚJO, F. G.; AZEVEDO, M. C. C.; GOMES, I. D. Variações temporais e espaciais na composição e estrutura da comunidade de peixes jovens da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Zoologia**, n. 17, v. 1, p. 251-261, 2000.
- PESSANHA, A. L. M.; ARAÚJO, F. G.; AZEVEDO, M. C. C.; GOMES, I. D. Diel and seasonal changes in the distribution of fish on a southeast Brazil sandy beach. **Marine Biology**, n. 143, p. 1047-1055, 2003.
- PESSANHA, A. L. M.; ARAÚJO, F. G. Spatial, temporal and diel variations os fish assemblage at two sandy beaches in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brasil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, n. 57, v. 5-6, p. 817-828, 2003.
- PIET, G. J.; GURUGE, W. A. H. P. Diel variation in feeding and vertical distribution of ten co-occurring fish species: consequences for resource partitioning. **Environmental Biology of Fishes**, n. 50, p. 293-307, 1997.
- PRITCHARD, D.W. What is an Estuary: Physical View Point. In: LAUFF, G.H. (eds). **Estuaries**. Washington, American Association for Advance of Science, p. 3-5. 1967.

- RAMOS, L. A.; VIEIRA, J. P. Composição específica e abundância de peixes de zonas rasas dos cinco estuários do Rio Grande do Sul, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo**, n. 27, v. 1, p. 109-121, 2001.
- REISE, K. **Tidal flat ecology**. Berlin: Spring - Verlag, 1985. 191p.
- REIS-FILHO, J.A.; BARROS, F.; NUNES, J.A.C.C.; SAMPAIO, C.L.S.; DE SOUZA, G.B.G. Moon and tide effects on fish capture in a tropical tidal flat. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, n. 91, p. 735-743, 2011.
- RIBEIRO, J.; BENTES, L.; COELHO, R.; GONÇALVES, J. M. S.; LINO, P. G.; MONTEIRO, P.; ERZINI, K. Seasonal, tidal and diurnal changes in fish assemblages in the Ria Formosa lagoon (Portugal). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, n. 67, p. 461-474, 2006.
- RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2003. 501p.
- ROOT, R. B. The niche exploitation pattern of the blue-grey gnatcatcher. **Ecological Monographs**, n. 37, p. 317-350, 1967.
- ROSS, S. T. **Resource partitioning in fish assemblages: review of field studies**. *Copeia*, p. 352-388, 1986.
- RUSSELL, N. R.; WOOTON, R. J. Satiation, digestive tract evacuation and return of appetite in the European minnow *Phoxinus phoxinus* (Cyprinidae) following short periods of pre-prandial starvation. **Environmental Biology of Fishes**, n. 38, p. 385-390, 1993.
- SOARES, L. S. H.; VAZZOLER, A. E. A. M. Diel changes in food and feeding activity of Sciaenid fishes from the south-western Atlantic, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, n. 61, v. 2, p. 197-216, 2001.
- SPIELER, R. E.; NOESKE, T. Effects of photoperiod and feeding schedule on diel variations of locomotor activity, cortisol, and thyroxine in Goldfish. **Transactions of the American Fisheries Society**, n. 113, p. 528-539, 1984.
- TOWNSEND, C. R.; WINFIELD, I. J. **The application of optimal foraging theory to feeding behavior in fish**. In: Tytler P, Calow P (eds) *Fish energetics: new perspectives*. Croom Helm, London, p. 67-98, 1985.
- VIDAL, W. C. L.; SASSI, R. Influência do manguezal na região marinha adjacente à laguna de Jacarapé, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **V Encontro de Iniciação Científica da UFPB**. p. 89-105. 1998.
- VIEIRA, J. P.; GARCIA, A. M.; GRIMM, A. M. Preliminary evidences of El Niño effects on the mullet fishery of Patos Lagoon estuary (Brazil). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, n. 51, p. 433-440, 2008.
- XAVIER, J. H. A.; CORDEIRO, C. A. M. M.; TENÓRIO, G. D.; DINIZ, A. F.; JÚNIOR, E. P. N. P.; ROSA, R. S.; ROSA, I. L. Fish assemblage of the Mamanguape Environmental

Protection Area, NE Brazil: abundance, composition and microhabitat availability along the mangrove-reef gradient. **Neotropical Ichthyology**, n. 10, v. 1, p. 109-122, 2012.

ZÁRATE-HERNÁNDEZ, R.; CASTILLO-RIVERA, M.; SANVICENTE-AÑORVE, L.; ORTIZ-BURGOS, S. Spatial, diel, and seasonal changes in the fish community structure of a Mexican tropical estuary. **Ciencias Marinas**, n. 38, v. 4, p. 665-676, 2012.

ANEXO 1

Lista das espécies de peixes capturadas durante as amostragens realizadas na planície de maré do estuário do rio Mamanguape (PB). Abundância numérica total (N), Frequência de Ocorrência (FO%) e Biomassa total (PESO). Espécies listadas segundo Nelson (2006).

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIES	N	FO%	PESO (g)
Albuliformes	Albulidae	<i>Albula vulpes</i> (Linnaeus, 1758)	11	3.47	2.57
Anguiliformes	Muraenidae	<i>Gymnothorax ocellatus</i> Agassiz, 1831	06	2.08	155.70
	Ophichthidae	<i>Myrichthys ocellatus</i> (Lesueur, 1825)	04	2.08	287.30
		<i>Ophichthus parilis</i> (Richardson, 1848)	01	0.69	36.74
Clupeiformes	Engraulidae	<i>Anchoa filifera</i> (Fowler, 1915)	09	1.39	8.38
		<i>Anchoa januaria</i> (Steindachner, 1879)	07	3.47	10.95
		<i>Anchoa marinii</i> Hildebrand, 1943	62	2.78	89.29
		<i>Anchoa tricolor</i> (Spix & Agassiz, 1829)	14	2.08	3.06
		<i>Anchovia clupeoides</i> (Swainson, 1839)	17	4.86	170.55
		<i>Lycengraulis grossidens</i> (Spix & Agassiz, 1829)	1014	35.42	2103.07
		<i>Anchoviella brevirostris</i> (Günther, 1868)	96	8.33	11.14
	<i>Anchoviella lepidentostole</i> (Fowler, 1911)	129	17.36	22.63	
	Clupeidae	<i>Lile piquitinga</i> (Schreiner & Miranda Ribeiro, 1903)	02	1.39	5.60
		<i>Harengula clupeola</i> (Cuvier, 1829)	08	2.78	35.62
<i>Rhinosardinia bahiensis</i> (Steindachner, 1879)		1480	29.17	4798.74	
Batrachoidiformes	Batrachoididae	<i>Thalassophryne nattereri</i> Steindachner, 1876	01	0.69	0.67
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836	79	20.83	361.07
		<i>Mugil curvidens</i> Valenciennes, 1836	01	0.69	0.16
		<i>Mugil hospes</i> Jordan & Culver, 1895	42	3.47	183.93
		<i>Mugil incilis</i> Hancock, 1830	03	2.08	21.23
		<i>Mugil liza</i> Valenciennes, 1836	285	29.86	92.64
Atheriniformes	Atherinopsidae	<i>Atherinella brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	451	59.72	1430.86
Beloniformes	Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus roberti</i> (Valenciennes, 1847)	01	0.69	7.52
		<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)	293	31.94	774.64
	Belonidae	<i>Strongylura marina</i> (Walbaum, 1792)	08	2.78	225.17
		<i>Strongylura timucu</i> (Walbaum, 1792)	07	4.17	295.81
Scorpaeniformes	Triglidae	<i>Prionotus punctatus</i> (Bloch, 1793)	01	0.69	50.90
Perciformes	Carangidae	<i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831	79	25.69	238.51

		<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	05	3.47	7.00
		<i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)	04	2.08	129.48
Lutjanidae		<i>Lutjanus analis</i> (Cuvier, 1828)	11	4.17	30.05
		<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	47	9.72	72.27
Gerreidae		<i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier, 1829)	02	1.39	13.30
		<i>Eucinostomus argenteus</i> Baird & Girard, 1855	30	8.33	134.62
		<i>Eucinostomus gula</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	03	2.08	66.84
		<i>Eucinosmotus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)	786	37.50	194.05
		<i>Eugerres brasilianus</i> (Cuvier, 1830)	03	2.08	2.97
		<i>Ulaema lefroyi</i> (Goode, 1874)	15	4.17	6.16
Haemulidae		<i>Pomadasys corvinaeformis</i> (Steindachner, 1868)	01	0.69	49.88
		<i>Anisotremus surinamensis</i> (Bloch, 1791)	03	0.69	45.55
Polynemidae		<i>Polydactylus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	27	11.11	526.13
Sciaenidae		<i>Bairdiella ronchus</i> (Cuvier, 1830)	03	2.08	48.05
		<i>Cynoscion leiarchus</i> (Cuvier, 1830)	15	5.56	24.99
		<i>Menticirrhus americanus</i> (Linnaeus, 1758)	01	0.69	33.72
		<i>Menticirrhus littoralis</i> (Holbrook, 1847)	01	0.69	12.83
		<i>Stellifer brasiliensis</i> (Schultz, 1945)	01	0.69	7.13
Scaridae		<i>Nicholsina usta</i> (Valenciennes, 1840)	01	0.69	0.60
		<i>Sparisoma radians</i> (Valenciennes, 1840)	01	0.69	0.08
Eleotridae		<i>Ereotelis smaragdus</i> (Valenciennes, 1837)	22	12.50	28.91
Gobiidae		<i>Bathygobius soporator</i> (Valenciennes, 1837)	10	5.56	72.50
		<i>Ctenogobius smaragdus</i> (Valenciennes, 1837)	06	4.17	6.46
		<i>Ctenogobius stigmaticus</i> (Poey, 1860)	17	6.94	8.25
		<i>Ctenogobius boleosoma</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	381	46.53	56.11
		<i>Gobionellus oceanicus</i> (Pallas, 1770)	04	2.78	0.86
		<i>Gobionellus stomatus</i> Starks, 1913	152	25.00	59.33
Sphyraenidae		<i>Sphyraena guachancho</i> Cuvier, 1829	02	0.69	0.13
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	<i>Citharichthys macrops</i> Dresel, 1885	133	22.92	285.74
		<i>Citharichthys spilopterus</i> Günther, 1862	72	22.92	537.50
	Achiridae	<i>Achirus achirus</i> (Linnaeus, 1758)	04	2.08	128.31
		<i>Achirus declivis</i> Chabanaud, 1940	16	8.33	440.96
		<i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	44	19.44	132.73

	Cynoglossidae	<i>Symphurus tessellatus</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	70	19.44	552.76
Tetraodontiformes	Tetraodontidae	<i>Lagocephalus laevigatus</i> (Linnaeus, 1766)	03	1.39	597.32
		<i>Sphoeroides greeleyi</i> Gilbert, 1900	108	36.80	384.42
		<i>Sphoeroides testudineus</i> (Linnaeus, 1758)	106	34.03	5214.92
	Diodontidae	<i>Chilomycterus spinosus spinosus</i> (Linnaeus, 1758)	01	0.69	1.01
TOTAL			6,222		21,338.00

ANEXO 2

Instruções (versão resumida) para submissão do manuscrito na Environmental Biology of Fishes – EBF (CAPÍTULO I)

Environmental Biology of Fishes (FI-2012: 1,305) welcomes a variety of article types.

Original Papers are original manuscripts that contain new findings in research consistent with the Journal's aims and scope. This would include, but is not limited to, new research findings in the fields of ecology, life history, epigenetics, behavior, physiology, morphology and evolution of marine and freshwater fishes. Original Papers can include the presentation of new hypotheses and experiments, concepts or theories, development of innovative experimental or numerical methods, or novel applications of existing methods and models, as well as research exploring the relationship between fishes and their external and internal environments.

The journal will not consider submissions of limited international interest or lacking a substantial impact. In addition, papers that merely comprise data collections based on the use of routine analytical methods are not acceptable. Repetition of already published knowledge, simply applied to the local level, will not be considered, nor will papers that do not highlight and explain clearly the new science versus the current knowledge.

TITLE PAGE

The title page should include:

- The name(s) of the author(s)
- A concise and informative title
- The affiliation(s) and address(es) of the author(s)
- The e-mail address, telephone and fax numbers of the corresponding author

Abstract

Please provide an abstract of 150 to 250 words. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

Keywords

Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

TEXT FORMATTING

Manuscripts should be submitted in Word.

- Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.
- Use italics for emphasis.
- Use the automatic page numbering function to number the pages.
- Do not use field functions.
- Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.
- Use the table function, not spreadsheets, to make tables.
- Use the equation editor or MathType for equations.
- Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions).

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section before the reference list. The names of funding organizations should be written in full.

REFERENCES

Citation

Cite references in the text by name and year in parentheses. Some examples:

- Negotiation research spans many disciplines (Thompson 1990).
- This result was later contradicted by Becker and Seligman (1996).
- This effect has been widely studied (Abbott 1991; Barakat et al. 1995; Kelso and Smith 1998; Medvec et al. 1999).

Reference list

The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list.

Reference list entries should be alphabetized by the last names of the first author of each work.

- Journal article

Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L (2009) Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *Eur J Appl Physiol* 105:731-738. doi: 10.1007/s00421-008-0955-8

Ideally, the names of all authors should be provided, but the usage of “et al” in long author lists will also be accepted:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 341:325-329

- Article by DOI

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med*. doi:10.1007/s001090000086

- Book

South J, Blass B (2001) *The future of modern genomics*. Blackwell, London

- Book chapter

Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics*, 3rd edn. Wiley, New York, pp 230-257

- Online document

Cartwright J (2007) Big stars have weather too. IOP Publishing PhysicsWeb. <http://physicsweb.org/articles/news/11/6/16/1>. Accessed 26 June 2007

- Dissertation

Trent JW (1975) Experimental acute renal failure. Dissertation, University of California

Always use the standard abbreviation of a journal's name according to the ISSN List of Title Word Abbreviations, see

- www.issn.org/2-22661-LTWA-online.php

For authors using EndNote, Springer provides an output style that supports the formatting of in-text citations and reference list.

- EndNote style (zip, 3 kB)

TABLES

- All tables are to be numbered using Arabic numerals.
- Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.
- For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.
- Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.
- Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

Figure Numbering and Captions

- All figures are to be numbered using Arabic numerals.
- Figures should always be cited in text in consecutive numerical order.
- Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.).
- If an appendix appears in your article and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures, "A1, A2, A3, etc." Figures in online appendices (Electronic Supplementary Material) should, however, be numbered separately.
- Each figure should have a concise caption describing accurately what the figure depicts. Include the captions in the text file of the manuscript, not in the figure file.
- Figure captions begin with the term Fig. in bold type, followed by the figure number, also in bold type.
- No punctuation is to be included after the number, nor is any punctuation to be placed at the end of the caption.
- Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs.
- Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption.

* Vide link da revista para informações adicionais:

<http://www.springer.com/life+sciences/ecology/journal/10641>

ANEXO 3

Versão do manuscrito submetido a *Environmental Biology of Fishes* em novembro de 2013.

Short-term dynamics of tidal mudflat fish assemblages: diel and tidal variation

Adna Ferreira da Silva and André Luiz Machado Pessanha

Laboratório de Biologia Marinha, Departamento de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba,
Campus I, Av. das Baraúnas, 351, Bodocongó, Campina Grande, PB, 58109-753, Brazil. E-mail:
adnaferreira@gmail.com, andrepeessanhauepb@gmail.com

Running text: Short-term dynamics of tidal mudflat fish assemblages

Author contact: andrepeessanhauepb@gmail.com

Abstract

Temporal variations of short timescales play an important role in the dynamics of fish assemblages, but they have been poorly investigated in tropical estuaries. This work evaluates the hypothesis that abiotic changes associated with the photoperiod and tidal cycles have a positive effect on attributes of fish assemblages in a tropical tidal flat. Fishes were caught during different hours in order to cover the entire 24-h cycle and to also taking into account the tidal regime. A total of 6,222 individuals and 66 species were captured, with *Rhinosardinia bahiensis*, *Lycengraulis grossidens* and *Eucinostomus melanopterus* being the most abundant species. The abundance was higher in the day period, mainly at midday (12:00), whereas species richness and diversity were greater at night, especially at late night (02:00) and midnight (00:00). Abundance, species richness and diversity varied in relation to tide, but they did not show significant differences. Future studies would be necessary to test the hypothesis that such short-scale variations are related to foraging behaviour and/or predator avoidance, whereas medium-scale variations are associated with the recruitment patterns of these species.

Keywords: Ichthyofauna, juvenile fishes, photoperiod, tidal, estuary

Introduction

Temporal variations cause changes in the fish population dynamics to the extent that they affect the survival, growth and reproduction of individuals (Blaber and Blaber 1980; Townsend and Winfield 1985). In tidal mudflats, temporal variations of short term-scale (e.g., diurnal and tidal) can affect population dynamics influencing fish diversity (Nagelkerken et al. 2008). The partition of the temporal niche, along the day/night cycle, is a mechanism leading to reduced competition by fish in shallow waters, mainly for resources such as food and space (Kronfeld-Schord and Dayan 2003). Indeed, changes in inter and intraspecific niches along the diel cycle are common in communities (Alanara et al. 2001; Kronfeld-Schord and Dayan 2003).

Environmental changes associated with the photoperiod and tides are considered important factors affecting the foraging activity of fish species inhabiting tidal mudflats and their ability to escape from predators (Pessanha and Araújo 2003; Pessanha et al. 2003). These factors, coupled with the population dynamics, can result in changes in the attributes of abundance and species richness of fish assemblages along the diel cycle (Gibson et al. 1996; Morrison et al. 2002; Ribeiro et al. 2006).

The short-term variations are important for the dynamics of fish assemblages, particularly in the intertidal and immediate subtidal regions. Short-term variations have been studied in other shallow marine environments such as sandy beaches (Gibson et al. 1996; Godefroid et al. 1998; Beyst et al. 2002; Gaelzer and Zalmon 2008), reefs (Hobson 1965), protected bays (Pessanha and Araujo 2003; Pessanha et al. 2003), coastal lagoons (Castillo-Rivera et al. 1994; Castillo-Rivera et al. 2005a; Arceo-Carranza et al. 2013), coastal areas (Albert 1995; Soares and Vazzoler 2001) and estuaries (Gray et al. 1998; Griffiths 2001; Methven et al. 2001; Castillo-Rivera et al. 2005b; Figueiredo and Vieira 2005; Ley and Halliday 2007; Hagan and Able 2008; Castillo-Rivera et al. 2010; Becker et al. 2011; Zárate-Hernández et al. 2012). These prior works revealed that fish species presented numerous strategies for dealing with short-term fluctuations, involving adaptation along the developmental stages, predator avoidances, feeding habits, swimming ability and mobility.

The fish fauna of tidal mudflats, despite their recognized ecological importance as a recruitment area in many estuaries (Kennish 1990; Beck et al. 2001), has been poorly studied with respect to their temporal short-term variations (Morrison et al. 2002; Godefroid et al. 2003). This study investigates the hypothesis that tidal regime and photoperiod positively influence changes in descriptors of fish assemblages (density, species richness and biomass) in this important estuarine environment. In this context, the present work investigates short-term fluctuations in diurnal and tidal cycles and their influence on the structure of fish assemblages in a tidal mudflat.

Material and Methods

Study area

The Mamanguape River estuary is located on the north coast of the Paraíba state and extends for 25 km in the east-west direction and for 5 km in the north-south direction. It is part of the Environmental Protection Area of Barra de Mamanguape (Fig. 1). The regional climate is classified as hot and humid (Köppen's AS). The rainy season begins in February and lasts until July, with maximum rainfalls occurring from April to June, whereas the dry season occurs from August to January, with the lowest rainfalls occurring between October and December (Pereira and Alves 2006). The average rainfall recorded in the area is between 1,750 and 2,000 mm

annually, and the average temperature is approximately 24–26 °C. There is a well-preserved mangrove in the area, composed of *Avicennia germinans*, *Avicennia schaweriana*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa* and *Rhizophora mangle*, which grows around the primary channel and tidal creek and extends to 600 ha, in addition to Atlantic Forest remnants (Rocha et al. 2008). Endangered species, such as the seahorse, *Hippocampus reidi*, and the West Indian manatee, *Trichechus manatus*, are also found in this estuary (Mourão and Nordi 2003; Castro et al. 2008).

Insert Figure 1

The Curva do Pontal beach (6°46'27" S; 34°55'20" W) is a tidal mudflat located 2.3 km from the estuary mouth, is 1,200 m long and has very calm waters because of the diminished influence of waves (Fig. 1). The tidal mudflat is greatly influenced by the entrance of ocean waters, where marine sediments are regularly exposed and submerged by tidal action, and has a maximum depth of 4 m. The tidal mudflat examined is a non-vegetated area with a gentle slope and fine muddy sediment in the intertidal zone; in the subtidal zone, seagrass, sessile invertebrates, macroalgae, mangrove leaves, and fallen branches form the benthic cover (Xavier et al. 2012).

Fish collections and sample processing

In order to have a more representative survey of the ichthyofauna, samplings were carried out along the local hydrological regime, during both the dry season (October, November, December) and the rainy season (May, June, July). The fish were sampled using a beach seine (10.0 x 1.5 m; 8-mm mesh size). The seine hauls were 30-m long, parallel to and close to the shore, and were taken out to a depth of approximately 1.5 m. This procedure was replicated three times in each sampling occasion. Temperature and salinity were measured, using a thermometer and an optical refractometer, respectively. The total length (TL, mm) and body weight (g) were measured for each individual.

In order to evaluate the fluctuations in fish assemblage attributes along the 24-h cycle, samples were taken in the following periods: at 1 h before sunset (DAW: dawn), 1 h after sunset (MOR: morning), midday (MDA), afternoon (AFT), 1 h after sunrise (DUS: dusk), 1 h before sunrise (EVE: evening), midnight (MNI) and late night (LNI).

Data analyses

For studies of variations in the abundance data (CPUE and Biomass), environmental variables and fish assemblage attributes (species richness, evenness and diversity) were used for permutational multivariate analysis of variance (PERMANOVA) to test the null hypothesis that there no changes in fish assemblage attributes within the diel and tidal cycles, considering 9,999 permutations (Anderson et al. 2008). The data were initially fourth root transformed, and the results were used to produce a similarity matrix using the Bray-Curtis resemblance measure. Where differences were detected by PERMANOVA, *pair-wise* comparisons were used to

determine which groups differed within factors. The Shannon-Wiener diversity index (H') and Hill evenness indices ($E5$) were calculated for each time period (Magurran 2005).

Principal Components Ordinations (PCO) were used to examine to short-term variations in fish assemblage *a priori* established (Photoperiod periods; Tide = lower and higher). Rare species in the fish species matrix were weighted down in order to prevent them from having an excessive influence on the multivariate analysis. We defined rare species as those ones having less than 30 individuals caught in each photoperiod phase. Similarity percentages (SIMPER) were also calculated in order to determine which species were contributing to changes in assemblage data (PRIMER 6 + PERMANOVA, 2006) (Clarke and Gorley 2001).

Results

Environmental factors

Diurnal average values for temperature ranged from 30 °C (± 0.32) at midday (MDA) and 27 °C (± 0.29) at dawn (DAW), with higher values being recorded during the day (Fig. 2). There are no detectable differences in temperature for PERMANOVA (Pseudo-F_{7,143} = 0.7436; $p > 0.68$). For salinity, diurnal average values ranged from 34 (± 0.85) in the morning (MOR) and 27 (± 1.27) at midday (MDA) (Fig. 2). The PERMANOVA tests showed significant differences between photoperiods (Pseudo-F_{7,143} = 3.6992; $p = 0.0013$), and pairwise tests showed that salinity was significantly different along photoperiod phases (Table 1).

Insert Figure 2

Insert Table 1

Species composition and abundance patterns

A total of 6,222 individuals representing 66 fish species (26 families) were collected. The family Engraulidae had the largest number of species (eight), followed by Gerreidae and Gobiidae (six species each), and Mugilidae and Sciaenidae (five species each). *Rhinocardinia bahiensis*, *Lycengraulis grossidens*, *Eucinostomus melanopterus*, *Atherinella brasiliensis*, *Ctenogobius boleosoma*, *Hyporhamphus unifasciatus* and *Mugil liza* were the seven most abundant species accounting for 75.3% of the total number (Table 2). With regard to biomass, *Sphoeroides testudineus*, *R. bahiensis*, *L. grossidens*, *A. brasiliensis*, *H. unifasciatus* were the most important species, representation 67.7% out of the total 21,338 g of fish collected (Table 2).

Insert Table 2

Diel variations

A higher number of individuals (54.8 individual/hauls) and biomass (31.08 g/hauls) were present during the day than at night. Only the number of species (7.4 species/hauls) was higher at night (Fig 3). The dominant fishes were *R. bahiensis*, *L. grossidens*, *E. melanopterus*, *H. unifasciatus* and *M. liza* during the day, while *R.*

bahiensis, *C. boleosoma*, *A. brasiliensis*, *E. melanopterus* and *L. grossidens* were dominant during the night (Table 2). Eight species were recorded only during the day (*Anchoa filifera*, *Prionotus punctatus*, *Pomadasys corvinaeformis*, *Nicholsina usta*, *Sparisoma radians*, *Menticirrhus americanus*, *M. littoralis* and *Sphyræna guachancho*) and seventeen species were captured only at night (*Gymnothorax ocellatus*, *Ophichthus parilis*, *Lile piquitinga*, *Anchovia clupeoides*, *Thalassophryne nattereri*, *Mugil curvidens*, *Hyporhamphus roberti*, *Strongylura marina*, *S. timucu*, *Selene vomer*, *Diapterus rhombeus*, *Eucinostomus gula*, *Anisotremus surinamensis*, *Bairdiella ronchus*, *Cynoscion leiarchus*, *Stellifer brasiliensis* and *Chilomycterus spinosus*) (Table 2). The diversity index and evenness indicated higher values at night ($H' = 0.73$; $E = 0.72$), respectively. The abundance, biomass, species richness and diversity indexes varied with sampling time according to the PERMANOVA test (Table 3).

Insert Figure 3

Insert Table 3

The Principal Components Ordinations plot (PCO) revealed distinct groups of fish samples and explained 55.5% of the total variance. A diurnal separation (Day-Night) resulted from the ordination diagram, which separated on the right side samples from the Day, in opposition to samples from the Night on the left side (Fig. 4). Species that were characteristic of Day included *R. bahiensis*, *L. grossidens* and *M. liza*, while species characteristic of Night included *A. brasiliensis* and *C. boleosoma*. Results of SIMPER analysis indicated that *R. bahiensis*, *L. grossidens*, *E. melanopterus* and *H. unifasciatus* provided the greatest contribution to similarities for Day, whereas *A. brasiliensis*, *E. melanopterus*, *C. boleosoma* and *Citharichthys macrops* were the major species responsible for the similarity at Night (Table 4).

Insert Figure 4

Insert Table 4

For photoperiod, the PERMANOVA test indicated changes in the structure of fish assemblages between periods of the day (Table 3). The pairwise tests showed that the fish assemblages from photoperiod periods were significantly different (Table 4). The abundance was higher at midday (MDA) and afternoon (AFT), where the following species dominated: *L. grossidens*, *R. bahiensis*, *E. melanopterus*, *M. liza*, *A. brasiliensis*, *Gobionellus stomatus*, *H. unifasciatus*, *C. boleosoma*, *Caranx latus*, *Anchoviella brevirostris*, *Mugil hospes* and *S. testudineus* (Fig. 5, Table 2). The biomass was higher at midday (MDA) and afternoon (AFT), and the following species were dominant: *S. testudineus*, *R. bahiensis*, *L. grossidens*, *A. brasiliensis*, *H. unifasciatus*, *C. spilopterus* and *M. hospes* (Table 2). The diversity index was higher during the midnight (MNI; $H' = 0.77$) and the evenness was higher during morning (MOR) and evening (EVE) ($E5 = 0.76$), respectively. Using SIMPER, the species that most contributed among photoperiod differences were identified (Table 5).

Insert Figure 5

Insert Table 5

Tidal variations

The PERMANOVA results did not show significant fluctuations in assemblage attributes between low and high tides (Table 3). However, there was an overall trend of higher abundance at low tide versus high (n = 3,316 and n = 2,906, respectively). The dominant fishes were *R. bahiensis*, *E. melanopterus*, *A. brasiliensis*, *L. grossidens*, *H. unifasciatus*, *C. boleosoma*, *Anchoviella lepidentostole*, *C. macrops* and *A. brevirostris* during high tide, whereas *L. grossidens*, *R. bahiensis*, *E. melanopterus*, *M. liza*, *C. boleosoma*, *A. brasiliensis*, *H. unifasciatus*, *G. stomatus*, *Sphoeroides greeleyi*, *S. testudineus* and *Anchoa marinii* were dominant during low tide. An additional eight fish species were caught only at high tide (*O. parilis*, *Myrichthys ocellatus*, *Albula vulpes*, *P. corvinaeformis*, *S. radians*, *A. surinamensis*, *M. americanus* and *M. curvidens*), whereas the fish species *P. punctatus*, *T. nattereri*, *H. roberti*, *S. brasiliensis*, *N. usta*, *S. guachancho*, *M. littoralis* and *C. spinosus* were caught only during low tide. Results of SIMPER analysis indicated that *A. brasiliensis*, *E. melanopterus*, *R. bahiensis* and *L. grossidens* provided the greatest contribution to similarities for high tide and *A. brasiliensis*, *E. melanopterus*, *L. grossidens*, *C. boleosoma* and *R. bahiensis* were the major species responsible for the similarity in lower tide.

Discussion

Variations in fish assemblage structure were observed in the tidal mudflat, with results indicating differences among assemblage descriptors: higher mean values for abundance in the day and higher diversity values at night. The high abundances during the day were assigned to the dominant species, which exhibit mixed-species aggregations, such as Engraulidae, Clupeidae, Mugilidae, Hemiramphidae and Gerreidae, being indicative of the use of the studied mudflat as nursery area by these fish species. High diversity at night suggests that more species (i.e., carnivorous predators) are active after dark that exhibit solitary behaviour (single-species), thus, moving towards shallow areas, such as *Gymnothorax ocellatus*, *Myrichthys ocellatus*, *Ophichthus parilis*, *Strongylura marina*, *S. timucu* and *Cynoscion leiarchus* (Girsa and Zhuravel 1983; Gibson et al. 1996). A similar pattern was found by Hobson (1965) for reef fish, where species Pomadasyidae, Carangidae and Sciaenidae were considered nocturnal.

As constraints for diurnal variation, important conditions include obtaining food or rest, the avoidance of adverse physiochemical conditions and, moreover, the behaviour to shelter against predators (Gibson et al. 1996; 1998; Morrisson et al. 2002). In fish ecology, one of the main factors that is invoked to explain the high density of fish species in shallow water habitats is features related with their trophic ecology, in which diurnal species have been characterised as filter-feeding or zoobenthivorous habits. In the present work, Engraulidae, Clupeidae and Gerreidae were recorded in high abundance during the day in particular, because fish species in the families are usually visual predators and environmental light conditions represent a key factor in their feeding success (Reis and Dean 1981; Kerschner et al. 1985; Castillo-Rivera et al. 2005a). In some systems, there is a strong diel influence, with higher abundance of dominant species at day as, for instance, in beaches (Layman 2000; Pessanha and Araujo 2003), bays (Nagelkerken et al. 2000) and estuaries (Castillo-Rivera et al. 2010).

Another factor that could be related to the observed differences between day and night is the ability of net avoidance by fish. This characteristic has been recorded with greater evidence during the day period because the fish would visually detect the presence of a fishing net (Rozas and Minello, 1997). However, this mechanism probably would be of little influence on the studied tidal flat, due to the low transparency (on average < 35 cm) recorded at this site. According to Morrison et al. (2002), such an influence is unlikely in areas with turbid waters. Furthermore, the highest abundance was recorded during the day with light influence, helping to refute this hypothesis.

Diel differences observed during the photoperiod phases showed two peaks of abundance: more pronounced during midday and late night. During midday a higher abundance of *R. bahiensis*, *L. grossidens* and *E. melanopterus* was observed, which were characterised as pelagic schooling species (with the exception of *E. melanopterus*) that form mixed-species aggregations (Whitehead 1985; Whitehead et al. 1988; Helfman et al. 2009). At late night, despite the lower influence of *R. bahiensis* and *E. melanopterus*, there was the contribution of typical species of the intertidal zone such as *C. boleosoma* and *S. tessellatus*, which are more associated with muddy substrates (Nelson 2006; Helfman et al. 2009). Diel microhabitat partitioning by estuarine fishes is common as a result of size-related differences in feeding efficiency or predator avoidance (Rountre and Able 1997). Small-scale movements within a nursery could further enhance the survival and growth of juvenile fishes (Gibson et al. 1998).

The highest species richness and diversity recorded at midnight and late night was probably due to the displacement of marine species and reef fishes (*A. surinamensis*, *S. brasiliensis* and *S. marina*, *S. timucu*), which are typical predatory species that might enter the mudflat to prey upon juvenile fish (Hobson 1965; Castillo-Rivera et al. 2010). This hypothesis seems to be corroborated by the fact that the studied tidal flat is located adjacent to the estuary and a few kilometers from a sandstone reef. Fish of the families Haemulidae and Lutjanidae have been shown to undertake daily feeding migrations that are often precisely timed and occur along established routes (Nagelkerken et al. 2000; Morrison et al. 2002). Estuarine species such as *T. nattereri* and *H. roberti*, which are characterised by presenting a carnivorous habit, also contributed to this high species richness during the night. Such an increase in predators in the shallow water at night is probably related to an increase in biomass at night, a similar pattern had been described for other systems such as beaches (Pessanha et al. 2003; Vasconcellos et al. 2010), estuaries (Ley and Halliday 2007) and seagrass (Kwak et al. 2011).

The twilight hours (dusk and dawn) showed higher evenness, probably due to events described by Hobson (1965), when diurnal and nocturnal groups essentially replace one another ecologically. The light intensity during the dusk and dawn serve as indicators of changes in environmental conditions that influence the behaviour of fish of different trophic groups (Manteifel et al. 1978). In tropical mudflats, crepuscular predators include jacks (*C. latus*) and snappers (*Lutjanus synagris*), but also smaller species such as gobies (*C. boleosoma* and *G. stomatus*) and flatfishes (*C. macrops*, *C. spilopterus* and *Symphurus tessellatus*). However, some of the largest shoals of fishes encountered by day in tropical waters, during the hour preceding dusk, sink to the bottom and rest in relatively exposed locations at night, such as herrings (*R. bahiensis*), silversides (*A. brasiliensis*) and anchovies (*L. grossidens*, *A. lepidentostole*, *A. marinii*), and they leave this area at dawn.

In the present study, the tidal range did not show variations in fish assemblage descriptors, which seems to corroborate other studies (Gibson et al. 1996; Morrison et al. 2002; Godefroid et al. 2003; Primo et al. 2012). Nevertheless, a higher abundance and richness of species recorded at low tide may have influenced the local

functionality, due to a greater representation of different trophic guilds, such as detritivores (*M. liza*), omnivores (*C. boleosoma*), herbivores (*G. stomatus*) and benthivores (*S. greeleyi*, *S. testudineus*). The tidal influence in mudflats affects not only the distribution, but also the behavioural and feeding patterns of fishes (Rozas and Minello 1997; Favaro et al. 2003; Nybakken and Bertness 2004). Moreover, during the low tide there was great representation of estuarine residents who live along the substrate (flounder, puffers and gobies), beyond the greatest influence on the pelagic fishes during high tide, because they move up to the upper portion of the mudflat (Rozas and Minello 1997; Reis-Filho et al. 2010).

In conclusion, short-term variations on fish assemblages in tidal mudflats studied were mainly associated with photoperiod, and the tidal range had a smaller influence. Usually, variations along the photoperiod are attributed to factors directly or indirectly related to foraging activity (Rountree and Able 1993; Nagelkerken et al. 2000; Pessanha and Araújo 2003; Madurell et al. 2004; Hagan and Able 2008) and as a behaviour to avoid predators (Layman 2000; Pessanha et al. 2003). Future studies on the trophic ecology of these species will be useful to assess the role of these factors as determinants of diel changes, and also the possible role of this mudflat as a nursery area for some species.

Acknowledgments We are grateful to several colleagues in the Ichthyology Lab of the Universidade Estadual da Paraíba who helped in the fish collections and sample processing, and Paulo Roberto de Medeiros, Ana Lúcia Vendel for comments in an early draft and Joseline Molozzi for helping with the data analyses, and to the 'SISBIOTA: Rede Peixes Zonas Costeiras' and Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) for providing student fellowships to AFS.

References

- Alanara A, Burns MD, Metcalfe NB (2001) Intraspecific resource partitioning in brown trout: the temporal distribution of foraging is determined by social rank. *J Anim Ecol* 70:980-986
- Albert OT (1995) Diel changes in food and feeding of small gadoids on a coastal bank. *ICES J Mar Sci* 52:873-885
- Anderson MJ, Gorley RN, Clarke KR (2008) PERMANOVA + for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. PRIMER-E, Plymouth
- Arceo-Carranza D, Vega-Cendejas ME, Santillana MH (2013) Day and night trophic variations of dominant fish species in a lagoon influenced by freshwater seeps. *J Fish Biol* 82:54-68
- Beck MW, Heck Jr KL, Able KW, Childers DL, Eggleston DB, Gillanders BM, Halpern B, Hays CG, Hoshino K, Minello TJ, Orth RJ, Sheridan PF, Weinstein MP (2001) The identification, conservation, and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates. *BioScience* 51:633-641
- Becker A, Cowley PD, Whitfield AK, Järnegren J, Næsje TF (2011) Diel fish movements in the littoral zone of a temporarily closed South African estuary. *J Exp Mar Biol Ecol* 406:63-70
- Beyst B, Vanaverbeke J, Vincx M, Mees J (2002) Tidal and diurnal periodicity in macrocrustaceans and demersal fish of an exposed sandy beach, with special emphasis on juvenile plaice *Pleuronectes platessa*. *Mar Ecol Prog Ser* 225:263-74
- Blaber SJM, Blaber TG (1980) Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. *J Fish Biol* 17:143-162
- Castillo-Rivera M, Moreno G, Iniestra R (1994) Spatial, seasonal, and diel variation in abundance of the bay anchovy, *Anchoa mitchilli* (Teleostei: Engraulidae), in a tropical coastal lagoon of Mexico. *Southwest Nat* 39:263-268

- Castillo-Rivera M, Montiel M, Sanvicente-Añorve L, Zárate R (2005a) Spatial, seasonal and diel distribution patterns of two species of mojarras (Pisces: Gerreidae) in a Mexican tropical coastal lagoon. *J Appl Ichthyol* 21:498-503
- Castillo-Rivera M, Zárate R, Ortiz S (2005b) Variación nictímeral y estacional de la abundancia, riqueza y especies dominantes de peces, en un ambiente salobre de sustrato blando. *Hidrobiológica* 15:227-258
- Castillo-Rivera M, Zárate-Hernández R, Ortiz-Burgos S, Zavala-Hurtado J (2010) Diel and seasonal variability in the fish community structure of a mud-bottom estuarine habitat in the Gulf of Mexico. *Mar Ecol* 31:633-642
- Castro ALC, Diniz AF, Martins IZ, Vendel AL, Oliveira TPR, Rosa IML (2008) Assessing diet composition of seahorses in the wild using a non destructive method: *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae) as a study-case. *Neotrop Ichthyol* 6(4):637-644.
- Clarke KR, Gorley RN (2001) Getting Started with PRIMER v 6: User Manual/Tutorial. Primer E, Plymouth
- Favaro LF, Lopes SCG, Spach HL (2003) Reprodução do peixe-rei, *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard)(Atheriniormes, Atherinidae), em uma planície de maré adjacente à gamboa do Baguaçu, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Rev Bras Zool* 20(3):501-506
- Figueiredo GM, Vieira JP (2005) Diel feeding, daily food consumption and the predatory impact of whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*) in an estuarine environment. *Mar Ecol* 26:130-139
- Gaelzer LR, Zalmon IR (2008) Diel variation of fish community in sandy beaches of southeastern Brazil. *Braz J Oceanogr* 56(1):23-39
- Gibson RN, Robb L, Burrows MT, Ansell AD (1996) Tidal, diel and longer term changes in the distribution of fishes on a Scottish sandy beach. *Mar Ecol Prog Ser* 130:1-17
- Gibson RN, Pihl L, Burrows MT, Modin J, Wennhage H, Nickell LA (1998) Diel movements of juvenile plaice *Pleuronectes platessa* in relation to predators, competitors, food availability and abiotic factors on a microtidal nursery ground. *Mar Ecol Prog Ser* 165:145-159
- Girsa II, Zhuravel VN (1983) Behavioural rhythm of some fishes in the coastal regions of the White Sea. *J Ichthyol* 23:138-142
- Godefroid RS, Hofstaetter M, Spach HL (1998) Moon, tidal and diel influences on catch composition of fishes in the surf zone of Pontal do Sul beach, Paraná. *Rev Bras Zool* 15(3):697-701
- Godefroid RS, Spach HL, Schwarz RJ, Queiroz GMLN, Oliveira Neto JF (2003) Efeito da lua e da maré na captura de peixes em uma planície de maré da baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Bol Inst Pesca, São Paulo*, 29(1):47-55
- Gray CA, Chick RC, McElligott DJ (1998) Diel changes in assemblages of fishes associated with shallow seagrass and bare sand. *Est Coast Shelf Sci* 46:849-859
- Griffiths SP (2001) Diel variation in the seagrass ichthyofaunas of three intermittently open estuaries in south-eastern Australia: implications for improving fish diversity assessments. *Fish Manage Ecol* 8:123-140
- Hagan SM, Able KW (2008) Diel variation in the pelagic fish assemblage in a temperate estuary. *Estuar Coast* 31:33-42
- Helfman GS, Collette BB, Facey DE, Bowen BW (2009) The diversity of fishes: Biology, Evolution, and Ecology. West Sussex, Wiley-Blackwell
- Hobson ES (1965) Diurnal-nocturnal activity of some inshore fishes in the Gulf of California. *Copeia* 3:291-302
- Kwak SN, Hwang SJ, Han MI, Kim HW, Huh S (2011) Diel variation of short-term in species composition and abundance of fish in a *Zostera marina* bed. *J Fish Res Manag* 1:99-111

- Kennish MJ (1990) *Ecology of Estuaries*. CRC Press, Boston
- Kerschner BA, Peterson MS, Gilmore RG (1985) Ecotopic and ontogenetic trophic variation in mojarras (Pisces: Gerreidae). *Estuaries* 8:311-322
- Kronfeld-Schor N, Dayan T (2003) Partitioning of time as an ecological resource. *Annu Rev Ecol Evol Syst* 34:153-181
- Layman CA (2000) Fish assemblage structure of the shallow ocean surf-zone on the eastern shore of Virginia Barrier Islands. *Est Coast Shelf Sci* 51:201-213
- Ley JA, Halliday IA (2007) Diel variation in mangrove fish abundances and trophic guilds of northeastern Australian estuaries with a proposed trophodynamic model. *Bull Mar Sci* 80(3):681-720
- Madurell T, Cartes JE, Labropoulou M (2004) Changes in the structure of fish assemblages in a bathyal site of the Ionian Sea (eastern Mediterranean). *Fish Res* 66:245-260
- Magurran AE (2005) *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, Oxford
- Manteifel BP, Girsu II, Pavlov DS (1978) On rhythms of fish behaviour. In: Thorpe JE (ed) *Rhythmic activity of fishes*. Academic, New York, pp 215-224
- Methven DA, Haedrich RL, Rose GA (2001) The fish assemblage of a Newfoundland estuary: diel, monthly, and annual variation. *Est Coast Shelf Sci* 52:669-687
- Morrisson MA, Francis MP, Hartill BW, Parkinson DM (2002) Diurnal and tidal variation in the abundance of the fish fauna of a temperate tidal mudflat. *Est Coast Shelf Sci* 54:793-807
- Mourão JS, Nordi N (2003) Etnoecologia de pescadores artesanais do estuário do Rio Mamanguape, Paraíba, Brazil. *Bol Inst Pesca São Paulo* 29:9-17
- Nagelkerken I, Dorenbosch M, Verberk WCEP, Moriniere EC, Velde GV (2000) Day-night shifts of fishes between shallow-water biotopes of a Caribbean bay, with emphasis on the nocturnal feeding of Haemulidae and Lutjanidae. *Mar Ecol Prog Ser* 194:55-64
- Nagelkerken I, Blaber SJM, Bouillon S, Green P, Haywood M, Kirton LG, Meynecke JO, Pawlik J, Penrose HM, Sasekumar A, Somerfield PJ (2008) The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna. *Aquat Bot* 89:155-185
- Nelson JS (2006) *Fishes of the world*. 4th edition, John Wiley and Sons, New York
- Nybakken JW, Bertness MD (2004) *Marine biology: an ecological approach*. 6th edition. CA: Pearson, San Francisco
- Pereira MS, Alves RRN (2006) Composição Florística de um remanescente de Mata Atlântica na Área de Proteção Ambiental Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* 6(1):357-366
- Pessanha ALM, Araújo FG (2003) Spatial, temporal and diel variations of fish assemblages at two sandy beaches in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Est Coast Shelf Sci* 57:817-828
- Pessanha ALM, Araújo FG, Azevedo MCC, Gomes ID (2003) Diel and seasonal changes in the distribution of fish on a southeast Brazil sandy beach. *Mar Biol* 143:1047-1055
- Primo AL, Azeiteiro UM, Marques SC, Ré P, Pardal MA (2012) Seasonal, lunar and tidal control of ichthyoplankton dynamics at the interface between a temperate estuary and adjacent coastal waters (western Portugal). *Sci Mar* 76(2):237-246

- Reis RR, Dean JM (1981) Temporal variation in the utilization of an intertidal creek by the bay anchovy (*Anchoa mitchilli*). *Estuaries* 4:16-23
- Reis-Filho JA, Nunes LDC, Menezes BL, Souza GBG (2010) Variação espaço-temporal e efeito do ciclo lunar na ictiofauna estuarina: evidências para o estuário do Rio Joanes - Bahia. *Biotemas* 23(2):111-122
- Ribeiro J, Bentes L, Coelho R, Gonçalves JMS, Lino PG, Monteiro P, Erzini K (2006) Seasonal, tidal and diurnal changes in fish assemblages in the Ria Formosa lagoon (Portugal). *Est Coast Shelf Sci* 67:461-474
- Rocha MSP, Mourão JS, Souto WMS, Barboza RRD, Alves RRN (2008) O uso dos recursos pesqueiros no estuário do Rio Mamanguape, estado da Paraíba, Brazil. *Interciência* 33:903-909.
- Rountree RA, Able KW (1993) Diel variation in decapod crustacean and fish assemblages in New Jersey polyhaline marsh creeks. *Est Coast Shelf Sci* 37:181-201
- Rountree RA, Able KW (1997) Nocturnal fish use of New Jersey marsh creek and adjacent bay shoal habitats. *Est Coast Shelf Sci* 44:703-711
- Rozas LP, Minello TJ (1997) Estimating densities of small fishes and decapods crustaceans in shallow estuarine habitats: a review of sampling design with focus on gear selection. *Estuaries* 20(1):199-213
- Soares LSH, Vazzoler AEAM (2001) Diel changes in food and feeding activity of Sciaenid fishes from the south-western Atlantic, Brazil. *Rev Brasil Biol* 61(2):197-216
- Townsend CR, Winfield IJ (1985) The application of optimal foraging theory to feeding behaviour in fish. In: Tytler P, Calow P (eds) *Fish energetics: new perspectives*. Croom Helm, London, pp 67-98
- Vasconcellos RM, Araújo FG, Santos JNS, Silva MA (2010) Short-term dynamics in fish assemblage structure on a sheltered sandy beach in Guanabara Bay, Southeastern Brazil. *Mar Ecol* 31: 506-519
- Xavier JHA, Cordeiro CAMM, Tenório GD, Diniz AF, Júnior EPNP, Rosa RS, Rosa IL (2012) Fish assemblage of the Mamanguape Environmental Protection Area, NE Brazil: abundance, composition and microhabitat availability along the mangrove-reef gradient. *Neotrop Ichthyol* 10(1):109-122
- Whitehead PJP (1985) FAO species catalog. Clupeoid fishes of the world (suborder Clupeioidi). Part 1 - Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. FAO Fisheries Synopsis, pp 1-304
- Whitehead PJP, Nelson GJ, Wongratana T (1988) FAO species catalogue. Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeioidi). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. Part 2 - Engraulidae. FAO Fisheries Synopsis, pp 305-579
- Zárate-Hernández R, Castillo-Rivera M, Sanvicente-Añorve L, Ortiz-Burgos S (2012) Spatial, diel, and seasonal changes in the fish community structure of a Mexican tropical estuary. *Cienc Mar* 38(4):665-676

List of Figures

Fig. 1. Estuary of the Mamanguape River (Paraíba state, Brazil) located in the mouth of the Tinto River, with the location of the studied tidal flat.

Fig. 2. Average values (\pm standard error) of temperature (A) and salinity (B) along the photoperiod (MOR: morning, MDA: midday, AFT: afternoon, DUS: dusk, EVE: evening, MNI: midnight, LNI: late night, DAW: dawn) in the tidal flat of the Mamanguape River. White and dark bars below the x axis denote the diurnal and nocturnal periods, respectively.

Fig. 3. Variation along the photoperiod in the average values (\pm Standard Error) of abundance (catch per effort unit, CPUE), species richness, biomass (g), Shannon-Wiener (H') diversity and evenness (E5-Hill) of the fish assemblages captured in the tidal flat of the Mamanguape River. Codes for photoperiod are: MOR: morning, MDA: midday, AFT: afternoon, DUS: dusk, EVE: evening, MNI: midnight, LNI: late night, DAW: dawn. White and dark bars below the x axis denote the diurnal and nocturnal periods, respectively.

Fig. 4. Principal co-ordinate (PCO) plot of the individual abundance samples of fish assemblages captured in the tidal flat of the Mamanguape River in the diurnal (\circ) and nocturnal (\blacktriangle) periods.

Fig. 5. Variations along the photoperiod in the average values (\pm Standard Error) of abundance (catch per effort unit, CPUE) of the dominant species in the tidal flat of the Mamanguape River. Codes for photoperiod are: MOR: morning, MDA: midday, AFT: afternoon, DUS: dusk, EVE: evening, MNI: midnight, LNI: late night, DAW: dawn. White and dark bars below the x axis denote the diurnal and nocturnal periods, respectively.

List of Tables

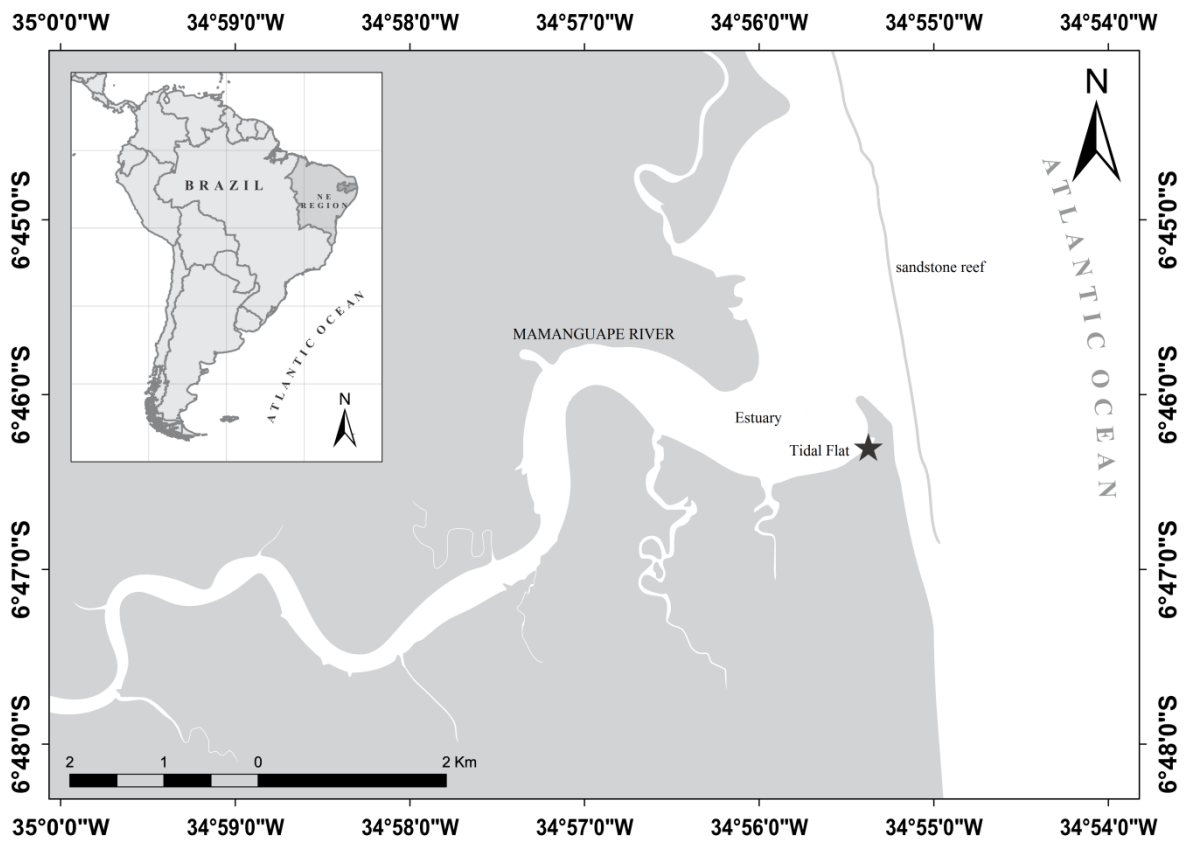
Table 1 Results of the PERMANOVA pair-wise test to the average salinity values along the photoperiod periods in the tidal flat of the Mamanguape River. (MOR: morning, MDA: midday, AFT: afternoon, DUS: dusk, EVE: evening, MNI: midnight, LNI: late night, DAW: dawn).

Table 2: Numerical abundance (N), frequency of occurrence (%FO) and biomass (B, g) of the fish captured in the tidal mudflat of the Mamanguape River (Paraíba state, Brazil) along the diurnal/nocturnal and photoperiod periods. MOR: morning, MDA: midday, AFT: afternoon, DUS: dusk, EVE: evening, MNI: midnight, LNI: late night, DAW: dawn.

Table 3 Results of the PERMANOVA tests for the variations in abundance (CPUE), biomass, species richness, diversity (H') and evenness (E5-Hill) of the fish assemblages for Day/Night, photoperiod and tidal regime. df = degrees of freedom; P(MC) = Monte Carlo test; 9999 permutations; * significant values ($p \leq 0.05$).

Table 4 Results of the PERMANOVA pairwise tests for the variations in abundance (CPUE), biomass, species richness, diversity (H') and evenness (E5-Hill) of the fish assemblages along the photoperiod periods. (MOR: morning, MDA: midday, AFT: afternoon, DUS: dusk, EVE: evening, MNI: midnight, LNI: late night, DAW: dawn). * significance values: * $P \leq 0.05$; ** $P \leq 0.001$; *** $P \leq 0.0001$.

Table 5 Similarity and dissimilarity values obtained by the SIMPER analysis among pair-wise periods along the photoperiod (MOR: morning, MDA: midday, AFT: afternoon, DUS: dusk, EVE: evening, MNI: midnight, LNI: late night, DAW: dawn).

**Fig. 1**

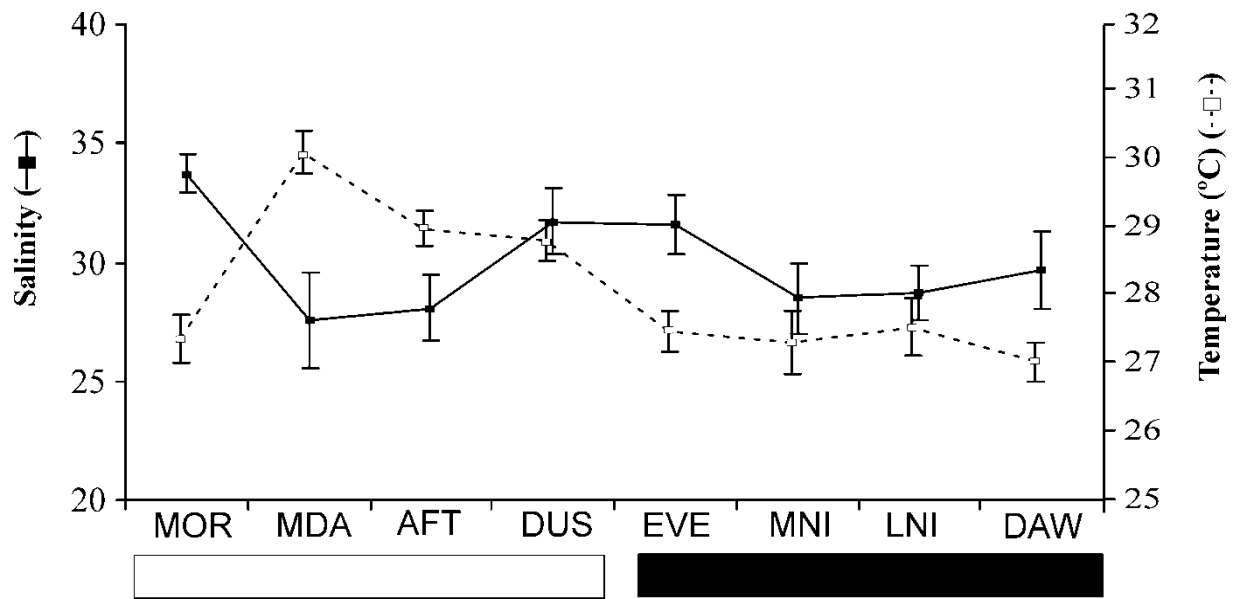


Fig. 2

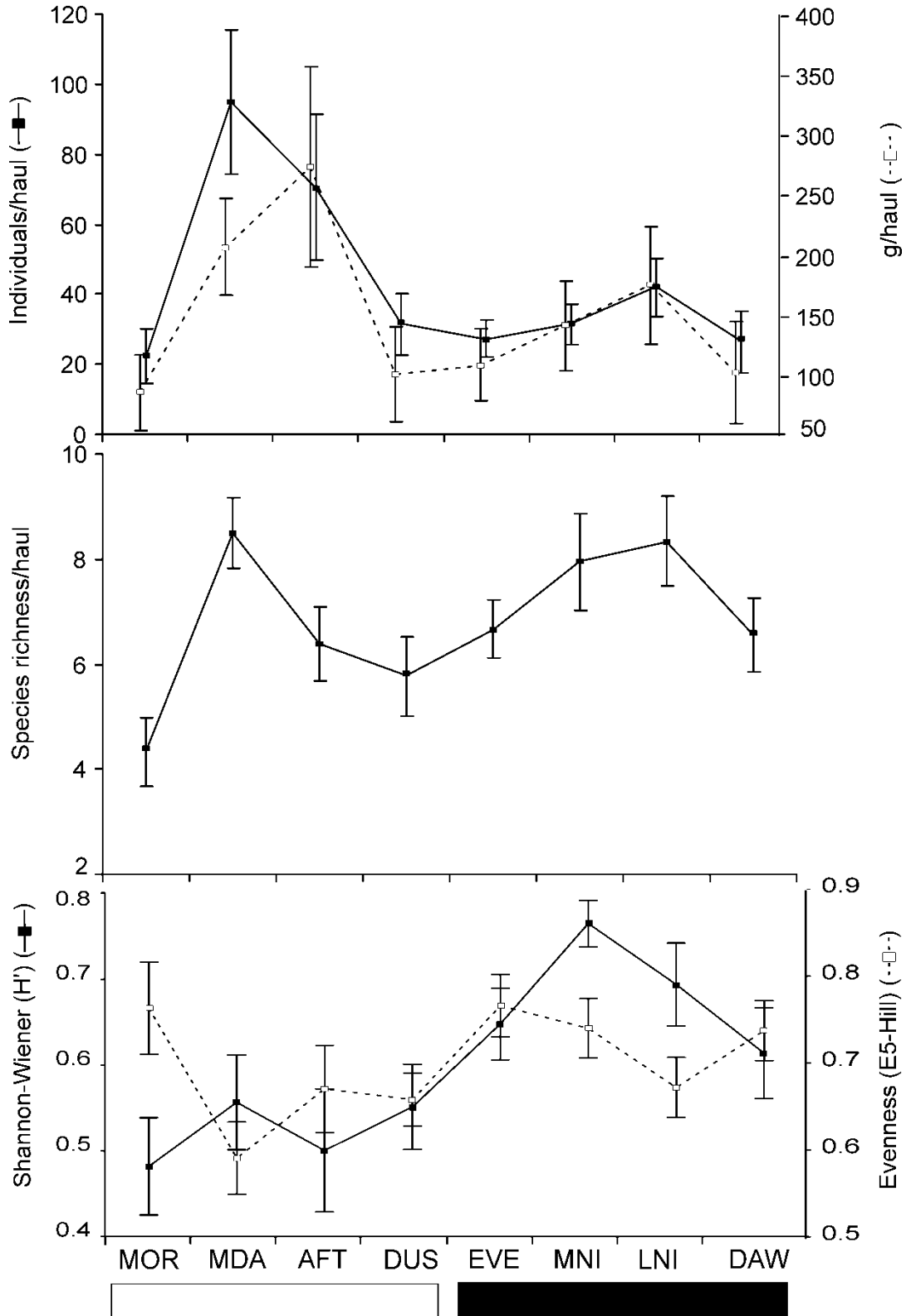


Fig. 3

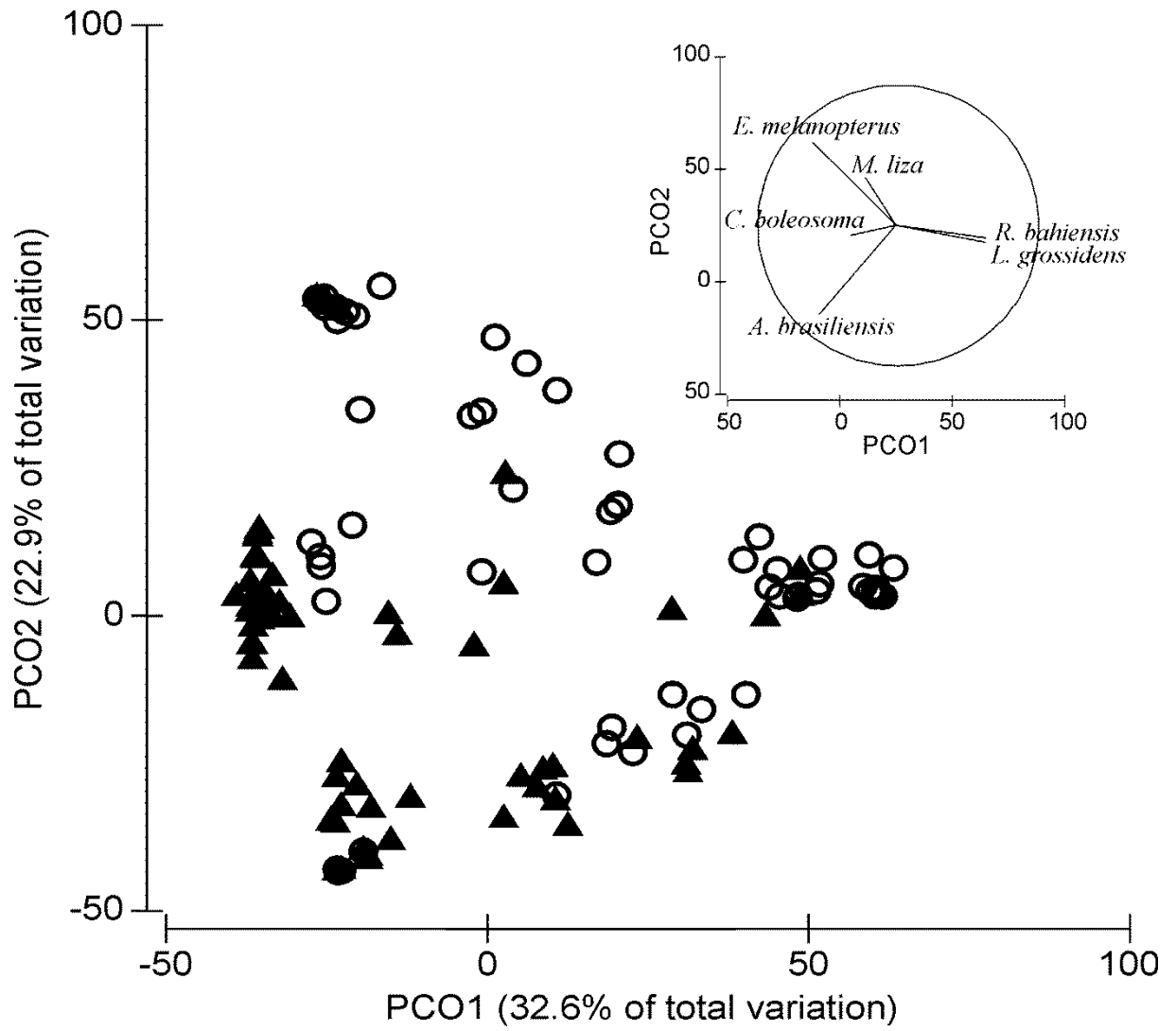


Fig. 4

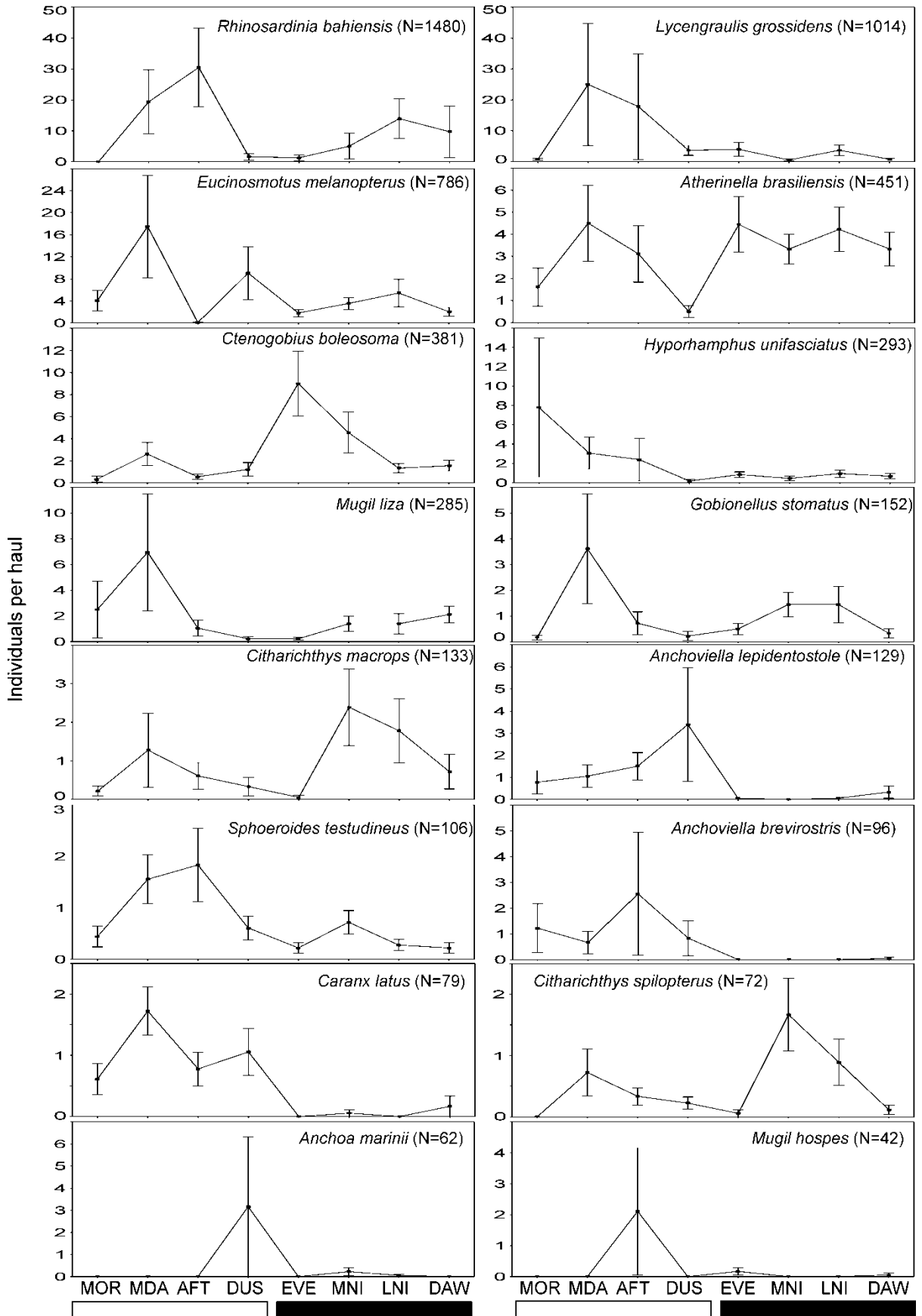


Fig. 5

GROUPS	T	P(perm)
MOR, MDA	35.036	0.0019
MOR, AFT	39.647	0.0003
MOR, DUS	21.143	0.0446
MOR, MNI	36.121	0.0009
MOR, LNI	44.921	0.0001
MOR, DAW	26.630	0.0087
MDA, DUS	25.182	0.0153
MDA, EVE	21.149	0.0431
AFT, DUS	27.148	0.0095
AFT, EVE	20.503	0.0503
DUS, MNI	23.823	0.0221
DUS, LNI	29.590	0.0052

Table 1

SPECIES	DAY												NIGHT											
	MOR			MDA			AFT			DUS			EVE			MNI			LNI			DAW		
	N	%FO	B (g)	N	%FO	B (g)	N	%FO	B (g)	N	%FO	B (g)	N	%FO	B (g)	N	%FO	B (g)	N	%FO	B (g)	N	%FO	B (g)
<i>Albula vulpes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5.56	0.14	9	16.67	2.32	-	-	-	1	5.56	0.11	-	-	-
<i>Gymnothorax ocellatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	11.11	77.85	3	5.56	77.85	-	-	-	-	-	-
<i>Ophichthus parilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5.56	36.74	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myrichthys ocellatus</i>	-	-	-	1	5.56	135.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	11.11	152.15	-	-	-
<i>Anchoa filifera</i>	1	5.56	7.13	-	-	-	8	5.56	1.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anchoa januaria</i>	1	5.56	0.80	-	-	-	-	-	-	3	5.56	2.94	-	-	-	-	-	-	1	5.56	1.69	2	11.11	5.52
<i>Anchoa marinii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57	5.56	77.15	-	-	-	4	11.11	10.18	1	5.56	1.96	-	-	-
<i>Anchoa tricolor</i>	5	5.56	0.70	-	-	-	-	-	-	8	5.56	1.22	-	-	-	-	-	-	1	5.56	1.14	-	-	-
<i>Anchovia clupeioides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	16.67	117.86	-	-	-	7	22.22	52.69	-	-	-
<i>Lycengraulis grossidens</i>	14	38.89	88.62	450	61.11	636.43	321	38.89	361.54	66	38.89	171.12	72	38.89	234.91	10	16.67	109.40	67	27.78	415.89	14	22.22	68.22
<i>Anchoviella brevirostris</i>	22	22.22	1.33	12	16.67	1.44	46	11.11	7.13	15	11.11	1.23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5.56	0.11
<i>Anchoviella lepidentostole</i>	14	16.67	3.04	19	27.78	3.87	27	44.44	4.10	61	27.78	9.98	1	5.56	0.18	-	-	-	1	5.56	0.13	6	11.11	1.33
<i>Lile piquitinga</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5.56	2.16	-	-	-	1	5.56	3.44	-	-	-
<i>Harengula clupeiola</i>	-	-	-	-	-	-	4	11.11	19.65	3	5.56	10.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5.56	5.48
<i>Rhinosardinia bahiensis</i>	-	-	-	349	50.00	926.63	549	50.00	1647.68	42	44.44	59.40	23	22.22	109.47	91	16.67	373.70	251	27.78	1006.17	175	22.22	675.7
<i>Thalassophryne nattereri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5.56	0.67	-	-	-
<i>Mugil curema</i>	5	11.11	32.17	5	16.67	10.13	7	11.11	10.74	8	11.11	6.38	23	33.33	172.66	7	11.11	15.50	6	22.22	43.81	18	50.00	69.65
<i>Mugil curvidens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5.56	0.16
<i>Mugil hospes</i>	-	-	-	-	-	-	38	11.11	169.13	-	-	-	3	11.11	9.70	-	-	-	-	-	-	1	5.56	5.10
<i>Mugil incilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5.56	14.08	1	5.56	6.89	-	-	-	-	-	-	1	5.56	0.26
<i>Mugil liza</i>	45	22.22	5.76	125	27.78	53.09	19	27.78	6.59	4	11.11	0.91	4	22.22	7.38	25	38.89	5.06	25	38.89	7.44	38	50.00	6.41
<i>Atherinella brasiliensis</i>	29	33.33	50.09	81	50.00	84.98	56	50.00	167.82	9	22.22	27.04	80	88.89	268.60	60	83.33	250.25	76	77.78	352.71	60	72.22	229.4
<i>Hyporhamphus roberti</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5.56	7.52	-	-	-	-	-	-
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	140	33.33	222.46	55	50.00	149.36	43	16.67	84.18	3	5.56	5.33	15	44.44	68.96	8	22.22	34.52	17	44.44	112.86	12	38.89	96.95
<i>Strongylura marina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5.56	15.81	6	11.11	145.19	1	5.56	64.17	-	-	-
<i>Strongylura timucu</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	11.11	84.41	2	5.56	94.27	2	11.11	75.80	1	5.56	41.33
<i>Prionotus punctatus</i>	-	-	-	1	5.56	50.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caranx latus</i>	11	33.33	25.41	31	66.67	101.09	14	44.44	31.66	19	50.00	64.85	-	-	-	1	5.56	7.83	-	-	-	3	5.56	7.67
<i>Oligoplites saurus</i>	1	5.56	0.01	2	11.11	1.53	-	-	-	1	5.56	0.56	-	-	-	-	-	-	1	5.56	4.90	-	-	-
<i>Selene vomer</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	11.11	112.18	-	-	-	1	5.56	17.30
<i>Lutjanus analis</i>	-	-	-	2	5.56	9.93	3	5.56	11.31	1	5.56	0.14	-	-	-	2	5.56	6.20	2	5.56	0.90	1	5.56	1.57
<i>Lutjanus synagris</i>	2	11.11	6.21	13	16.67	30.39	10	16.67	19.91	17	16.67	12.61	-	-	-	-	-	-	4	11.11	2.53	1	5.56	0.62
<i>Diapterus rhombeus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5.56	9.62	-	-	-	1	5.56	3.68	-	-	-

<i>Eucinostomus argenteus</i>	1	5.56	0.91	3	5.56	2.83	4	5.56	7.69	10	16.67	23.35	-	-	-	7	16.67	75.66	5	16.67	24.18	-	-	-
<i>Eucinostomus gula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5.56	29.56	2	11.11	37.28
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	74	38.89	4.87	315	50.00	91.82	2	5.56	1.36	163	33.33	16.15	33	38.89	5.10	64	55.56	46.15	98	44.44	20.95	37	33.33	7.65
<i>Eugerres brasilianus</i>	-	-	-	-	-	-	1	5.56	1.72	1	5.56	0.55	-	-	-	1	5.56	0.70	-	-	-	-	-	-
<i>Ulaema lefroyi</i>	1	5.56	0.20	2	5.56	1.82	1	5.56	0.95	-	-	-	-	-	-	3	5.56	2.54	8	11.11	0.65	-	-	-
<i>Pomadasy s corvinaeformis</i>	1	5.56	49.88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anisotremus surinamensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	5.56	45.55	-	-	-
<i>Polydactylus virginicus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	5.56	141.60	11	38.89	163.90	4	22.22	91.76	7	16.67	107.86	1	5.56	21.02
<i>Bairdiella ronchus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5.56	16.69	2	11.11	31.36	-	-	-
<i>Cynoscion leiarchus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5.56	4.30	8	16.67	4.06	3	11.11	0.96	3	11.11	15.67
<i>Menticirrhus americanus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5.56	33.72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Menticirrhus littoralis</i>	-	-	-	-	-	-	1	5.56	12.83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stellifer brasiliensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5.56	7.13	-	-	-
<i>Nicholsina usta</i>	-	-	-	1	5.56	0.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sparisoma radians</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5.56	0.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ereotelis smaragdus</i>	1	5.56	0.95	4	16.67	0.24	-	-	-	2	11.11	5.89	6	33.33	6.73	6	16.67	11.52	1	5.56	2.47	2	11.11	1.11
<i>Bathygobius soporator</i>	2	11.11	25.85	-	-	-	-	-	-	1	5.56	6.08	1	5.56	1.43	1	5.56	14.27	2	5.56	15.07	3	11.11	9.80
<i>Ctenogobius smaragdus</i>	-	-	-	1	5.56	0.67	1	5.56	1.34	-	-	-	2	11.11	2.05	1	5.56	1.48	1	5.56	0.92	-	-	-
<i>Ctenogobius stigmaticus</i>	-	-	-	2	11.11	0.22	9	16.67	4.32	1	5.56	0.94	-	-	-	4	16.67	2.39	-	-	-	1	5.56	0.38
<i>Ctenogobius boleosoma</i>	6	11.11	0.69	47	50.00	7.02	10	27.78	1.88	22	27.78	3.44	162	77.78	23.06	82	55.56	10.76	24	61.11	3.54	28	61.11	5.72
<i>Gobionellus oceanicus</i>	-	-	-	-	-	-	1	5.56	0.33	-	-	-	-	-	-	1	5.56	0.04	1	5.56	0.33	1	5.56	0.16
<i>Gobionellus stomatus</i>	3	16.67	6.24	65	33.33	24.93	13	16.67	5.30	4	11.11	1.95	9	27.78	2.20	26	38.89	8.13	26	33.33	4.95	6	22.22	5.63
<i>Sphyraena guachancho</i>	-	-	-	2	5.56	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Citharichthys macrops</i>	4	16.67	1.50	23	16.67	59.42	11	22.22	24.10	6	11.11	5.73	1	5.56	2.27	43	44.44	102.99	32	38.89	61.57	13	27.78	28.16
<i>Citharichthys spilopterus</i>	-	-	-	13	27.78	107.57	6	27.78	72.43	4	22.22	22.40	1	5.56	13.91	30	50.00	187.68	16	38.89	123.11	2	11.11	10.38
<i>Achirus achirus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5.56	46.37	-	-	-	1	5.56	22.97	1	5.56	58.97	-	-	-
<i>Achirus declivis</i>	1	5.56	27.98	1	5.56	24.44	4	16.67	45.05	-	-	-	2	11.11	61.56	1	5.56	50.87	1	5.56	64.09	6	16.67	166.97
<i>Achirus lineatus</i>	5	16.67	15.24	17	38.89	32.56	4	22.22	31.87	3	16.67	5.56	1	5.56	0.96	8	33.33	37.68	6	22.22	8.86	-	-	-
<i>Symphurus tessellatus</i>	-	-	-	9	22.22	74.96	4	22.22	17.96	2	11.11	9.71	-	-	-	18	38.89	246.31	19	27.78	43.69	18	33.33	160.17
<i>Lagocephalus laevigatus</i>	1	5.56	308.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5.56	289.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphoeroides greeleyi</i>	2	11.11	2.20	29	72.22	89.92	19	38.89	46.99	9	44.44	17.99	3	16.67	12.93	22	44.44	88.14	21	50.00	85.53	3	16.67	40.72
<i>Sphoeroides testudineus</i>	8	27.78	635.26	28	50.00	989.03	33	38.89	2081.80	11	38.89	983.60	4	22.22	104.35	13	44.44	252.07	5	27.78	83.05	4	22.22	85.82
<i>Chilomycterus spinosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5.56	1.01	-	-	-
TOTAL	400	1523.79	1708	3703.10	1269	4900.61	566	1790.68	489	1919.27	568	2524.51	755	3130.20	467	1829.42								

Table 2

	Day/Night				Photoperiod				Tidal Regime			
	df	Pseudo-F	P(perm)	P(MC)	df	Pseudo-F	P(perm)	P(MC)	df	Pseudo-F	P(perm)	P(MC)
CPUE	1	22.559	0.0001*	0.0001*	7	14.364	0.0001*	0.0001*	1	0.876	0.4975	0.4906
Biomass	1	16.073	0.0001*	0.0001*	7	4.445	0.0001*	0.0001*	1	1.694	0.1176	0.1192
Richness	1	9.563	0.0023*	0.0021*	7	6.217	0.0001*	0.0001*	1	0.662	0.4298	0.4107
Diversity	1	15.585	0.0001*	0.0003*	7	3.029	0.0047*	0.0058*	1	1.178	0.2818	0.2729
Evenness	1	5.253	0.0217*	0.0243*	7	3.033	0.0076*	0.0055*	1	0.012	0.9324	0.9278

Table 3

GROUPS	CPUE	Biomass	Richness	Diversity	Eveness
	T	T	T	T	T
MOR, MDA	29.515***	1.394	47.608***	0.417	20.006*
MOR, AFT	31.197***	18.745*	22.490*	0.591	12.222
MOR, DUS	32.331***	1.217	1.241	11.046	0.089
MOR, EVE	49.678***	25.351***	31.106*	18.974	0.408
MOR, MNI	43.605***	25.187**	48.126***	38.392***	13.723
MOR, LNI	35.755***	22.575***	45.083***	21.023*	14.406
MOR, DAW	33.262***	18.479**	23.838*	18.514	0.709
MDA, AFT	26.507***	1.457	23.819*	0.855	0.637
MDA, DUS	32.694***	1.334	28.996*	0.552	20.536*
MDA, EVE	45.704***	26.939***	21.663*	11.691	25.486*
MDA, MNI	47.089***	24.311**	0.563	26.323*	34.448**
MDA, LNI	34.277***	22.149**	0.208	13.478	0.842
MDA, DAW	39.009***	22.532**	23.619*	11.349	27.945*
AFT, DUS	27.482***	1.302	0.816	14.148	12.252
AFT, EVE	42.521***	27.016***	0.649	19.905	16.608
AFT, MNI	39.997***	26.284***	26.248*	31.943**	24.384
AFT, LNI	26.538**	23.278**	23.006*	21.386*	0.137
AFT, DAW	29.598**	21.773**	0.096	19.844	19.071
DUS, EVE	72.424***	29.922***	1.453	0.882	0.551
DUS, MNI	68.883***	28.941***	30.406*	34.975***	17.765
DUS, LNI	39.448***	26.774***	27.993*	11.467	15.243
DUS, DAW	51.201***	23.690***	0.915	0.804	0.878
EVE, MNI	51.822***	20.724*	25.293*	2.831**	11.959
EVE, LNI	41.707***	15.882*	20.728*	0.312	21.212*
EVE, DAW	48.113***	1.205	0.562	0.081	0.371
MNI, LNI	28.767**	0.853	0.311	23.311*	34.461**
MNI, DAW	42.019***	19.674*	26.221*	28.093*	0.673
LNI, DAW	25.206*	1.218	22.776*	0.385	23.836*

Table 4

PHOTOPERIOD	MOR	MDA	AFT	DUS	EVE	MNI	LNI	DAW
MOR	28.53% <i>E. melanopterus</i> <i>H. unifasciatus</i> <i>M. liza</i>							
MDA	85.64% <i>L. grossidens</i> <i>E. melanopterus</i> <i>R. bahiensis</i>	36.79% <i>L. grossidens</i> <i>C. latus</i> <i>R. bahiensis</i>						
AFT	96.53% <i>R. bahiensis</i> <i>A. brasiliensis</i> <i>E. melanopterus</i>	78.90% <i>R. bahiensis</i> <i>L. grossidens</i> <i>A. brasiliensis</i>	27.65% <i>A. brasiliensis</i> <i>R. bahiensis</i> <i>S. testudineus</i>					
DUS	88.75% <i>L. grossidens</i> <i>E. melanopterus</i> <i>R. bahiensis</i>	76.50% <i>E. melanopterus</i> <i>R. bahiensis</i> <i>L. grossidens</i>	84.07% <i>R. bahiensis</i> <i>L. grossidens</i> <i>E. melanopterus</i>	35.05% <i>L. grossidens</i> <i>R. bahiensis</i> <i>E. melanopterus</i>				
EVE	91.79% <i>A. brasiliensis</i> <i>C. boleosoma</i> <i>E. melanopterus</i>	70.75% <i>L. grossidens</i> <i>R. bahiensis</i> <i>C. boleosoma</i>	77.32% <i>C. boleosoma</i> <i>R. bahiensis</i> <i>A. brasiliensis</i>	85.43% <i>A. brasiliensis</i> <i>C. boleosoma</i> <i>L. grossidens</i>	60.40% <i>A. brasiliensis</i> <i>C. boleosoma</i> <i>E. melanopterus</i>			
MNI	87.93% <i>A. brasiliensis</i> <i>C. boleosoma</i> <i>E. melanopterus</i>	75.04% <i>R. bahiensis</i> <i>L. grossidens</i> <i>E. melanopterus</i>	81.24% <i>R. bahiensis</i> <i>C. boleosoma</i> <i>E. melanopterus</i>	88.42% <i>A. brasiliensis</i> <i>E. melanopterus</i> <i>C. boleosoma</i>	51.07% <i>C. boleosoma</i> <i>E. melanopterus</i> <i>C. macrops</i>	56.78% <i>A. brasiliensis</i> <i>E. melanopterus</i> <i>C. boleosoma</i>		
LNI	87.29% <i>A. brasiliensis</i> <i>E. melanopterus</i> <i>H. unifasciatus</i>	75.49% <i>R. bahiensis</i> <i>L. grossidens</i> <i>E. melanopterus</i>	75.13% <i>R. bahiensis</i> <i>A. brasiliensis</i> <i>E. melanopterus</i>	80.03% <i>A. brasiliensis</i> <i>E. melanopterus</i> <i>L. grossidens</i>	63.05% <i>C. boleosoma</i> <i>E. melanopterus</i> <i>L. grossidens</i>	59.84% <i>C. boleosoma</i> <i>E. melanopterus</i> <i>C. macrops</i>	40.66% <i>A. brasiliensis</i> <i>E. melanopterus</i> <i>C. macrops</i>	
DAW	84.94% <i>A. brasiliensis</i> <i>E. melanopterus</i>	78.46% <i>R. bahiensis</i> <i>L. grossidens</i>	76.22% <i>R. bahiensis</i> <i>A. brasiliensis</i>	88.58% <i>A. brasiliensis</i> <i>L. grossidens</i>	65.81% <i>C. boleosoma</i> <i>M. liza</i>	66.06% <i>C. boleosoma</i> <i>E. melanopterus</i>	64.37% <i>E. melanopterus</i> <i>R. bahiensis</i>	45.41% <i>A. brasiliensis</i> <i>M. liza</i>

Table 5

ANEXO 4

Instruções para submissão do manuscrito na Neotropical Ichthyology (CAPÍTULO II)

Scope and policy

The journal *Neotropical Ichthyology* publishes original articles on Neotropical freshwater and marine fish in the areas of Biology, Ecology, Ethology, Genetics and Molecular Biology, Physiology, and Systematics.

Submitted manuscripts must be relevant contributions within their specific research area and must provide clear theoretical foundations of the subject, description of the objectives and / or hypotheses under consideration, in addition to sampling and analytical designs consistent with the proposal. Descriptive original works of high quality and relevance will be considered for publication. Casual observations, scientific notes or studies merely descriptive not associated with relevant theoretical issues will not be considered.

Editor and Section Editor of the area will evaluate the submitted manuscript to determine if its content is suitable for publication in the journal *Neotropical Ichthyology*. The Journal is open for submissions to all researchers on Neotropical ichthyofauna. Payment of publication costs may be required if none of the authors is a member of the Brazilian Society of Ichthyology.

Submission of manuscripts

Manuscripts must be submitted as digital files at <http://mc04.manuscriptcentral.com/ni-scielo>

With each new manuscript submission, authors must include a cover letter with a statement that it constitutes original research and is not being submitted to other journals.

In multi-authored papers, author responsible for submission must declare in the cover letter that all co-authors are aware and agree with the submission.

All co-authors and respective e-mails must be registered in the appropriate forms along with manuscript submission.

During the submission, indicate the area of Ichthyology (Biochemistry and Physiology, Biology, Ecology, Ethology, Genetics and Molecular Biology, Systematics) to which the manuscript is referable.

During the submission, indicate three possible referees (name, institution, country, and e-mail).

Manuscripts that are not formatted according to instructions to authors will be returned to authors.

Manuscripts submitted in poor English will be returned without review. Appropriate use of the English language is a requirement for review and publication.

Form and preparation of manuscripts

Text must be in Word for Windows or rtf files.

Figures and tables must be uploaded separately as individual files.

Do not duplicate information in the text, Figures and Tables. Submit only Figures and Tables that are strictly necessary.

Format

Text must be submitted in English.

Manuscript must contain the following items, in the cited order:

Title

- Title in lower case as follows: “*Isbrueckerichthys epakmos*, a new species of loricariid catfish from the rio Ribeira de Iguape basin, Brazil (Teleostei: Siluriformes)”.
- Subordinate taxa separated by “:” as follows: “(Siluriformes: Loricariidae)”.

Author(s) name(s)

- Only initials in uppercase. Never abbreviate first name.

Addresses

- Do not use footnote.
- Use superscript numerals¹ to identify multiple addresses.
- List full addresses and e-mail of all authors.

Abstract

- In English.

Resumo

- In Portuguese or Spanish. It must have the same contents of the Abstract in English.

Key words

- Five keywords in English, not repeating title words or expressions.

Introduction

Material and Methods

Results

Discussion

Acknowledgments

Literature Cited

Table(s)

Figure(s) legend(s)

In taxonomic papers check also: *Neotropical Ichthyology* taxonomic contribution style sheet.

Text

- Text pages cannot include headers, footers, or footnotes (except page number), or any paragraph format. Text must be aligned to the left, not fully justified.
- Use Times New Roman font size 12, for submission.
- Do not hyphenate text.
- Use the font “symbol” to represent the following characters:
 $\chi \mu \theta \omega \epsilon \rho \tau \psi \upsilon \iota \omicron \pi \alpha \sigma \delta \phi \gamma \eta \varphi \kappa \lambda \epsilon \omega \beta \nu \equiv \Theta \Omega \Sigma \Delta \Phi$
- Species, genera, and Latin terms (*et al.*, *in vitro*, *in vivo*, *vs.*) must be in italics.
- Latin terms presented between the generic and specific names - *cf.*, *aff.* (*e.g.*, *Hoplias cf. malabaricus*) are not in italics.
- Spell full genus name in the beginning of a sentence.
- Do not underline words.
- The following titles must be bold formatted: **Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Acknowledgments, Literature Cited.**
- List abbreviations used in the text under Material and Methods, except for those in common use (*e.g.*, min, km, mm, kg, m, sec, h, ml, L, g).
- Measurements must use the metric system.
- Manuscripts must contain the institutional acronyms and catalog numbers for voucher specimens.
- Geographic descriptors (rio, igarapé, arroio, córrego) must be in lower case, except when referring to a locality name (*e.g.*, municipality of Arroio dos Ratos, State of Rio Grande do Sul).
- Acknowledgments must be concise and include both first and last names.

Nomenclature

- Scientific names should be cited according to the ICZN (1999).
- Authorship is required only in taxonomic papers and at the first reference of a species or genus. Do not include authorship in the abstract and resumo.
- Check spelling, current valid names and authorship of species in the Catalog of Fishes at <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>

Tables

- Tables must be numbered sequentially according to their citation in the text, using the following formats: Table 1, Tables 1-2, Tables 1, 4.
- The word **Table** and respective number must be bold in legends.
- Tables must be constructed using lines and columns, but not “Tab” or “space”.
- Tables cannot contain vertical lines or footnotes. Digital files of tables must be formatted in cells. Digital files of tables with columns separated by “Tab” or “space” will not be accepted.
- Legends must be included at the end of the manuscript, in the following format:

Table 1. Monthly variation of the gonadosomatic index in *Diapoma speculiferum* ...

- Approximate locations where tables should be inserted must be indicated along the margin of the text.

Figures

- Figures must be sequentially numbered according to their citation in the text, using the following formats: Fig. 1, Figs. 1-2, Fig. 1a, Figs. 1a-b, Figs. 1a, c.
- The word **Fig.** and respective number must be bold in legends.
- Figures must be of high quality and definition.
- Text included in graphs and pictures must be of a font size compatible with reductions to page width (175 mm) or column width (85 mm). Graphs will be preferably printed as one column width (85 mm).
- Color photos will be accepted only if necessary and authors may be charged for the cost of printing the color photo, if funds are not available.
- Composed figures must be prepared so as to fit either the page (175 mm) or column width (85 mm).
- Illustrations must include either a scale or reference to the size of the item in the figure legend.
- Never include objects or illustrations in the figure legend. Replace with text (*e.g.* “black triangle”) or represent its meaning in the figure itself.
- A list of figure legends must be presented at the end of the manuscript file.

Literature Cited

- Use the following formats in the text: Eigenmann (1915, 1921) or (Eigenmann, 1915, 1921; Fowler, 1945, 1948) or Eigenmann & Norris (1918) or Eigenmann *et al.* (1910a, 1910b).
- Do not include abstracts and technical reports in Literature Cited.
- Avoid unnecessary references to thesis or dissertations.
- Never use “Tab” or “space” to format references.
- Literature Cited must be ordered alphabetically. References published by two or more authors must be listed in alphabetic order of the first author, then of second author, and successively.
- Give full Journal names – do not abbreviate.
- Do not use italic or bold for books titles and journals.
- Text citations and Literature Cited must match.
- Use the following formats:

Books: Campos-da-Paz, R. & J. S. Albert. 1998. The gymnotiform “eels” of Tropical America: a history of classification and phylogeny of the South American electric knifefishes (Teleostei: Ostariophysi: Siluriphysi). Pp. 419-446. In: Malabarba, L. R., R. E. Reis, R. P. Vari, Z. M. S. Lucena & C. A. S. Lucena (Eds.). *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. Porto Alegre, Edipucrs.

Thesis/Dissertations: Langeani, F. 1996. Estudo filogenético e revisão taxonômica da família Hemiodontidae Boulenger, 1904 (*sensu* Roberts, 1974) (Ostariophysi, Characiformes). Unpublished Ph.D. Dissertation, Universidade de São Paulo, São Paulo, 171p. 4

Articles (list full periodic names): Lundberg, J. G., F. Mago-Leccia & P. Nass. 1991. *Exallodontus aguanai*, a new genus and species of Pimelodidae (Teleostei: Siluriformes) from

deep river channels of South America and delimitation of the subfamily Pimelodinae. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 104: 840-869.

Articles in press: Burns, J. R., A. D. Meisner, S. H. Weitzman & L. R. Malabarba. (in press). Sperm and spermatocyte ultrastructure in the inseminating catfish, *Trachelyopterus lucenai* (Ostariophysi: Siluriformes: Auchenipteridae). *Copeia*, 2002: 173-179.

Internet resources Author. 2002. Title of website, database or other resources, Publisher name and location (if indicated), number of pages (if known). Available from: <http://xxx.xxx.xxx/> (Date of access).

Further information

Contact Editor at neoichth@ufrgs.br