



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL

**EFEITO DA DENSIDADE DE ESTOCAGEM NA
PRODUÇÃO DO BIJUPIRÁ, *Rachycentron canadum*
(Linnaeus, 1766) EM VIVEIROS ESCAVADOS**

AUDYLO AGEU GOMES DE AZEVÊDO

MOSSORÓ/RN-BRASIL
Agosto-2013

AUDYLO AGEU GOMES DE AZEVÊDO

**EFEITO DA DENSIDADE DE ESTOCAGEM NA
PRODUÇÃO DO BIJUPIRÁ, *Rachycentron canadum*
(Linnaeus, 1766) EM VIVEIROS ESCAVADOS**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal Rural do Semiárido – UFERSA,
Campus de Mossoró, como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestre em Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Costa da Silva

MOSSORÓ/RN-BRASIL
Agosto-2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência

A963e Azevêdo, Audylo Ageu Gomes de.

Efeito da densidade de estocagem na produção do Bijupirá,
rachycentron canadum (Linnaeus, 1766) em viveiros escavados.
/ Audylo Ageu Gomes de Azevêdo. -- Mossoró, 2013.

50f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Costa da Silva
Co- Orientador: Prof. Dr. Felipe de Azevedo S. Ribeiro

Dissertação (Mestrado em Produção Animal. Área de
concentração em Sistemas de Produção) – Universidade Federal
Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pós-Graduação.

1. Bijupirá – fase de crescimento final. 2. *rachycentron
canadum*. 3. Densidade de estocagem- Efeito. I. Título.

RN/UFERSA/BCOT /040-13

CDD: 639.3

Bibliotecária: Vanessa Christiane Alves de Souza Borba
CRB-15/452

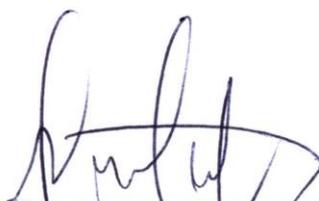
AUDYLO AGEU GOMES DE AZEVÊDO

**EFEITO DA DENSIDADE DE ESTOCAGEM NA
PRODUÇÃO DO BIJUPIRÁ, *Rachycentron canadum*
(Linnaeus, 1766) EM VIVEIROS ESCAVADOS**

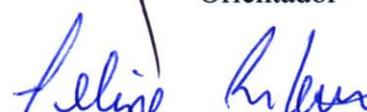
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, Campus de Mossoró, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

APROVADA EM ____/____/____

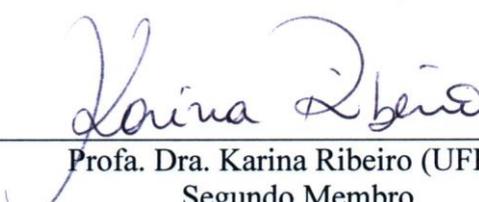
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Rodrigo Silva da Costa (UFERSA)
Orientador



Prof. Dr. Felipe de Azevedo Silva Ribeiro (UFERSA)
Primeiro Membro



Profa. Dra. Karina Ribeiro (UFRN)
Segundo Membro

Dedico

A minha noiva que sempre me apoiou nos momentos mais difíceis e que sempre com muito amor, paciência, carinho, apoio e atenção me trazem alegria, paz e esperança.

Izabela de Araújo

Dedico este trabalho aos meus pais que sempre foram o braço forte e o ombro largo em que sempre me apoiei nos momentos de decisões e dúvidas e a meus irmãos por me ensinarem a ser simplesmente o irmão mais velho e aos meus sobrinhos que vem sendo uma grande alegria em minha vida.

Teresinha Gomes Pereira (Mãe) & Audy Alves de Azevêdo (Pai), Irmãos: Audy Alves de Azevêdo Filho e Audyla A. G. de Azevêdo Lima, Sobrinhos(as): Audy Neto, Joseph Azevedo Lima, Maria Rita e Maria Giullia.

Aos meus amigos e companheiros do mestrado que sempre viram algo a mais na minha pessoa, que me apoiaram com suas palavras em momentos tempestuosos e que me motivaram a mostrar um potencial que até eu mesmo não percebia:

Susana, Michele, Amanda, Liliane, Luciana, Wilma, Ruth, Marcones, Janeto, Océlio, Diego, José Maria, Carol, Rociene e Manuela.

Aos professores que me moldaram com o passar dos anos e que me mostraram a importância de não deixar as coisas simplesmente nas mãos dos alunos, ser realmente um professor, ser amigo, importar-se, guiá-los e principalmente motivá-los sempre!

Tia Juraci, Tio Adaucy, Sebastião (Sogro), Prof^ª Ana M. Pavão, Prof^ª. Dr^ªRévia, Prof. Dr. Fabianno Carvalho, Prof^ª Dr^ª Cláudia Goularte, Dr. Orion M. Gomes e Prof^ª Dr^ª Débora Andréa.

Epígrafe

Continue meu filho desobediente
Haverá paz quando você tiver terminado
Deite sua cabeça cansada para descansar
Não chore mais

Eu me levantei acima do barulho e da confusão
Para dar uma espiada além desta ilusão
Eu estava voando cada vez mais alto
Mas eu voei muito alto

Embora meus olhos pudessem ver eu era ainda um homem cego
Embora minha mente pudesse pensar eu era ainda um homem louco
Eu ouço as vozes quando eu estou sonhando
Eu posso ouvi-las dizer

Mascarado como um homem com uma razão
Minha charada é o evento da estação
E se eu reivindicar ser um homem sábio, bom
Significa certamente que eu não sou

Em um mar em tempestade de emoção movente
Sou lançado como um navio no oceano
Eu ajustei o curso para os ventos da fortuna
Mas eu ouço as vozes dizerem

Continue, você recordará sempre
Continue, nada se iguala ao esplendor
Agora sua vida já não é mais vazia
Certamente o céu o espera

Continue meu filho desobediente
Haverá paz quando você tiver terminado
Deite sua cabeça cansada para descansar
Não chore, Não chore mais!

AGRADECIMENTOS

A Deus por estar sempre ao meu lado me dando forças e esperanças de alcançar os meus objetivos.

Em especial à senhorita Leonília Ferreira (*in memorian*) por ter sido a primeira a conversar comigo sobre fazer um mestrado e da qual tenho muitas saudades.

A Natália Celedônio um agradecimento muito carinhoso por toda a amizade, paciência e instruções dadas.

Ao meu orientador Dr. Rodrigo Costa da Silva por aceitar a minha pessoa como orientado e ceder um pouco do seu tempo para instruir-me.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Felipe de Azevedo da Silva Ribeiro, antes de tudo por orientar no projeto mesmo diante dos seus vários afazeres, por sua parcimônia para comigo e pela ajuda na estatística e sua interpretação.

Aos amigos e vizinhos Kely, Paulão, Daniel, Erik, Carolina, Lurdinha, Adriana, Michele, Isabele, Bruna, Carol, Angelina e Neto, que me aturaram durante o mestrado e que me ajudaram em várias ocasiões, pessoais das quais vou sentir muita falta para momentos de muita conversa e alegria e ao Robson Jaime que de ultima hora me deu uma ajuda com o meu abstract.

Aos grandes amigos Pedro, Maxson Cosme e Leydimara, sem os quais teria passado vários apuros na cidade de Mossoró, pessoas que tenho muita admiração pela amizade, simplicidade e inteligência.

As grandes amigas Susana, Michele e Amanda, as primeiras pessoas que conheci em Mossoró no período do mestrado e sem as quais não teria sobrevivido aos primeiros dias do curso.

Aos alunos dos cursos de engenharia de pesca, veterinária, zootecnia e agronomia que tive a oportunidade de participar em alguns momentos como colega de classe e em outros como auxiliar do professor, o que resultou em muita amizade com Vitor, Jeska, Cyntia, Jefferson e Dlhernane, sempre dispostos a socorrer-me nas tarefas em vários momentos, muito obrigado.

Aos alunos do curso Técnico Agrícola de Morada Nova, comunidades rurais, assentamentos que tive de me afastar devido o tempo necessário para se fazer o mestrado e aos amigos e colegas de trabalhos.

Aos colegas do setor de aquicultura que ajudaram na medida do possível mesmo tendo vários outros trabalhos em suas graduações, cursos e cuja rotatividade não daria para escrever tantos nomes sem ocupar metade da obra.

A Universidade Rural do Semiárido – UFRSA em toda sua extensão, todo seu corpo docente e discente, o Programa de Pós-Graduação em Produção Animal – PPGPA meus sinceros agradecimentos e ao CNPq pela concessão da bolsa.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
1. A AQUICULTURA.....	11
2. A PISCICULTURA BRASILEIRA.....	12
3. BIJUPIRÁ, <i>Rachycentron canadum</i> (Linnaeus, 1766).....	14
4. DENSIDADE.....	16
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19
CAPÍTULO 2 - EFEITO DA DENSIDADE DE ESTOCAGEM NA PRODUÇÃO DO BIJUPIRÁ, <i>Rachycentron canadun</i> (Linnaeus, 1766) EM VIVEIROS ESCAVADOS.....	25
RESUMO.....	25
ABSTRACT.....	26
1. INTRODUÇÃO.....	27
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3. RESULTADOS.....	33
4. DISCUSSÃO.....	40
5. CONCLUSÃO.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
ANEXOS.....	48

CAPÍTULO I: Referencial Teórico

1. A AQUICULTURA

A aquicultura é uma das alternativas mais viáveis no mundo para produção de alimento, para o consumo humano de alto valor protéico (CAMARGO, 2005). A aquicultura vem garantindo o crescimento da produção de pescado nas últimas décadas.

Até o final da década de 1980, a pesca chegou a representar mais de 90% da produção total. Entretanto, no final da década de 80, houve o crescimento da produção mundial, por volta de 42% sendo atribuído, fundamentalmente, à aquicultura, que obteve crescimento de 179,51%, ao passo que a pesca extrativa evoluiu, apenas 3,66% (FAO, 2010).

A produção nacional de peixe deverá crescer de 1,2 milhão de toneladas para 5 milhões de toneladas nos próximos cinco anos (CNA, 2012), passando a ocupar o 5º lugar na produção de peixe no mercado mundial, projeção feita pela Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil e pela Federação da Agricultura e Pecuária do Tocantins (FAEPA, 2012).

No ranking das regiões produtoras de pescado o Nordeste é campeão, com 411 mil toneladas ao ano, seguido da região Sul (316 mil/ano), Norte (263 mil/ano), Sudeste (177 mil/ano) e Centro-Oeste (72 mil/ano). Entre os estados, as maiores produções compreendem Santa Catarina, Pará, Bahia e Ceará (MPA, 2009).

A FAO projeta um aumento do consumo mundial de pescado para 2030 dos atuais 17kg/habitantes/ano para 22,5 kg/habitantes/ano. Isso representará um aumento de consumo de mais de 100 milhões de toneladas/ano. O consumo nacional hoje é de 7 kg/pescado/habitantes/ano. Entretanto, o aumento da demanda requer aumento da produção para garantir a segurança alimentar. Mais de 50% dos peixes consumidos no mundo virão da piscicultura (FAO, 2012). Assim, a piscicultura é uma atividade promissora ao fornecimento de alimento à maior parte da população, gerando empregos, melhoria de renda, impostos e excedentes para exportação (CREPALDI et al., 2006).

Segundo Pereira, 2010 em revisão sobre o sistema agroindustrial do pescado nacional e dos serviços de fiscalização vigentes no Brasil conclui-se que este setor ainda enfrenta muitos problemas como industrialização do produto, transporte, armazenamento, beneficiamento, descarte de vísceras, valores nutricionais, etc que

precisam ser absorvidos para que haja um incremento da produção de pescados e aumento significativo do consumo.

Como garantir a segurança alimentar do pescado? Para assegurar, a todos, condições de acesso ao pescado de qualidade, em quantidade suficiente, de modo permanente e sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, com base em práticas alimentares saudáveis é preciso buscar tecnologias que possam promover a aquicultura. Essa é uma atividade atraente e importante pois colabora para a proteção da saúde, possibilitando a afirmação plena do potencial de crescimento e desenvolvimento humano, com qualidade de vida e cidadania (CREPALDI et al., 2006).

Existe uma tendência de aumento da produção da aquicultura que deve se manter, seja pela intensificação ou pela expansão das áreas para produção aquícola. Para Castagnolli (1992), a piscicultura é a maneira mais econômica de se produzir alimento nobre e de alto valor nutritivo, por meio do aproveitamento de diversos resíduos agropecuários.

2. A PISCICULTURA BRASILEIRA

A piscicultura brasileira é uma atividade que vem se destacando de forma significativa dentre os vários setores de produção animal do país (AMARAL et al., 2008). O Brasil apresenta um dos maiores potenciais no mundo para essa atividade: recursos hídricos limitados; grande extensão territorial, com três quartos da sua área na zona tropical; energia solar abundante e gratuita durante todo o ano; grande número de espécies exóticas para o cultivo, que devem proporcionar excelente rentabilidade aos investimentos aplicados, além de possuir mão-de-obra barata e em quantidade suficiente (OLIVEIRA et al., 2007).

Sua contribuição seria combinar ações frente a questões emergenciais como o combate a fome, com políticas de caráter estruturante visando assegurar o acesso aos alimentos sem comprometer parcela substancial da renda familiar, disponibilizando alimentos de qualidade, originados de formas produtivas eficientes, porém, não excludentes e sustentáveis e divulgação de informações ao consumidor sobre práticas alimentares saudáveis e possíveis riscos à saúde, mediados pelo alimento.

Com a estagnação da quantidade de pescado proveniente da captura, a produção de pescado vem assumindo, nos últimos anos, a responsabilidade de atender à demanda por produtos aquícolas, através do aumento da utilização de espécies e tecnologias adequadas (TEIXEIRA, 2008). Cresce também a demanda por estudos relacionados às

diferentes espécies com potencial zootécnico que atendam as exigências do mercado consumidor em qualidade de carne e outras características. (SALARO et al., 2003).

No desenvolvimento de uma tecnologia de produção para determinada espécie de peixe, um dos primeiros passos é a verificação da densidade de estocagem adequada para a região, que visa definir níveis ótimos de produtividade por área (BRANDÃO et al., 2004).

A densidade de estocagem tem efeito na sobrevivência e no crescimento, sendo uma possível causa do fracasso na produção final de peixes, difere em função de espécie, sistema de produção, idade e influencia no comportamento alimentar dos peixes e determina o manejo que deve ser aplicado na criação e infere na determinação dos custos de produção, bem como permite otimizar a produtividade dos sistemas de cultivo (KRUMMENAUER et al., 2006). (JOBILING, 1994), (KUBITZA, 2000).

Peixes criados em baixas densidades apresentam boa taxa de crescimento e alta porcentagem de sobrevivência, porém a produção por área é baixa (GOMES et al., 2000), caracterizando baixo aproveitamento da área disponível. Por sua vez, peixes mantidos em altas densidades normalmente apresentam menor crescimento (EL-SAYED, 2002), ficam estressados (IGUCHI et al., 2003) e estão sujeitos ao aparecimento de interações sociais que levam à produção de um lote de tamanho heterogêneo (CAVERO et al., 2003).

Com o desenvolvimento da piscicultura nacional, muitas espécies de peixes estão sendo estudadas sobre suas taxas de densidades como o mandi-pintado (*Pimelodus britskii*) (FREITAS et al., 2010), matrinxã (*Brycon amazonicus*) (BRANDÃO et al., 2005), surubim (*Pseudoplatystoma spp*) (TURRA et al., 2009), piava (*Leporinus obtusidens*) (COPATTI et al., 2008), e o bijupirá (*Rachycentron canadum*).

A piscicultura de espécies marinhas de alto valor comercial é uma atividade com grande perspectiva de crescimento no Brasil. A espécie *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766) conhecido como bijupirá é um dos grandes destaques na pesquisa atual no Brasil e no mundo. Nativo da costa brasileira, apresenta uma elevada taxa de crescimento (4-6 kg/ por ano) e alto valor de mercado (SUN et al., 2006), o que justifica mais estudos sobre seu desempenho para viabilizar seu cultivo de forma muito mais eficiente.

3. O BIJUPIRÁ, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766)

O peixe bijupirá é uma espécie que reúne excelentes condições para ser produzido no Brasil, especialmente na região nordeste, pois esta região apresenta uma condição de temperatura da água favorável ao cultivo marinho (LIMA, 2010), variando entre 25,3 e 29,5°C durante o ano (MEDEIROS *et al.*, 2009).

O bijupirá, além de ser nativo da costa brasileira, apresenta uma elevada taxa de crescimento (4-6 kg/ano) e alto valor de mercado (SUN *et al.*, 2006; CHOU *et al.*, 2001; LIAO *et al.*, 2004; WEIRICH *et al.*, 2004), despertou o interesse na sua produção em vários países como os Estados Unidos, México e Brasil (SCHWARZ *et al.*, 2007).

A piscicultura marinha no Brasil com ênfase na produção do bijupirá, começa pela captura de reprodutores no mar e pode atingir 68 kg e chegar a 2 m de comprimento, sua expectativa de vida é de 15 anos (SHAFFER e NAKAMURA, 1989).

Esta espécie apresenta hábito carnívoro, é bastante apreciada na pesca esportiva (KAISER e HOLT, 2005) e tem grande aceitação na culinária, especialmente na cozinha asiática (LIAO *et al.*, 2004).



Figura 1. Bijupirá, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766) (Fonte: Azevêdo, 2012 - Arquivo Pessoal)

Único representante da família Rachycentridae, trata-se de uma espécie nerítica e epipelágica, de hábito natatório ativo, devido à ausência da vesícula gasosa e comportamento migratório (SHAFFER e NAKAMURA, 1989).

Dentre os peixes marinhos de águas quentes, o bijupirá é um dos grandes candidatos para a aquicultura no mundo. Ao longo da costa brasileira, *R. canadum* é conhecido como bijupirá (FIGUEIREDO e MENEZES, 1980), e possui vários outros nomes comuns que são utilizados de acordo com a região, tais como bijupirá, pirambijú e cação-de-escama, como é chamado por pescadores da região Nordeste (CARVALHO FILHO, 1999). No vocabulário Tupi-Guarani, bijupirá significa “o peixe de pele amarela” (BUENO, 1983).

No Brasil, apesar do enorme interesse no cultivo de *R. canadum* ainda são poucos os estudos sobre esta espécie. Até o momento sabemos que, no ambiente natural, a espécie se desloca para o mar aberto para a reprodução (CARVALHO FILHO, 1999), e que, em Pernambuco, a maior frequência de fêmeas maduras ocorre de outubro a abril (DOMINGUES *et al.*, 2007).

De hábito alimentar predador, inclui na sua dieta o nécton e o zoobentos, alimentando-se preferencialmente de peixes e crustáceos, embora possa eventualmente consumir bivalves (MEYER e FRANKS, 1996). Os resultados da pesquisa bibliográfica indicam que a ocorrência e a alimentação do bijupirá na costa pernambucana estão associadas à presença de recifes ao longo do litoral, os quais abrigam espécies residentes, de baixo deslocamento (DOMINGUES *et al.*, 2007).

Possui uma cabeça achatada, uma boca grande com uma mandíbula inferior ligeiramente proeminente e uma primeira nadadeira dorsal formada por oito espinhos separados entre si. Gosta de esconder-se por entre as estacas de pontes e destroços de navios e por baixo de objetos flutuantes. Também se encontram frequentemente na companhia de tubarões. Predileção por fundos coralinos ou rochosos, embora também se encontre sobre fundos de lodo ou areia. Ocasionalmente entra em estuários para alimentar-se, porém sempre pela noite e com visitas bastante rápidas.

A pesca do bijupirá é relativamente pequena no Brasil, com apenas 923 t capturadas em 2010, o que representou apenas 0,2% da pesca marinha brasileira naquele ano (MAPA ESTATÍSTICO, 2010).

Isso ocorre por não haver uma pesca direcionada para a espécie, pois se trata de peixe que não formam cardumes. Por causa disso, o bijupirá é normalmente capturado com linha-de-mão, covos e redes de malha, mas também durante atividades recreativas de caça submarina, as quais normalmente não são incluídas nas estatísticas. Na sua biologia, este peixe de corpo comprido e esguio, frequentam a maior parte dos mares quentes, desde as águas costeiras até o oceano aberto.

O grande interesse no desenvolvimento da aquicultura, desta espécie, reside principalmente na sua alta taxa de crescimento (LIAO e LEAÑO, 2007), sendo capaz de alcançar um peso médio entre 4 e 6 kg em um ano de cultivo (ARNOLD *et al.*, 2002; BENETTI *et al.*, 2008), e entre 8 e 10 kg em 16 meses (LIAO *et al.*, 2004), com taxas de conversão alimentar próximas a 1,5:1 (BENETTI *et al.*, 2008). Além disso, o bijupirá também apresenta uma série de outras características favoráveis à aquicultura, incluindo a facilidade para desovar em cativeiro (FRANKS *et al.*, 2001; ARNOLD *et*

al., 2002; CAVALLI *et al.*, 2008; SOUZA-FILHO e TOSTA, 2008), relativa tolerância às variações de salinidade (FAULK e HOLT, 2006), resposta positiva à vacinação (LIN *et al.*, 2006), adaptabilidade ao confinamento e aceitação de dietas extrusadas (CRAIG *et al.*, 2006) e carne de excelente qualidade (LIAO *et al.*, 2004; CRAIG *et al.*, 2006; LIAO e LEAÑO, 2007, CAVALLI e HAMILTON, 2008).

O bijupirá é um animal carnívoro com custos mais elevados para sua produção, havendo, portanto, a necessidade de ajustes na alimentação bem como das estratégias de manejo fazendo-se necessário um melhor conhecimento sobre sua densidade para a produção animal é fator decisivo na tomada de decisões nas várias partes que podem compor sua criação.

4. A DENSIDADE

Na aquicultura são muitos os fatores que podem interferir no período de criação desses peixes. Entre esses fatores, destaca-se a densidade de estocagem, que pode afetar diretamente o crescimento. Segundo Brandão e colaboradores (2004), para o desenvolvimento de um manual de criação para uma espécie de peixe, o primeiro passo é a definição da densidade de estocagem ideal, na qual possam ser atingidos os níveis ótimos de produtividade.

A intensificação dos sistemas de produção tem como propósito alcançar índices de produtividade elevados em menor espaço físico e em menor tempo de criação (ONO e KUBITZA, 1999).

A densidade de estocagem é um dos fatores que tem merecido atenção especial na criação de peixes, por afetar a sobrevivência (LUZ e ZANIBONI FILHO, 2002; CAMPAGNOLO e NUÑER, 2006), o crescimento (BASKERVILLE-BRIDGES e KLING, 2000; BOLASINA *et al.*, 2006) e o comportamento das larvas (KESTEMONT *et al.*, 2003; ANDRADE *et al.*, 2004).

O uso de quantidades reduzidas de animais leva à subutilização do espaço disponível para a criação, e densidades muito elevadas também podem ser prejudiciais, em razão da maior quantidade de alimento utilizada e sua consequente degradação, e à maior excreção de resíduos nitrogenados produzidos pelos peixes, com prejuízos na qualidade da água (JOBBLING, 1994), têm menor crescimento (EL-SAYED, 2002), ficam estressados (IGUCHI *et al.*, 2003) e estão sujeitos ao aparecimento de interações

sociais que levam à produção de um lote de peixes com tamanho heterogêneo (CAVERO et al., 2003).

Densidades inadequadas de estocagem podem trazer complicações para a criação. MacLean e Metcalfe (2001) observaram, na criação do salmão-do-atlântico, que baixas densidades de estocagem influenciaram o aparecimento de classes hierárquicas, dominantes e subordinadas, em que os dominantes monopolizam as zonas de alimentação e o alimento, diferenciando o crescimento entre essas duas classes.

Densidades de estocagem excessivas também podem causar variações no crescimento dos peixes, afetando a homogeneidade dos lotes, principalmente quando o adensamento de peixes é grande, dificultando com isso o acesso ao alimento (SCHIMITTOU, 1993) e gerando competição nas zonas de alimentação (HUNTINGFORD e LEANIZ, 1997).

Mesmo mantendo a qualidade da água dentro de níveis adequados ao cultivo, as interações sociais resultantes da variação da densidade afetam o crescimento dos peixes. A alta densidade mostrou-se favorável ao crescimento de juvenis de catfish africano (*Clarias gariepinus*) em tanques de concreto (HECHT e UYS, 1997) e *Salvelinus alpinus* em gaiolas flutuantes (JOBILING et al., 1993), mas reduziu o crescimento de larvas de *C. gariepinus* em aquários (KAISER et al., 1995) e alevinos de catfish de canal (*Ictalurus punctatus*) em tanques de terra (ESQUIVEL et al., 1997).

Portanto, como a densidade de estocagem ótima varia de acordo com a espécie e o sistema de cultivo utilizado, o presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes densidades de estocagem sobre o crescimento do bijupirá.

Inadequadas densidades de estocagem de peixes podem trazer complicações para a criação. Maclean e Metcalfe (2001) observaram, na criação do salmão-do-Atlântico, que baixas densidades de estocagem influenciaram o aparecimento de classes hierárquicas, dominantes e subordinadas, em que os dominantes monopolizam as zonas de alimentação e o alimento, diferenciando o crescimento entre essas duas classes.

A possibilidade de se utilizarem altas densidades de estocagem no cultivo de uma espécie determina maiores produções e, conseqüentemente, retorno sobre os investimentos em estruturas e equipamentos (ENGLE e HATCH, 1988; CLANCY et al., 1994; NERRIE et al., 1990; TAI et al., 1994). Desta forma, a identificação da ótima densidade de estocagem para uma espécie é um fator crítico no delineamento ou na definição de um eficiente sistema de produção.

O aumento da densidade de estocagem, ultrapassando os valores máximos aos quais uma espécie pode ser submetida, causa não só redução do ganho de peso, como também aumento da variação do peso final do plantel, canibalismo (MASSER, 1995), intensificação dos problemas com doenças (NERRIE et al., 1990) e depleção dos níveis de oxigênio (ENGLE e HATCH, 1988), com a queda em toda a qualidade da água (DIANA et al., 1988) e em decorrência do aumento da quantidade de ração utilizada no sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, M. V. C. *et al.*. Diferentes Densidades de Estocagem na Criação de Lambari do Rabo Amarelo em Sistema Intensivo. In: Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, VIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, 12., 2008, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba, 2008.

ARNOLD CR, KAISER JB, HOLT K GJ. Spawning of cobia (*Rachycentron canadum*) in captivity. *J World Aquac Soc*, v.33, p.205-208, 2002.

BENETTI DD, ORHUN R, SARDENBERG B, O'HANLON B, WELCH A, HOENIG R, ZINK I, RIVERA JA, DENLINGER B, BACCOAT D, PALMER K, CAVALIN F. Advances in hatchery and grow-out technology of cobia *Rachycentron canadum* (Linnaeus). *Aquacult Res*, v.39, p.701-711, 2008.

BRANDÃO, F.R.; GOMES, L.C.; CHAGAS E.C.; ARAÚJO, L.D. Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.357-362, 2004.

BROWN-PETERSON NJ, OVERSTREET RM, LOTZ JM, FRANKS JS, BURNS KM. Reproductive biology of cobia, *Rachycentron canadum*, from coastal waters of the southern United States. *Fish Bull*, v.99, p.15-28, 2001.

BUENO FS. **Vocabulário Tupi-Guarani/Português**. São Paulo: Editora Gráfica Nagy, 1983. 594p

CAMARGO, SABRINA G. O. DE 1; POUHEY, JUVÊNIO L. O. F.2; Aquicultura - Um Mercado Em Expansão - Aquaculture - An Expanding Market - R. bras. Agrociência, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 393-396, out-dez, 2005.

CARVALHO FILHO A. **Peixes: Costa brasileira**. 3.ed. São Paulo: Editora Melro, 1999. 320p.

CAVALLI R.O., DOMINGUES E.C., PEREGRINO J.R. R.B, MANZELLA J.C., HAMILTON S. Formação de plantel de reprodutores do beijupirá (*Rachycentron canadum*): resultados iniciais em Pernambuco. In: AquaCiência 2008, Maringá, PR. Anais... Jaboticabal: **AQUABIO**, 2008. p.19. Resumo

CAVERO, B.A.S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; ITUASSÚ, D.R.; GANDRA, A.L.; CRESCÊNCIO, R. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.103-107, 2003.

CREPALDI, D. V, *et al.*. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.30, n.3/4, p.86-99, jul./dez. 2006.

COPATTI, C. E.; SANTOS, A.; GARCIA, S. F.; Densidade de estocagem e frequência alimentar de juvenis de piava (*Leporinus obtusidens*) VALENCIENNES, 1836 (CHARACIFORMES: ANOSTOMIDAE) **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v.14, n 4-4, p.107-111, out-dez, 2008.

DOMINGUES, E.C., PEREGRINO JR., R B.; MANZELLA JR., J.C.; VASKE JR., T.; HAZIN, F.H.V., CAVALLI, R.O., SEVERI, W.; HAMILTON, S. Aspectos biológicos do bijupirá, *Rachycentron canadum*, espécie potencial para o desenvolvimento da piscicultura marinha no Nordeste. II Seminário de Piscicultura Alagoana, SEBRAEAL, Penedo, Alagoas, Brasil, 2007.

EL-SAYED, A. Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fry. **Aquaculture Research**, v.33, p.621-626, 2002.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DA PARAÍBA (FAEPA). Disponível em: <<http://www.faeapb.com.br/noticias.php?id=1281>>. Acesso em: 21 out. 2012.

FIGUEIREDO JL, MENEZES NA. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**. III. Teleostei (2). São Paulo: Museu de Zoologia da USP, 1980. 90p.

FREITAS, J. M. A.; SARY, C.; FINKLER, J. K.; ZAMINNHAM, M.; FEIDEN. A.; BOSCOLO, W. R.; Densidade de estocagem de larvas de mandi-pintado (*Pimelodus britskii*) **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 389-396, out./dez. 2010

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATION (FAO). Statistical databases. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 20 out. 2012.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. 2007. **Database on Introductions of Aquatic species**. Disponível em: <http://www.fao.org/fi/website/SwapLang.do?language=en&page=%2FFIRetrieveAction.do%3Fdom%3Dcollection%26xml%3Ddias.xml%26xp_nav%3D1>. Acesso em: 19 set. 2012.

FROESE, R., D. PAULY. (Editors). 2009. FishBase. **World Wide Web electronic publication:** www.fishbase.org, version (08/2009). Disponível em: <http://www.pgpa.ufrpe.br/Trabalhos/2012/T2012rlmo.pdf>. Acesso em 21 set. 2012.

GOMES, L.C.; BALDISSEROTTO, B.; SENHORINI, J.A. Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of matrinxã, *Bryconcephalus*(Characidae), in ponds. **Aquaculture**, v.183, p.73-81, 2000.

IGUCHI, K.; OGAWA, K.; NAGAE, M.; ITO, F. The influence of rearing density on stress response and disease susceptibility of ayu (*Plecoglossus altivelis*). **Aquaculture**, v.202, p.515-523, 2003.

JOBLING, M. **Fish bioenergetics**. London: Chapman & Hall, 1994. 294p.

KAISER, J.B.; HOLT, G.J. Species profile: Cobia. **Southern Regional Aquaculture Center Publication**, number 7202. (<http://www.ca.uky.edu/wkrec/Cobia.pdf>), 2005.

KRUMMENAUER, D. *et al.*. Viabilidade do cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis*(Crustácea, Decapoda) em gaiolas sob diferentes densidades durante o outono no sul do Brasil. **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, p. 252-257, 2006.

SALARO, A. L. LUZ, R. K. NOGUEIRA, G. C. C. B. *et al.* Diferentes densidades de estocagem na produção de alevinos de trairão (*Hoplias cf. lacerdae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1033-1036, 2003.

LIAO, C.I.; HUNAG, T.S.; TSAI, W.S. *et al.*. Cobia culture in Taiwan: current status and problems. **Aquaculture**, v.237, p.155-165, 2004.

LIAO, I.C.; SU, H.M.; CHANG, E.Y. Techniques in finfish larviculture in Taiwan. **Aquaculture**, v.200, p.1-31, 2001.

LIMA, L.N.S.S. Identificação de regiões favoráveis ao cultivo de beijupirá (*Rachycentron canadum*) no litoral brasileiro considerando a temperatura como fator determinante. 2010, 26 p. **Monografia de graduação em Engenharia de Pesca** - Universidade Federal Rural de Pernambuco.

MEDEIROS, C.; ARAÚJO, M.; ROLINIC, M.; FREITAS, I. Estrutura termohalina da região oeste do atlântico Tropical - ZEE/NE. In: F.H.V. Hazin (Ed.) Meteorologia e Sensoriamento Remoto, Oceanografia Física, Oceanografia Química, Oceanografia

Geológica. **Programa REVIZEE** - Score Nordeste, Vol 1. Fortaleza, Martins & Cordeiro Ltda. 40-55p, 2009.

MEYER GH, FRANKS JS. Food of cobia *Rachycentron canadum*, from the north central Gulf of Mexico. **Gulf Res. Rep**, v.9, p.161-167, 1996.

OLIVEIRA, R. P. C.; SILVA, P. C.; PADUA, D. M. C.; AGUIAR, M.; MAEDA, H.; MACHADO, N. P.; RODRIGUES, V.; SILVA, R. H. Efeito da densidade de estocagem sobre a qualidade da água na criação do tambaqui (*Calossoma macropomum*, CUVIER, 1818) durante a segunda alevinagem, em tanques fertilizados – **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n. 4, p. 705-711, out./dez. 2007.

PEREIRA, M. P.; TELLES, E. O.; DIAS, R. A.; BALIAN, S. C. Descrição do sistema industrial brasileiro de pescado. **Informações Econômicas**, v. 40, n. 3, p. 54-61, 2010.

SANCHES, E. G.; SECKENDORFF, R.W.V.; HENRIQUES, M.B.; FAGUNDES, L.; SEBASTIANI, E.F. Viabilidade econômica do cultivo do Bijupirá (*Rachycentron canadum*) em sistema *offshore*. **Informações Econômicas**, v. 38, n. 12. p. 42-51, 2008.

SCHWARZ, M.H.; MOWRY, D.; MCLEAN, E. *et al.*. Performance of advanced juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, reared under different thermal regimes: evidence for compensatory growth and a method for cold banking. **Journal of Applied Aquaculture**, v.19, p.71-84, 2007.

SHAFFER RV, NAKAMURA EL. *Synopsis of biological data on the cobia Rachycentron canadum (Pisces: Rachycentridae)*. **FAO Fisheries Synopsis 153**; NOAA Technical Report. Washington DC: US Department of Commerce, 1989.

SUN, L.; CHEN, H.; HUANG, L. Effect of temperature on growth and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, v.261, p.872-878, 2006.

TURRA, E. M.; QUEIROZ, B. M.; TEIXEIRA, E. A.; FARIA, P. M.; CARVALHO.; CREPALDI, D. V.; RIBEIRO, L. P. Densidade de estocagem do surubim *Pseudoplatystoma* spp. cultivado em tanque-rede. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.10, n.1, p.177-187, jan/mar, 2009.

UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Food security in the United States: history of the food security measurement project**. Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/briefing/foodsecurity/history/>>. Acesso em 22/08/2012.

WEIRICH, C.R.; SMITH, T.I.J.; DENSON, M.R. *et al.*. Pond culture of larval and juvenile cobia *Rachycentron canadum* in the southeastern United States: initial observations. **Journal of Applied Aquaculture**, v.16, p.27-44, 2004.

CAPÍTULO II

**EFEITO DA DENSIDADE DE ESTOCAGEM NA PRODUÇÃO DO BIJUPIRÁ,
Rachycentron canadun (Linnaeus, 1766) EM VIVEIROS ESCAVADOS.**

**EFEITO DA DENSIDADE DE ESTOCAGEM NA PRODUÇÃO DO BEIJUPIRÁ,
Rachycentron canadum (Linnaeus, 1766) EM VIVEIROS ESCAVADOS.**

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar densidades de estocagem na fase de crescimento final do bijupirá (*Rachycentron canadum*), em viveiro escavado. O experimento foi realizado no Setor de Aquicultura da UFERSA em Mossoró-RN. Os alevinos passaram por um período de aclimação de 15 dias. O experimento foi dividido em dois ensaios casualizados sendo povoados 16 viveiros no primeiro experimento e doze viveiros no segundo. Todos os viveiros são de alvenaria com terra ao fundo e volume de água de 15m³ nas densidades de 5, 10, 15 e 30 peixes/viveiro. Os tratamentos foram distribuídos inteiramente ao acaso. Os espécimes foram alimentados com ração comercial contendo 40% de proteína bruta e 4.500kcal, *ad libitum* ofertada quatro vezes ao dia. Diariamente as rações foram pesadas antes e após a alimentação para contabilizar o consumo. As biometrias foram feitas com intervalos de 60 dias entre cada uma, para verificar o desempenho destes animais. Foram analisados sobrevivência, crescimento, e parâmetros de água. Os resultados foram avaliados mediante o uso de um delineamento inteiramente casualizado. Pode-se observar que o experimento E-1 teve melhor desempenho em Sobrevivência e Taxas de Crescimento Específico (TCE) que se apresentaram como não significativas. Concluimos que a densidade 0.3 peixe /m³ é a mais recomendada assim como a baixa salinidade de 10g/L. Verificamos ser necessário um sistema de manutenção de oxigênio dissolvido acima de 4 mg/L⁻¹ eficiente e de um alimento comercial que atenda as exigências nutricionais da espécie. Possibilitando produzir o bijupirá em viveiros escavados com baixa salinidade e crescimento razoável.

Palavras chave: Densidade. Crescimento. Sobrevivência. Beijupirá

EFFECT OF DENSITY STORAGE IN PRODUCTION BEIJUPIRA, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766) IN PONDS.

ABSTRACT

The present work had as objective to evaluate stocking densities at the end of growth phase of Bijupirá (*Rachycentron canadum*), in excavated nursery. The experiment was performed at the Aquaculture UFERSA in Mossoró-RN. The experiment has gone through a period of acclimatization of 15 days. The experiment was divided into two randomized trials and 16 nurseries in the first experiment and twelve nurseries in the second. All nurseries are masonry work with earth to the bottom and water volume of 15m³ in the densities of 5, 10, 15:30 fish / nursery. Treatments were completely randomized design. The specimens were fed with commercial feed containing 40% crude protein and 4.500kcal, ad libitum offered four times a day. Daily rations were weighed before and after feeding for accounting the consumption. Sampling was done at intervals of 60 days between each, to check the performance of these animals. We analyzed survival, growth, and water parameters. The results were evaluated upon the use of a completely randomized design. One could observe that the experiment E-1 had best performance in Survival and Exchange Specific Growth (TCE) who presented themselves as not significant. We conclude that the density 0.3 fish / m³ is the most recommended and the low salinity of 10g / L. We verified the need of a maintenance system of oxygen above 4 mg/L-1 efficient and a commercial food that meets the nutritional requirements of the species. Enabling the growth of *Cobia* in nurseries excavated with low salinity and reasonable growth.

Key words: Aquaculture. Density. Survival and *Cobia*

1. INTRODUÇÃO

Na aquicultura são muitos os fatores que podem interferir no período de criação desses peixes. Entre esses fatores, destaca-se a densidade de estocagem, que pode afetar diretamente o crescimento. Segundo Brandão *et al.* (2004), para o desenvolvimento de um manual de criação para uma espécie de peixe, o primeiro passo é a definição da densidade de estocagem ideal, na qual possam ser atingidos os níveis ótimos de produtividade.

A densidade de estocagem é um dos fatores que tem merecido atenção especial na criação de peixes, por afetar a sobrevivência (Luz & Zaniboni Filho, 2002; Campagnolo & Nuñez, 2006), o crescimento (Baskerville-Bridges & Kling, 2000; Bolasina *et al.*, 2006) e o comportamento das larvas (Kestemont *et al.*, 2003; Andrade *et al.*, 2004).

O uso de quantidades reduzidas de animais leva à subutilização do espaço disponível para a criação, e densidades muito elevadas também podem ser prejudiciais, em razão da maior quantidade de alimento utilizada e sua consequente degradação, e à maior excreção de resíduos nitrogenados produzidos pelos peixes, com prejuízos na qualidade da água (Jobling, 1994), têm menor crescimento (El-Sayed, 2002), ficam estressados (Iguchi *et al.*, 2003) e estão sujeitos ao aparecimento de interações sociais que levam à produção de um lote de peixes com tamanho heterogêneo (Cavero *et al.*, 2003).

A intensificação dos sistemas de produção tem como propósito alcançar índices de produtividade elevados em menor espaço físico e em menor tempo de criação (Ono & Kubitza, 1999). Densidades de estocagem excessivas também podem causar variações no crescimento dos peixes, afetando a homogeneidade dos lotes, principalmente quando o adensamento de peixes é grande, dificultando com isso o acesso ao alimento (Schimittou, 1993) e gerando competição nas zonas de alimentação (Huntingford & Leaniz, 1997).

O aumento da densidade de estocagem, ultrapassando os valores máximos ao qual uma espécie pode ser submetida, causa não só redução do ganho de peso, como também aumento da variação do peso final do plantel, canibalismo (MASSER, 1995), intensificação dos problemas com doenças (NERRIE *et al.*, 1990) e depleção dos níveis

de oxigênio (ENGLE e HATCH, 1988), com a queda em toda a qualidade da água (DIANA *et al.*, 1988), em decorrência do aumento da quantidade de ração utilizada no sistema.

Mesmo mantendo a qualidade da água dentro de níveis adequados ao cultivo, as interações sociais resultantes da variação da densidade afetam o crescimento dos peixes (HECHT e UYS, 1997). A alta densidade mostrou-se favorável ao crescimento de juvenis de catfish africano (*Clarias gariepinus*) em tanques de concreto (HECHT e UYS, 1997) e *Salvelinus alpinus* em gaiolas flutuantes (JOBLING *et al.*, 1993), mas reduziu o crescimento de larvas de *C. gariepinus* em aquários (KAISER *et al.*, 1995) e alevinos de catfish de canal (*Ictalurus punctatus*) em tanques de terra (ESQUIVEL *et al.*, 1997).

A possibilidade de se utilizarem altas densidades de estocagem no cultivo de uma espécie determina maiores produções e, conseqüentemente, retorno sobre os investimentos em estruturas e equipamentos (ENGLE e HATCH, 1988; CLANCY *et al.*, 1994; NERRIE *et al.*, 1990; TAI *et al.*, 1994). Desta forma, a identificação da ótima densidade de estocagem para uma espécie é um fator crítico no delineamento ou na definição de um eficiente sistema de produção.

Inadequadas densidades de estocagem de peixes podem trazer complicações para a criação. Maclean e Metcalfe (2001) observaram, na criação do salmão-do-Atlântico, que baixas densidades de estocagem influenciaram o aparecimento de classes hierárquicas, dominantes e subordinadas, em que os dominantes monopolizam as zonas de alimentação e o alimento, diferenciando o crescimento entre essas duas classes.

Portanto, como a densidade de estocagem ótima varia de acordo com a espécie e o sistema de cultivo utilizado, o presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes densidades de estocagem sobre o crescimento do bijupirá em viveiros escavados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Local e período experimental

Dois experimentos foram conduzidos no Setor de Aquicultura da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) em Mossoró-RN. O primeiro experimento (E-1) foi realizado no período de março a dezembro de 2011 durante 245 dias, o segundo experimento (E-2) de março a setembro de 2012 num período de 200 dias. Ao todo foram usados 16 viveiros retangulares com paredes de concreto e fundo de terra, medindo 3x5 m e com 1m de profundidade na figura 2.

Material biológico

Foram utilizados juvenis de bijupirá provenientes da Redemar Alevinos de Ilha Bela-SP, sendo que para o primeiro experimento usaram-se 120 animais e para o segundo experimento 300 animais. Os juvenis tinham peso médio inicial de 2⁺g e foram aclimatados por 15 dias em berçário antes de serem distribuídos de forma aleatória nas unidades experimentais.

Experimento E-1

O delineamento do experimento foi completamente casualizado com três tratamentos e dezesseis unidades experimentais:

Salinidade 10g/L com densidade inicial de 0,3 peixe/m³ com 4 repetições S10D0,3;

Salinidade 10g/L com densidade inicial de 0,6 peixe/m³ com 8 repetições S10D0,6;

Salinidade 30g/L com densidade inicial de 0,3 peixe/m³ com 4 repetições S30D0,3;

Experimento E-2

O delineamento do experimento foi completamente casualizado com dois tratamentos e doze unidades experimentais:

Salinidade 10g/l com densidade inicial de 1 peixes/m³ com seis repetições;

Salinidade 10g/l com densidade inicial de 2 peixes/m³ com seis repetições.

Unidades experimentais e manejo

Preparo dos viveiros

No experimento E-1 foram usados dezesseis viveiros e no experimento E-2 foram usados doze viveiros, ambos de formato retangular, com paredes de concreto e fundo de terra, medindo 3m de largura, 5m de comprimento e 1m de profundidade o que totaliza 15.000 mil litros/viveiro. Os mesmos foram drenados, a terra no seu interior foi revolvida várias vezes e deixados à secar durante três dias, antes de serem cheios com água na figura 3.

Preparo das águas

As salinidades foram obtidas a partir da mistura de água hipersalina 100g/L das salinas da cidade de Grossos-RN, e com água do poço presente no setor de aquicultura com salinidade de 4g/L. Estas eram misturadas para atingir a salinidade desejada de 10g/L, sendo que um grupo de quatro viveiros no primeiro experimento deixados com salinidades de 30g/L para simular a condição natural do ambiente do bijupirá. O volume de água evaporada era repostado com água doce, para manter sua salinidade em 10g/L.

Os viveiros foram cheios cinco dias antes dos povoamentos com as densidades experimentais.

Monitoramento da qualidade de água

Em ambos os experimentos E-1 e E-2, foram realizadas análises diárias dos parâmetros desejados, sendo monitorados pela manhã 07::30 às 11:30 e pela tarde 14:00 às 17:30: o oxigênio dissolvido (oxigenômetro YSI, modelo 55). Semanalmente monitorava-se a salinidade (refratômetro), o oxigênio dissolvido (oxigenômetro YSI, modelo 55), o pH e temperatura, condutividade, total de sólidos dissolvidos (potenciômetro YSI, modelo pH 100) , aparelhos estes melhor visualizados na figura 4.

A limpeza dos tanques foram realizadas diariamente, sendo retiradas: sobras de ração, animais mortos, algas e objetos estranhos (folhas, insetos, plástico e lascas de madeira) na figura 5.

As sobras de ração, assim como os objetos estranhos eram retiradas com puçá e redes que eram arrastadas em cada um dos viveiros até sua total limpeza, animais encontrados mortos também eram retirados através de puçá, redes ou coletados manualmente quando os mesmos ficavam presos nas malhas que recobriam os viveiros na figura 6.

Alimentação

O manejo de alimentação diário consistiu em fornecer ração a lanço até a saciedade aparente dos animais, em quatro refeições uma dieta seca extrusada com 40% PB e 4.500 kcal por kg com granulometria variando entre 2mm e 4mm. Após cada

alimentação os frascos de ração foram pesados para monitorar o consumo do viveiro na figura 7.

Avaliação das variáveis de desempenho dos peixes

As biometrias foram feitas a cada oito semanas. Os peixes foram capturados com uma rede (Figura 8), e pesados individualmente em balança modelo Bel Engineering Mark M-5202 Figura 9 e medidos em ictiômetro mostrado na figura 10. Os parâmetros avaliados foram ganho de peso, peso médio, taxa de crescimento específico, biomassa final,, comprimento total (CT), comprimento padrão (CP). Ao final dos experimentos os animais foram contados para cálculo de sobrevivência.

Análise estatística

Os dados de ambos os experimentos foram testados quanto à normalidade (teste de K-S) e homocedasticidade (teste de Bartlett). Satisfeitos ambos os pressupostos, o conjunto de dados do experimento E-1 foi submetido à ANOVA com tempo com $\alpha=5\%$ e teste *a posteriori* de Tukey, quando observadas diferenças estatísticas significativas, para comparação entre as médias dos tratamentos.

Usando R (Versão)

Para o experimento E-2, o conjunto de dados composto por esses mesmos parâmetros foi submetido ao teste T de Student para comparação entre as médias dos tratamentos.

3. RESULTADOS

Após 180 dias de cultivo, os resultados obtidos no experimento E-1 (Figuras 11 e 12) mostram que a densidade teve influência sobre o crescimento dos animais, onde os melhores resultados de peso e comprimento padrão ocorreram no tratamento S10D0.3. Já ao final do período apenas uma unidade experimental do tratamento S30D0.3 continha animais vivos e apresentou resultados inferiores de peso e comprimento.

A sobrevivência média no tratamento S10D0.3 ficou acima de 90% e foi estatisticamente maior do que a média do tratamento S10D0.6. A única unidade experimental da salinidade 30 apresentou a menor sobrevivência, demonstrando que a alta salinidade quando obtida a partir da mistura de água do poço e de água hipersalina não é uma boa opção para se produzir a espécie.

Tal aspecto pode ser comprovado de acordo com as taxas de comprimento padrão (Figura 12.b) e ganho de peso adquiridos pelos indivíduos cultivados em ambos os cultivos durante o desenvolvimento dos experimentos nesta pesquisa mostrados na Figura 11.A.

No experimento E-2 (Figura 13) quando as densidades de estocagem foram aumentadas cerca de duas vezes as do experimento E-1, com a mesma salinidade de 10 g/L, não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos D1 (1 peixe/m³) e D2 (2 peixes/m³) quanto ao ganho de peso (Figura 13.A) e comprimento padrão (Figura 13.B)

O peso final médio dos animais no experimento E-1 ficou em torno de 500 g (180 dias de cultivo) (Figura 11.A) enquanto que no experimento E-2 o peso médio ficou abaixo de 300 g (150 dias de cultivo) (Figura 13.A). O experimento E-1 mesmo com um período mais prolongado em relação ao experimento E-2 teve um melhor desempenho em sobrevivência e Taxas de Crescimento Específico (TCE) que se apresentaram como não significativas, na presente análise estatística indicando uma homogeneidade das médias destes tratamentos. (Figura 12.a).

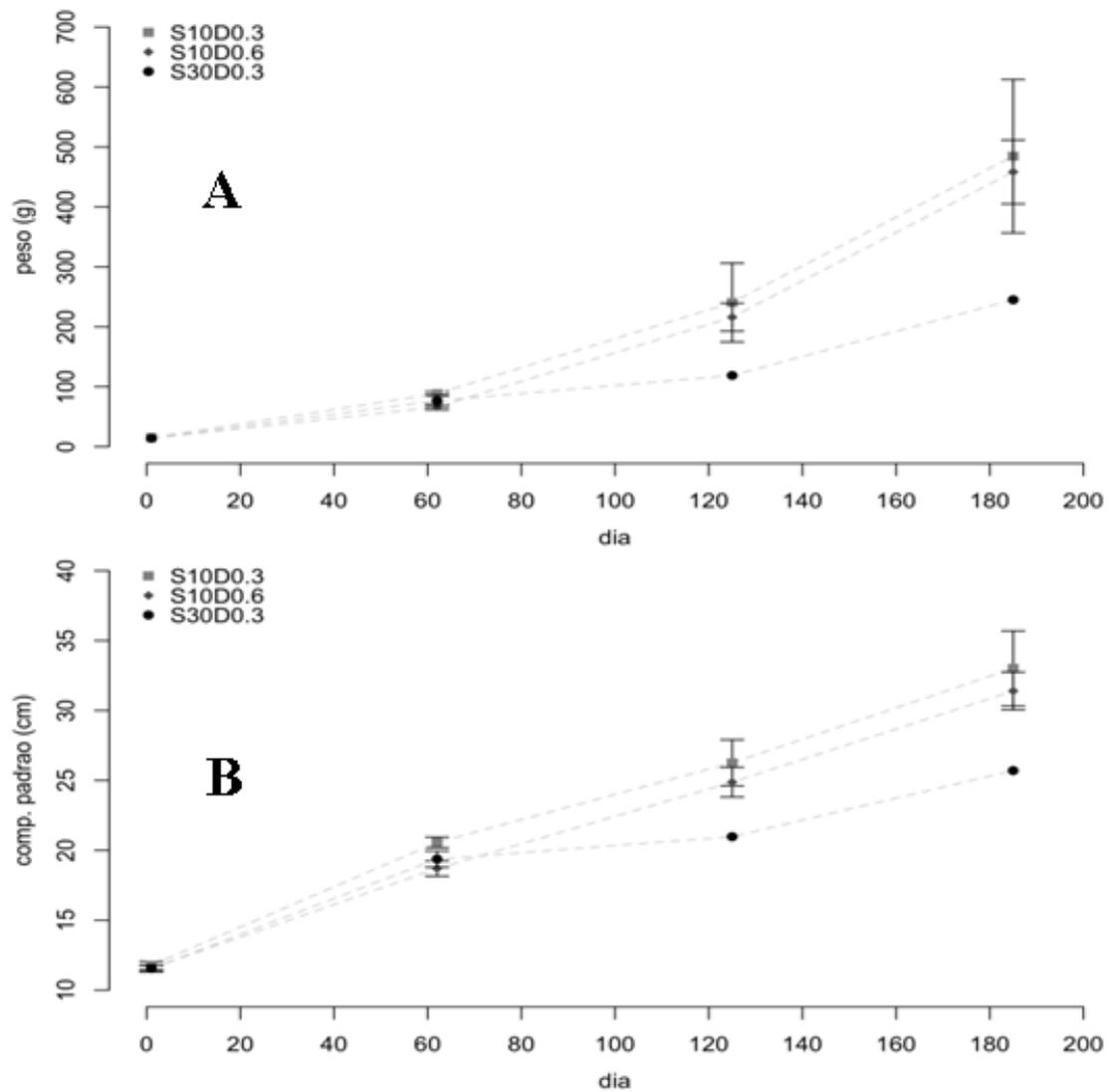


Figura 11. Ganhos de peso (A) e comprimento padrão (B), referentes ao E-1 e seus três tratamentos correspondentes ao experimento com Bijupirá.

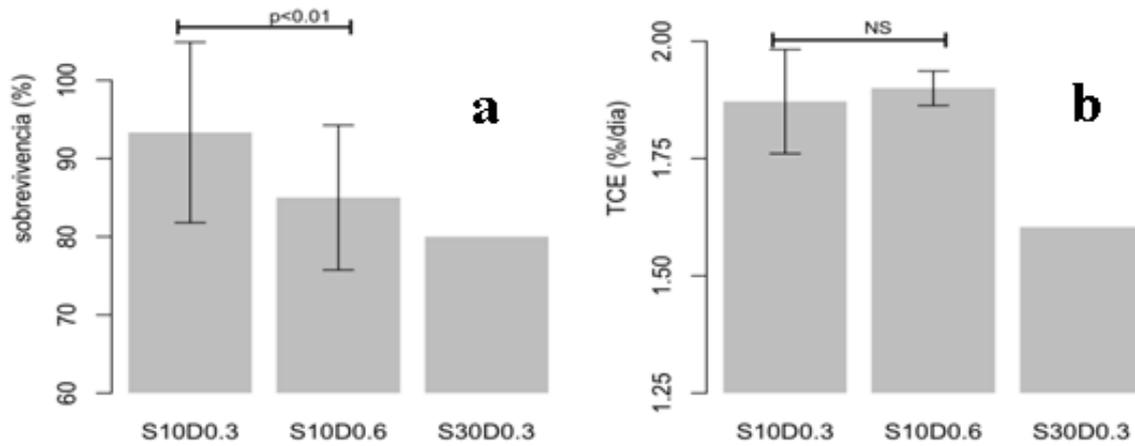


Figura 12. Taxas de sobrevivência (a) e taxas de crescimento específico (TCE) (b), referentes ao E-1 e seus três tratamentos correspondentes ao experimento com Beijupirá.

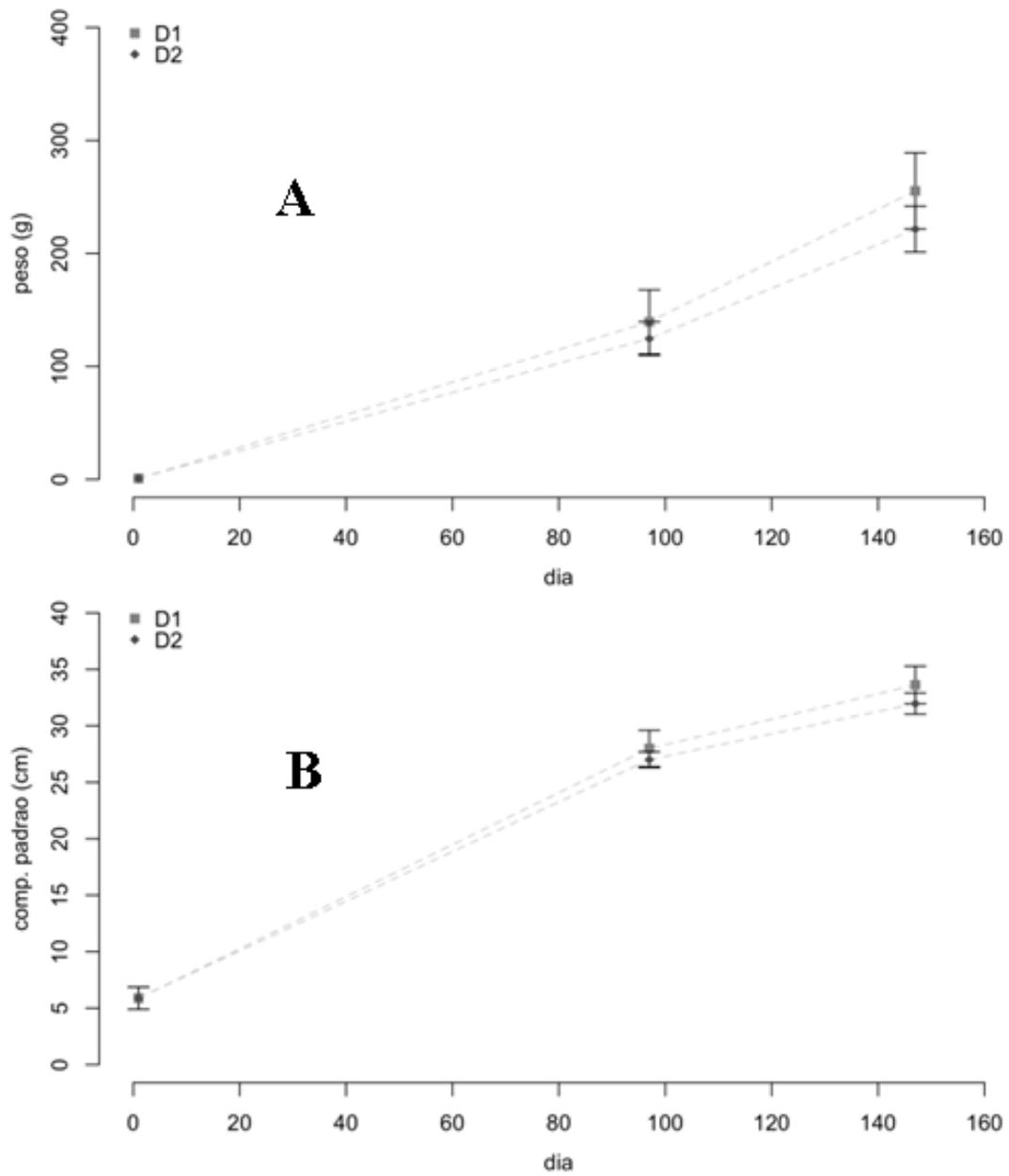


Figura 13. Ordenação dos dados obtidos de ganhos de peso (A) e comprimento padrão (B), referentes ao experimento E-2 e seus dois tratamentos de densidade distintos, correspondentes ao experimento com Bijupirá.

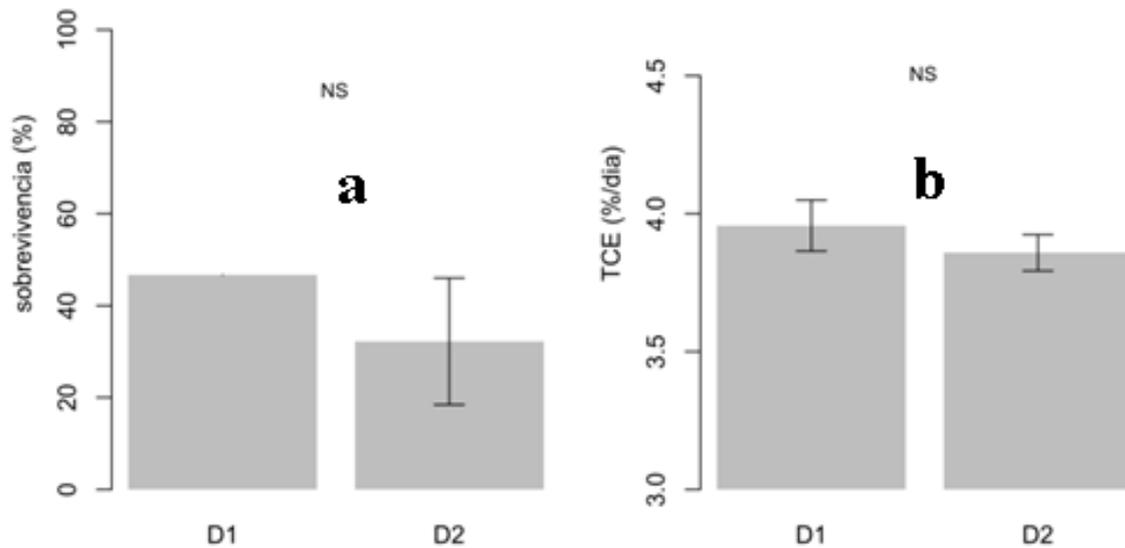


Figura 14. Representação das análises estatísticas realizadas com pacote do programa R, sendo taxas de sobrevivência (a) e taxas de crescimento específico (TCE) (b), referentes ao E-2 e seus dois tratamentos de densidades distintos, correspondentes ao experimento com bijupirá.

Com relação aos parâmetros de qualidade de água, o experimento E-1 (Figura 15) e o experimento E-2 (Figura 16) apresentaram quedas de Oxigênio Dissolvido abaixo de 4 mg L^{-1} , que se tornaram mais frequentes ao término do período experimental. O pH se manteve entre 7,5 e 9,0. A temperatura atingiu o máximo de 32°C e o mínimo de 27°C durante o período.

Tais parâmetros são importantes para manter-se um ambiente equilibrado e adequado, para o cultivo desses organismos, que possuem altas taxas metabólicas e são vulneráveis a mudanças e quedas bruscas de temperatura e oxigênio que alguns autores sugerem como aspectos e características importantes que devem ser conhecidas e que provocam redução nas taxas de sobrevivência.

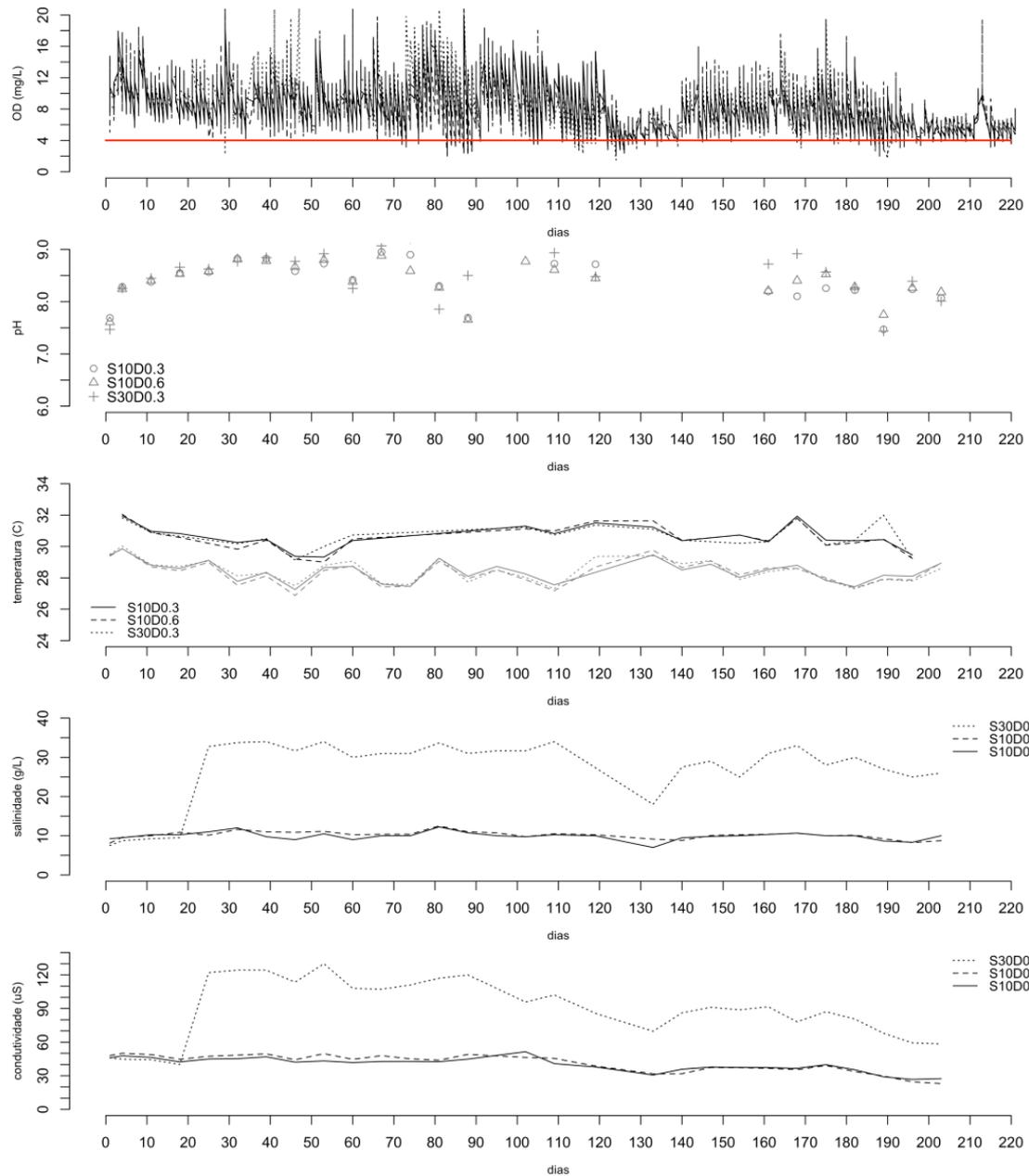


Figura 15. Parâmetros de qualidade da água ao longo do tempo no experimento E-1. Frequência do oxigênio dissolvido (OD) (mg/L), notar também uma queda visível devido a um problema no funcionamento do mecanismo de leitura. Leitura do potencial hidrogeniônico (pH), e registros de temperatura (°C), salinidade (g/L) e condutividade (µS) em seus três tratamentos experimentais.

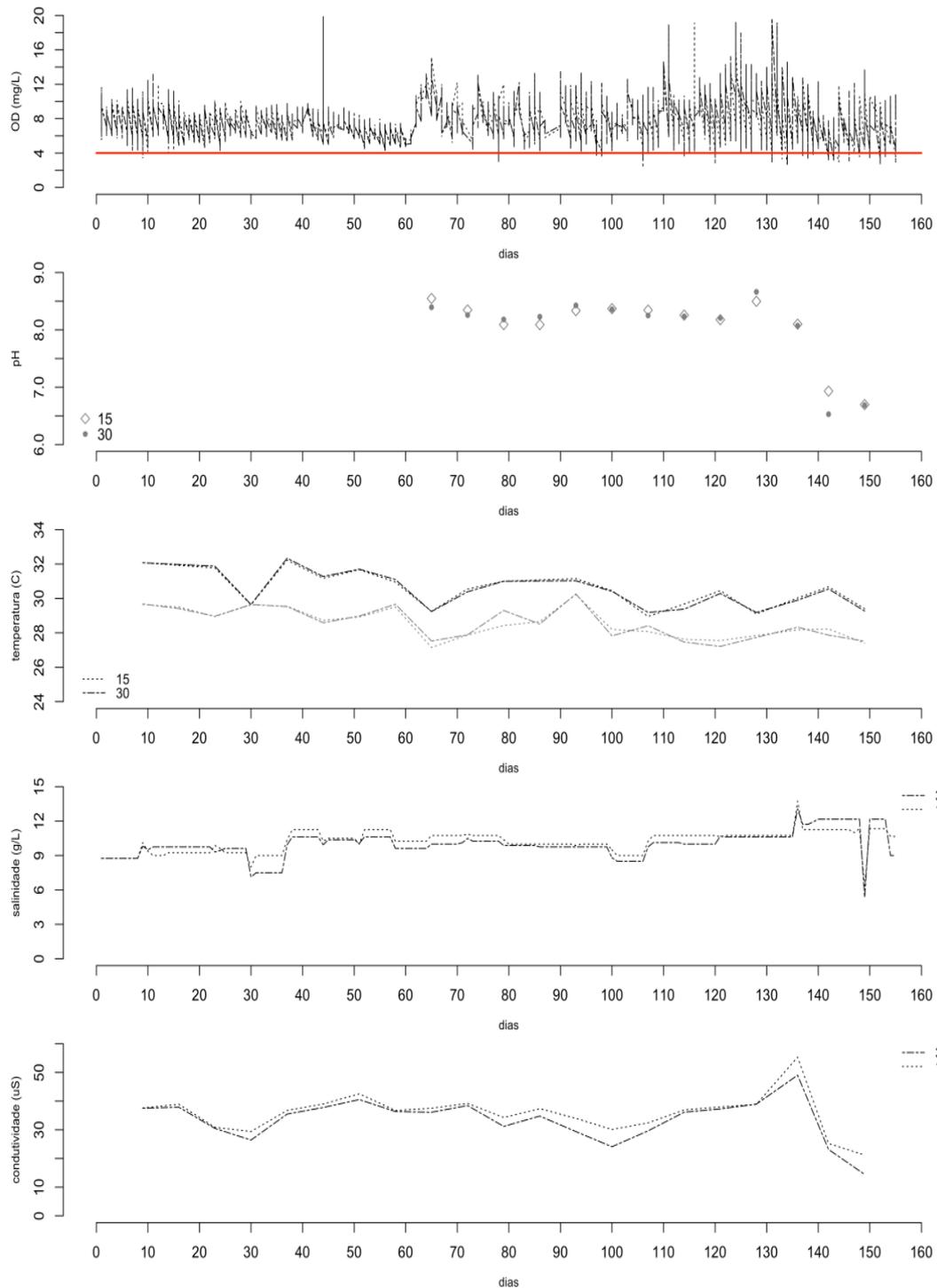


Figura 16. Parâmetros de qualidade da água ao longo do tempo no experimento E-2. Frequência do oxigênio dissolvido (OD) (mg/L), leitura do potencial hidrogeniônico (pH), e registros de temperatura (°C), salinidade (g/L) e condutividade (µS) em seus dois tratamentos experimentais.

4. DISCUSSÃO

A densidade de estocagem de 0.3 peixe /m³ é a mais recomendada para a produção de beijupirá em viveiros. Além disso, a baixa salinidade de 10g/L é melhor do que a salinidade de 30g/L quando produzida a partir da mistura de água hipersalina e poço.

De acordo com SÁ (2012) toda unidade de cultivo, seja um tanque, um viveiro ou um açude, tem uma limitação física para abrigar a vida aquática em desenvolvimento, e que os componentes abióticos do ecossistema, representados principalmente pela concentração de oxigênio dissolvido na água são capazes de sustentar adequadamente a vida até certo ponto.

Esse mesmo autor discute que quando a densidade populacional se eleva muito pode faltar oxigênio dissolvido na água para a manutenção de todos os seres vivos presentes no meio, nesse caso inevitavelmente haverá mortandade em massa de organismos, e que nesse limite máximo de biomassa sustentável do ecossistema, a capacidade de suporte ou carga, por tal aspecto recomenda a adoção de densidades de estocagem moderadas nos tanques e viveiros de aquicultura.

SUN *et al.* (2006a) descrevem que o beijupirá é uma espécie grande, carnívora, pelágica, migradora e caça feroz em longa distância, o que poderia conduzir a uma alta demanda para o metabolismo energético.

Na produção do bijupirá a densidade de estocagem determina um melhor uso dos sistemas de produção em viveiros escavados para se alcançar melhores índices de produtividade. Verificou-se que o efeito da densidade de estocagem no crescimento dos animais para as menores densidades testadas refletem em melhores ganhos de peso e comprimento, assim como nas taxas de sobrevivência e de crescimento específico.

Considerando os valores de Taxas de Sobrevivência, Taxas de Crescimento Específico, Comprimento Padrão e Ganho de Peso, sobre a influência dos tratamentos de densidade em ambos os experimentos E-1 e E-2, os tratamentos (S10D0.3 e S10D0.6) apresentaram os melhores desempenhos quando comparados aos demais tratamentos em ambos os experimentos, sendo ainda significativamente diferentes a tais tratamentos.

Diferente do que foi observado no experimento de Webb Jr. *et al.*. (2007) onde a sobrevivência e ganho de peso (%) não foram significativamente diferentes entre os tratamentos, mas o ganho de peso no tratamento 0,44 g / L foi ligeiramente inferior tanto aos tratamentos 0,04 e 0,22 g / L. No presente estudo deste autor, as semelhanças de crescimento entre os três tratamentos sugerem que bijupirá em RAS podem ser estocados em densidades iniciais de pelo menos 0,44 g / L e crescendo para cerca de 200 g, sem nanismo.

No experimento E-1 os tratamentos S10D0.3 e S10D0.6 apresentaram diferenças significativas maiores, que não ocorrem em relação ao tratamento S30D0.3 pois o crescimento em viveiros com salinidade 30 g/L resultou em baixo desempenho como Resley *et al.* (2006) que verificou em sua pesquisa apesar de todo o potencial aumento do estresse em juvenis de Beijupirá criados em salinidades de 5 ou 15 ppt, os peixes cresceram tão bem, senão melhor do que os peixes criados em 30 ppt, inclusive o tratamento S10D0.6 do experimento E-1 apresenta melhores taxas de crescimento específico, em relação aos dois tratamentos de densidade do experimento E-2.

Alguns autores sugerem que é importante monitorar adequadamente outros parâmetros de qualidade de água como a temperatura que neste caso em ambos os cultivos foi superior a 30°C, pois de acordo com LIAO *et al.* (2004) normalmente o crescimento do Beijupirá é retardado a uma temperatura baixa e, por vezes, a taxa de mortalidade elevada também ocorre quando a temperatura desce abaixo de 16 °C. Muito embora SUN *et al.* (2006c) em outra pesquisa concluiu com base nos dados de crescimento e eficiência da conversão alimentar, que para juvenis de Beijupirá a temperatura mais elevada era inadequada do que baixa temperatura dentro do intervalo de temperatura experimental entre 23-35 ° C. Na presente pesquisa também observamos a temperatura de nosso experimento dentro desse intervalo descrito por SUN *et al.* (2006c).

Ainda de acordo com LIAO *et al.* (2004) o Beijupirá não é muito resistente ao estresse e exige alto nível de oxigênio dissolvido por causa de suas altas taxas metabólicas devido ao seu comportamento ativo. Para o oxigênio dissolvido, em ambos os experimentos se faz necessário um sistema de manutenção de oxigênio dissolvido acima de 4 mg/L⁻¹ eficiente e de um alimento comercial que atenda as exigências nutricionais da espécie. Possibilitando produzir o Beijupirá em tanques ou viveiros escavados com baixa salinidade e com crescimento razoável.

5. CONCLUSÃO

A densidade 0.3 peixe/m³ é a mais recomendada assim como a baixa salinidade de 10g/L. Verificamos que o E-2 não apresenta valores significativos, indicando uma ineficiência de seus tratamentos quanto a produção dos espécimes cultivados indicando que a densidade tem efeito no crescimento do bijupirá.

É necessário um sistema de oxigenação eficiente que forneça o oxigênio com valores superiores a 4 mg/L prevenindo quedas bruscas e redução nas taxas de sobrevivência, assim como uma baixa conversão alimentar e crescimento lento para os indivíduos que sobreviverem. Que cultivos desse gênero devem monitorar os parâmetros de qualidade de água e o arraçoamento.

É possível cultivar o bijupirá em viveiros escavados com baixa salinidade e densidade de estocagem, correspondendo ao objetivo desta pesquisa, promovendo o desenvolvimento da produção com tecnologias simples, eficientes e sustentáveis gerando fonte de proteína, incrementando a alimentação humana e impulsionando cada vez mais a aquicultura Potiguar e brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, M. V. C. *et al.* 2008. Diferentes densidades de estocagem na criação de lambari do rabo amarelo em sistema intensivo. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, VIII ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 12., 2008, São José dos Campos. Anais... São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba.

ARNOLD CR, KAISER JB, HOLT KGJ. 2002. Spawning of cobia (*Rachycentron canadum*) in captivity. *J World Aquac Soc*, v.33, p.205-208.

BENETTI DD, ORHUN R, SARDENBERG B, O'HANLON B, WELCH A, HOENIG R, ZINK I, RIVERA JA, DENLINGER B, BACCOAT D, PALMER K, CAVALIN F. 2008. Advances in hatchery and grow-out technology of cobia *Rachycentron canadum* (Linnaeus). *Aquacult Res*, v.39, p.701-711.

BRANDÃO, F.R.; GOMES, L.C.; CHAGAS E.C.; ARAÚJO, L.D. 2004. Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, p.357-362.

BROWN-PETERSON NJ, OVERSTREET RM, LOTZ JM, FRANKS JS, BURNS KM. 2001. Reproductive biology of cobia, *Rachycentron canadum*, from coastal waters of the southern United States. *Fish Bull*, v.99, p.15-28.

BUENO FS. Vocabulário Tupi-Guarani/Português. São Paulo: Editora Gráfica Nagy, 1983. 594p

CAMARGO, SABRINA G. O. DE ; POUHEY, JUVÊNIO L. O. F. 2005; Aqüicultura - Um Mercado Em Expansão - Aquaculture - An Expanding Market - R. bras. Agrociência, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 393-396, out-dez.

CARVALHO FILHO A. *Peixes: Costa brasileira*. 3.ed. São Paulo: Editora Melro, 1999. 320p.

CAVALLI RO, DOMINGUES EC, PEREGRINOJR. RB, MANZELLA JC, HAMILTON S. 2008. Formação de plantel de reprodutores do beijupirá (*Rachycentron canadum*): resultados iniciais em Pernambuco. In: AquaCiência 2008, Maringá, PR. Anais... Jaboticabal: AQUABIO, p.19. Resumo.

CAVERO, B.A.S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; ITUASSÚ, D.R.; GANDRA, A.L.; CRESCÊNCIO, R. 2003. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.38, p.103-107.

COPATTI, C. E.; SANTOS, A.; GARCIA, S. F. 2008. Densidade de estocagem e frequência alimentar de juvenis de piava (*Leporinus obtusidens*) VALENCIENNES, 1836 (*CHARACIFORMES:ANOSTOMIDAE*) R. Bras. Agrociência, Pelotas, v.14, n 4-4,p.107-111,out-dez.

CREPALDI, D. V, *et al.*. 2006. Revista Brasileira de Reprodução Animal, Belo Horizonte, v.30, n.3/4, p.86-99, jul./dez.

DOMINGUES, E.C., PEREGRINO JR., R B.; MANZELLA JR., J.C.;VASKE JR., T.; HAZIN, F.H.V., CAVALLI, R.O., SEVERI, W.; HAMILTON, S. 2007. Aspectos biológicos do beijupirá, *Rachycentron canadum*, espécie potencial para o desenvolvimento da piscicultura marinha no Nordeste. II Seminário de Piscicultura Alagoana, SEBRAEAL, Penedo, Alagoas, Brasil.

EL-SAYED, A. 2002. Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*L.) fry. Aquaculture Research, v.33, p.621-626.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DA PARAÍBA (FAEPA). Disponível em: <<http://www.faepapb.com.br/noticias.php?id=1281>>. Acesso em: 21 out. 2012.

FIGUEIREDO JL, MENEZES NA. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. III. Teleostei (2). São Paulo: Museu de Zoologia da USP, 1980. 90p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATION (FAO).Statistical databases. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 20 out. 2012.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. 2007. Database on Introductions of Aquatic species. Disponível em: <http://www.fao.org/fi/website/SwapLang.do?language=en&page=%2FFIRetrieveAction.do%3Fdom%3Dcollection%26xml%3Ddias.xml%26xp_nav%3D1>. Acesso em: 19 set. 2012.

FREITAS, J. M. A; , SARY, C.; FINKLER, J. K.; ZAMINNHAM, M.; FEIDEN. A.; BOSCOLO, W. R. 2010. Densidade de estocagem de larvas de mandi-pintado (*Pimelodus britskii*)Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient., Curitiba, v. 8, n. 4, p. 389-396, out./dez.

FROESE, R., D. PAULY. (Editors). 2009. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (08/2009). Disponível em: <http://www.pgpa.ufrpe.br/Trabalhos/2012/T2012rlmo.pdf>. Acesso em 21 set. 2012.

GOMES, L.C.; BALDISSEROTTO, B.; SENHORINI, J.A. 2000. Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of matrinxã, *Bryconcephalus*(Characidae), in ponds.Aquaculture, v.183, p.73-81.

IGUCHI, K.; OGAWA, K.; NAGAE, M.; ITO, F. 2003. The influence of rearing density on stress response and disease susceptibility of ayu (*Plecoglossusaltivelis*). Aquaculture, v.202, p.515-523.

JOBLING, M. Fish bioenergetics. London: Chapman & Hall, 1994. 294p.

KAISER, J.B.; HOLT, G.J. 2005. Species profile: Cobia. Southern Regional Aquaculture Center Publication, number 7202. (<http://www.ca.uky.edu/wkrec/Cobia.pdf>).

KRUMMENAUER, D. *et al.*. 2006. Viabilidade do cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis*(Crustácea, Decapoda) em gaiolas sob diferentes densidades durante o outono no sul do Brasil.Ciência Rural, v. 36, n. 1, p. 252-257.

SALARO, A. L.; LUZ, R. K.; NOGUEIRA, G. C. C. B.; REIS, A. SAKABE, R.; LAMBERTUCCIO, D. M.; 2003. Diferentes densidades de estocagem na produção de alevinos de trairão (*Hoplias cf. lacerdae*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.5, p.1033-1036.

LIAO, C.I.; HUNAG, T.S.; TSAI, W.S. *et al.* 2004. Cobia culture in Taiwan: current status and problems. *Aquaculture*, v.237, p.155-165.

LIAO, I.C.; SU, H.M.; CHANG, E.Y. 2001. Techniques in finfish larviculture in Taiwan. *Aquaculture*, v.200, p.1-31.

LIMA, L.N.S.S. 2010. Identificação de regiões favoráveis ao cultivo de beijupirá (*Rachycentron canadum*) no litoral brasileiro considerando a temperatura como fator determinante. 26 p. Monografia de graduação em Engenharia de Pesca - Universidade Federal Rural de Pernambuco.

MEDEIROS, C.; ARAÚJO, M.; ROLINIC, M.; FREITAS, I. 2009. Estrutura termohalina da região oeste do atlântico Tropical - ZEE/NE. In: F.H.V. Hazin (Ed.) *Meteorologia e Sensoriamento Remoto, Oceanografia Física, Oceanografia Química, Oceanografia Geológica*. Programa REVIZEE - Score Nordeste, Vol 1. Fortaleza, Martins & Cordeiro Ltda. 40-55p.

MEYER GH, FRANKS JS. 1996. Food of cobia *Rachycentron canadum*, from the northcentral Gulf of Mexico. *Gulf Res. Rep*, v.9, p.161-167.

OLIVEIRA, R. P. C.; SILVA, P. C.; PADUA, D. M. C.; AGUIAR, M.; MAEDA, H.; MACHADO, N. P.; RODRIGUES, V.; SILVA, R. H. 2007. Efeito da densidade de estocagem sobre a qualidade da água na criação do tambaqui (*Calossomamacropomum*, CUVIER, 1818) durante a segunda alevinagem, em tanques fertilizados - *Ciência Animal Brasileira*, v.8, n. 4, p. 705-711, out./dez.

PEREIRA, M. P.; TELLES, E. O.; DIAS, R. A.; BALIAN, S. C. 2010. Descrição do sistema agroindustrial brasileiro de pescado. *Informações Econômicas*, v. 40, n. 3, p. 54-61.

RESLEY, M. J. *et al.*. 2006. Growth and survival of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, at different salinities in a recirculating aquaculture system. *Aquaculture* 253 (2006) 398-407.

SÁ, M. V. C. *Limnocultura: Limnologia para aquicultura*. Fortaleza: Edições UFC. 218P. 2012.

SANCHES, E. G.; SECKENDORFF, R.W.V.; HENRIQUES, M.B.; FAGUNDES, L.; SEBASTIANI, E.F. 2008. Viabilidade econômica do cultivo do bijupirá (*Rachycentron canadum*) em sistema *offshore*. *Informações Econômicas*, v. 38, n. 12. p. 42-51.

SCHWARZ, M.H.; MOWRY, D.; MCLEAN, E. *et al.*. 2007. Performance of advanced juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, reared under different thermal regimes: evidence for compensatory growth and a method for cold banking. *Journal of Applied Aquaculture*, v.19, p.71-84.

SHAFFER RV, NAKAMURA EL. 1989. *Synopsis of biological data on the cobia Rachycentron canadum (Pisces: Rachycentridae)*. FAO Fisheries Synopsis 153; NOAA Technical Report. Washington DC: US Department of Commerce.

SUN, L.; CHEN, H.; HUANG, L. 2006c. Effect of temperature on growth and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture*, v.261, p.872-878.

SUN, L. *et al.*. 2006a. Growth and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) relative to ration. *Aquaculture*, 257 (2006) 214-220.

SUN, L. *et al.*. 2006b. Growth, faecal production, nitrogenous excretion and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) relative to feed type and ration level. *Aquaculture* 259 (2006) 211-221.

TURRA, E. M.; QUEIROZ, B. M.; TEIXEIRA, E. A.; FARIA, P. M.; CARVALHO.; CREPALDI, D. V.; RIBEIRO, L. P. 2009. Densidade de estocagem do surubim *Pseudoplatystomaspp.* cultivado em tanque-rede. *Rev. Bras. Saúde Prod. An.*, v.10, n.1, p.177-187, jan/mar.

UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Food security in the United States: history of the food security measurement project. Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/briefing/foodsecurity/history/>>. Acesso em 22/08/2012.

WEIRICH, C.R.; SMITH, T.I.J.; DENSON, M.R. *et al.*. 2004. Pond culture of larval and juvenile cobia *Rachycentron canadum* in the southeastern United States: initial observations. *Journal of Applied Aquaculture*, v.16, p.27-44.

ANEXOS



Figura 2 – Viveiros usados nos experimentos.



Figura 3 – Viveiros secos prontos para serem preenchidos com água dos experimentos.



Figura 4 - Equipamentos usados durante o experimento: Da esquerda para a direita: refratômetro, oxigêniometro, pHgâmetro/potenciômetro e condutivímetro.



Figura 5 - Retirada das algas dos viveiros



Figura 6 - Animal morto na rede de proteção.



Figura 7 - Pesagem da ração



(a)



(b)

Figura 8 – Manejo com rede de pesca (a) e em destaque os animais capturados (b).



Figura 9 - Pesagem dos animais com balança de modelo Bel Engineering Mark M-5202



Figura 10 - Animal sendo medido em ictiômetro.