

LEILANE BRUNA GOMES DOS SANTOS

**COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO MÚSCULO,
OVÁRIOS E FÍGADO DE FÊMEAS SELVAGENS DA CARAPEBA LISTRADA
Eugerres brasilianus (Cuvier, 1830).**

**RECIFE, PE
Fevereiro de 2014**



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

**COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO MÚSCULO,
OVÁRIOS E FÍGADO DE FÊMEAS SELVAGENS DA CARAPEBA LISTRADA**
Eugerres brasilianus (Cuvier, 1830).

Leilane Bruna Gomes dos Santos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte das exigências para obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Ronaldo Olivera Cavalli
Orientador

Recife, PE
Fevereiro de 2014

Ficha catalográfica

Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central - UFRPE

S237c Santos, Leilane Bruna Gomes dos
Composição centesimal e perfil de ácidos graxos do
músculo, ovários e fígado de fêmeas selvagens da carapeba
listrada *Eugerres brasilianus* (Cuvier, 1830)./Leilane Bruna
Gomes dos Santos. – Recife, 2014.

Nº folhas. 50: il.

Orientador: Ronaldo Olivera Cavalli
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e
Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Pesca e Aquicultura, Recife, 2014.
Referências.

CCDD [639°]

1. Gerreidae
2. Nutrição
3. Proteína
4. Lipídios
5. Ácidos graxos
6. Reprodução

I. Ronaldo Olivera Cavalli

II. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos do
músculo, ovários e fígado de fêmeas selvagens da
carapeba listrada *Eugerres brasilianus* (Cuvier, 1830).

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

**COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO MÚSCULO,
OVÁRIOS E FÍGADO DE FÊMEAS SELVAGENS DA CARAPEBA LISTRADA**
Eugerres brasilianus (Cuvier, 1830).

Leilane Bruna Gomes dos Santos

Dissertação julgada adequada para obtenção do título de mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura. Defendida e julgada aprovada em 13/02/2014 pela seguinte Banca Examinadora.

Prof. Dr. Ronaldo Olivera Cavalli – Orientador

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profa. Dra. Roberta Borda Soares – Membro interno

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Eudes de Souza Correia – Membro interno

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Marcos Rogério Câmara – Membro externo

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Dedicatória

Dedico essa pesquisa as pessoas mais importantes da minha vida: meus pais, Rizelda Virgolino Gomes dos Santos (in memoriam) e Roberval Timóteo dos Santos, pelo amor incondicional e por terem me conduzido a trilhar o caminho do bem.

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, por ser a luz que guia todos os meus passos.

Aos meus pais Roberval Timóteo dos Santos e Rizelda Virgolino Gomes dos Santos (*in memorian*), aos meus irmãos Laerte Bruno Timóteo dos Santos e Raquel de Oliveira Santos e a toda minha família pelo amor compartilhado e por sempre me apoiarem nessa aventura que chamamos de vida.

Ao meu namorado, amigo e companheiro de trabalho Ricardo Luís Mendes de Oliveira pela paciência, amor e incentivo durante toda minha vida acadêmica.

Ao professor Dr. Ronaldo Olivera Cavalli pelas inúmeras oportunidades, ensinamentos, amizade e confiança depositada em mim ao aceitar ser o meu orientador desde a graduação.

Aos colegas do Laboratório de Piscicultura Marinha (LPM), por todos os momentos de descontração e aprendizagem. Em especial à Cecília Craveiro, por ter sido o meu braço direito na realização dessa pesquisa.

A minha querida amiga e professora Dra. Carolina Nunes Costa Bomfim por todo o apoio nas análises estatísticas e por estar sempre presente, apesar desses tantos quilômetros que nos separam.

À Wanessa de Melo Costa, pela hospedagem na Cidade Maravilhosa, pelas aventuras, amizade e os inúmeros momentos de descontração, tornando mais prazeroso os dias de trabalho na FIPERJ.

A todos os pesquisadores, técnicos, funcionários e estagiários que conheci na FIPERJ, em especial ao Ricardo C. Martino e Fernanda R. M. Ramos pela parceria, acolhimento, paciência e os ensinamentos durante a realização das análises de composição centesimal.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em especial ao Departamento de Pesca e Aquicultura (DEPAq) e a todos os professores e funcionários.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo apoio financeiro.

A todos aqueles, que não citei, mas que me apoiaram nesta caminhada durante esta etapa tão importante da minha vida.

Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar a composição centesimal e o perfil de ácidos graxos no músculo, fígado e ovário de fêmeas selvagens da carapeba listrada *Eugerres brasiliensis* a fim de elucidar a importância desses nutrientes durante o desenvolvimento gonadal. As fêmeas foram capturadas no Canal de Santa Cruz, Pernambuco, Brasil, no período de agosto de 2012 a abril de 2013, e divididas em quatro grupos de acordo com seu desenvolvimento ovariano. As concentrações de proteína bruta e de lipídios totais no ovário aumentaram com o desenvolvimento gonadal, e uma diminuição simultânea nas concentrações de proteína e lipídios do fígado foi observada. Os principais ácidos graxos saturados nos três tecidos analisados foram o mirístico (14:0) e o palmítico (16:0), mas, como não foi observado acúmulo nos ovários, eles provavelmente foram oxidados para a produção de energia durante o desenvolvimento gonadal. Os níveis dos ácidos araquidônico (ARA, 20:4n-6), eicosapentaenóico (EPA, 20:5n-3), docosapentaenóico (DPA, 22:5n-3) e docosahexaenóico (DHA, 22:6n-3) aumentaram a medida que o ovário maturava. Estes quatro ácidos graxos altamente insaturados (HUFA) representaram cerca de 96% do total de HUFA nos ovários maduros, sugerindo uma elevada exigência dietética para estes ácidos graxos.

Palavras-chave: Gerreidae, proteína, lipídios, ácidos graxos, reprodução.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the proximate composition and fatty acid profile in the muscle, liver, and ovarian tissues of wild-caught striped mojarra *Eugerres brasiliensis* females to elucidate the importance of these components during sexual maturation. Females were captured in the Santa Cruz Canal, Pernambuco, northeastern Brazil, from August 2012 to April 2013, and divided into four groups according to their ovarian development. Crude protein and total lipid levels in the ovary increased with maturation, and a concomitant decrease in liver protein and lipid levels was observed. Major saturated fatty acids in the muscle, liver and ovary were 14:0 and 16:0, but as no accumulation was observed in the ovaries, these fatty acids were probably oxidized to produce energy during gonadal development. The levels of arachidonic (ARA, 20:4n-6), eicosapentaenoic (EPA, 20:5n-3), docosapentaenoic (DPA, 22:5n-3) and docosahexaenoic (DHA, 22:6n-3) acids increased in the ovary as sexual maturation proceeded. These four highly unsaturated fatty acids (HUFA) accounted for approximately 96% of the total HUFA content of mature ovaries, suggesting a high dietary requirement for these fatty acids.

Key words: Gerreidae, protein, lipids, fatty acids, reproduction.

Lista de figuras

Página

Introdução

Figura 1 - Exemplar de carapeba listrada (*Eugerres brasilianus*).....15

Figura 2 - Distribuição natural da carapeba listrada (*Eugerres brasilianus*).....15

Artigo

Figura 1 - Teor de lipídio (%) em base seca do músculo, fígado e ovários de fêmeas selvagens de carapeba listrada (*Eugerres brasilianus*) em diferentes estágios de maturação.....43

Figura 2 - Índices hepatossomático (IHS) e gonadossomático (IGS) da carapeba listrada (*Eugerres brasilianus*).....44

Figura 3 - Teor de 20:5n-3 (EPA) e 22:6n-3 (DHA) no fígado e no ovário da carapeba listrada (*Eugerres brasilianus*).....45

Lista de tabelas

	Página
Artigo	
Tabela 1- Composição centesimal (%) em base seca do músculo, fígado e ovários de fêmeas selvagens de carapeba listrada (<i>Eugerres brasilianus</i>) em diferentes estágios de maturação..	40
Tabela 2- Perfil de ácidos graxos do músculo, fígado e gônada de fêmeas selvagens de carapeba listrada (<i>Eugerres brasilianus</i>) em diferentes estágios de maturação.....	41

Sumário

	Página
Dedicatória.....	v
Agradecimentos	vi
Resumo	vii
Abstract.....	viii
Lista de figuras	ix
Lista de tabelas	x
1- Introdução.....	12
2- Revisão de literatura.....	14
3- Referências bibliográficas	20
4- Artigo científico	24
Composição centesimal e perfil de ácidos graxos de fêmeas selvagens da carapeba listrada <i>Eugerres brasiliensis</i> (Cuvier, 1830) em relação à maturação gonadal	25
INTRODUÇÃO.....	26
MATERIAL E MÉTODOS.....	28
RESULTADOS	29
DISCUSSÃO.....	31
CONCLUSÕES	36
AGRADECIMENTOS	36
LITERATURA CITADA.....	36
NORMAS DA REVISTA	46

1- Introdução

Nas últimas décadas, a produção mundial da aquicultura tem se mantido em contínuo crescimento. Segundo a FAO (2012), a aquicultura foi responsável pela produção de 60 milhões de toneladas em 2010 e, de 1990 a 2008, houve um incremento superior a 10% nessa produção. Isso torna essa atividade em um dos setores da produção animal com as mais altas taxas de crescimento em todo o mundo (FAO, 2010). Um fator que justifica o desenvolvimento da aquicultura é a crescente procura por fontes proteicas de alta qualidade nutricional, como é o caso dos produtos pesqueiros.

A piscicultura marinha apresenta um grande potencial para desenvolvimento no Brasil, principalmente devido às características climáticas e geográficas. Apesar disso, a criação de peixes marinhos ainda não adquiriu um caráter comercial no país. Diversos fatores influenciam para que essa atividade continue estagnada. Dentre eles, a ausência de laboratórios de produção constante de juvenis, além do limitado conhecimento das necessidades nutricionais, entre outros fatores, ainda são uma realidade para a maioria das espécies marinhas.

Existem diversas espécies de peixes nativos que apresentam potencial para alavancar o desenvolvimento da piscicultura marinha no Brasil. Entre estas espécies, encontra-se a carapeba listrada (*Eugerres brasilianus*) (CAVALLI e HAMILTON, 2007). É a espécie da família Gerreidae de maior tamanho, com alguns exemplares medindo cerca de 40 cm (GONZÁLEZ-ACOSTA, 2005). É naturalmente encontrada em todo litoral brasileiro, principalmente em regiões estuarinas, onde são capturadas pela pesca artesanal ou de subsistência (MENEZES e FIGUEIREDO, 1980).

Segundo Paiva et al. (2008), esta espécie apresenta hábito demersal e alimenta-se de uma gama de organismos, principalmente de invertebrados presentes no substrato. Devido a essa característica, a carapeba listrada é considerada por diversos autores uma

espécie com hábito alimentar onívoro (CHAVES e OTTO 1998; OLIVEIRA e ANDREATA, 1999; BARBOSA, 2012).

Como a carapeba é naturalmente encontrada em estuários, adapta-se facilmente as condições encontradas nos viveiros das fazendas de camarão do Nordeste, onde sua criação poderia ser consorciada com camarões ou alternada (peixe ou camarão). A criação da carapeba permitiria, portanto, a diversificação dos cultivos aquícolas no litoral nordestino, onde atualmente é produzido exclusivamente o camarão branco do Pacífico, *Litopenaeus vannamei*.

Diante desse quadro, faz-se necessário o entendimento da ecologia e biologia da espécie a fim de proporcionar um manejo adequado, e consequentemente potencializar suas características. É de suma importância, portanto, o conhecimento da composição centesimal e do perfil de ácidos graxos nos diferentes tecidos de fêmeas selvagens da carapeba listrada (*E. brasiliensis*) como forma de possibilitar um melhor entendimento das características das reservas de nutrientes, bem como a coleta de informações básicas para auxiliar na formulação de uma dieta artificial durante as diferentes etapas do ciclo de vida.

2- Revisão de literatura

Na década de 1930, dois artigos publicados em boletins da Secretaria de Agricultura do Estado de Pernambuco relatavam a criação de peixes marinhos em viveiros na cidade do Recife, onde várias espécies, tais como tainha (*Mugil* sp.), pescada (*Cynoscion* sp.), carapeba (*Diapterus* sp. e *Eugerres* sp.), entre outras, eram criadas de forma extensiva (VON IHERING, 1932; SCHUBART, 1936). Com o passar dos anos, o que antes eram viveiros, tornaram-se áreas urbanizadas devido à valorização imobiliária na região e, praticamente, extinguindo a atividade naquela localidade (BARROS, 1957). De acordo com Von Ihering (1932), as áreas próximas à Ilha de Itamaracá, assim como várias outros locais do Nordeste brasileiro, apresentariam potencial para construção de viveiros devido às proximidades do mangue e desembocadura de rios.

A partir da década de 1980, muitas dessas áreas começaram a ser utilizadas para a produção comercial de camarão marinho. Porém, a partir de 2004, por diversos motivos, ocorreu um declínio acentuado da atividade (ROCHA, 2007) e muitos carcinicultores desativaram suas fazendas. Segundo Cavalli & Hamilton (2007), uma alternativa para o aproveitamento dessas áreas seria a criação de uma espécie de peixe estuarino ou marinho adaptado às condições encontradas nos viveiros.

Eugerres brasilianus (Cuvier, 1830), comumente chamada carapeba, carapeba listrada, carapeva, caratinga ou acara-peba em português, e mojarra em inglês, é a espécie da família Gerreidae de maior tamanho, com alguns exemplares medindo cerca de 40 cm (GONZÁLEZ-ACOSTA, 2005). Caracteriza-se por apresentar corpo comprimido lateralmente, coloração prateada, boca protrátil e hábito demersal (PAIVA et al. 2008; MENEZES & FIGUEIREDO, 1980) (Figura 1).



Figura 1 - Exemplar de carapeba listrada (*Eugerres brasilianus*).

No Brasil, a carapeba listrada é encontrada em praticamente todo litoral, principalmente em regiões estuarinas, onde são capturadas pela pesca artesanal ou de subsistência (MENEZES & FIGUEIREDO, 1980). Essa espécie também pode ser capturada em outros países, como Estados Unidos (Carolina do Sul), Cuba, México, Nicarágua, Venezuela (Trinidad e Tobago) e na Indonésia.



Figura 2 – Distribuição natural da carapeba listrada (*Eugerres brasilianus*) (Fonte: <http://www.fishwise.co.za/>).

A criação da carapeba listrada no Brasil torna-se promissora à medida que existe uma boa aceitação no mercado (BEZERRA et al., 2001). Além disso, a espécie apresenta grande variedade de hábitos alimentares, favorecendo a utilização de diversas

fontes de nutrientes (NIKOLSKY, 1963). No litoral norte de Pernambuco, existem relatos de estudos com essa espécie em sistema de policultivo em viveiros estuarinos (OKADA et al., 1980), sendo esta uma opção para o aproveitamento das áreas atualmente destinadas à carcinicultura, pois a carapeba listrada apresenta características compatíveis com as condições encontradas nos viveiros.

A tecnologia básica para a produção de formas jovens da carapeba listrada já está disponível. Em Cuba, por exemplo, a larvicultura dessa espécie foi realizada com sucesso a partir da obtenção de ovos por meio da indução hormonal (ALVAREZ-LAJONCHERE et al., 1992; 1996). No Brasil, Momm et al. (2003) reproduziram artificialmente, por meio da extrusão, mas sem emprego hormonal, fêmeas e machos de *E. brasiliensis* capturados na natureza, dentro do período reprodutivo natural da espécie. Neste caso, as larvas foram criadas em cativeiro por 40 dias. Mais recentemente, Passini et al. (2013) encontraram que a dosagem de 15 µg/kg do hormônio LHRHa seria suficiente para obter a maturação final e a desova de reprodutores de *E. brasiliensis*.

Embora as informações referentes à reprodução da espécie estejam disponíveis na literatura, ainda são poucos os estudos que contemplem o conhecimento mais completo a respeito da sua composição e o perfil de ácidos graxos, principalmente no que se refere aos indivíduos selvagens durante o período de desenvolvimento gonadal. Wiegand (1996) relata que é fundamental o conhecimento da composição do perfil de ácidos graxos de exemplares de peixes selvagens, e destaca que, a partir dessas informações, é possível desenvolver dietas ideais em relação ao nível de lipídios e ácidos graxos para os reprodutores nas condições de cativeiro.

Os lipídios possuem uma série de funções estruturais, apresentando importância principalmente como fonte de energia para a maioria das espécies de peixes. Os lipídios são, portanto, essenciais para o desenvolvimento dos peixes (NRC, 2011). Segundo

Izquierdo et al. (2001), a produção de hormônios sexuais e o desenvolvimento gonadal estão diretamente relacionados às fontes de lipídios e de ácidos graxos da dieta dos reprodutores, sendo estes alguns dos principais fatores para o sucesso na reprodução de peixes. Adams (1999) ressalta que, durante o processo da gametogênese, os lipídios podem ser provenientes das reservas presentes em um ou mais tecidos, principalmente do músculo e do fígado, servindo como principal fonte nutritiva para o desenvolvimento embrionário e larval. Craig et al. (2000) relatam que espécies de peixes demersais e pelágicas tendem a armazenar elevadas quantidades de lipídios em diferentes tecidos, podendo ser no músculo ou fígado.

Os ácidos graxos são a principal fonte de energia para o metabolismo dos peixes, inclusive para a reprodução (SARGENT et al., 2002). Os principais ácidos graxos utilizados para a produção de energia são os ácidos palmítico (16:0), oléico (18:1n-9), gondoico (20:1n-9) e cetoleico (22:1n-11), os quais são normalmente metabolizados em grandes quantidades durante o crescimento e a maturação gonadal das fêmeas (TOCHER, 2003; GARCIA et al., 2012). Embora os ácidos eicosapentaenóico (EPA, 20:5n-3) e docosahexaenóico (DHA, 22:6n-3) também possam ser oxidados para produzir energia (SARGENT et al., 2002), eles desempenham várias outras funções vitais ao metabolismo dos peixes, como componentes das membranas celulares, onde mantêm a fluidez e facilitam o transporte de materiais através da bicamada lipídica. Por isso, estes ácidos graxos altamente insaturados (HUFA) são componentes fundamentais dos tecidos neurais, como o cérebro e a retina. Os HUFA também podem regular a produção de eicosanóides, principalmente as prostaglandinas, que estão envolvidas em vários processos reprodutivos (MOORE, 1995), como a produção de hormônios esteróides e o desenvolvimento gonadal, incluindo a ovulação (SORBERA et al., 1998).

Ao contrário dos peixes de água doce, os peixes marinhos têm uma capacidade limitada, ou mesmo incapacidade, de bioconverter ácidos poliinsaturados (linoléico, 18:2n-6; e linolênico, 18:3n-3) em ácidos graxos com cadeias mais longas, como os ácidos araquidônico (ARA, 20:4n-6), eicosapentaenoico (EPA, 20:5n-3), docosapentaenóico (DPA, 22:5n-3) e docosahexanóico (DHA, 22:6n-3). Isso se deve à deficiência das enzimas dessaturase e/ou elongase, o que torna necessária a inclusão desses ácidos graxos na dieta a fim de garantir a sobrevivência e o crescimento normal dos peixes marinhos (SARGENT et al., 2002; GARCIA et al., 2012). A essencialidade do EPA e DHA para peixes marinhos é conhecida há muito tempo (WATANABE, 1993), mas o ARA só passou a ser considerado essencial no final da década de 1990 (IZQUIERDO et al., 2000; SARGENT et al., 2002).

Avaliando a composição do filé da carapeba listrada (*E. brasiliensis*), Menezes et al. (2009) encontraram um teor de lipídio de 2,5% em base úmida, o que faz com que essa espécie seja classificada como magra segundo a classificação de Penfield & Campbell (1990). De maneira geral, peixes demersais são considerados magros por apresentarem baixo percentual de gordura, diferentemente dos pelágicos, que apresentam teor superior a 5% de lipídios nos músculos (PESCADOR, 2006).

Shi et al. (2008) verificaram diferenças significativas no teor de lipídios e ácidos graxos no fígado, ovários e músculo de reprodutores selvagens de *Pampus cenereus*. O grau de maturação é um dos diversos fatores que contribuem na variedade da composição dos peixes, além do local de captura, estação do ano, temperatura da água, entre outros (BADOLATO et al., 1994). Diversos autores (FERNÁNDEZ-PALACIOS et al., 1995; ALMANSA et al., 1999; LI et al., 2005) demonstraram que os ácidos graxos na dieta dos reprodutores influenciaram diretamente a fecundidade e qualidade

dos ovos. Segundo Gonçalves (2010), os níveis de ácidos graxos da série n-3, sejam eles baixos ou por excesso, exercem um efeito negativo na sobrevivência larval.

Atualmente, existe grande interesse em desenvolver a piscicultura marinha baseando-se em espécies nativas. Porém, na literatura são poucos os estudos referentes às exigências nutricionais para a carapeba listrada (*E. brasiliensis*). Apesar da óbvia importância comercial em se fornecer dietas balanceadas para reprodutores de peixes, ainda há uma compreensão limitada das interações nutrição-reprodução (IZQUIERDO et al., 2001). Consequentemente, o conhecimento das exigências nutricionais específicas para reprodutores também é limitado. As dietas para reprodutores devem ser formuladas a fim de fornecer energia suficiente e nutrientes adequados para cobrir os custos metabólicos da reprodução (por exemplo, para a fabricação de tecido gonadal), bem como para fornecer e substituir todos os nutrientes essenciais e a energia transferida para os ovócitos.

3- Referências bibliográficas

- ADAMS, S. M. Ecological role of lipids in the health and success of fish populations. In: Arta, M.T.; Wainman, B.C. Lipids in Freshwater Ecosystems. New York: Springer, 1ed., 1999. 142-145p.
- ALMANSA, E; PÉREZ, J. M.; CEJAS, J. R.; BADÍA, P.; VILLAMANDOS, J. E.; LORENZO, A. Influence of broodstock gilthead seabream (*Sparus aurata*) dietary fatty acids on egg quality and egg fatty acid composition throughout the spawning season. Aquaculture, v.170, p.323-336, 1999.
- ALVAREZ-LAJONCHÈRE, L.; PÉREZ-SÁNCHEZ, L.; HERNÁNDEZ-MOLEJÓN, O.; TORRES-GÓMEZ, E. Mass production of striped patao *Eugerres brasiliensis* juveniles in Cuba. Journal of the World Aquaculture Society, vol.27, n.3, p.347-352, 1996.
- ALVAREZ-LAJONCHÈRE, L.; SÁNCHEZ, P.; MOLEJON, O.G.H. Inducción experimental del desove en el patao *Eugerres brasiliensis*(Cuvier) (Pisces, Gerreidae). Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras, v.16, n.1/2, p.33-39, 1992.
- BADOLATO, E. S. G.; AUDE-PIMENTEL, S.; TAVARES, M.; MORAIS, C. Sardinhas em óleo comestível. Parte II. Estudo da interação entre os ácidos graxos do peixe e do óleo de cobertura. Revista do Instituto Adolfo Lutz, v. 54, p. 21-26, 1994.
- BARBOSA, T. R. Sazonalidade da dieta e sobreposição alimentar de *Eugerres brasiliensis* (Cuvier, 1830) e *Diapterus rhombeus* (Cuvier, 1829) em um estuário tropical no Nordeste do Brasil. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2012. 56p. Dissertação Mestrado.
- BARROS, S. Problemas da pesca no Nordeste e em Pernambuco. Recife: Comissão de desenvolvimento econômico de Pernambuco, 1957.
- BEZERRA, R. S.; VIEIRA, V. L. A.; SANTOS, A. J. Ciclo reprodutivo da carapeba prateada *Diapterus rhombeus* (cuvier, 1829), no litoral de Pernambuco – Brasil. Tropical Oceanography, v.29, n. 1, p. 67-78, 2001.
- CAVALLI, R.O.; HAMILTON, S. A piscicultura marinha no Brasil. Afinal, quais as espécies boas para cultivar? Panorama da Aquicultura, v.17, n. 104, p. 50-55, 2007.

- CHAVES, P. T. C., OTTO, G. Aspectos biológicos de *Diapterus rhombeus* (Cuvier) (Teleostei, Gerreidae) na baía de Guaratuba. *Revista Brasileira Zoologia*, v. 15, p. 289-295, 1998.
- CRAIG, S.R.; MCKENZIE, D. S.; JONES, G.; GATLIN, D. M. Seasonal changes in the reproductive condition and body composition of free-ranging red drum, (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture*, v. 190, p. 89-102, 2000.
- FAO - Food Agriculture Organization. The State of World Fisheries and Aquaculture 2008. Rome: FAO, 2010.
- FAO - Food Agriculture Organization. The State of World Fisheries and Aquaculture 2010. Rome: FAO, 2012.
- FERNÁNDEZ-PALACIOS, H., IZQUIERDO, M., ROBAINA, L., VALENCIA, A., SALHI, M., MONTERO, D., 1997. The effect of dietary protein and lipid from squid and fish meals on egg quality of broodstocks for gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture* 148, 233–246.
- GARCIA, A. S.; GONÇALVES, L. U.; CAVALLI, R. O.; VIEGAS, E. M. M. Lipídios. In: Fracalossi, D.M.; Cyrino, J.E.P. (Org.) NUTRIAQUA: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática - AQUABIO, Florianópolis. p. 79-99, 2012.
- GONZÁLEZ-ACOSTA, A. F. Estudio sistemático y biogeográfico del género *Eugerres* (Perciformes: Gerreidae). México: Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, 2005. 206 p. Tese Doutorado.
- GONÇALVES, L.U. Lipídios e ácidos graxos nos desempenhos reprodutivo e zootécnico de lambaris (*Astyanax altiparanae*). São Paulo: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, 2010. 117p. Tese Doutorado.
- IZQUIERDO, M. S.; SOCORRO, J.; ARANTZAMENDI, L.; HERNÁNDEZ-CRUZ, C. M. Recent advances in lipid nutrition in fish larvae. *Fish Physiology and Biochemistry*, v. 22, p. 97-107, 2000.
- IZQUIERDO, M. S.; FERNÁNDEZ-PALACIOS, H.; TACON, A.G.J. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture*, v.197, p. 25-42, 2001.
- LI, Y.; CHEN, W. SUN, Z.; CHEN, J.; WU, K. Effects of n-3 HUFA content in broodstock diet on spawning performance and fatty acid composition of eggs and larvae in *Plectorhynchus cinctus*. *Aquaculture*, v.245, p.263-272, 2005.

- MENEZES, M. E. S., LIRA, G. M., OMENA, C. M. B., Freitas, J. D., Sant'ana, A. E. G. Valor nutritivo de peixes da costa marítima de Alagoas, Brasil. Revista Instituto Adolfo Lutz, v. 68, p.21-28, 2009.
- MENEZES, N. A., FIGUEIREDO, J. L., Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. IV Teleostei. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 1980. 96p.
- MOMM, E.R.; BATISTI, F.L.; SILVA, F.C.; NAKAMURA, M.K.; BORNIA, P.C.; JUNIOR, M.S. Fry production of caratinga (*Eugerres brasiliensis*, VALENCIENNES, 1830) under laboratory conditions. In: Annual Meeting Of The World Aquaculture Society, 2003, Salvador. *Proceedings...* Salvador: World Aquaculture Society. 2003.
- MOORE, P.K. Prostanoids: pharmacological, physiological and clinical relevance. Cambridge University Press, Cambridge. 1995.
- NIKOLSKY, G. V. The ecology of fishes. London. Academic Press, 1963, 352p.
- NRC - National Research Council. Nutrient requirements of fish and shrimp. National Research Council of the National Academies, Washington, DC, USA, 2011.
- OKADA, Y.; MAIA, E.P.; ROCHA, I.P. Cultivo arraçoado de tainha (*Mugil curema*, Valenciennes, 1936) em associação com robalo (*Centropomus undecimalis*, Bloch, 1972) e carapeba (*Eugerres brasiliensis* Cuvier, 1830) em viveiros estuarinos de Itamaracá-PE. In: Simpósio Brasileiro de Aquicultura, Recife. *Anais...* Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. p.131-139, 1980.
- OLIVEIRA L.O.V.; ANDREATA, J.V. Hábitos alimentares de *Diapterus rhombeus* da baía da Ribeira, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil. In: Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar, 9., 2001, San Andrés Isla, Colombia. *Anais...* San Andrés Isla, Colombia: COLACMAR. p. 26, 2001.
- PAIVA, A.C.G.; Chaves, P.T.C.; Araújo, M.E. Estrutura e organização trófica da ictiofauna de águas rasas em um estuário tropical. Revista Brasileira de Zoologia, 24(2): p. 647-661. 2008.
- PASSINI, G.; CARVALHO, C. V. A.; COSTA, W. M.; CERQUEIRA, V. R. Indução hormonal da desova da carapeba *Eugerres brasiliensis* em cativeiro. Boletim do Instituto de Pesca, v. 39, n. 4, p. 433-438, 2013.
- PENFIELD M.P.; CAMPBELL, A.M. 1990. Experimental Food Science. 3rd ed. San Diego, California: Academic Press, Inc. 541 p.

- PESCADOR, R. Aspectos nutricionais dos lipídios no peixe: Uma revisão de literatura. Brasília: Universidade de Brasília, 2006. Monografia de graduação.
- QUEIROZ, J.F.; KITAMURA, P. C.; LOURENÇO, J. N. P.; CASTAGNOLLI, N.; CYRINO, J. E. P.; SCORVO FILHO, J. D.; BERNARDINO, G.; VALENTI, W. C.; CASTAGNOLLI, N. A EMBRAPA e a Aquicultura: Demandas e Prioridades de Pesquisa. Brasília- DF: Cadernos de Ciências e Tecnologia, 2002. n. 11, p. 1-35.
- ROCHA, I.P. Panorama da carcinicultura brasileira em 2007: Desempenho, desafios e oportunidades. Panorama da Aquicultura, v.17, n. 104, p. 26-31, 2007.
- SARGENT, J.R., TOCHER, D.R., BELL, J.G., 2002. The lipids. In: Halver, J.E., Hardy, R.W. (Eds.), Fish Nutrition, 3rd edition. Academic Press, San Diego. p. 181-257, 2002.
- SCHUBART, O. Investigações sobre os viveiros do Recife. Recife- PE: Boletim da Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de Pernambuco. v. 1, n. 2, p. 153-176, 1936.
- SHI, Z., HUANG, X., LI, W., HU, P., LUO, H., FU, R. Analysis of lipid and fatty acid compositions in different tissues of the wild caught *Pampus cinereus* broodstocks. Journal of Fisheries of China, v. 32, p. 309-314, 2008.
- SORBERA, L.A., ZANUY, S., CARRILLO, M. A role for polyunsaturated fatty acids and prostaglandins in oocyte maturation in the sea bass (*Dicentrarchus labrax*). The New York Academy of Sciences. v. 839, p. 535-537, 1988.
- TOCHER, D. R. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. Reviews in Fisheries Science, v. 11, p. 107–184, 2003.
- VON IHERING, R. Criação de peixes em viveiros no Recife. Recife- PE: Boletim da Secretaria de Agricultura, Indústria e Viação. v. 35, p. 35-40, 1932.
- WATANABE, T. Importance of docosahexaenoic acid in marine larval fish. Journal of the World Aquaculture Society, v. 24, p. 152-161, 1993.
- WIEGAND, M.D. Composition, accumulation and utilization of yolk lipids in teleost fish. Reviews in Fish Biology and Fisheries, v. 6, p. 259-286, 1996.

4- Artigo científico

Artigo científico a ser submetido à Revista: **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Brazilian Journal of Agricultural Science)** - www.agraria.ufrpe.br - ISSN (on line) 1981-0997

Todas as normas de redação e citação, deste capítulo, atendem as estabelecidas pela referida revista (em anexo).

Composição centesimal e perfil de ácidos graxos de fêmeas selvagens da carapeba listrada *Eugerres brasiliensis* (Cuvier, 1830) em relação à maturação gonadal

Leilane Bruna Gomes dos Santos^{1*}, Cecília Fernanda Farias Craveiro¹, Fernanda Rodrigues Martins Ramos², Ricardo Cavalcanti Martino² e Ronaldo Olivera Cavalli¹

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Departamento de Pesca e Aquicultura, Laboratório de Piscicultura Marinha, Av. Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-030, Recife, PE. *e-mail: leilanebruna@yahoo.com.br, ²Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro - FIPERJ, Unidade de Tecnologia do Pescado, Av. das Américas 31501, Guaratiba, 23032-050, Rio de Janeiro, RJ.

Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar a composição centesimal e o perfil de ácidos graxos no músculo, fígado e ovário de fêmeas selvagens da carapeba listrada *Eugerres brasiliensis* a fim de elucidar a importância desses nutrientes durante o desenvolvimento gonadal. As fêmeas foram capturadas no Canal de Santa Cruz, Pernambuco, Brasil, no período de agosto de 2012 a abril de 2013, e divididas em quatro grupos de acordo com o desenvolvimento ovariano. As concentrações de proteína bruta e de lipídios totais no ovário aumentaram com o desenvolvimento gonadal, e uma diminuição simultânea nas concentrações de proteína e lipídios do fígado foi observada. Os principais ácidos graxos saturados nos três tecidos analisados foram o mirístico (14:0) e o palmítico (16:0), mas, como não foi observado acúmulo nos ovários, eles provavelmente foram oxidados para a produção de energia durante o desenvolvimento gonadal. Os níveis dos ácidos araquidônico (ARA, 20:4n-6), eicosapentaenóico (EPA, 20:5n-3), docosapentaenóico (DPA, 22:5n-3) e docosahexaenóico (DHA, 22:6n-3) aumentaram a medida que o ovário maturava. Estes quatro ácidos graxos altamente insaturados (HUFA) representaram cerca de 96% do total de HUFA nos ovários maduros, sugerindo uma elevada exigência dietética para estes ácidos graxos.

Palavras-chave: Gerreidae, nutrição, proteína, lipídios, ácidos graxos, reprodução.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the proximate composition and fatty acid profile in the muscle, liver, and ovarian tissues of wild-caught striped mojarra

Eugerres brasiliensis females to elucidate the importance of these components during sexual maturation. Females were captured in the Santa Cruz Canal, Pernambuco, northeastern Brazil, from August 2012 to April 2013, and divided into four groups according to their ovarian development. Crude protein and total lipid levels in the ovary increased with maturation, and a concomitant decrease in liver protein and lipid levels was observed. Major saturated fatty acids in the muscle, liver and ovary were myristic (14:0) and palmitic (16:0), but as no accumulation was observed in the ovaries, these fatty acids were probably oxidized to produce energy during gonadal development. The levels of arachidonic (ARA, 20:4n-6), eicosapentaenoic (EPA, 20:5n-3), docosapentaenoic (DPA, 22:5n-3) and docosahexaenoic (DHA, 22:6n-3) acids increased in the ovary as sexual maturation proceeded. These four highly unsaturated fatty acids (HUFA) accounted for approximately 96% of the total HUFA content of mature ovaries, suggesting a high dietary requirement for these fatty acids.

Key words: Gerreidae, nutrition, protein, lipids, fatty acids, reproduction.

INTRODUÇÃO

Apesar do grande potencial da piscicultura marinha como atividade geradora de empregos e renda, esta atividade ainda não adquiriu um caráter comercial no Brasil (MPA, 2013). Diversos fatores influenciam para que essa atividade continue estagnada. Dentre eles, a ausência de laboratórios de produção constante de juvenis, além do limitado conhecimento das necessidades nutricionais, entre outros fatores, ainda são uma realidade para a maioria das espécies marinhas.

No entanto, a ictiofauna marinha brasileira conta com diversas espécies com potencial para a aquicultura. Entre estas, destaca-se a carapeba listrada (*Eugerres brasiliensis*) (CAVALLI & HAMILTON, 2007), a maior espécie da família Gerreidae. As carapebas são encontradas em todo litoral brasileiro, em especial nos estuários, sendo um importante componente da pesca artesanal (MENEZES & FIGUEIREDO, 1980). A criação extensiva de carapebas em conjunto com robalos (*Centropomus* sp.) e tainhas (*Mugil* sp.) era prática comum em viveiros estuarinos em Pernambuco nos anos 1930 (VON IHERING, 1932; SCHUBART, 1936). Atualmente, embora não existam relatos sobre a sua criação (MPA, 2013), esta poderia ser uma alternativa de diversificação para os cerca de 20.000 ha de viveiros estuarinos atualmente utilizados na criação do camarão branco do Pacífico *Litopenaeus vannamei* (BORBA &

NOGUEIRA, 2013). As carapebas tem boa aceitação no mercado (BEZERRA et al., 2001), hábito alimentar onívoro (VASCONCELOS FILHO et al., 1984, BARBOSA, 2012), adaptação a baixas salinidades (ESKINAZI, 1972) e a tecnologia básica para a produção de formas jovens em cativeiro está disponível (ALVAREZ-LAJONCHERE et al., 1992; 1996; PASSINI et al., 2013).

Embora alguns estudos sobre a reprodução e larvicultura dessa espécie tenham sido realizados, ainda são poucos os que tratam da nutrição, particularmente relacionando a reprodução. Cavalcanti (2012), em seu estudo sobre a biologia reprodutiva da carapeba *E. brasiliensis*, identificou 6 estágios de desenvolvimento gonadal (Imaturo, Maturação inicial, Maturação avançada, Maduro, Desovado e Repouso) ao longo de 12 meses, permitindo assim, identificar o período reprodutivo da espécie, que ocorre durante todo o ano com maior frequência nos meses de setembro a fevereiro.

O conhecimento sobre a bioquímica e o metabolismo dos processos que ocorrem durante o desenvolvimento gonadal é essencial para o completo entendimento da reprodução em peixes (IZQUIERDO et al., 2001). A transferência de lipídios durante a maturação sexual é crucial tanto para o processo reprodutivo em si, como para o desenvolvimento inicial dos peixes, uma vez que os lipídios desempenham várias funções essenciais no metabolismo (IZQUIERDO et al., 2001; SARGENT et al., 2002; GARCIA et al., 2012). Além de importante fonte de energia metabólica e principal forma de armazenagem dessa energia, os lipídios também fornecem ácidos graxos (AG) essenciais para a manutenção e integridade das membranas celulares, e servem como precursores dos esteróides (TOCHER, 2003; GARCIA et al., 2012).

Os peixes, de maneira geral, necessitam constantemente de energia para um funcionamento perfeito de todos os processos fisiológicos, que tem como sua principal fonte energética os lipídios, as proteínas e o glicogênio, que é adquirido tanto do alimento ingerido quanto das reservas corpóreas (KAUSHIK & MÉDALE, 1994). Além da importância dos lipídios, amplamente discutida na literatura, as proteínas que são fontes de aminoácidos essenciais (AAE) são consideradas um dos principais nutrientes para os peixes. De acordo com Wilson (2002), os peixes não possuem exigência quanto aos níveis exatos de proteína, mas sim pelo balanço dos AAE. Sendo assim, o consumo de fontes proteicas irá ter influência no desempenho dos peixes, na composição corporal e também nos fatores ambientais durante o cultivo.

Devido à grandeza e complexidade da infraestrutura necessária para manter grupos de peixes adultos, e os altos custos de operação para conduzir experimentos de alimentação prolongados, os estudos com nutrição de reprodutores são limitados, o que tem feito com que o avanço do conhecimento nesta área tenha sido lento (IZQUIERDO et al., 2001). Uma estratégia para desenvolver dietas para reprodutores em relação aos tipos e níveis de lipídios e AG é determinar o perfil desses nutrientes em adultos selvagens em diferentes estágios do desenvolvimento gonadal e, com base nessas informações, desenvolver dietas para reprodutores em cativeiro (WIEGAND, 1996; CRAIG et al., 2000; PEREZ et al., 2007; GONÇALVES et al., 2013). Este estudo, portanto, avaliou a composição centesimal e o perfil de AG no músculo, fígado e ovário de fêmeas selvagens da carapeba listrada (*E. brasiliensis*) como forma de embasar a formulação de dietas específicas para reprodutores dessa espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Adultos da carapeba listrada (*E. brasiliensis*) foram capturados no complexo estuarino do Canal de Santa Cruz, município de Itapissuma, litoral norte de Pernambuco, Brasil, entre agosto de 2012 e abril de 2013. Os peixes capturados foram refrigerados, encaminhados ao laboratório e mantidos a -18°C para posterior triagem.

O comprimento total (CT) e o peso total (PT) foram mensurados, sendo então extraídas amostras do músculo, ovários e fígado, e aferidos os pesos das gônadas (PG) e dos fígados (PF). Os índices gonadosômático (IGS) e hepatossômático (IHS) foram estimados conforme Vazzoler (1996), considerando as proporções entre o peso da gônada (PG) e o peso total (PT), e o peso do fígado (PF) e o peso total (PT), respectivamente.

Para a confirmação do estágio maturacional, foi extraída uma amostra do lado esquerdo da gônada, a qual foi conservada em álcool etílico (70%) para posterior análise histológica. A porção remanescente da gônada foi devidamente etiquetada e acondicionada em freezer (-18°C) até o momento da análise de composição centesimal. A análise microscópica deu-se a partir da confecção das lâminas coradas com hematoxilina e eosina, e os estágios maturacionais (Imaturo, Em maturação, Maduro, Desovado e Repouso) foram confirmados com o auxílio de bibliografia especializada (BROWN-PETERSON et al., 2011; CAVALCANTI, 2011).

Foram coletados amostras do músculo, fígado e ovário de 114 indivíduo de carapeba e analisadas quanto ao conteúdo de umidade (% água), proteína bruta (PB),

lipídios totais (LT) e cinzas (Cz) foram realizadas na Unidade de Tecnologia de Pescado (UTPo) da Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (FIPERJ). Os métodos utilizados para realização das análises seguiram as recomendações da AOAC (2000). A determinação da PB foi realizada a partir do método de Kjeldahl, através de nitrogênio total, utilizando o fator de correção de 6,25. O teor de umidade foi obtido por secagem em estufa a 110°C. O teor de Cz foi determinado utilizando mufla à 600°C. A extração dos LT foi realizada pelo método de Bligh & Dyer (1959).

O perfil de AG dos músculos, ovários e fígados da carapeba foram caracterizados a partir do total de lipídios por saponificação com KOH (50%). Os ésteres metílicos dos AG foram preparados por esterificação com trifluoreto de boro-metanol a 7% (Metcalf & Schmitz, 1961). Os ésteres metílicos foram separados por cromatografia gás-líquido em um aparelho Shimadzu GC-15 A (Shimadzu Corporation, Quioto, Japão) equipado com um detector de ionização de chama (FID) e com uma coluna capilar de sílica fundida Omegawax 320 de 30 m x 0,32 mm X (Supelco Inc., Bellefonte, Pennsylvania, EUA). O hidrogênio foi utilizado como gás transportador com um caudal de 4,0 mL/min. As temperaturas do injetor e do detector foram programadas a 240°C e 250°C, respectivamente. A temperatura da coluna foi programada para ser isotérmica (205°C). Os FAME foram identificados por meio de padrões de referência de PUFA n°3, óleo de peixe savelha (4-7085-U; Supelco Inc., Bellefonte, Pennsylvania, EUA) e quantificadas usando um integrador Shimadzu modelo C-R4A (Shimadzu Corporation, Quioto, Japão).

Os resultados de composição centesimal foram expressos em média ($\pm$ desvio padrão). Os dados foram submetidos à análise unidirecional de variância (ANOVA). Quando a ANOVA identificou diferenças entre os estágios de desenvolvimento no mesmo tecido, foram realizadas comparações múltiplas entre as médias utilizando o teste de Tukey com nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Foram capturadas 81 fêmeas imaturas, 11 em maturação, 14 maduras, 1 desovada e 7 em repouso, totalizando 114 indivíduos com média ($\pm$ DP) de 21,67 cm ($\pm$ 5,37) de CT e 177,31 g ($\pm$ 157,29) de PT. Na análise histológica as fêmeas imaturas apresentavam apenas ovogônias. Nas fêmeas em maturação, foi possível observar ovócitos em diferentes tamanhos, mas com uma predominância de vitelogênese lipídica. Nas fêmeas maduras ocorreu uma predominância de ovócitos com vitelogênese

completa. O ovário da fêmea desovada apresentavam folículos vazios com alguns ovócitos visíveis, porém a quantidade em grama de material biológico para realização das análises nesse estágio foi insuficiente e, portanto, foi retirada da análise. Por fim, os ovários das fêmeas em repouso se assemelham ao das fêmeas imaturas, porém o tecido é mais flácido, sendo possível observar um maior espaçamento entre os ninhos de ovogônias.

O IHS e o IGS variaram significativamente com o estágio de maturação gonadal (Figura 1). O IHS de fêmeas imaturas e em repouso foram significativamente menores do que nas fêmeas em maturação e maduras. Em relação ao IGS, as fêmeas imaturas não se diferenciaram das em repouso, mas o IGS foi significativamente menor do que o das fêmeas em maturação. Como esperado, o maior IGS ($4,31 \pm 1,04$) foi encontrado para as fêmeas maduras.

A composição centesimal dos músculos, fígados e ovários das fêmeas em diferentes estágios de maturação gonadal encontram-se na Tabela 1 e na Figura 2. O teor de umidade variou significativamente no músculo (de 75,70 a 78,83%), mas não no fígado, que permaneceu entre 73,30 e 75,83%. Nos ovários, houve uma significativa diminuição do teor de umidade durante o desenvolvimento gonadal. A concentração de PB nos diferentes tecidos também foi afetada pelo estágio de desenvolvimento gonadal. A concentração média de PB no músculo passou de 103,53% nas fêmeas imaturas para a faixa de 82,13-88,08% nos demais estágios de desenvolvimento gonadal, enquanto os ovários das fêmeas maduras apresentaram concentrações maiores de PB (78,74%) do que nas fêmeas imaturas (72,17%) e em maturação (70,17%). O conteúdo de LT no músculo ao longo do desenvolvimento gonadal variou de 1,79 a 2,66%, sem apresentar diferenças significativas (Figura 2). Níveis significativamente superiores de LT foram encontrados no fígado de fêmeas em maturação ($22,09 \pm 0,18$) em relação às fêmeas imaturas ($18,79 \pm 1,79$) e maduras ($20,13 \pm 0,15$). Nos ovários, a concentração de LT aumentou significativamente (de 16,19 para 23,48%) ao longo do desenvolvimento gonadal, tendo permanecido em 22,36% nas fêmeas maduras. Também foram observadas variações significativas nas concentrações de cinzas nos diferentes tecidos (Tabela 1), principalmente um declínio acentuado no ovário das fêmeas maduras.

Na Tabela 2 encontram-se os resultados do perfil de AG do músculo, fígado e ovário da carapeba. Embora a concentração total dos AG saturados no músculo tenha variado significativamente ao longo do desenvolvimento gonadal, não foram observadas diferenças significativas desses AG nos fígados e ovários. Nos três tecidos analisados

houve uma predominância dos AG mirístico (14:0) e palmítico (16:0), sendo que suas concentrações variaram no músculo e no fígado, mas não nos ovários. Entre os monoinsaturados (AGMIS), também foram observadas variações significativas na concentração total nos músculos, fígados e ovários. Em todos os tecidos, houve um aumento nas concentrações à medida que as gônadas maturaram, e uma diminuição no estágio "Repouso", ou seja após a desova. Também pode ser observado um acúmulo significativo de AG altamente insaturados (HUFA) das séries n-6 e n-3 nos ovários de fêmeas em maturação/maduras, principalmente os AG araquidônico (ARA, 20:4n-6), eicosapentaenóico (EPA, 20:5n-3), docosapentaenóico (DPA, 22:5n-3) e docosahexaenóico (DHA, 22:6n-3). Estes quatro AG representam cerca de 96% do total de HUFA presentes nos ovários maduros de *E. brasiliensis*. A Figura 3 demonstra que as diminuições nas concentrações hepáticas de EPA e DHA ocorreram simultaneamente a um aumento na concentração desses AG nos ovários, sendo que as concentrações de EPA foram comparativamente maiores. A relação n-3/n-6 se diferenciou significativamente nos diferentes tecidos, sendo que nos ovários variou entre 3,24 e 5,02. Por outro lado, a relação DHA/EPA nos ovários não variou significativamente nos diferentes estágios de maturação gonadal, tendo permanecido entre 0,30 e 0,51.

DISCUSSÃO

A análise da composição de tecidos selecionados é uma metodologia amplamente aplicada em estudos de metabolismo e nutrição de peixes, principalmente durante a maturação sexual (HENDERSON & ALMATAR, 1989; KJESBU et al., 1991; WIEGAND, 1996; CRAIG et al., 2000; ALMANSA et al., 2001; PEREZ et al., 2007; SHI et al., 2008). Em geral, os resultados destes estudos mostraram aumentos significativos nas concentrações de lipídios nos ovários, com um aumento correspondente no IGS. Neste estudo, um aumento dos lipídios totais nos ovários durante o desenvolvimento gonadal de fêmeas de *E. brasiliensis* também foi evidente, e esse aumento ocorreu paralelamente a diminuição no nível de lipídios no fígado. Como as concentrações de lipídios totais no músculo da carapeba não variaram significativamente ao longo do desenvolvimento gonadal, os nossos resultados indicam que os lipídios do fígado são preferencialmente transferidos para os ovários durante o desenvolvimento gonadal. Esse resultado está de acordo com Adams (1999) e Almansa et al. (2001), que citam que fêmeas de peixes requerem grandes quantidades de nutrientes para transferir aos oócitos em desenvolvimento. Esta mobilização de lipídios

depende da espécie e pode ser oriunda das reservas corporais de um ou mais tecidos, mas principalmente dos músculos e do fígado (GOETZ et al., 1991; SORBERA et al., 1998; ALMANSA et al., 2001).

Nos peixes, parcela importante dos lipídios nos músculos estão presentes na forma de fosfolipídios como componentes das membranas celulares (TOCHER et al., 2008; GONÇALVES et al., 2013), o que dificulta, mas não impede, a mobilização desses lipídios. Esse fato foi observado no presente estudo, cujos valores não apresentaram diferenças significativas nos diferentes estágios de desenvolvimento.

Fêmeas da corvina vermelha (*Sciaenops ocellatus*) possuem um grande estoque lipídico no fígado, o qual é transferido para as gônadas no período reprodutivo (CRAIG et al., 2000). Estes autores concluíram que o mesmo não ocorre com os lipídios do músculo, que se mantém em proporções similares durante o desenvolvimento gonadal. No presente estudo, essa mesma tendência foi observada, o que reforça a ideia de que, em *E. brasiliensis*, o fígado seria um tecido de reserva energética, diferentemente dos músculos que não teriam um papel tão importante no processo de vitelogênese. As variações de IHS e IGS neste estudo reforçam essa possibilidade. Ao contrário, uma baixa mobilização das reservas lipídicas do fígado para o ovário durante o desenvolvimento gonadal foi relatada para *Diplodus sargus* (PEREZ et al., 2007). Nesse caso, o fígado provavelmente tem uma capacidade limitada de armazenamento, funcionando mais como um órgão de processamento e modificação dos lipídios oriundos da dieta do que propriamente uma fonte de nutrientes para a vitelogênese. Como resultado, os lipídios da dieta necessitam ser rapidamente processados pelo fígado e exportados para o ovário. Esta espécie, assim como a carapeba, depende mais da ingestão imediata de lipídios provenientes da dieta durante a maturação do que dos lipídios armazenados nos seus tecidos.

No final do ciclo de maturação gonadal, os níveis de lipídios totais no fígado das fêmeas maduras de *E. brasiliensis* eram relativamente elevados, mas diminuíram após a desova. Isso sugere um possível armazenamento de energia, a qual seria utilizada para cobrir a demanda metabólica durante os processos de corte, ovulação e liberação dos gametas. Essa reserva de energia é de grande importância para espécies de peixe com desovas múltiplas ao longo do período reprodutivo, como é o caso de *E. brasiliensis* (CAVALCANTI, 2011). A diminuição na atividade alimentar das fêmeas antes da desova (SHEARER, 1994; ZOHAR et al., 1996) também pode contribuir para uma diminuição na concentração dos lipídios hepáticos.

O aumento proporcional da concentração de lipídios nos ovários ocorreu em detrimento aos teores de umidade. A água é o composto de maior representatividade nos tecidos dos peixes, variando de 60 a 85%, sendo que normalmente há uma relação inversa aos lipídios (SHEARER, 1994; OGAWA & MAIA, 1999). Peixes magros apresentam cerca de 83% de água no músculo, enquanto que os gordos, aproximadamente 58% (OGAWA & MAIA, 1999). Menezes et al. (2009) encontraram teores de umidade de 79,2% no filé da carapeba (*Eugerres plumieri*), que são similares aos deste estudo.

Além do acúmulo de LT ao longo do desenvolvimento gonadal, a concentração de PB também aumentou significativamente nos ovários de *E. brasiliensis*. Como uma diminuição significativa da concentração de PB nos músculos também foi observada entre os estágios "imaturo" e "em maturação", é possível que a proteína muscular tenha sido mobilizada para se obter aminoácidos. Estes seriam oxidados na produção de energia ou utilizados na síntese de vitelogenina, o principal precursor da proteína do vitelo em teleósteos (FINN & FYHN, 2010). A proteína é o componente mais abundante entre os nutrientes que compõem os ovos da maioria das espécies de peixes (WATANABE & KIRON, 1994). Além de suas importantes funções como constituinte estrutural e funcional, as proteínas, na forma de aminoácidos livres, têm um papel importante na fertilização e desenvolvimento normal dos embriões. Os aminoácidos são fundamentais na hidratação e flutuabilidade dos ovos, além de ser a principal fonte de energia durante o desenvolvimento dos embriões e até as larvas se alimentarem exogenamente (FINN & FYHN, 2010).

Em salmonídeos, a proteína e os lipídios presentes nos músculos são mobilizados para as gônadas em formação (SHEARER, 1994), o que normalmente acarreta a deterioração da qualidade do filé. Kaushik & Médale (1994) relatam que durante a migração do salmão do Atlântico para realizar a desova, os peixes cessam a alimentação e, aproximadamente 60% dos estoques energéticos são esgotados e depositados nas gônadas. Cleveland et al. (2012) adicionam que a maturação aumenta a degradação das proteínas do músculo, mas uma maior ingestão de alimentos pode amenizar a perda de proteína muscular.

Os AG são a principal fonte de energia para o metabolismo dos peixes, inclusive para o processo reprodutivo (IZQUIERDO et al., 2001; SARGENT et al., 2002). Entre os principais AG utilizados para a produção de energia, 16:0, 18:1n-9, 20:1n-9 e 22:1n-11 são normalmente metabolizados em grandes quantidades durante o crescimento e a

maturação gonadal das fêmeas (HENDERSON & ALMATAR, 1989; TOCHER, 2003; GARCIA et al., 2012). Neste estudo, embora variações nas concentrações de 14:0 e 16:0 tenham sido observadas no músculo e no fígado, não houve incorporação desses AG nos ovários. Isso sugere que esses AG tenham sido catabolizados para a produção de energia durante o desenvolvimento gonadal de *E. brasiliensis*. Uma quantidade significativa de AG saturados, particularmente 14:0, é concentrada no músculo de fêmeas no estágio em repouso, o que reforça a possibilidade, discutida anteriormente, do armazenamento de energia para cobrir os gastos durante os processos de corte, ovulação e liberação dos gametas.

Os resultados também indicam um aumento nas concentrações de ARA, EPA, DPA e DHA na gônada, o que, no caso do DPA e DHA, ocorreu quase que simultaneamente com a diminuição na concentração desses AG no fígado. Esses HUFA são, portanto, preferencialmente transferidos para as gônadas, onde representaram mais de 96% do total de HUFA presentes nos ovários maduros de *E. brasiliensis*. Embora o EPA e o DHA também possam ser metabolizados para a produção de energia (SARGENT et al., 2002), eles desempenham várias outras funções essenciais aos peixes, como componentes das membranas celulares, modulando processos fisiológicos, a ativação de receptores nucleares e atividades enzimáticas. O DHA tem papel vital na manutenção da integridade estrutural e funcional nas membranas celulares, o que é muito importante para o desenvolvimento neural dos peixes. O ARA e o EPA estão envolvidos na produção e na modulação de eicosanóides (SARGENT et al., 2002; GARCIA et al., 2012), principalmente as prostaglandinas, que atuam em vários processos reprodutivos, como na produção de hormônios esteróides, e no desenvolvimento gonadal, incluindo a ovulação (SORBERA et al., 1998). A essencialidade do EPA e DHA para peixes marinhos é reconhecida há muito tempo (WATANABE, 1993), mas o ARA só passou a ser considerado essencial no final dos anos 1990 (IZQUIERDO et al., 2000; SARGENT et al., 2002). Ao contrário do ARA, EPA e DHA, o DPA não tem sido extensivamente estudado devido à disponibilidade limitada do composto puro (KAUR et al., 2011). O DPA é um produto intermediário entre o EPA e o DHA, sendo a conversão limitada para DHA, principalmente no fígado, embora a retroconversão para EPA seja evidente em uma série de tecidos. Apesar do conhecimento sobre o papel do DPA nos peixes marinhos ser limitada, os dados disponíveis sugerem a existência de efeitos benéficos à saúde humana (KAUR et al.,

2011). Mais estudos precisam ser feitos para investigar mais profundamente os efeitos deste AG em peixes, particularmente em relação à reprodução.

O grande interesse pelo consumo de pescados de origem marinha se deve principalmente aos diversos benefícios para a saúde humana, principalmente na prevenção de doenças cardiovasculares, diabetes e doenças coronárias (SOCCOL & OETTERER, 2003; FAO/WHO, 2008). Do ponto de vista nutricional, a carne de peixe apresenta a mesma proporção de proteína que as carnes bovinas, suínas e de aves, porém de melhor qualidade, por conter menor teor de tecido conjuntivo e ser rica em lisina, metionina, vitaminas e minerais (SOCCOL & OETTERER, 2003). De modo geral, o perfil de lipídios, e em particular os AG, afetam não só o desempenho e o estado sanitário dos peixes, mas também a sua qualidade como produto final, uma vez que um dos principais benefícios do seu consumo é exatamente a ingestão de níveis elevados de HUFA n-3, como o EPA e o DHA (SOCCOL & OETTERER, 2003), e, mais recentemente, o DPA (KAUR et al., 2011). Neste estudo, o conteúdo de LT no músculo de *E. brasiliensis* não variou significativamente ao longo do desenvolvimento gonadal, tendo permanecido entre 1,79 e 2,66%. Portanto, segundo a classificação de Penfield & Campbell (1990), esta espécie poderia ser classificada como magra, já que apresentou um teor de LT abaixo de 5%. Os nossos resultados também demonstraram que os lipídios do músculo de fêmeas imaturas de *E. brasiliensis* contêm níveis relativamente altos de ARA, EPA e DHA, que são superiores aos encontrados por Menezes et al. (2009) no filé de *E. plumieri*, mas similar ao da cavala (*Scomberomorus cavalla*). Em relação ao DPA, a concentração média de 2,29% ($\pm 0,11$) no músculo de *E. brasiliensis* é inferior ao observado em *E. plumieri* e *S. cavalla* (MENEZES et al., 2009). A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação e a Organização Mundial de Saúde (FAO/WHO, 2008) recomendam que o consumo diário mínimo para assegurar a saúde de adultos e o desenvolvimento normal de fetos e de crianças seja de 0,3 g de EPA+DHA, dos quais pelo menos 0,2 g devem ser DHA.

Os resultados deste estudo destacam a importância dos lipídios e da proteína durante o processo de maturação de *E. brasiliensis*, bem como provavelmente no sucesso do processo reprodutivo. Fica, portanto, demonstrada a necessidade de se incluir fontes proteicas e lipídicas com alto valor nutricional e digestibilidade na dieta de reprodutores da carapeba listrada. As fontes de lipídios devem, obrigatoriamente, conter altos níveis dos HUFA das séries n-6, especialmente ARA, e n-3 (EPA, DPA e DHA).

CONCLUSÕES

As proteínas e os lipídios acumulados no fígado são preferencialmente transferidos para o ovário durante o desenvolvimento gonadal de fêmeas da carapeba listrada (*Eugerres brasilianus*), o que sugere que as exigências de proteína e lipídios do ovário em desenvolvimento são dependentes das reservas hepáticas e não tanto dos demais tecidos. Os teores de ARA, EPA, DPA e DHA aumentaram consideravelmente nos ovários das fêmeas maduras, indicando a importância desses HUFA e a necessidade do seu fornecimento para os reprodutores via dieta.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo apoio financeiro. L.B.G. dos Santos, C.F.F. Craveiro e R.O. Cavalli são bolsistas de Mestrado, Iniciação Científica e Produtividade em Pesquisa do CNPq, respectivamente.

LITERATURA CITADA

- Adams, S. M. Ecological role of lipids in the health and success of fish populations. *In*: Arts, M.T.; Wainman, B.C. Lipids in Freshwater Ecosystems. 1ed. New York: Springer, p. 142-145, 1999.
- Almansa, E; Martín, M. V.; Cejas, J. R.; Badía, P.; Jerez, S.; Lorenzo, A. Lipid and fatty acid composition of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) females in different stages of their reproductive cycle: Effects of a diet lacking in n-3 HUFA. *Journal of Fish Biology*, v. 59, p. 267-286, 2001.
- Alvarez-Lajonchère, L.; Sánchez, P.; Molejon, O.G.H. Inducción experimental del desove en el patao *Eugerres brasilianus* (Cuvier) (Pisces, Gerreidae). *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, v.16, n.1/2, p. 33-39, 1992.
- Alvarez-Lajonchère, L.; Pérez-Sánchez, L.; Hernández-Molejón, O.; Torres-Gómez, E. Mass production of striped patao *Eugerres brasilianus* juveniles in Cuba. *Journal of the World Aquaculture Society*, vol.27, n.3, p.347-352, 1996.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. AOAC, Arlington, USA. 2000.
- Barbosa, T. R. Sazonalidade da dieta e sobreposição alimentar de *Eugerres brasilianus* (Cuvier, 1830) e *Diapterus rhombeus* (Cuvier, 1829) em um estuário tropical no

- Nordeste do Brasil. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2012. 56p. Dissertação de Mestrado.
- Bezerra, R. S.; Vieira, V. L. A.; Santos, A. J. Ciclo reprodutivo da carapeba prateada *Diapterus rhombeus* (cuvier, 1829), no litoral de Pernambuco – Brasil. Tropical Oceanography, v.29, n. 1, p. 67-78, 2001.
- Bligh, E.G.; Dyer, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal Biochemistry and Physiology, v.37, n.8, p.911-917, 1959.
- Borba, M.; Nogueira, J. Carcinicultura brasileira: o perfil do setor em cada unidade federativa produtora em 2011. Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão, v. 2, p. 26-29, 2013.
- Brown-Peterson, N. J., Wyanski, D. M., Saborido-Rey, F., Macewicz, B. J., Lowerre-Barbieri, S. K. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science. BioOne, v. 3, p. 52-70, 2011
- Cavalcanti, G. L. C. Estudo da biologia reprodutiva da carapeba listrada *Eugerres brasiliensis* (Cuvier, 1830) capturada no litoral norte de Pernambuco. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011. 41p. Monografia de graduação - Engenharia de Pesca. 41 p., 2011.
- Cavalli, R.O.; Hamilton, S. A piscicultura marinha no Brasil. Afinal, quais as espécies boas para cultivar? Panorama da Aquicultura, v.17, n. 104, p. 50-55, 2007.
- Cleveland, B.M., Kenney, P.B., Manor, M.L., Weber, G. M. Effects of feeding level and sexual maturation on carcass and fillet characteristics and indices of protein degradation in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, v. 338–341, p. 228–236, 2012.
- Craig, S.R.; McKenzie, D. S.; Jones, G.; Gatlin, D. M. Seasonal changes in the reproductive condition and body composition of free-ranging red drum, (*Sciaenops ocellatus*). Aquaculture, v. 190, p. 89-102, 2000.
- Eskinazi, A. M. Peixes do Canal de Santa Cruz - Pernambuco - Brasil. Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE, v. 13, p. 283-302, 1972.
- FAO/WHO (Food and Agriculture Organization/World Health Organization). Joint FAO/WHO Expert Consultation on Fats and Fatty Acids in Human Nutrition, 10-14 November, 2008, WHO, Geneva, Switzerland, 2008. Disponível em: <www.who.int/nutrition/topics/FFA_summary_rec_conclusion.pdf> Acesso em: 06 jan. 2014.

- Finn, R. N., Fyhn, H. J. Requirement for amino acids in ontogeny of fish. *Aquaculture Research*, v. 41, p. 684–716, 2010.
- Garcia, A. S.; Gonçalves, L. U.; Cavalli, R. O.; Viegas, E. M. M. Lipídios. In: Fracalossi, D.M.; Cyrino, J.E.P. (Org.) NUTRIAQUA: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática - AQUABIO, Florianópolis. p. 79-99. 2012.
- Goetz, F.W., Hsu, S.-Y., Selover, A. Stimulation of prostaglandin synthesis in fish follicles by a phorbol ester and calcium ionophore. *Journal of Experimental Zoology*, v. 259, p. 355–364, 1991.
- Gonçalves, L.U.; Parisi, G.; Bonelli, A.; Sussel, F. R.; Viegas, E. M. M. The fatty acid composition of total, neutral and polar lipids in wild and farmed lambari (*Astyanax altiparanae*) (Garutti & Britski, 2000) broodstock. *Aquaculture Research*, v. 45, p. 195-203, 2013.
- Henderson, R. J.; Almatar, S. M. Seasonal changes in the lipid composition of herring (*Clupea harengus*) in relation to gonad maturation. *Marine Biology*, v. 69, p. 323-334, 1989.
- Izquierdo, M. S.; Socorro, J.; Arantzamendi, L.; Hernández-Cruz, C. M. Recent advances in lipid nutrition in fish larvae. *Fish Physiology and Biochemistry*, v. 22, p. 97-107, 2000.
- Izquierdo, M. S.; Fernández-Palacios, H.; Tacon, A.G.J. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture*, v.197, p. 25-42, 2001.
- Kaur, G., Cameron-Smith, D., Garg, M., Sinclair, A. J. Docosapentaenoic acid (22:5n-3): A review of its biological effects. *Progress in Lipid Research*, v. 50, p. 28–34, 2011.
- Kaushik SJ, F Médale. 1994. Energy requirements, utilization and dietary supply to salmonids. *Aquaculture* 124: 81-97
- Kjesbu, O.S., Klungsoyr, J., Kryvi, H. Witthames, P.R., Walker, M. G. Fecundity, atresia, and egg size of captive Atlantic cod (*Gadus morhua*) in relation to proximate body composition. *Canadian Journal Fisheries Aquatic Sciences*, v. 48, p. 2333-2343, 1991.
- Menezes, M. E. S., Lira, G. M., Omena, C. M. B., Freitas, J. D., Sant'ana, A. E. G. Valor nutritivo de peixes da costa marítima de Alagoas, Brasil. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, v. 68, p. 21-28, 2009.

- Menezes, N. A., Figueiredo, J. L., Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. IV Teleostei. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 1980. 96p.
- Metcalf, L. D.; Schmitz, A. A. The rapid preparation of fatty acid esters for gas chromatography analysis, *Analytical Chemistry*, v. 33, n. 3, p. 363-364, 1961.
- MPA (Ministério da Pesca e Aquicultura). 2013. Boletim estatístico da pesca e aquicultura - 2011. Disponível em http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Boletim%20MPA%202011FINAL3.pdf. Acessado em 05 de janeiro de 2014.
- Ogawa, M.; Maia, E. L. Manual de Pesca: Ciência e Tecnologia do Pescado. São Paulo: Varela. v. 1, 430 p., 1999
- Passini, G.; Carvalho, C. V. A.; Costa, W. M.; Cerqueira, V. R. Indução hormonal da desova da carapeva *Eugerres brasiliensis* em cativeiro. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 39, n. 4, p. 433-438, 2013.
- Penfield, M.P.; Campbell, A.M. 1990. *Experimental Food Science*. 3rd ed. San Diego, California: Academic Press, Inc. 541 p.
- Perez, M.J., Rodriguez, C., Cejas, J.R., Martin, M.V., Jerez, S.; Lorenzo, A. Lipid and fatty acid content in wild white seabream (*Diplodus sargus*) broodstock at different stages of the reproductive cycle. *Comparative Biochemistry and Physiology B- Biochemistry & Molecular Biology*, v. 146, p. 187–196, 2007.
- Queiroz, J.F.; Kitamura, P. C.; Lourenço, J. N. P.; Castagnolli, N.; Cyrino, J. E. P.; Scorvo Filho, J. D.; Bernardino, G.; Valenti, W. C.; Castagnolli, N. A EMBRAPA e a Aquicultura: Demandas e Prioridades de Pesquisa. Brasília- DF: Cadernos de Ciências e Tecnologia, 2002. n. 11, p. 1-35.
- Sargent, J.R., Tocher, D.R., Bell, J.G., 2002. The lipids. In: Halver, J.E., Hardy, R.W. (Eds.), *Fish Nutrition*, 3rd edition. Academic Press, San Diego. p. 181-257, 2002.
- Schubart, O. Investigações sobre os viveiros do Recife. Recife- PE: Boletim da Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de Pernambuco, 1936. v. 1, n. 2, p. 153-176.
- Shearer, K. D. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. *Aquaculture*, v. 119, 63-88, 1994.
- Shi, Z., Huang, X., Li, W., Hu, P., Luo, H., Fu, R.; Analysis of lipid and fatty acid compositions in different tissues of the wild caught *Pampus cinereus* broodstocks. *Journal of Fisheries of China*, v. 32, p. 309-314, 2008.

- Sorbera, L.A., Zanuy, S., Carrillo, M. A role for polyunsaturated fatty acids and prostaglandins in oocyte maturation in the sea bass (*Dicentrarchus labrax*). The New York Academy of Sciences. v. 839, p. 535-537, 1988.
- Soccol, M. C. H., Oetterer, M. Seafood as functional food. Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 46, n. 3, p. 443-454, 2003.
- Tocher, D. R. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. Reviews in Fisheries Science, v. 11, p. 107–184, 2003.
- Tocher, D. R., Bendiksen, E. A., Campbell, P. J., Bell, J. G. The role of phospholipids in nutrition and metabolism of teleost fish. Aquaculture, v. 280, p. 21–34, 2008.
- Vasconcelos Filho, A. L., Guedes, D. S., Galiza, E.M.B., Azevedo-Araujo, S. Estudo ecológico da região de Itamaracá - Pernambuco - Brasil. Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE, v. 18, p. 231-260, 1984.
- Vazzoler, A. E. A. M. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá: EDUEM/ SBI. São Paulo, SP. 169 p. 1996.
- Von Ihering, R. Criação de peixes em viveiros no Recife. Recife- PE: Boletim da Secretaria de Agricultura, Indústria e Viação, 1932. v. 35, p. 35-40.
- Watanabe, T. Importance of docosahexaenoic acid in marine larval fish. Journal of the World Aquaculture Society, v. 24, p. 152-161, 1993.
- Watanabe, T., Kiron, V. Prospects in larval fish dietetics. Aquaculture, v. 124, p. 223-251, 1994.
- Wiegand, M. D. Composition, accumulation and utilization of yolk lipids in teleost fish. Reviews in Fish Biology and Fisheries, v. 6, p. 259-286, 1996.
- Wilson, R.P. Amino acids and proteins. IN: Halver, J.E.; Hardy, R.W. editors. Fish nutrition. Academic Press. Amsterdam, AM, The Netherlands. p.143-179, 2002.
- Zohar, Y., Harel, S., Hassin, S., Tandler, A. Gilt-head sea bream (*Sparus aurata*). In: Bromage, N. R., Roberts, R. J. (Eds.), Broodstock management and egg and larval quality. Blackwell Science, Berlin. p. 94-117, 1995.

Tabela 1. Média ($\pm$ DP) da composição centesimal (% em base seca) do músculo, fígado e ovários de fêmeas selvagens de carapeba listrada (*Eugerres brasiliensis*) em diferentes estágios de maturação gonadal.

	Umidade	Proteína bruta	Lipídios totais	Cinzas
<i>Músculo</i>				
Imaturo	78,83 $\pm$ 0,14 ^a	103,53 $\pm$ 1,88 ^a	2,66 $\pm$ 0,16 ^a	3,13 $\pm$ 0,21 ^a
Em maturação	75,70 $\pm$ 0,44 ^b	82,13 $\pm$ 1,54 ^b	1,79 $\pm$ 0,04 ^a	2,25 $\pm$ 0,45 ^b
Maduro	76,88 $\pm$ 0,22 ^{bc}	84,24 $\pm$ 0,05 ^b	2,43 $\pm$ 0,31 ^a	2,54 $\pm$ 0,41 ^{ab}
Repouso	78,16 $\pm$ 0,12 ^{ac}	88,08 $\pm$ 2,65 ^b	2,07 $\pm$ 0,65 ^a	0,92 $\pm$ 0,10 ^c
<i>Fígado</i>				
Imaturo	74,23 $\pm$ 1,17 ^a	72,57 $\pm$ 4,50 ^a	18,79 $\pm$ 3,59 ^b	2,45 $\pm$ 0,90 ^b
Em maturação	73,3 $\pm$ 0,316 ^a	63,86 $\pm$ 0,20 ^b	22,09 $\pm$ 0,37 ^a	4,69 $\pm$ 1,22 ^a
Maduro	75,83 $\pm$ 0,01 ^a	66,73 $\pm$ 2,75 ^{ab}	20,13 $\pm$ 0,30 ^b	4,06 $\pm$ 0,76 ^a
<i>Gônada</i>				
Imaturo	75,01 $\pm$ 0,46 ^a	72,17 $\pm$ 1,79 ^b	16,19 $\pm$ 5,02 ^b	9,56 $\pm$ 1,76 ^a
Em maturação	71,07 $\pm$ 0,41 ^b	70,17 $\pm$ 1,39 ^b	23,48 $\pm$ 0,02 ^a	10,07 $\pm$ 1,53 ^a
Maduro	68,44 $\pm$ 0,01 ^c	78,74 $\pm$ 1,54 ^a	22,36 $\pm$ 0,72 ^a	5,61 $\pm$ 0,10 ^b

Na mesma coluna, valores com letras distintas são significativamente diferentes para o mesmo tecido ($p \leq 0,05$).

Tabela 2. Média ($\pm$ DP) das concentrações de ácidos graxos (área %) no músculo, fígado e gônada de fêmeas selvagens de carapeba listrada (*Eugerres brasiliensis*) em diferentes estágios de maturação.

Ácidos graxos	Músculo				Fígado				Gônada			
	Imaturo	Em maturação	Maduro	Repouso	Imaturo	Em maturação	Maduro	Repouso	Imaturo	Em maturação	Maduro	Repouso
14:0	24,69 $\pm$ 3,44 ^b	11,29 $\pm$ 0,64 ^c	17,50 $\pm$ 1,36 ^{bc}	48,74 $\pm$ 0,72 ^a	6,99 $\pm$ 0,04 ^a	2,12 $\pm$ 0,10 ^a	2,57 $\pm$ 2,82 ^a	5,20 $\pm$ 0,43 ^a	5,10 $\pm$ 0,17 ^a	3,23 $\pm$ 1,51 ^a	2,99 $\pm$ 0,12 ^a	4,77 $\pm$ 3,01 ^a
14:1n	1,11 $\pm$ 0,14 ^a	n.d.	n.d.	2,49 $\pm$ 0,06 ^a	2,39 $\pm$ 0,01 ^b	0,11 $\pm$ 0,00 ^c	4,31 $\pm$ 0,61 ^a	1,97 $\pm$ 0,06 ^{bc}	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
15:0	2,32 $\pm$ 0,23 ^a	0,66 $\pm$ 0,04 ^c	1,57 $\pm$ 0,04 ^b	1,97 $\pm$ 0,02 ^{ab}	0,21 $\pm$ 0,00 ^c	1,51 $\pm$ 0,04 ^b	2,25 $\pm$ 0,00 ^a	2,35 $\pm$ 0,14 ^a	6,92 $\pm$ 0,21 ^a	2,02 $\pm$ 0,40 ^b	0,47 $\pm$ 0,05 ^c	0,40 $\pm$ 0,06 ^c
16:0	14,55 $\pm$ 0,49 ^b	21,25 $\pm$ 0,1 ^a	21,67 $\pm$ 0,62 ^a	10,13 $\pm$ 0,08 ^c	20,75 $\pm$ 0,20 ^b	27,10 $\pm$ 0,85 ^a	24,01 $\pm$ 1,61 ^{ab}	22,99 $\pm$ 1,64 ^{ab}	19,17 $\pm$ 0,17 ^a	19,99 $\pm$ 2,05 ^a	16,78 $\pm$ 0,09 ^a	20,90 $\pm$ 2,03 ^a
16:1 n-7	3,03 $\pm$ 0,23 ^b	0,54 $\pm$ 0,06 ^c	5,85 $\pm$ 0,22 ^a	5,79 $\pm$ 0,01 ^a	4,42 $\pm$ 0,08 ^c	5,96 $\pm$ 0,09 ^{ab}	6,67 $\pm$ 0,20 ^a	5,35 $\pm$ 0,11 ^b	6,73 $\pm$ 0,01 ^a	7,79 $\pm$ 1,64 ^a	7,55 $\pm$ 0,09 ^a	9,00 $\pm$ 1,87 ^a
18:0	5,61 $\pm$ 0,03 ^a	4,09 $\pm$ 0,07 ^b	2,54 $\pm$ 0,01 ^c	1,43 $\pm$ 0,03 ^d	10,21 $\pm$ 0,05 ^a	10,50 $\pm$ 0,55 ^a	8,46 $\pm$ 1,47 ^a	9,85 $\pm$ 0,65 ^a	9,15 $\pm$ 0,27 ^a	3,44 $\pm$ 3,42 ^a	7,37 $\pm$ 0,12 ^a	7,75 $\pm$ 3,40 ^a
18:1 n-7	2,05 $\pm$ 0,12 ^a	n.d.	1,63 $\pm$ 0,06 ^{ab}	1,04 $\pm$ 0,01 ^b	2,76 $\pm$ 0,03 ^b	5,13 $\pm$ 0,39 ^a	3,44 $\pm$ 0,53 ^b	3,09 $\pm$ 0,06 ^b	3,79 $\pm$ 0,01 ^a	5,65 $\pm$ 0,93 ^a	4,85 $\pm$ 0,04 ^a	3,19 $\pm$ 0,47 ^a
18:1 n-9	3,53 $\pm$ 0,11 ^c	27,01 $\pm$ 0,12 ^a	13,99 $\pm$ 0,10 ^b	2,23 $\pm$ 0,01 ^d	2,63 $\pm$ 0,02 ^b	10,12 $\pm$ 0,56 ^a	6,03 $\pm$ 1,15 ^b	5,11 $\pm$ 0,18 ^b	4,21 $\pm$ 0,01 ^b	7,21 $\pm$ 0,46 ^a	7,86 $\pm$ 0,02 ^a	5,82 $\pm$ 2,01 ^a
18:2 n-6	0,57 $\pm$ 0,05 ^c	8,98 $\pm$ 0,11 ^a	3,58 $\pm$ 0,03 ^b	0,80 $\pm$ 0,01 ^c	0,85 $\pm$ 0,03 ^a	0,65 $\pm$ 0,03 ^a	0,63 $\pm$ 0,12 ^a	1,00 $\pm$ 0,05 ^a	0,90 $\pm$ 0,01 ^b	1,03 $\pm$ 0,02 ^{ab}	1,27 $\pm$ 0,08 ^a	1,02 $\pm$ 0,38 ^a
18:3 n-3	0,26 $\pm$ 0,03 ^c	1,20 $\pm$ 0,03 ^b	2,35 $\pm$ 0,09 ^a	0,30 $\pm$ 0,01 ^c	0,59 $\pm$ 0,02 ^a	0,30 $\pm$ 0,03 ^b	0,22 $\pm$ 0,03 ^b	0,32 $\pm$ 0,02 ^b	0,70 $\pm$ 0,01 ^a	0,50 $\pm$ 0,05 ^b	0,09 $\pm$ 0,00 ^c	0,48 $\pm$ 0,00 ^b
18:4 n-3	0,17 $\pm$ 0,05 ^b	17,24 $\pm$ 0,06 ^a	1,10 $\pm$ 0,84 ^b	0,27 $\pm$ 0,05 ^b	0,17 $\pm$ 0,00 ^a	0,17 $\pm$ 0,03 ^a	0,23 $\pm$ 0,00 ^a	0,16 $\pm$ 0,00 ^a	0,40 $\pm$ 0,01 ^{ab}	0,54 $\pm$ 0,13 ^a	0,39 $\pm$ 0,00 ^{ab}	0,39 $\pm$ 0,47 ^b
20:4 n-3	0,31 $\pm$ 0,04	n.d.	n.d.	n.d.	0,87 $\pm$ 0,09 ^a	0,39 $\pm$ 0,01 ^a	0,41 $\pm$ 0,25 ^a	0,48 $\pm$ 0,03 ^a	0,28 $\pm$ 0,03 ^b	0,63 $\pm$ 0,05 ^a	0,68 $\pm$ 0,01 ^a	0,30 $\pm$ 0,04 ^b
20:4 n-6	5,63 $\pm$ 0,45 ^a	n.d.	1,34 $\pm$ 0,12 ^b	2,61 $\pm$ 0,02 ^b	5,45 $\pm$ 0,20 ^a	3,28 $\pm$ 0,17 ^a	4,18 $\pm$ 1,10 ^a	5,70 $\pm$ 0,35 ^a	2,18 $\pm$ 0,08 ^c	2,98 $\pm$ 0,19 ^b	3,68 $\pm$ 0,02 ^a	2,55 $\pm$ 0,56 ^b
20:5 n-3	7,95 $\pm$ 0,03 ^a	n.d.	4,45 $\pm$ 0,08 ^c	5,76 $\pm$ 0,04 ^b	8,87 $\pm$ 0,09 ^a	6,81 $\pm$ 0,31 ^a	6,83 $\pm$ 1,97 ^a	8,39 $\pm$ 0,87 ^a	5,76 $\pm$ 0,06 ^b	9,57 $\pm$ 0,21 ^a	10,06 $\pm$ 0,02 ^a	5,06 $\pm$ 1,04 ^b
22:5 n-3	2,29 $\pm$ 0,11 ^a	n.d.	n.d.	0,86 $\pm$ 0,02 ^b	3,43 $\pm$ 0,41 ^{ab}	3,47 $\pm$ 0,19 ^{bc}	2,19 $\pm$ 1,45 ^c	3,66 $\pm$ 0,12 ^a	2,61 $\pm$ 0,09 ^c	4,37 $\pm$ 0,80 ^b	5,89 $\pm$ 0,06 ^a	2,62 $\pm$ 1,14 ^{bc}
22:6 n-3	4,47 $\pm$ 0,29 ^a	n.d.	n.d.	1,28 $\pm$ 0,02 ^b	6,35 $\pm$ 0,16 ^{ab}	3,66 $\pm$ 0,12 ^{bc}	2,54 $\pm$ 0,94 ^c	9,12 $\pm$ 0,12 ^a	1,74 $\pm$ 0,01 ^b	4,52 $\pm$ 0,88 ^a	4,48 $\pm$ 0,10 ^a	2,59 $\pm$ 0,27 ^{ab}
Total AGS	47,17 $\pm$ 4,18 ^b	37,28 $\pm$ 0,79 ^b	43,27 $\pm$ 2,21 ^{ab}	62,86 $\pm$ 0,79 ^a	38,16 $\pm$ 0,11 ^a	41,32 $\pm$ 1,45 ^a	37,30 $\pm$ 5,90 ^a	40,40 $\pm$ 2,85 ^a	40,34 $\pm$ 0,40 ^a	28,67 $\pm$ 7,38 ^a	27,62 $\pm$ 0,50 ^a	33,82 $\pm$ 1,70 ^a
Total AGMIS	9,73 $\pm$ 0,07 ^c	27,54 $\pm$ 0,06 ^a	21,54 $\pm$ 0,37 ^b	11,56 $\pm$ 0,10 ^c	12,20 $\pm$ 0,02 ^b	21,92 $\pm$ 0,15 ^a	20,36 $\pm$ 1,37 ^a	15,53 $\pm$ 0,39 ^b	14,73 $\pm$ 0,04 ^c	20,55 $\pm$ 0,17 ^a	20,26 $\pm$ 0,07 ^a	18,00 $\pm$ 1,03 ^b
HUFA n-6*	5,63 $\pm$ 0,45 ^a	n.d.	1,34 $\pm$ 0,12 ^b	2,61 $\pm$ 0,02 ^b	5,45 $\pm$ 0,20 ^a	3,28 $\pm$ 0,17 ^a	4,18 $\pm$ 1,10 ^a	5,70 $\pm$ 0,35 ^a	2,18 $\pm$ 0,08 ^c	2,98 $\pm$ 0,19 ^b	3,68 $\pm$ 0,02 ^a	2,55 $\pm$ 0,56 ^b
HUFA n-3**	15,02 $\pm$ 0,17 ^a	n.d.	4,45 $\pm$ 0,00 ^c	7,90 $\pm$ 0,08 ^b	19,52 $\pm$ 0,20 ^a	14,33 $\pm$ 0,60 ^a	11,96 $\pm$ 4,60 ^a	21,60 $\pm$ 0,66 ^a	10,39 $\pm$ 0,11 ^b	19,09 $\pm$ 1,43 ^a	21,34 $\pm$ 0,27 ^a	10,56 $\pm$ 2,49 ^b
n-3/n-6	2,50 $\pm$ 0,18 ^a	2,05 $\pm$ 0,03 ^{ab}	1,60 $\pm$ 0,18 ^b	2,48 $\pm$ 0,01 ^a	3,22 $\pm$ 0,15 ^{ab}	3,77 $\pm$ 0,02 ^a	2,54 $\pm$ 0,32 ^b	3,30 $\pm$ 0,11 ^{ab}	3,73 $\pm$ 0,06 ^c	5,02 $\pm$ 0,09 ^a	4,36 $\pm$ 0,07 ^b	3,24 $\pm$ 0,29 ^d
DHA/EPA	0,56 $\pm$ 0,03 ^a	n.d.	n.d.	0,22 $\pm$ 0,00 ^a	0,72 $\pm$ 0,10 ^b	0,54 $\pm$ 0,01 ^c	0,37 $\pm$ 0,03 ^d	1,09 $\pm$ 0,13 ^a	0,30 $\pm$ 0,00 ^a	0,47 $\pm$ 0,10 ^a	0,45 $\pm$ 0,01 ^a	0,51 $\pm$ 0,05 ^a

Na mesma linha, letras distintas indicam diferenças significativas entre o mesmo tecido ($p < 0,05$).

n.d.= não detectado, AGS= ácidos graxos saturados, AGMIS= ácidos graxos monoinsaturados.

*HUFA n-6 $\geq$ 20:4n-6; **HUFA n-3 $\geq$ 20:4n-3.

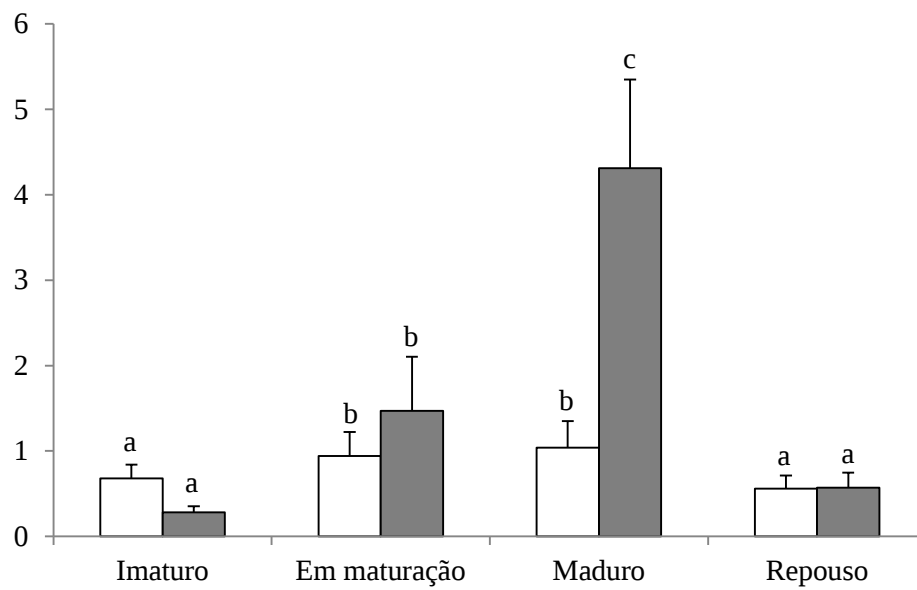


Figura 1. Médias ($\pm$ DP) dos índices hepatossomático (IHS, em branco) e gonadosomático (IGS, em cinza) de fêmeas selvagens de carapeba listrada (*Eugerres brasiliensis*) em diferentes estágios de maturação gonadal. Para o mesmo índice, letras distintas representam diferenças significativas ($p < 0,05$).

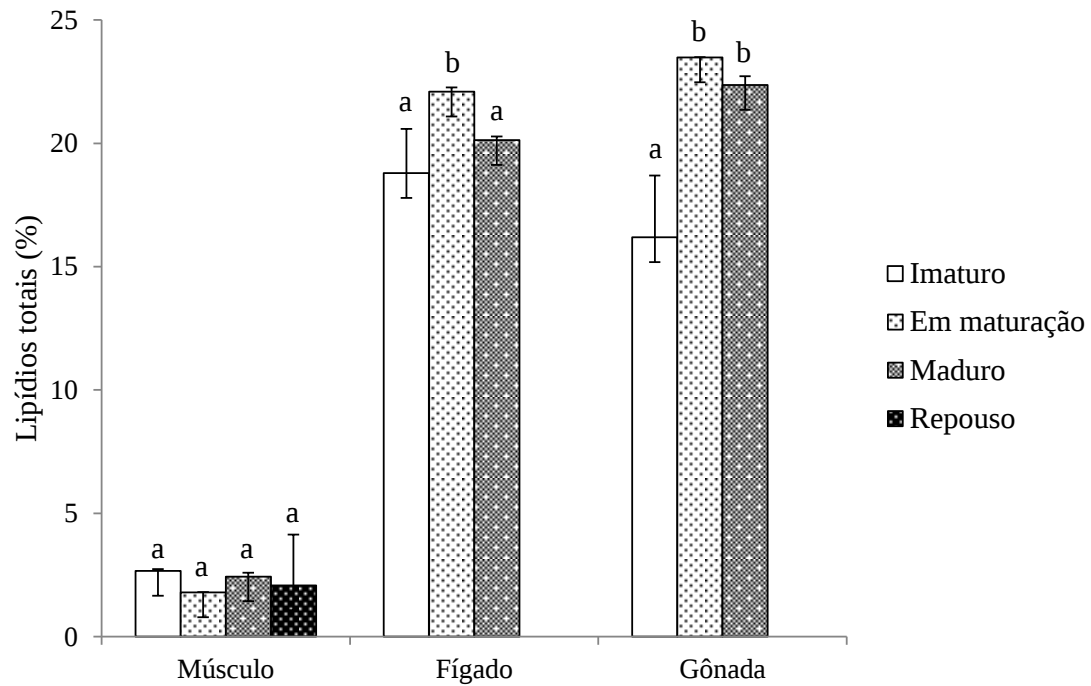


Figura 2. Concentração média ($\pm$ DP) de lipídios totais (% em base seca) do músculo, fígado e gônada de fêmeas selvagens de carapeba listrada (*Eugerres brasiliensis*) em diferentes estágios de desenvolvimento gonadal. Para cada tecido, letras distintas representam diferenças significativas ($p < 0,05$).

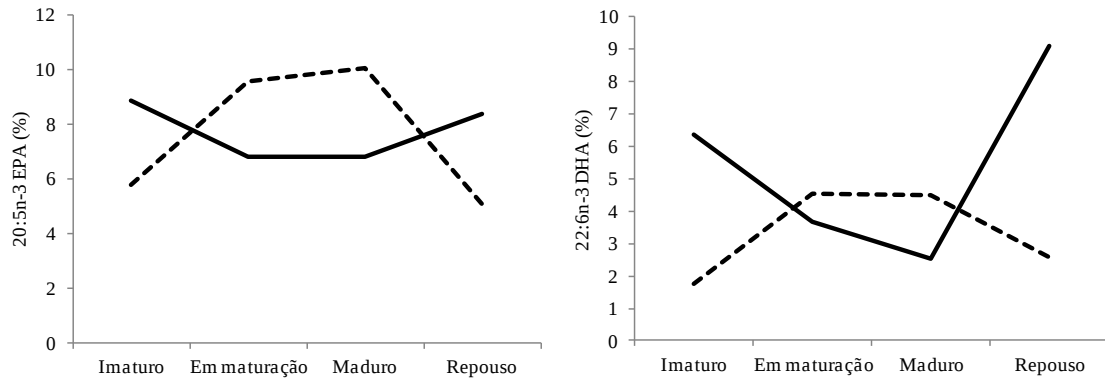


Figura 3. Concentrações médias (%) dos ácidos graxos eicosapentaenóico (EPA, 20:5n-3) e docosahexaenóico (DHA, 22:6n-3) no fígado (linha contínua) e ovário (linha tracejada) de fêmeas selvagens da carapeba listrada (*Eugerres brasiliensis*) em diferentes estágios de maturação gonadal.

NORMAS DA REVISTA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias **Brazilian Journal of Agricultural Sciences**

ISSN (on line) 1981-0997. Recife, v.8, n.1, jan.-mar., 2013

www.agraria.ufrpe.br

Diretrizes para Autores

Objetivo e Política Editorial

A Revista Brasileira de Ciências Agrárias (RBCA) é editada pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) com o objetivo de divulgar artigos científicos, para o desenvolvimento científico das diferentes áreas das Ciências Agrárias. As áreas contempladas são: Agronomia, Engenharia Agrícola, Engenharia Florestal, Engenharia de Pesca e Aquicultura, Medicina Veterinária e Zootecnia. Os artigos submetidos à avaliação devem ser originais e inéditos, sendo vetada a submissão simultânea em outros periódicos. A reprodução de artigos é permitida sempre que seja citada explicitamente a fonte.

Forma e preparação de manuscritos

O trabalho submetido à publicação deverá ser cadastrado no portal da revista (<http://www.agraria.pro.br>). O cadastro deverá ser preenchido apenas pelo autor correspondente que se responsabilizará pelo artigo em nome dos demais autores.

Só serão aceitos trabalhos depois de revistos e aprovados pela Comissão Editorial, e que não foram publicados ou submetidos em publicação em outro veículo. Excetuam-se, nesta limitação, os apresentados em congressos, em forma de resumo.

Os trabalhos subdivididos em partes 1, 2..., devem ser enviados juntos, pois serão submetidos aos mesmos revisores. Solicita-se observar as seguintes instruções para o preparo dos artigos.

Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente deve apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.

Composição sequencial do artigo

- a. Título: no máximo com 15 palavras, em que apenas a primeira letra da primeira palavra deve ser maiúscula.
- b. Os artigos deverão ser compostos por, no máximo, 7 (sete) autores;
- c. Resumo: no máximo com 15 linhas;

- d.** Palavras-chave: no mínimo três e no máximo cinco, não constantes no Título;
- e.** Título em inglês no máximo com 15 palavras, ressaltando-se que só a primeira letra da primeira palavra deve ser maiúscula;
- f.** Abstract: no máximo com 15 linhas, devendo ser tradução fiel do Resumo;
- g.** Key words: no mínimo três e no máximo cinco;
- h.** Introdução: destacar a relevância do artigo, inclusive através de revisão de literatura;
- i.** Material e Métodos;
- j.** Resultados e Discussão;
- k.** Conclusões devem ser escritas de forma sucinta, isto é, sem comentários nem explicações adicionais, baseando-se nos objetivos da pesquisa;
- l.** Agradecimentos (facultativo);
- m.** Literatura Citada.

Observação: Quando o artigo for escrito em inglês, o título, resumo e palavras-chave deverão também constar, respectivamente, em português ou espanhol, mas com a sequência alterada, vindo primeiro no idioma principal.

Edição do texto

- a.** Idioma: Português, Inglês e Espanhol
- b.** Processador: Word for Windows;
- c.** Texto: fonte Times New Roman, tamanho 12. Não deverá existir no texto palavras em negrito;
- d.** Espaçamento: duplo entre o título, resumo e abstract; simples entre item e subitem; e no texto, espaço 1,5;
- e.** Parágrafo: 0,5 cm;
- f.** Página: Papel A4, orientação retrato, margens superior e inferior de 2,5 cm, e esquerda e direita de 3,0 cm, no máximo de 20 páginas não numeradas;
- g.** Todos os itens em letras maiúsculas, em negrito e centralizados, exceto Resumo, Abstract, Palavras-chave e Key words, que deverão ser alinhados à esquerda e apenas as primeiras letras maiúsculas. Os subitens deverão ser alinhados à esquerda, em negrito e somente a primeira letra maiúscula;
- h.** As grandezas devem ser expressas no SI (Sistema Internacional) e a terminologia científica deve seguir as convenções internacionais de cada área em questão;
- i.** Tabelas e Figuras (gráficos, mapas, imagens, fotografias, desenhos)
 - Títulos de tabelas e figuras deverão ser escritos em fonte Times New Roman, estilo normal e tamanho 9;

- As tabelas e figuras devem apresentar larguras de 9 ou 18 cm, com texto em fonte Times New Roman, tamanho 9, e ser inseridas logo abaixo do parágrafo onde foram citadas pela primeira vez. Exemplo de citações no texto: Figura 1; Tabela 1. Tabelas e figuras que possuem praticamente o mesmo título deverão ser agrupadas em uma tabela ou figura criando-se, no entanto, um indicador de diferenciação. A letra indicadora de cada sub-figura numa figura agrupada deve ser maiúscula e com um ponto (exemplo: A.), e posicionada ao lado esquerdo superior da figura e fora dela. As figuras agrupadas devem ser citadas no texto da seguinte forma: Figura 1A; Figura 1B; Figura 1C.

- As tabelas não devem ter tracejado vertical e o mínimo de tracejado horizontal.

Exemplo do título, o qual deve ficar acima: Tabela 1. Estações do INMET selecionadas (sem ponto no final). Em tabelas que apresentam a comparação de médias, mediante análise estatística, deverá existir um espaço entre o valor numérico (média) e a letra. As unidades deverão estar entre parêntesis.

- As figuras não devem ter bordadura e suas curvas (no caso de gráficos) deverão ter espessura de 0,5 pt, e ser diferenciadas através de marcadores de legenda diversos e nunca através de cores distintas. Exemplo do título, o qual deve ficar abaixo: Figura 1. Perda acumulada de solo em função do tempo de aplicação da chuva simulada (sem ponto no final). Para não se tornar redundante, as figuras não devem ter dados constantes em tabelas. Fotografias ou outros tipos de figuras deverão ser escaneadas com 300 dpi e inseridas no texto. O(s) autor(es) deverá(ão) primar pela qualidade de resolução das figuras, tendo em vista uma boa reprodução gráfica. As unidades nos eixos das figuras devem estar entre parêntesis, mas, sem separação do título por vírgula.

Exemplos de citações no texto

a. Quando a citação possuir apenas um autor: ... Freire (2007) ou ... (Freire, 2007).

b. Quando possuir dois autores: ... Freire & Nascimento (2007), ou ... (Freire & Nascimento, 2007).

c. Quando possuir mais de dois autores: Freire et al. (2007), ou (Freire et al., 2007).

Literatura citada

O artigo deve ter, preferencialmente, no máximo 25 citações bibliográficas, sendo a maioria em periódicos recentes (últimos cinco anos).

As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista.

As referências citadas no texto deverão ser dispostas em ordem alfabética pelo sobrenome do primeiro autor e conter os nomes de todos os autores, separados por

ponto e vírgula. As citações devem ser, preferencialmente, de publicações em periódicos, as quais deverão ser apresentadas conforme os exemplos a seguir:

a. Livros

Mello, A.C.L. de; Vêras, A.S.C.; Lira, M. de A.; Santos, M.V.F. dos; Dubeux Júnior, J.C.B; Freitas, E.V. de; Cunha, M.V. da . Pastagens de capim-elefante: produção intensiva de leite e carne. Recife: Instituto Agrônômico de Pernambuco, 2008. 49p.

b. Capítulo de livros

Serafim, C.F.S.; Hazin, F.H.V. O ecossistema costeiro. In: Serafim; C.F.S.; Chaves, P.T. de (Org.). O mar no espaço geográfico brasileiro. Brasília- DF: Ministério da Educação, 2006. v. 8, p. 101-116.

c. Revistas

Sempre que possível o autor deverá acrescentar a url para o artigo referenciado e o número de identificação DOI (Digital Object Identifiers). Quando o artigo tiver a url.

Oliveira, A. B. de; Medeiros Filho, S. Influência de tratamentos pré-germinativos, temperatura e luminosidade na germinação de sementes de leucena, cv. Cunningham. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.7, n.4, p.268-274, 2007. <<http://agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=183&path%5B%5D=104>>. 29 Dez. 2012.

Quando o artigo tiver DOI.

Costa, R.B. da; Almeida, E.V.; Kaiser, P.; Azevedo, L.P.A. de; Tyszka Martinez, D. Tsukamoto Filho, A. de A. Avaliação genética em progênies de Myracrodruon urundeuva Fr. All. na região do Pantanal, estado do Mato Grosso. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.6, n.4, p.685-693, 2011. <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v6i4a1277>>

d. Dissertações e teses

Bandeira, D.A. Características sanitárias e de produção da caprinocultura nas microrregiões do Cariri do estado da Paraíba. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. 116p. Tese Doutorado.

e. WWW (World Wide Web) e FTP (File Transfer Protocol) Burka, L.P. A hipertext history of multi-user dimensions; MUD history <<http://www.aka.org.cn/Magazine/Aka4/interhisE4.html>>. 29 Nov. 2012.

Não serão aceitas citações bibliográficas do tipo apud ou citado por, ou seja, as citações deverão ser apenas das referências originais. Citações de artigos no prelo, comunicação

peçoal, folder, apostila, monografia, trabalho de conclusão de curso de graduação, relatório técnico e trabalhos em congressos, não são aceitos na elaboração dos artigos.

Outras informações sobre a normatização de artigos

- 1) Os títulos das bibliografias listadas devem ter apenas a primeira letra da primeira palavra maiúscula, com exceção de nomes próprios. O título de eventos deverá ter apenas a primeira letra de cada palavra maiúscula;
- 2) O nome de cada autor deve ser por extenso apenas o primeiro nome e o último sobrenome, sendo apenas a primeira letra maiúscula;
- 3) Não colocar ponto no final de palavras-chave, key words e títulos de tabelas e figuras. Todas as letras das palavras-chave devem ser minúsculas, incluindo a primeira letra da primeira palavra-chave;
- 4) No Abstract, a casa decimal dos números deve ser indicada por ponto em vez de vírgula;
- 5) A Introdução deve ter, preferencialmente, no máximo 2 páginas. Não devem existir na Introdução equações, tabelas, figuras, e texto teórico sobre um determinado assunto;
- 6) Evitar parágrafos muito longos;
- 7) Não deverá existir itálico no texto, em equações, tabelas e figuras, exceto nos nomes científicos de animais e culturas agrícolas, assim como, nos títulos das tabelas e figuras escritos em inglês;
- 8) Não deverá existir negrito no texto, em equações, figuras e tabelas, exceto no título do artigo e nos seus itens e subitens;
- 9) Em figuras agrupadas, se o título dos eixos x e y forem iguais, deixar só um título centralizado;
- 10) Todas as letras de uma sigla devem ser maiúsculas; já o nome por extenso de uma instituição deve ter maiúscula apenas a primeira letra de cada nome;
- 11) Nos exemplos seguintes o formato correto é o que se encontra no lado direito da igualdade: 10 horas = 10 h; 32 minutos = 32 min; 5 l (litros) = 5 L; 45 ml = 45 mL; l/s = L.s⁻¹; 27°C = 27 oC; 0,14 m³/min/m = 0,14 m³.min⁻¹.m⁻¹; 100 g de peso/ave = 100 g de peso por ave; 2 toneladas = 2 t; mm/dia = mm.d⁻¹; 2x3 = 2 x 3 (deve ser separado); 45,2 - 61,5 = 45,2-61,5 (deve ser junto). A % é unidade que deve estar junta ao número (45%). Quando no texto existirem valores numéricos seguidos, colocar a unidade somente no último valor (Exs.: 20 e 40 m; 56,0, 82,5 e 90,2%). Quando for pertinente, deixar os valores numéricos com no máximo duas casas decimais;

12) No texto, quando se diz que um autor citou outro, deve-se usar apud em vez de citado por. Exemplo: Walker (2001) apud Azevedo (2005) em vez de Walker (2001) citado por Azevedo (2005). Recomendamos evitar essa forma de citação.

13) Na definição dos parâmetros e variáveis de uma equação, deverá existir um traço separando o símbolo de sua definição. A numeração de uma equação deve estar entre parêntesis e alinhada esquerda. Uma equação deve ser citada no texto conforme os seguintes exemplos: Eq. 1; Eq. 4.; 14) Quando o artigo for submetido não será mais permitida mudança de nome dos autores, sequência de autores e quaisquer outras alterações que não sejam solicitadas pelo editor.

Procedimentos para encaminhamento dos artigos

O autor correspondente deve se cadastrar como autor e inserir o artigo no endereço <http://www.agraria.ufrpe.br> ou <http://www.agraria.pro.br>. O autor pode se comunicar com a Revista por meio do e-mail agrarias@prppg.ufrpe.br, editorgeral@agraria.pro.br ou secretaria@agraria.pro.br.