

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CENTRO DE AQUICULTURA**

**ACLIÇÃO E DESEMPENHO DE TILÁPIAS
(*OREOCHROMIS SP.*) EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO DE
ÁGUA DO MAR**

Sérgio Ostini
Zootecnista

Jaboticabal – São Paulo - Brasil
2002

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CENTRO DE AQUICULTURA**

**ACLIÇÃO E DESEMPENHO DE TILÁPIAS
(*OREOCHROMIS SP.*) EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO DE
ÁGUA DO MAR**

Sérgio Ostini

Orientador : Prof. Dr. Newton Castagnolli

Tese apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Aquicultura – Área de
Concentração em Aquicultura, como parte das
exigências para a obtenção do Título de Doutor.

Jaboticabal – SP
Fevereiro – 2002

Ostini, Sérgio
O85a Aclimação e desempenho de tilápias (*Oreochromis* sp.) em sistema de recirculação de água do mar / Sérgio Ostini. – Jaboticabal, 2002
V, 63 f.; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2002
Orientador: Newton Castagnolli
Banca examinadora: Dalton José Carneiro, João Donato Scorvo Filho, José Eurico Possebon Cyrino, Teresa Cristina Ribeiro Dias Koberstein

Bibliografia

1. Tilápia. 2. Aclimação à água do mar. 3. Recirculação de água.
I. Título. II. Jaboticabal-Centro de Aqüicultura.

CDU 639.32

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1	01
Considerações Iniciais	01
Referências	07
CAPÍTULO 2	13
TOLERÂNCIA DE ALEVINOS DA TILÁPIA VERMELHA (<i>OREOCHROMIS SP.</i>) À TRANSFERÊNCIA DIRETA E GRADUAL PARA A ÁGUA DO MAR.....	13
Resumo	13
Palavras-chave	14
TOLERANCE OF RED TILÁPIA FINGERLINGS (<i>OREOCHROMIS SP.</i>) TO DIRECT AND GRADUAL TRANSFER TO SEAWATER	14
Abstract	14
Key-words	14
1. Introdução	15
2. Material e Métodos	16
2.1. Origem e Acondicionamento dos Animais	16
2.2. Procedimentos Experimentais	16
2.2.1. Transferência Direta	17
2.2.2. Transferência Gradual	17
3. Resultados e Discussão	18
3.1. Transferência Direta	18
Figura 01 – Sobrevivência da tilápia vermelha quando transferida diretamente da água doce (0‰) para água do mar total (35‰).....	19
3.2. Transferência Gradual	20
Figura 02 – Aumentos graduais de salinidade em tanques de aclimação de tilápia vermelha	20

Tabela 01 – Valor de F e coeficiente de variação da análise estatística das taxas de sobrevivência observadas em três diferentes tamanhos de alevinos de tilápia vermelha, submetida a dois sistemas de aclimação e três repetições.....	21
Figura 03 – Sobrevivência de três diferentes tamanhos de alevinos de tilápia vermelha, aclimados a 5 ‰/ dia e 5 ‰/2 dias, e criadas por 20 dias em água do mar recirculada	22
Tabela 02. Valor de F e coeficiente de variação na análise estatística do fator de condição observado em três diferentes tamanhos de alevinos de tilápia vermelha, submetidos a dois sistemas de aclimação, com três repetições e testemunha (água doce)	23
Figura 04 – Fator de condição de três diferentes tamanhos de alevinos de tilápia vermelha aclimados à 5 ‰/ dia e 5 ‰/ 2 dias, e criadas pó 20 dias em água do mar recirculada	23
4. Agradecimentos	24
5. Referências	24
 CAPÍTULO 3	 28
SOBREVIVÊNCIA E DESEMPENHO DE ALEVINOS DE TILÁPIA VERMELHA (<i>OREOCHROMIS</i> SP.) E “CHITRALADA” (<i>OREOCHROMIS NILOTICUS</i>) ACLIMADOS GRADATIVAMENTE EM ÁGUA DO MAR RECIRCULADA.....	27
Resumo	27
Palavras-chave	28
SURVIVAL AND PERFORMANCE OF RED TILÁPIA (<i>OREOCHROMIS</i> SP.) AND “CHITRALADA” (<i>OREOCHROMIS NILOTICUS</i>) FINGERLINGS TO GRADUAL ACLIMACION IN A SEAWATER RECIRCULED.....	28
Abstract	28
Key-words	29

1. Introdução	29
2. Material e Métodos	31
3. Resultados e Discussão	33
Figura 01 – Aumento médio gradativo da salinidade da água dos tanques estocados com tilápias aclimadas e mantidas em sistema de recirculação de água salgada por 28 dias	33
Tabela 01 – Valores de F e coeficiente de variação obtidos nas análises de variância de: sobrevivência, peso, GPD, CA, e CAA da tilápia vermelha e chitralada aclimadas e mantidas por 28 dias em sistema de recirculação de água do mar (2 tratamentos, 2 repetições e 4 avaliações).....	34
Figura 01 – Sobrevivência de alevinos de tilápia vermelha e chitralada aclimadas e criadas em sistema de recirculação de água do mar por 28 dias.....	35
Figura 02 – Aumento de peso médio de alevinos de tilápia vermelha e chitralada aclimadas e criadas em sistema de recirculação de água do mar por 28 dias	36
Figura 03 – Ganho de peso diário de alevinos de tilápia vermelha e chitralada aclimadas e criadas em sistema de recirculação de água do mar por 28 dias	37
Figura 04 – Consumo de alimento de alevinos de tilápia vermelha e chitralada aclimadas e criadas em sistema de recirculação de água do mar por 28 dias	37
Figura 05 – Conversão alimentar aparente de alevinos de tilápia vermelha e chitralada aclimadas e criadas em sistema de recirculação de água do mar por 28 dias	38
4. Conclusões	39
5. Agradecimentos	39
6. Referências	40
APÊNDICE	43

CAPÍTULO 4	44
DESENVOLVIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DE ALEVINOS DA TILÁPIA VERMELHA(<i>OREOCHROMIS SP.</i>) CRIADOS EM RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA DO MAR COM DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM.....	44
Resumo	44
Palavras-chave	45
DEVELOPMENTAL AND SURVIVAL OF RED TILAPIA FINGERLINGS (<i>OREOCHROMIS SP.</i>) STOCKED AT DIFFERENT DENSITIES IN SEAWATER RECIRCULATION SYSTEM.....	45
Abstract	45
Key-words	46
1. Introdução	46
2. Material e Métodos	47
2.1. Origem dos Animais e Aclimação à Água do Mar	47
2.2. Procedimentos Experimentais	48
3. Resultados e Discussão	50
Tabela 01 – Valores de F e coeficientes de variação obtidos nas análises de variância de: sobrevivência, peso, GPD, CA e CAA da tilápia vermelha criada em sistema de recirculação de água do mar durante 84 dias, à diferentes densidades de estocagem e em 7 tempos de avaliação.....	51
Figura 01 – Sobrevivência da tilápia vermelha criada em sistema de recirculação de água do mar durante 84 dias, à diferentes densidades de estocagem.....	51
Figura 02 – Peso médio da tilápia vermelha criada em sistema de recirculação de água do mar durante 84 dias, à diferentes densidades de estocagem.....	52
Figura 03 – Ganho de peso diário da tilápia vermelha criada em sistema de recirculação de água do mar durante 84 dias, à diferentes densidades de estocagem.....	53

Figura 04 – Consumo de alimento da tilápia vermelha criada em sistema de recirculação de água do mar durante 84 dias, à diferentes densidades de estocagem.....	54
Figura 05 – Conversão alimentar aparente da tilápia vermelha criada em sistema de recirculação de água do mar durante 84 dias, à diferentes densidades de estocagem.....	54
4. Conclusões	56
5. Agradecimentos	56
6. Referências	56
APÊNDICE	60
CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
APÊNDICE	62
Foto A – Início da montagem do Laboratório de Recirculação de Água do Mar	62
Foto B – Vista geral do Laboratório de Recirculação de água do mar	62
Foto C – Alevinos de tilápia já aclimados à água do mar	63
Foto D – Vista parcial do interior do Laboratório de Recirculação de água do Mar, mostrando os tanques-rede utilizados no teste de densidade	63

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os recursos naturais, tanto terrestres quanto aquáticos, são capazes de gerar renda e emprego e de sustentar, simultaneamente, mais que uma atividade econômica. Entretanto, seu uso deve ser cuidadosamente planejado e manejado de forma a otimizar os benefícios econômicos e sociais. A consideração deste fato é, especialmente importante nas áreas costeiras devido ao aumento da população residente, à grande influência da população flutuante e a ampla variedade de atividades econômicas desenvolvidas nestas áreas. Uma política que privilegie o uso dos recursos naturais com tecnologias adequadas não apenas contribui para evitar conflitos, mas também, para gerar oportunidades de investimento para novas atividades econômicas nas áreas costeiras e de mar aberto.

Em nosso país a maricultura é uma alternativa atrativa e potencialmente importante para aumentar a produção de alimento. Entretanto, como no Brasil, em muitos países o desenvolvimento da piscicultura marinha tem sido retardado pelas dificuldades técnicas de controlar a reprodução em cativeiro, e na produção de alimento vivo para a produção em escala comercial de larvas e alevinos.

As tilápias são peixes muito importantes na aquicultura tropical e subtropical. De origem africana, estão hoje entre os mais indicados para produção em regime intensivo nas regiões de temperaturas mais elevadas. Algumas tilápias primitivas habitaram águas marinhas (VILLEGAS, 1990), o que foi possível em virtude de seu alto grau de eurialinidade. Muitas espécies adaptam-se a uma grande amplitude de salinidade, enquanto outras são restritas à água doce ou de baixa salinidade (CHERVINSKI, 1961; CHERVINSKI & ZORN, 1974).

As características de tolerância a salinidades das várias espécies de tilápia têm sido relatadas por diversos autores: Balarin & Hatton (1979); Chervinski (1982); Wohlfarth & Hulata (1981), variando em função do relacionamento filogenético à forma ancestral marinha (CHERVINSKI, 1961).

A *Tilapia zillii* e a *Oreochromis mossambicus* são as espécies mais tolerantes ao sal, embora não sejam as mais indicadas para piscicultura (STICKNEY, 1986). *O. mossambicus* sobrevive, cresce e desova em tanques contendo água do mar com salinidade entre 21‰ e 40‰ (POPPER & LICHATOWICH, 1975; LIAO & CHANG, 1983). É considerada a matriz formadora do alto grau de tolerância ao sal nos cruzamentos que produzem as tilápias vermelhas híbridas. Estes grupos apresentam bom desempenho, o que justifica o crescente interesse na sua produção em água salgada.

Embora a produção de tilápias esteja limitada à água doce e salobra de baixa salinidade, o alto grau de tolerância ao sal apresentado por certas espécies têm induzido à pesquisa sobre a criação em águas salobras de alta salinidade e em sistemas marinhos. Com efeito, muitos trabalhos, sobre produção intensiva dessas tilápias, em água salgada, foram realizados na última década, em diversos países, com o objetivo de implantar criações comerciais em áreas costeiras com limitados recursos de água doce, ou em países onde a piscicultura marinha encontra-se pouco desenvolvida.

A origem das tilápias vermelhas foi investigada por Galman & Avtalion (1983). Foram encontrados grupos genéticos desenvolvidos na Tailândia, Filipinas, Guam, Flórida e Israel; sendo a tilápia vermelha da Flórida (*Oreochromis mossambicus* x *O. urolepis hornorum*) e tilápia vermelha da Tailândia (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) as mais estudadas.

Os efeitos da salinidade e da temperatura sobre o crescimento e a reprodução das tilápias em água salgada foram estudados para as tilápias vermelhas sob condições controladas ou de laboratório (WATANABE et al., 1988a, 1988b; PAYNE et al., 1988; WATANABE et al., 1989a, 1989b; CHANG et al., 1989; WARDOYO, 1988; TURINGAN & KUBARYK, 1992). A tolerância à salinidade foi estabelecida em relação à ontogenia e aos estádios do ciclo de vida iniciais (WATANABE et al., 1990; PERSCHBACHER & McGEACHIN, 1988).

Tais resultados delinearão as condições ambientais adequadas para a produção da tilápia vermelha, bem como otimizaram métodos de aclimação à

água do mar (CLARK et al., 1990a; WATANABE et al., 1990; HASSAN & KHAMIS, 1991; KUWAYE et al., 1993; HEAD et al., 1996).

A produção de alevinos em laboratórios de água salgada (16‰) deu suporte ao desenvolvimento da pesquisa e aos cultivos comerciais. Neste segmento, as investigações foram alicerçadas em métodos de conservação de água doce pela intensificação dos cultivos, incluindo a estocagem de reprodutores em altas densidades, coleta e incubação artificial de ovos, cultivo de larvas em altas densidades e sistemas de recirculação de água (WATANABE et al., 1990; ERNST et al., 1991; SMITH et al., 1991; WATANABE et al., 1993; ELLIS et al., 1993).

Os diferentes grupos de híbridos de tilápias vermelhas revertidas sexualmente_(machos), crescem mais rapidamente em água salgada e salobra, do que em água doce (LIAO & CHANG, 1983; MERIWETHER et al., 1984). O aumento na taxa de crescimento com a elevação da salinidade, segundo Watanabe et al. (1988a), é atribuído ao maior consumo de alimento e menor índice de conversão alimentar proporcionado por esses ambientes e, também pelo efeito inibitório da agressão territorial e encontros agonísticos, que são reduzidos em ambientes de maiores salinidades (WATANABE et al., 1988b).

O crescimento de alevinos de tilápia vermelha vem sendo realizado empregando-se técnicas de criação adequadas a cada ambiente costeiro. São utilizadas cercadas no ambiente estuarino (MORISENS et al. 1988); tanques circulares na planície costeira (WANG, 1988; CLARK et al., 1990a) e tanques-rede em ambientes marinhos e dentro de viveiros costeiros (CLARK et al., 1990b; WATANABE et al., 1990). A produção da tilápia vermelha em altas densidades (35 a 600 animais.m⁻³.tanque⁻¹), com rações de baixo nível protéico (20% PB), alta sobrevivência (acima de 95%), ganho de peso diário de até 3,4 g e conversão alimentar de 1,8, são fatores que proporcionam a viabilidade econômica dessa atividade, conforme demonstrado nas Bahamas por Head et al., 1994, onde foi determinada a taxa interna de retorno, valor presente e tempo de retorno do investimento, tanto para a produção de alevinos em unidades de reprodução – 2

milhões de alevinos.ano⁻¹ revertidos e aclimatados à água salgada, quanto para a produção em escala comercial – 20 ha de viveiro com 11.445 kg.ha⁻¹ (HEAD et al., 1996).

Brass et al. (1990), consideraram positivo o aspecto sócio econômico da produção de tilápias em tanques-rede marinhos no Haiti, levando em conta o potencial de mercado, custo de produção e preço de vendas. Os pescadores foram considerados os grupos potenciais mais aptos a desenvolverem a atividade (BRASS et al., 1991).

A comercialização e o “marketing” de tilápias produzidas em água do mar foram investigados por Head et al. (1994) em Porto Rico. O preço pago pelos compradores, na fazenda, foi de US\$ 7.70 e US\$ 6.60 o quilo, para peixes limpo (sem brânquias, nadadeiras, vísceras e escamas) e inteiros, respectivamente. O preço pago pelos restaurantes variou de US\$ 4.49 a US\$ 5.18 o quilo do peixe limpo, sendo que o preço dos pratos prontos variaram de US\$ 7.00 a US\$ 25.00, semelhante ao preço dos pratos preparados com o Vermelho (*Lutjanus vivanus*), um apreciado peixe marinho. Os consumidores preferiram peixes entre 500 e 580 g, e parâmetros como: apresentação, paladar, textura e frescor foram considerados iguais ou melhores quando comparados aos peixes marinhos. Alguns consumidores expressaram a necessidade de promoção do produto, incluindo um nome orientado à comercialização que enfatize a cor vermelha e que tenham sido produzidos em fazendas de água salgada, para diferenciar das tilápias capturadas em ambiente natural. Embora estas informações tenham sido coletadas no contexto do Caribe, são bastante relevantes para países em desenvolvimento que tenham potencial para a indústria da maricultura.

Segundo Carneiro (1997), atualmente são produzidas no Brasil, as tilápias vermelhas da Flórida e as chamadas “Saint Peter®” que são “tetra híbridas”, originárias de Israel, obtidas do cruzamento das espécies *O. aureus*, *O. mossambicus*, *Sarotherodon galilaeus* e *O. niloticus* (FISHELSON, 1988). Não foram encontradas na literatura informações sobre a introdução destes híbridos no país, e os poucos trabalhos existentes referem-se somente a água doce

(BARBÉRIO & CASTAGNOLLI, 1986; CARNEIRO, 1997). Embora já estejam sendo criadas comercialmente em tanques-rede marinhos nas Bahamas, Cuba e Costa Rica, a literatura não registra menções a respeito.

Na maricultura brasileira destaca-se a carcinicultura como um processo industrial em franco crescimento, enquanto que a piscicultura marinha ainda é uma atividade incipiente e economicamente pouco representativa. Embora exista um razoável acervo de estudos, estabelecido a partir de inúmeras teses relacionadas com a biologia e a ecologia dos ambientes marinhos e estuarinos, muito pouco desses estudos foram desenvolvidos visando o estabelecimento de tecnologias de produção de espécies com potencial para a maricultura.

Além do grande potencial de águas interiores o Brasil possui também um dos mais extensos litorais (8000 km), com imensas regiões estuarinas, caracterizadas por baías, enseadas e estuários, que se estendem desde o Norte até a região Sul. Some-se a isso, a ocorrência de diversos pontos de ressurgência, com características ímpares para a criação de espécies marinhas.

O litoral Norte do Estado de São Paulo, onde a conformação geomorfológica da orla marítima forma inúmeras enseadas abrigadas de ondas e ventos, com condições hidrográficas estáveis isentas de poluição química e nos limites aceitáveis de poluição orgânica, se constitui em importante sítio da costa brasileira para o desenvolvimento da maricultura, conforme já vem ocorrendo com mexilhões, ostras e macroalgas (MARQUES et al., 1985 a,b; OSTINI & POLI, 1990; PAULA et al., 1996; OSTINI & PEREIRA, 1997).

As características biológicas de rusticidade e precocidade, dos machos crescerem mais do que as fêmeas e a possibilidade de sua adaptação à água do mar, apresentadas pela tilápia vermelha; os aspectos tecnológicos de disponibilidade de alevinos em quantidade e qualidade durante todo o ano, rações comerciais já desenvolvidas, tolerância a altas densidades de estocagem em sistemas intensivos de criação, aliados aos aspectos ambientais da região (temperatura da água variando de 20 a 30°C, oxigênio dissolvido de 5,0 a 6,8 mg.L⁻¹, pH de 7,8 a 8,2, transparência da água de 1 a 7 m) considerados

favoráveis ao bom desempenho dessa espécie (RUST et al., 1991), são fatores por si só justificam os estudos aqui iniciados, podendo, a médio prazo, marcar o início da piscicultura marinha no Brasil e contribuir com uma maior oferta de produtos pesqueiros de boa aceitação no mercado.

Juntamente com as demais técnicas de maricultivo já implementadas, o desenvolvimento de novas tecnologias adequadas a algumas espécies marinhas endêmicas poderá contribuir para a diversificação de espécies cultiváveis, fortalecendo a atividade e o conceito de “Fazendas Marinhas”. Benefícios adicionais poderão ser proporcionados: aos consumidores, pela oferta de produtos de qualidade; aos produtores pela possibilidade de uma atividade a nível familiar (especialmente os pescadores artesanais) ou empresarial; ao ambiente, mediante a implantação de sistemas de produção sustentáveis nos parques de aqüicultura que proporcionará abrigo e alimento para diversas espécies marinhas; aos municípios potencialmente produtores, pela oportunidade de surgimento de uma nova atividade econômica, de grande compatibilidade com a atividade turística, tornando-os parceiros para o desenvolvimento da atividade.

Com esse propósito o CAPÍTULO 2 denominado “**Tolerância de Alevinos da Tilápia Vermelha (*Oreochromis sp.*), à Transferência Direta e Gradual para Água do Mar.**”, teve como objetivo avaliar a tolerância de alevinos de tilápia vermelha de diferentes tamanhos, quando transferidos diretamente e gradualmente para água do mar. O CAPÍTULO 3 denominado “**Sobrevivência e Desempenho de Alevinos de Tilápia Vermelha (*Oreochromis sp.*) e “Chitralada” (*Oreochromis niloticus*) Aclimados Gradativamente em Água do Mar Recirculada**”, teve como objetivo investigar a sobrevivência e o desempenho de duas linhagens de tilápias (Vermelha e “Chitralada”), já introduzidas no Brasil, quando aclimadas e mantidas em sistema de recirculação de água do mar. O CAPÍTULO 4 denominado “**Desenvolvimento e Sobrevivência de Alevinos da Tilápia Vermelha (*Oreochromis sp.*) Criados em Recirculação de Água do Mar, com Diferentes Densidades de Estocagem**” teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes densidades de estocagem na criação da tilápia vermelha

(*Oreochromis* sp.), com vistas a delinear as condições adequadas de povoamento para a produção comercial de juvenis em sistema de recirculação de água do mar.

REFERÊNCIAS

BARBÉRIO, J. C.; CASTAGNOLLI, N. Desempenho de três variedades de tilápias em tanques, submetidos a três níveis de adubação orgânica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 5., 1986, Cuiabá. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1987. p.123-141.

BALLARIN, J. D.; HATTON, J. P. **Tilapia**: A guide to their biology and culture in Africa. Stirling: University of Stirling, 1979. 174p.

BRASS, L. J., OLLA; B. L.; WICKLUND, R. I. Social, economic and cultural considerations for saltwater cage culture of Florida red tilapia in northeastern Haiti. In: ANNUAL GULF AND CARIBBEAN FISHERIES INSTITUTE, 40., 1991, Curaçao. **Proceedings...** Curaçao of the Netherland Antilles: Caribbean Fisheries Institute, 1991 p.398-404.

BRASS, L. J.; RUST, B. M.; OLLA, B. L.; WICKLUND, I. R. Preliminary investigations into the socio-economic feasibility of saltwater cage culture of Florida red tilapia in Haiti. **J. World. Aquacult. Soc.** v.23, n.3, p.192-200, 1990.

CARNEIRO, P.C.F. **Produção de tilápias vermelhas da Flórida em tanques-rede em represa rural.** 1997. 75f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) – Centro de Aqüicultura da Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 1997.

CHANG, Z., LIN, H.; WANG, D; GUO, X. The study on breeding and acclimating in saline water of introduced red Java tilapia. **Mar. Sci. Haiyang-Kexue**, v.5, p.44-48, 1989.

CHERVINSKI, J. Laboratory experiments on the growth of *Tilapia nilotica* in various saline concentrations. **Bamidgeh**, v.13, p.8-13, 1961.

CHERVINSKI, J. Environmental physiology of tilapias. In: THE BIOLOGY AND CULTURE OF TILAPIAS, 1982, Manila. **Proceedings...** Manila: International Center for Living Aquatic Resources Management, 1982. p.119-128.

CHERVINSKI, J.; ZORN, M. Note on growth of *Tilapia aurea* (Seindachner) and *Tilapia zillii* (Gervais) in seawater ponds. **Aquaculture**, v.4, p.249-255, 1974.

CLARK, J. H.; WATANABE, W. O.; ERNST, H. D.; OLLA, B. L.; WICKLUND, R. Growth, feed conversion and protein utilization of Florida red tilapia fed isocaloric diets with different protein levels in seawater pools. **Aquaculture**, v.88, p.75-85, 1990a.

CLARK, J. H.; WATANABE, W. O.; ERNST, H. D.; OLLA, B. L.; WICKLUND, R. Effect of feeding rate on growth and feed conversion of Florida red tilapia reared in floating marine cages. **J. World Aquacult. Soc.**, v.21, p.16-24, 1990b.

ELLIS, C. S.; WATANABE, W. O.; HEAD, D. W. Effect of initial variation on production of Florida red tilapia fry under intensive, brackishwater tank culture. **Aquacult. Fish. Manage.**, v.24, n.4, p.465-471, 1993.

ERNST, H. D.; WATANABE, W. O.; ELLINGTON, J. L.; WICKILUND, I. R.; OLLA, L. B. Commercial-scale production of Florida red tilapia seed in low and brackish salinity tanks. **J. World Aquacult. Soc.**, v.22, n.1, p.36-44, 1991.

FISHELSON, L. Behavior and gonadal structure of intergenetic (*Oreochromis-Sarotherodon*) tilapia hybrids. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE, 2., Bangkok. **Proceedings...** Bangkok: International Center for Living Aquatic Resources Management, 1988. p.159-167.

GALMAN, O. R.; AVTALION, R. R. A preliminary investigation of the characteristics of red tilapia from the Philippines and Taiwan. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF TILAPIA IN AQUACULTURE, 1983, Nazareth. **Proceedings...** Nazareth: Tel Aviv University, 1983. p.291-301.

HASSAN, B. R.; KHAMIS, B. R. The salt tolerance and adaptability to brackish water of red tilapia from freshwater. **Fish. Bull. Dep. Fish. Malays Buletin Perikanan Jabatan Perikanan Malays.** p.69-70, 1991.

HEAD, D. W.; ZERBI, A.; WATANABE, W. O. Preliminary observations on the marketability of saltwater cultured Florida red tilapia in Puerto Rico. **J. World Aquacult. Soc.**, v.25, n.3, p.432-441, 1994.

HEAD, D. W.; ZERBI, A.; WATANABE, W. O. Economic evaluation of comercial scale, salwater pond production of Florida red tilapia in Puerto Rico. **J. World Aquacult. Soc.**, v.27, n.3, p.275-289, 1996.

KUWAYE, T. T.; OKIMOTO, D. K.; SHIMODA, S. K.; HOWERTON, R. D.; LIN, H. R.; PANG, P. K. T.; GRAU, E. G. Effect of 17- α -methyl-testosterone on the growth of the euryhaline tilapia *Oreochromis mossambicus*, in freshwater and in seawater. **Aquaculture.**, v.113, p.137-152, 1993.

LIAO, I.; CHANG, S. Studies on feaseability on red tilapia culture in saline water. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE, 1983, Nazareth. **Proceedings...** Nazareth: Tel Aviv University, 1983. p.524-533.

MARQUES, H. L. A.; PEREIRA, R. T. L.; OSTINI, S. A expansão da mitilicultura em Ubatuba (SP): um exemplo da problemática do uso de águas costeiras para produção de alimentos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GERENCIAMENTO COSTEIRO, 3., 1985a, Fortaleza. **Anais...**, p.183-190.

MARQUES, H. L. A.; PEREIRA, R. T. L.; OSTINI, S., SCORVO FILHO, J. D. Observações preliminares sobre o cultivo experimental do mexilhão *Perna perna*

(Linnaeus, 1758) na região de Ubatuba (23° 32' S e 45° 04' W) Estado de São Paulo, Brasil. **Bol. Inst. Pesca**, v.12, n.4, p.23-24, 1985b.

MERIWETHER II, F. H.; SCURA, E. D.; OKAMURA, W. Y. Cage culture of red tilapia in prawn and shrimps ponds. **J. World Aquacult. Soc.**, v.15, p.254-265, 1984.

MORISENS, P.; TAUZES, P.; ROCHE, P.; AGLENGLO, C. Net pen rearing of *Oreochomis* spp in the lagoon of Benin. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE, 2., 1988, Bangkok. Bangkok: Research. International Center for Living Aquatic Resources Management, 1988. p.587.

OSTINI, S.; PEREIRA, O. Criação experimental de *Crassostrea gigas* em gaiolas piramidais e lanternas, no Litoral Norte de São Paulo. **Bol. Inst. Pesca**, v.23, n. único, p.69-77. 1997.

OSTINI, S.; POLI, R. C. A Situação do cultivo de moluscos no Brasil. In: CULTIVO DE MOLUSCOS EN AMERICA LATINA, 1990, Bogotá. **Anais...** Bogotá: Red Regional de Entidades y Centros de Aquicultura de America Latina, 1990. p.137-170.

PAYNE, A. I.; RIDGWAY, J.; HAMER, J. L. The influence of salt (NaCl) concentration and temperature on the growth of *Oreochomis spirulus spirulus*, *O. mossambicus* and red tilapia hybrid. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE, 2., 1988, Bangkok and Manila. **Proceedings...** Bangkok: International Center for Living Aquatic Resources Management, 1988. p.481-487.

PAULA, E. J.; PEREIRA, R. T. L.; OSTINI, S. Experimental culture of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) from Philippines in Sao Paulo litoral. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO de FICOLOGIA, 4., 1996, Caxambu. **Resumes...** p.162.

PERSCHBACHER, W. P.; MCGEACHIN, B. R. Salinity tolerance of red tilapia fry, juveniles and adult. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE, 2., 1988, Bangkok and Manila. **Proceedings...** Bangkok: International Center for Living Aquatic Resources Management. 1988. p.415-419.

POPPER, D.; LICHATOWICH, T. Preliminary success in predator control of *Tilapia mossambica*. **Aquaculture**, v.5, p.213-214, 1975.

RUST, M. B.; WICKLUND, R. I.; OLLA, B. L. Environmental potential for saltwater cage culture of the Florida red hybrid tilapia along the northeast coast of Haiti. In: ANNUAL GULF AND CARIBBEAN FISHERIES INSTITUTE, 40., 1991, Curaçao. **Proceedings...** Curaçao of the Netherland Antilles: Caribbean Fisheries Institute, 1991. p.382-397.

SMITH, J. S.; WATANABE, W. O.; CHAN, J. R.; ERMST, D. H.; WICKLUND, I. R.; OLLA, L. B. Hatchery production of Florida red tilapia seed in brackishwater tanks: The influence of broodstock age. **Aquacult. Fish. Manage.**, v.22, n.2, p.141-146, 1991.

STICKNEY, R. R. Tilapia tolerance of saline waters: A review. **Progr. Fish Cult.**, v.48, p.161-167, 1986.

TURINGAN, E. J.; KUBARYK, M. J. The effect of high salt diet on survival and hatchability of Taiwanese red tilapia (*Oreochomis mossambicus* x *Oreochomis niloticus*) eggs upon direct transfer to seawater. **Aquaculture**, v.92. n. esp., p.220, 1992.

VILLEGAS, T. C. Evaluation of the salinity tolerance of *Oreochomis mossambicus*, *O. niloticus* and their F₁ hybrids. **Aquaculture**, v.85, p.281-292, 1990.

WANG, Z. An experimental study on culture of the red tilapia in seawater. **J. Ocean. Huanghai Bohai seas Huangbohai Haiyang**. v.7, n.2, p.47-52, 1988.

WARDOYO, E. S. **Effects of different salinity level and acclimatation regimes on survival, growth, and reproduction of three strains of tilapia nilotica and a red tilapia nilotica hybrid.** 1988. 77f. Thesis (Aquaculture PhD) - Auburn University, Auburn, 1988.

WATANABE, W. O.; WICKLUND, I. R.; OLLA, L. B. Saltwater culture of Florida red tilapia: A summary of research at the Caribbean Marine Research Center (1985-1991). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AQUACULTURE TECHNOLOGY AND INVESTMENT OPPORTUNITIES, 1., 1993, Riyadh. **Proceedings...** Riyadh: Ministry of Agriculture and Water, 1993. p.49-68.

WATANABE, W. O.; ELLINGSON, L. J.; WICKLUND, R. I.; OLLA, B. L. The effect of salinity on growth, food consumption and conversion in juveniles, monosex male Florida red tilapia. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE, 2., 1988, Bangkok and Manila. **Proceedings...** Bangkok: International Center for Living Aquatic Resources Management, 1988a. p.515-523.

WATANABE, W. O.; FRENCH, K. E.; ELLINGSON, L. J.; WICKLUND, R. I.; OLLA, B. L. Further investigations on the effect of salinity on growth in Florida red tilapia: Evidence for the influence of behavior. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE, 2., 1988, Bangkok and Manila. **Proceedings...** Bangkok: International Center for Living Aquatic Resources Management, 1988b. p.525-530.

WATANABE, W. O.; BURNETT, M. K.; OLLA, L. B.; WICKLUND, I. R. The effect of salinity on reproductive performance of Florida red tilapia. **J. World Aquacult. Soc.** v.20, p.223-239, 1989a.

WATANABE, W. O.; FRENCH, E. K.; ERNST, H. D.; OLLA, B. L.; WICKLUND, R. I. Salinity during early development influences growth and survival of Florida red tilapia in brackish and seawater. **J. World Aquacult. Soc.**, v.20, p.134-142, 1989b.

WATANABE, W. O.; CLARK, H. J.; DUNHAM, B. J.; WICKLUND, R. I.; OLLA, B. L.
Culture of Florida red tilapia in marine cages: the effect of stocking density and dietary protein on growth. **Aquaculture**, v.90, p.123-134, 1990.

WOHLFARTH, G. W.; HULATA G. Effects of dietary protein and energy on growth, feed conversion efficiency and body composition of *Tilapia aurea*. **Nutri.**, v.3, p.1001-1012, 1981

CAPÍTULO 2 - TOLERÂNCIA DE ALEVINOS DA TILÁPIA VERMELHA (*OREOCHROMIS SP.*) À TRANSFERÊNCIA DIRETA E GRADUAL PARA ÁGUA DO MAR.

RESUMO - Alevinos de tilápia vermelha foram transferidos diretamente da água doce (0‰) para água do mar (35‰), e também submetidos a dois diferentes sistemas gradativos de aclimação: aumento gradual de salinidade em 5‰ a cada dia e, aumentos de 5‰ a cada dois dias. O estudo foi conduzido no Setor de Carcinicultura do Centro de Aqüicultura da Universidade Estadual Paulista (CAUNESP), Jaboticabal, SP. Três diferentes tamanhos de alevinos de tilápia vermelha foram testados: tratamento 1 - animais com $18,50 \pm 1,2$ mm; tratamento 2 - $49,33 \pm 4,45$ mm; tratamento 3 - $71,97 \pm 5,7$ mm respectivamente. Grupos de 10 animais ($n = 3$) de cada classe de tamanho foram transferidos diretamente da água doce para água do mar em aquários de 10 litros, aerados, e mantidos a 26°C e com salinidade de 35‰. A mortalidade foi avaliada em intervalos de 15 minutos. Para aclimação gradativa, 25 animais por parcela ($n = 3$) foram mantidos em tanques cilíndrico-cônicos de 100 L equipados com filtro mecânico de 40 L com substrato de conchas marinhas. Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia, sendo a temperatura, salinidade e mortalidade avaliadas diariamente. Os experimentos tiveram duração de 20 dias cada, e 20% dos indivíduos sobreviventes foram submetidos à biometria. Os dados foram analisados segundo delineamento fatorial 3 x 2. Os resultados demonstraram não haver sobrevivência da tilápia vermelha, quando transferida diretamente da água doce para a água do mar, para todos os tamanhos estudados. Os sistemas de aclimação demonstram a viabilidade de aclimação gradativa de alevinos de tilápia vermelha em todos os tamanhos testados, porém, a maior taxa de sobrevivência foi obtida com alevinos com comprimento padrão médio $\geq 49,3$ mm e aumento de salinidade de $5\text{‰}\cdot\text{dia}^{-1}$. Os animais apresentaram melhores condições corporais quando aclimados mais lentamente ($5\text{‰}\cdot 2\text{ dias}^{-1}$).

Palavra-Chave: aclimação, água do mar, tilápia vermelha, tolerância

TOLERANCE OF RED TILAPIA FINGERLINGS (*OREOCHROMIS SP.*) TO DIRECT AND GRADUAL TRANSFER TO SEAWATER.

ABSTRACT – Red tilapia fingerlings were either directly transferred from freshwater to sea water (35‰) and also submitted to two different systems of gradual acclimation: daily increasing of 5‰ and the same gradual increment every two days. The study was set up at the Freshwater Prawn Laboratory, classes Aquaculture Center of the UNESP, Jaboticabal, SP. Three different size of red tilapia fingerlings were used: Trial 1 – 18.5 ± 1.2 mm, Trial 2 - 49.33 ± 4.45 mm and Trial 3 – 71.9 ± 5.7 mm, respectively. Groups of 10 animals ($n = 3$) of each class were directly transferred to sea water in 10 L aquarium and maintained at 26°C, 35‰ salinity, and mortality were recorded every 15 minutes. For the gradual acclimation, 25 fish per parcel ($n = 3$) of each treatment were stocked in 100 L, conic-cylindrical tanks equipped with mechanical filter (40 L) made out of marine shell substrate. Fish were fed twice a day and water salinity and temperature and mortality were recorded every day. The experiment lasted for 20 days, 20% of the remained fish were weighed and data were analyzed through a 3 x 2 factorial. Results show that the tolerance of red tilapia to direct transfer to sea water increases with size until a certain extent, and that viability of a gradual acclimation to marine water as satisfactory for all tested class sizes but better survival rates were obtained with fingerlings measuring ≥ 49.3 mm total length, with a daily increase in salinity of 5‰. Better condition factor was presented by animals acclimated with 5‰ increase every two days.

Key-words: acclimacion, red tilapia, seawater, tolerance

1. Introdução

Algumas tilápias primitivas habitaram águas marinhas (VILLEGAS, 1990) e caracteristicamente, o grupo apresenta alto grau de eurialinidade. Muitas espécies adaptam-se a uma grande amplitude de salinidade, enquanto outras são restritas à água doce ou de baixa salinidade (CHERVINSKI, 1961; CHERVINSKI & ZORN, 1974).

Os limites de tolerância destas espécies variam consideravelmente, tendo sido observados diferentes limites para a mesma espécie (CHERVINSKI & HERING, 1973; OSBORNE, 1979). Estas diferenças podem ser atribuídas às diferentes linhagens. Entretanto, não são apenas os fatores genéticos que afetam a tolerância à salinidade em tilápia.

Para muitas espécies de tilápias a idade ou o tamanho do peixe também influenciam na resistência à transferência para água do mar (WATANABE et al., 1985; WATANABE et al., 1990b). Apesar de resultados apontarem para variações específicas em relação à tolerância à salinidade com a idade, Watanabe et al. (1985) e Villegas (1990) sugerem que tais variações estão mais relacionadas ao tamanho do corpo do que à idade cronológica.

A tolerância das tilápias à alta salinidade também depende dos diferentes métodos de aclimação, sendo os métodos gradativos mais efetivos (LOTAN, 1960; CHERVINSKI & HERING, 1973; AL-AMOUDI, 1987; PERSCHBACHER & McGEACHIN, 1988). Hopkins et al. (1989) citam que um aumento de 5‰ de salinidade por dia, foi mais efetivo para a adaptação de *O. spilurus* à salinidade da água do mar. Procedimento idêntico também foi utilizado para aclimar a tilápia vermelha da Flórida (*O. mossambicus* x *O. urolepis hornorum*), por Watanabe et al. (1988).

Na última década, inúmeros programas de pesquisa sobre produção intensiva de tilápias em água salgada foram iniciados em diversos países, com o objetivo de implantar criações comerciais em áreas costeiras. A alta capacidade de crescimento e excelente conversão alimentar, em água do mar, tem

demonstrado a adequabilidade das tilápias vermelhas para a criação em água salgada (WATANABE et al., 1988; ERNST et al., 1989); não sendo, entretanto, conhecidos os limites de tolerância à água salgada para as linhagens já introduzidas no Brasil. Neste sentido, o presente estudo teve por objetivo avaliar a tolerância de alevinos de tilápia vermelha da Flórida, em diferentes tamanhos, para transferência direta e gradual à água do mar.

2. Material e Métodos

2.1. Origem e Acondicionamento dos Animais.

O presente trabalho foi conduzido de junho a agosto de 1998, no Setor de Carcinicultura do Centro de Aqüicultura da Universidade Estadual Paulista (CAUNESP), Jaboticabal, Estado de São Paulo, Brasil, através de dois ensaios experimentais

Alevinos de tilápia vermelha produzidos em água doce, sexualmente revertidas e com $18,0 \pm 0,12$ mm e $0,10 \pm 0,02$ g de comprimento padrão e peso médio respectivamente, foram adquiridos de uma piscicultura comercial da Região Nordeste do país. Os peixes foram mantidos em tanques de fibrocimento de 1000 L, providos de filtro biológico interno (20 L), aeração contínua, temperatura controlada entre 26 e 28°C por aquecedores acoplados a termostatos e, sob condições naturais de fotoperíodo. Foram alimentados duas vezes ao dia com ração comercial granulada contendo 28% de proteína bruta.

2.2. Procedimentos Experimentais

Três diferentes tamanhos de alevinos ($T_1 - 18,5 \pm 1,2$ mm para o tratamento 1; $T_2 - 49,3 \pm 4,4$ mm para o tratamento 2 e $T_3 - 72,0 \pm 5,7$ mm para o tratamento 3.) foram transferidos diretamente da água doce (0‰) para água do mar (35‰), e também submetidos a dois sistemas gradativos de aclimação..

2.2.1. Transferência Direta

Grupos de 10 animais, com três repetições para cada tamanho médio, foram diretamente transferidos da água doce (0‰) para aquários (10 L) contendo água do mar. (35‰), aerada e temperatura de 26°C. O controle da mortalidade foi realizado a cada 15 minutos e os dados foram representados graficamente.

2.2.2. Transferência Gradual

Grupos de 25 animais, com três repetições para cada tamanho médio, foram submetidos, simultaneamente, a dois tratamentos de aclimação: A_1 - aumento de 5‰ a cada 24 horas completando a aclimação em 7 dias e A_2 - aumento de 5‰ a cada 48 horas completando a aclimação em 14 dias.

Em cada tratamento foram utilizadas seis unidades de aclimação. Cada unidade foi composta por um tanque de manutenção dos animais, acoplado a um filtro mecânico, ambos construídos de fibra de vidro de coloração preta, formato cilíndrico cônico e volume útil de 120 e 40 L respectivamente. O filtro foi preenchido com conchas marinhas até a altura de 40 cm a partir de uma placa de fibra de vidro perfurada apoiada na base do cone. A circulação da água entre os componentes do sistema foi realizada pelo princípio dos vasos comunicantes, complementada por "air-lift".

O aumento gradual da salinidade foi obtido pela substituição de volumes adequados da água das unidades experimentais por água do mar natural (35‰). Mesmo tendo se completado a aclimação, os animais permaneceram nas unidades até o 20º dia após o início da experimentação. Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia com ração comercial granulada, com 28% de proteína bruta. No início e ao final de cada ensaio, 20% dos animais de cada unidade experimental foram medidos o comprimento padrão (mm) e o peso (0,01 g).

Diariamente registrou-se temperatura, salinidade e mortalidade das unidades experimentais. Concentrações de nitrogênio amoniacal, nitrito e oxigênio dissolvido, bem como pH, foram monitorados a cada 5 (cinco) dias para todos os ensaios.

As aclimações graduais foram analisadas através das taxas de sobrevivência, e do fator de condição calculado a partir dos dados pareados de peso e comprimento, no início do experimento (água doce) e ao final de cada aclimação. O coeficiente b da fórmula é o coeficiente angular da reta de regressão para os dados logaritimizadas de comprimento e peso, e dado pela fórmula: - Fator de condição = peso (g) / comprimento (cm)^b

Um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (3 x 2) foi utilizado para definir se o tamanho de alevino mais adequado à transferência para água do mar dependia do método de aclimação a ser utilizado. As avaliações estatísticas foram realizadas através de análises de variância pelo teste F e a comparação de médias, em caso de significância, foram analisadas pelo teste de Tukey-Kramer, ao nível de 5% de probabilidade (BANZATO & KRONKA, 1995).

3. Resultados e Discussão

3.1. Transferência Direta

Os resultados de sobrevivência dos diferentes tamanhos de alevinos quando transferidos diretamente da água doce para água do mar estão representados na Figura 01.

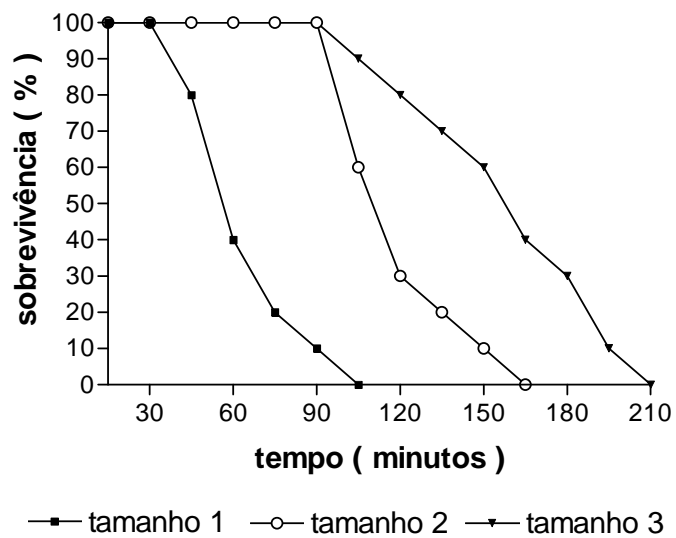


Figura 01 - Sobrevivência da tilápia vermelha quando transferida diretamente da água doce (0 ‰) para água do mar total (35 ‰).

Observa-se que para os animais de menor tamanho ($T_1 - 18,5 \pm 1,2$ mm) a mortalidade foi iniciada aos 30 minutos após serem lançados em água do mar e foi total aos 105 minutos. Para os animais de tamanho intermediário ($T_2 - 49,3 \pm 4,4$

mm) a mortalidade foi iniciada aos 90 minutos e foi total aos 165 minutos e, para os animais de maior porte ($T_3 = 72,0 \pm 5,7$ mm) a mortalidade foi iniciada aos 90 minutos e foi total aos 210 minutos após transferência para água do mar, não havendo, portanto, sobrevivência de alevinos em todos os ensaios, o que nos leva a concluir que todos os tamanhos de alevinos testados não toleram a transferência diretamente da água doce para do mar.

Variações ontogênicas da tolerância à salinidade têm sido observadas em várias espécies de tilápias (CHERVINSKI, 1982). Watanabe et al. (1985) observaram que *O. niloticus* apresenta baixa tolerância à salinidades até 45 dias após a eclosão e um máximo de tolerância aos 150 dias de idade. A tilápia vermelha da Flórida aumenta a tolerância à água salgada a partir dos 40 dias após a eclosão (WATANABE et al., 1990b), enquanto a progênie híbrida de fêmeas *O. mossambicus* e machos *O. niloticus* aumenta a tolerância a partir do 7º dia (WATANABE et al., 1985). Enquanto estes resultados apontam para variações intra-específicas no aumento da tolerância a salinidades com a idade, Watanabe et al. (1985) e Villegas (1990) demonstraram que os tamanhos corporais têm maior efeito sobre os índices de tolerância do que a idade. Entretanto, não é esperado que a tolerância à salinidade aumente indefinidamente com a idade. *O. niloticus* atinge o máximo de tolerância para um tamanho corporal de 51,7 mm, sendo que em maiores tamanhos não aumenta o nível da tolerância a salinidades (WATANABE et al., 1985).

3.2. Transferência Gradual

A temperatura média das unidades experimentais para todos os ensaios de aumento gradual de salinidade, variou entre 26,6 e 28,9°C, e os aumentos médios diários da salinidade estão representados na Figura 02.

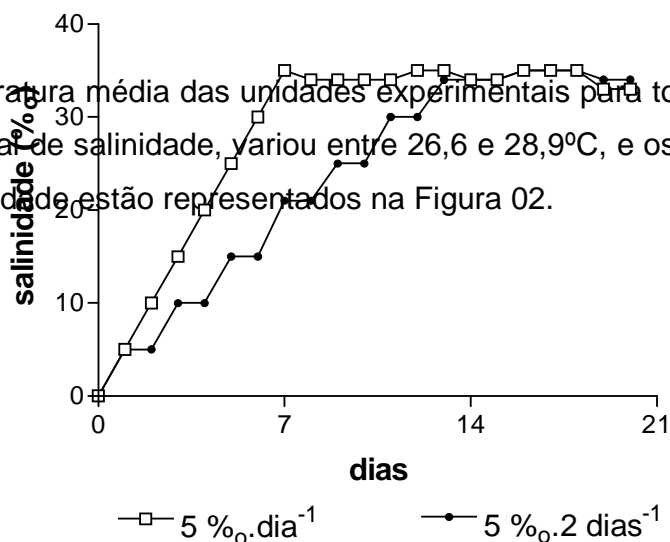


Figura 02 – Aumentos graduais de salinidade em tanques de aclimação de tilápia vermelha.

As concentrações de amônia total (N-NH₃), nitrito (N-NO₂), oxigênio dissolvido (O₂D) e pH variaram de 0,00 a 0,556 mg.L⁻¹; 0,002 a 0,817 mg.L⁻¹; 3,00 a 8,1 mg.L⁻¹ e 7,5 a 9,1, respectivamente. Estas variações estão dentro do conforto ambiental recomendado para a grande maioria das tilápias (COCHE, 1982, CASTAGNOLLI & CYRINO, 1986).

Os resultados da análise de variância e do teste de comparação de médias, relacionados à sobrevivência dos diferentes tamanhos de alevinos, submetidos a aclimações graduais para água do mar, em três repetições, são apresentados na Tabela 01 e estão representados na Figura 03.

TABELA 01 – Valor de F e coeficiente de variação da análise estatística das taxas de sobrevivência observadas em três diferentes tamanhos de alevinos de tilápia vermelha submetidos a dois sistemas de aclimação e três repetições.

Estatística	G.L.	Sobrevivência (%)
F tamanho	2	62,54 **
F aclimação	1	4,92 *
F tamanho x aclimação	2	1,00 ^{NS}
Resíduo	12	
Total	17	
C.V. (%)		3,69

Os resultados demonstram efeitos significativos ($P < 0,01$) para tamanhos, e método de aclimação ($P < 0,05$), não apresentando, entretanto, diferenças estatisticamente significativas para a interação entre tamanho e aclimação. Entre os tamanhos médios testados, não foram observadas diferenças significativas entre as médias dos tratamentos T_2 e T_3 (98,00 e 98,67%), sendo estes significativamente maiores ($P < 0,05$) que T_1 (79,33%), (Figura 03). Tais resultados confirmam a possibilidade de aclimação gradativa de alevinos de tilápia vermelha em todos os tamanhos testados, embora os resultados mais favoráveis são obtidos com alevinos de tamanho médio $\geq 49,33$ mm de comprimento padrão, reiterando as observações de Watanabe et al. (1990b).

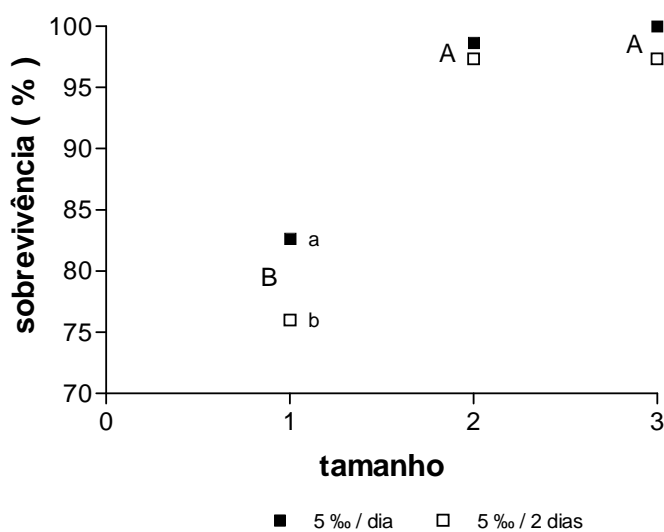


Figura 03 - Sobrevivência de três diferentes tamanhos de alevinos de tilápia vermelha aclimados à 5‰ / dia e 5‰ / 2 dias, e criadas por 20 dias em água do mar recirculada.

Fatores diferenciais como: instalações, linhagens etc. à parte, os resultados obtidos neste experimento foram muito semelhantes aos 95,5 a 98,2% de sobrevivência encontrada por Ernst et al. (1989), e pouco superiores aos 93,5% encontrados por Watanabe et al. (1990b) para alevinos de tilápia vermelha.

Os resultados da análise de variância e do teste de comparação de médias, relacionados ao fator de condição dos diferentes tamanhos de alevinos em água doce, e submetidos a aclimações graduais para água do mar, em três repetições, são apresentados na Tabela 02 e estão representados na Figura 04. Demonstram diferenças estatísticas ($P < 0,01$) entre os animais quando em água doce e após aclimados à água salgada, sendo as médias dos fatores de condição dos animais aclimados à água do mar significativamente superiores às medias dos mesmos animais quando em água doce, Na prática isto indica que todos os animais aclimados estariam, teoricamente, em melhores condições corporais do que quando estavam em água doce.

TABELA 02 – Valor de F e coeficiente de variação na análise estatística do fator de condição observado em três diferentes tamanhos de alevinos de tilápia vermelha submetidos a dois sistemas de aclimação com três repetições e testemunha (água doce).

Fontes de Variação	G.L.	fator de condição
F água doce x água salgada	1	47,06 **
F tamanho	2	200,26 **
F aclimação	1	281,81 **
F tamanho x aclimação	2	140,31 **
Resíduo	14	
Total	20	
C.V. (%)		6,01

Foram também observadas diferenças significativas ($P < 0,01$) para tamanho, método de aclimação ($p < 0,01$) e ainda, para a interação entre tamanho e aclimação ($P < 0,01$).

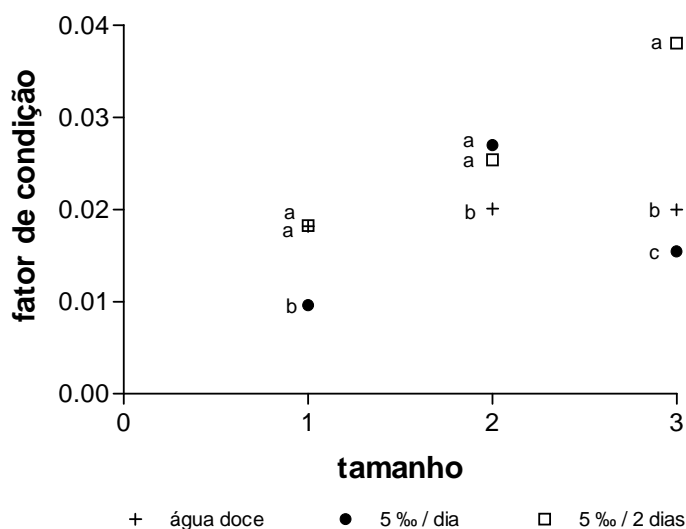


Figura 04 – Fator de condição de três diferentes tamanhos de alevinos de tilápia vermelha aclimados à 5 ‰ / dia e 5 ‰ / 2 dias, e criadas por 20 dias em água do mar recirculada.

Pela Figura 04 observa-se que para o menor tamanho (T_1 - $18,5 \pm 1,2$ mm) não houve diferença significativa entre as médias dos animais quando estavam em água doce e a média dos animais aclimados pelo método mais lento (aumento de 5‰ a cada 48 horas). Entretanto, os animais aclimados mais rapidamente (aumento de 5‰ a cada 24 horas) apresentaram-se em piores condições quando comparados com o controle. Para o tamanho médio (T_2 - $49,3 \pm 4,4$ mm), não foram observadas diferenças significativas entre as médias das aclimações, todavia, estas apresentaram fatores de condição significativamente maiores do que quando estavam em água doce. Já para o maior tamanho (T_3 - $72,0 \pm 5,7$ mm), foram observadas diferenças significativas entre as médias de todas as situações testadas. Observa-se, ainda, que a média do fator de condição dos animais aclimados mais lentamente (A_2) foram bastante superiores à média dos fatores de condição dos animais aclimados mais rapidamente (A_1) ou de quando ainda estavam em água doce.

Tais resultados nos permitem concluir que, apesar do método de aclimação mais rápido (A_1) apresentar médias de sobrevivências significativamente maiores

que A₂, os animais aclimados mais lentamente chegaram ao final do período experimental, tericamente, em melhores condições corporais

4. Agradecimentos

Ao CAUNESP, Centro de Aqüicultura da Universidade Estadual Paulista, onde foram executados os ensaios deste trabalho e particularmente ao Prof. Dr. Wagner Cotroni Valente por permitir o uso das instalações do Laboratório de Carcinicultura, sem as quais não seria possível a realização deste experimento.

5. Referências

AL-AMOUDI, M. M. Acclimation of commercially cultured *Oreochromis* species to seawater – An experimental study. **Aquaculture**, v.65, p.333-342, 1987.

BANZATO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 247p.

CASTAGNOLLI, N.; CYRINO, E. J. **Piscicultura nos trópicos**. São Paulo: Editora Manole, 1986. 152 p.

CHERVINSKI, J. Laboratory experiments on the growth of *Tilapia nilotica* in various saline concentrations. **Bamidgeh**, v.13, p.8-13, 1961.

CHERVINSKI, J. Environmental physiology of tilapias. In: THE BIOLOGY AND CULTURE OF TILAPIAS, 1982, Manila. **Proceedings...** Manila: International Center for Living Aquatic Resources Management, 1982. p.119-128.

CHERVINSKI, J.; HERING, E. *Tilapia zillii* (Gervais) (Pices, Cichlidae) and it's adaptability to various saline conditions. **Aquaculture**, v.2, p.23-29, 1973.

CHERVINSKI, J.; ZORN, M. Note on growth of *Tilapia aurea* (Seindachner) and *Tilapia zillii* (Gervais) in seawater ponds. **Aquaculture**, v.4, p.249-255, 1974.

COCHE, A. Cage culture of tilapias. In: THE BIOLOGY AND CULTURE OF TILAPIAS, 1982, Manila. **Proceedings...** Manila: International Center for Living Aquatic Resources Management, 1982. p.205-246.

ERNST, D. H.; ELLINGSON, L. J.; OLLA, B. L.; WICKLUND, R. I.; WATANABE, W. O.; GROVER, J. J. Production of Florida red tilapia in sea water pools: nursery rearing with chicken manure and growout with prepared feed. **Aquaculture**, v.80, p.247-260, 1989.

HOPKINS, K.; RHIDA, M.; LECLERCQ, D.; AL-AMEERI, A. A.; AL-AHMAD, T. Screening tilapias for culture in seawater in Kuwait. **Aquacult. Fish Manage.**, v.20, p.389-397, 1989.

LOTAN, R. Adaptability of *Tilapia nilotica* to various saline conditions. **Bamidgeh**, v.12, p.96-100, 1960.

OSBORNE, T. S. Some aspects of salinity tolerances and subsequent growth of three tilapia species: *Sarotherodon aures*, *S. spirulus* and *Tilapia zillii*. **White Fish Authority**, Fisheries Development Project Field Report 48, Riyadh, Saudi Arabia, 1979.

PERSCHBACHER, P. W.; MCGEACHIN, R. B. Salinity tolerances of red hybrid tilapia fry, juveniles and adults. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE. 2., 1988, Bangkok and Manila. **Proceedings...** Bangkok: International Center for Living Aquatic Resources Management, 1988. p.415-419.

VILLEGAS, T. C. Evaluation of the salinity tolerance of *Oreochromis mossambicus*, *O. niloticus* and their F₁ hybrids. **Aquaculture**, v.85, p.281-292, 1990.

WATANABE, W. O.; KUO, C. M.; HUANG, M. C. The ontogeny of salinity tolerance in the tilapias *Oreochromis aureus*, *O. niloticus* and an *O. mossambicus* x *O. niloticus* hybrid, spawned and reared in freshwater. **Aquaculture**, v.47, p.353-367, 1985.

WATANABE, W. O.; ELLINGSON, L. J.; WICKLUND, R. I.; OLLA, B. L. The effect of salinity on growth, food consumption and conversion in juveniles, monosex male Florida red tilapia, In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE. 2., 1988, Bangkok and Manila. **Proceedings...** Bangkok: International Center for Living Aquatic Resources Management, 1988. p.515-523.

WATANABE, W. O.; CLARK, J. H.; DUNHAM, J. B.; WICKLUND, R. I.; OLLA, B. I. Production of fingerling Florida red tilapia (*T. hornorum* x *T. mossambica*) in floating marine cages. **Progr. Fish Cult.**, v.52, n.3, p.158-161, 1990a.

WATANABE, W. O.; ELLINGSON, L. J.; OLLA, B. L.; ERNST, D. H.; WICKLUND, R. I. Salinity tolerance and seawater survival vary ontogenetically in Florida red tilapia. **Aquaculture**, v.87, p.311-321, 1990b.

CAPÍTULO 3 - SOBREVIVÊNCIA E DESEMPENHO DE ALEVINOS DE TILÁPIA VERMELHA (*OREOCHROMIS SP*) E “CHITRALADA” (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) ACLIMADOS GRADATIVAMENTE EM ÁGUA DO MAR RECIRCULADA.

RESUMO – A sobrevivência e o desempenho de alevinos de tilápias vermelha (*Oreochromis sp*) e chitralada (*O. niloticus*) submetidos à aclimação gradual para água do mar foi avaliada no Núcleo de Pesca e Aqüicultura do Litoral Norte – Instituto de Pesca - Ubatuba, SP – Brasil, durante 28 dias. Alevinos de tilápias vermelha (1,77 g) e de tilápias “chitralada” (2,41 g) foram mantidos em Quatro tanques circulares com volume de 10 m³ cada, em sistema de recirculação. O tratamento da água foi realizado por filtros mecânicos auto-limpantes e de pressão, com substrato de carvão ativado. A aeração foi promovida por um concentrador de oxigênio, sendo a incorporação de gás realizada por um tubo de “Venturi”. Aumento médio diário de 2,14‰ de salinidade foram utilizados no processo de aclimação. Temperatura, teor de oxigênio e salinidade da água variaram entre 19,0 a 23,5°C, 5,2 a 7,8 mg.L⁻¹ e 5 a 35‰, respectivamente durante o período experimental. Os peixes foram alimentados seis vezes ao dia com ração farelada (56% PB). No início do experimento e a cada sete dias, 50 peixes de cada tanque foram anestesiados e pesados (0,1 g). Os dados obtidos permitiram calcular: Taxa de Sobrevivência (%); Ganho de Peso Diário (g.dia⁻¹); Consumo Alimentar (% PV.dia⁻¹) e Conversão Alimentar Aparente (peso úmido * peso seco⁻¹), que foram analisado em DIC com parcelas subdivididas no tempo e as possíveis diferenças de médias determinadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados obtidos evidenciaram que ambas linhagens de tilápias testadas foram tolerantes à aclimação gradativa à água do mar, apresentando altas taxas de sobrevivência. A tilápia vermelha apresentou melhor taxa de crescimento do que a tilápia chitralada. A baixa temperatura da água pode ter reduzido o crescimento das duas linhagens de tilápias testadas.

Palavras-Chave: aclimação, água do mar, tilápia nilótica, tilápia vermelha

SURVIVAL AND PERFORMANCE OF RED TILAPIA (*OREOCHROMIS SP*) AND CHITRALADA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) FINGERLINGS TO GRADUAL ACLIMACION IN A SEA WATER RECIRCULED.

ABSTRACT - Survival and performance of red tilapia (*Oreochromis sp*) and *O. niloticus*, "Chitralada" strain submeeted to gradual acclimation to sea water were evaluated during 28 days at the North Litoral laboratory of Fisheries and Aquaculture of Instituto de Pesca, Ubatuba. In the experiment 3,660 red tilapia fingerling (1.7 g average body weight) and 3,082 Nile tilapia, "Chitralada strain", (2.41 g average body weight) were maintained in circular above-ground tanks, each one holding a volum of 10 m³ in a recirculation system. Water treatment was performed with a mechanic self-cleaning and a sand and activated coal filters. Aeration of experiemental pond water was supplied by an oxygen concentrator and the incorporation of O₂ to the water was released with a "Venturi" pipe. During the acclimation period there was a daily average increase in water salinity of around 2.14‰. Tank water temperature, salinity and dissolved oxygen were daily monitored and presented a variation between 19.0 to 23.0°C, 5.0 to 35‰ and 5.2 to 7.8 mg.L⁻¹ and fish were fed 6 times-a-day with a powder ration containing 56% crude protein. At the beginning of the experiment and every 7 days, 50 fish of each pond were anesthetized and wighed (1 g). Data obtained allowed to estimate survival rate (%), daily weight gain (g.day⁻¹), specific growth rate (daily body weight in increase in %), daily feed intake (% of body weight) and apparent food conversion ratio (wet weight.dry weight⁻¹). All these results have been analysed trough ANOVA and the existing differences in the performance were compared with the Tukey test at 5% probability level. Results has proven that both tilapia strains showed tolerance to gradual acclimation to sea water, presenting both high survival rates. Red tilapia presented better growth when compared with the "Chitralada" strain and the low water temperature during most part of the

experiment could be responsible for the relatively low growth rate shown by both tilapia strains.

Key-Words: acclimacion, Nile tilapia, red tilapia, sea water,

1. Introdução

As tilápias são peixes da família Cichlidae, originários da África, e introduzida em muitos países. São peixes tolerantes a uma ampla faixa de condições ambientais, têm bom crescimento e são relativamente fáceis de reproduzir e manejar (BURTON & BURTON, 1975; BALARIN & HATTON, 1979; PERSCHBACHER & MCGEACHIN, 1988). Em 1979, 100 espécies de tilápias tinham sido descritas na África (BALARIN & HATTON, 1979).

Embora considerados peixes continentais, a necessidade de ocupação das condições ambientais regionais motivou, particularmente os países com pouca disponibilidade de água doce, os pesquisadores a induzirem várias espécies a se adaptar a diferentes graus de salinidade. Este fato desencadeou pesquisas sobre a fisiologia, adaptabilidade e desempenho das varias espécies de tilápias na água doce, salobra e salgada (LIAO & CHANG, 1983; AL-AMOUDI, 1987; PRUNET & BORNANCIN, 1989).

Diferentes espécies de tilápias são capazes de crescer numa ampla variação de salinidade com desempenhos diferentes, muitas vezes até mesmo intra-específicos. A tolerância à salinidade de uma espécie de tilápia é afetada pela temperatura, método de aclimação e tamanho corporal (SURESH & LIN, 1992). Espécies como *O. macrochir* somente toleram água doce (BALARIN & HATTON, 1979), enquanto *O. mossambicus*, com aclimação gradativa, tolera concentrações de até 120‰ (WHITIFIELD & BLABER, 1979). Com efeito, em uma ampla revisão sobre o tema, Stickney (1986) menciona que a *Tilapia zillii*. e *O.*

mossambicus, embora não muito precoces, são as que apresentam a maior tolerância à salinidade da água. Assim, os indivíduos resultantes de cruzamentos que deram origem as tilápias vermelhas, que têm sempre um componente de inserção do genoma da *O. mossambicus* em sua formação, adaptam-se mais facilmente à salinidade da água do mar. Estes grupos se caracterizam geralmente por um bom desempenho e pelo fato de apresentar um sabor “marinado” o que aliado aos melhores preços de mercado, faz aumentar o interesse pela sua produção em água salgada.

Segundo Carneiro (1997), atualmente no Brasil, são produzidas as tilápias vermelhas da Flórida (*O. mossambicus* x *O. urolepis hornorum*) e a linhagem “Saint Peter®” que é uma tetra híbrida, originária de Israel, obtida do cruzamento entre as espécies *O. aureus*, *O. mossambicus*, *Sarotherodon galilaeus* e *O. niloticus*. Entretanto, não foram encontradas na literatura informações sobre a introdução destes híbridos no país. A tilápia nilótica (*O. niloticus*) da linhagem “Chitralada”, desenvolvida na Tailândia no Palácio Real de Chitrala, e na estação experimental do Asian Institute Technology (AIT), foi introduzida no Brasil em 1996 e têm apresentado bons resultados de desempenho (ZIMMERMAN, 2000).

Devido às múltiplas pressões do meio, entre as quais se destaca a poluição dos ecossistemas aquáticos marinhos e de água doce, a tendência tem sido a gradativa redução dos estoques naturais. A escassez de proteína será considerável neste século e a produção de alimento através da aquicultura deverá ter grande incremento. No Brasil, a produção de tilápias em água doce é bem maior devido ao maior respaldo tecnológico. Daí a necessidade de desenvolvimento de tecnologia para a ampliação da produção controlada nos ambientes marinhos. O objetivo deste estudo foi investigar a sobrevivência e o desempenho de duas linhagens de tilápias (vermelha e “chitralada”), já introduzidas no Brasil, quando aclimadas e mantidas em sistema de recirculação de água do mar.

2. Material e Métodos

O estudo foi conduzido no Laboratório de Maricultura Intensiva do Instituto de Pesca – Núcleo de Pesca e Aqüicultura do Litoral Norte – Enseada de Ubatuba (23° 32' S e 45° 04' W), Ubatuba, SP - Brasil, por um período de 28 dias (21/7 a 18/8 de 2001).

Foram utilizados 3660 alevinos de tilápia vermelha (*Oreochromis* sp.) descendentes de reprodutores oriundos de Honduras e Jamaica, com peso médio de 1,73 g, e 3082 alevinos da tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*), linhagem “Chitralada”, pesando em média 2,41 g, as duas linhagens foram produzidas em água doce e revertidas sexualmente para macho. Os alevinos foram adquiridos de uma piscicultura comercial da região Nordeste do país e transportados, via aérea, em bolsas plásticas contendo oxigênio e mantidos durante 5 dias antes do início do experimento em 4 tanques (dois para cada linhagem) a 5‰ de salinidade.

O experimento foi realizado em laboratório (200 m²) provido de sistema de recirculação de água, instalado em galpão de alvenaria. A unidade de aclimação foi composta de cinco tanques sendo quatro cilíndrico cônicos com 3,40 m de diâmetro e 1 m de altura, com um volume útil de 10 m³, elevados 0,60 m do solo, utilizados para manutenção dos animais, e um tanque de 2,85 m de diâmetro e 1,0 m de altura, volume útil de 5 m³, para estocagem da água; todos os tanques foram confeccionados de chapas de aço carbono galvanizadas, revestidas por laminado de PVC preta de 0,8 mm de espessura.

A unidade de tratamento e recomposição da água foi composta por filtro mecânico autolimpante, com 70 micra de abertura de malha, atuando na remoção dos sólidos, e um segundo filtro de pressão contendo carvão ativado como elemento filtrante, atuando na denitrificação. A circulação da água entre os componentes do sistema foi garantida por conjunto moto-bomba e a aeração foi promovida por um concentrador de oxigênio e gerador de ozônio com capacidade de 350 g de oxigênio.h⁻¹ e 7 g de ozônio.h⁻¹, respectivamente, sendo a incorporação de gases realizada por um conjunto composto por um tubo de

“Venturi” e uma torre de dissolução de gases. Não foram controlados a temperatura e fotoperíodo.

O aumento gradual da salinidade foi obtido pela substituição de volumes adequados da água das unidades experimentais por água do mar natural (com salinidade de 35‰), recalcada com uma bomba submersa instalada a 3 m de profundidade. Terminada a aclimação, os animais permaneceram nas unidades até o 28º dia após a instalação do experimento (quatro semanas). A partir do 14º dia, quando foi atingida a salinidade da água do mar, 30% do total de água salgada do sistema era renovada diariamente.

Os peixes foram alimentados seis vezes ao dia com ração comercial farelada com 56% de proteína bruta. Diariamente, (8:00 e 16:00) foram registrados temperatura, oxigênio dissolvido, salinidade, mortalidade e consumo de alimento dos peixes nas unidades experimentais.

Para avaliações do ganho de peso, os peixes foram capturados com puçás, anestesiados com benzocaína (1 g em 20 L de água), e pesados individualmente, em balança eletrônica digital (0,01 g) no início do período experimental, e depois aos 7, 14, 21 e 28 dias do período experimental. Foram calculados:

Ganho de Peso Diário: $GPD (g.dia^{-1}) = [biomassa\ final\ (g) - biomassa\ inicial\ (g)] / n^{\circ}\ de\ dias\ experimentais;$

Consumo de Alimento: $CA\ (\% PV.dia^{-1}) = 100 \times [consumo\ médio\ diário\ (g) / biomassa\ média\ do\ período\ (g)];$

Conversão Alimentar Aparente: $CAA\ (peso\ seco.peso\ úmido^{-1}) = [consumo\ total\ de\ alimento\ (g) / ganho\ de\ peso\ no\ período\ (g)].$

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas no tempo, tendo duas espécies como parcelas, quatro avaliações como subparcelas e 2 repetições. As avaliações estatísticas do

experimento foram realizadas através das análises de variância pelo teste F e a comparação de médias pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (BANZATO & KRONKA, 1995).

3. Resultados e Discussão

As médias diárias de variações de temperatura e oxigênio dissolvido da água dos tanques durante o período experimental foram de 19,6 a 23,5°C e 5,2 a 7,8 mg.L⁻¹, não tendo apresentado diferenças significativas entre os tanques para os parâmetros analisados. O oxigênio dissolvido manteve-se acima do teor ideal para as tilápias, que é de 3,0 mg.L⁻¹ (COCHE, 1982), e sempre próximo à saturação que ao nível do mar, na salinidade de 35 ‰ e 23°C é por volta do 6,8 mg.L⁻¹.

A média diária do aumento de salinidade dos quatro tanques experimentais esta representada na Figura 01.

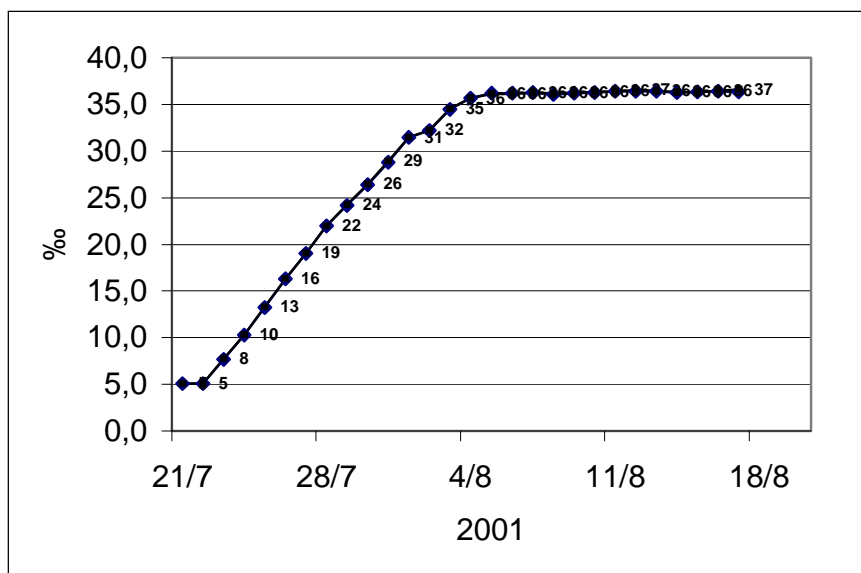


Figura 01 - Aumento médio gradativo da salinidade da água dos tanques estocados com tilápias acimadas e mantidas em sistema de recirculação de água salgada por 28 dias.

O processo de salinização teve a duração de 14 dias, o que corresponde a um aumento médio diário de salinidade de $2,14\%.\text{dia}^{-1}$. A tolerância das tilápias a altas salinidades é manifestada pelos diferentes métodos de aclimação. O mais comumente utilizado é a aclimação com aumentos graduais de $5\%.\text{dia}^{-1}$ (WATANABE et al., 1988; HOPKINS et al., 1989). Entretanto, trabalhando com tilápia vermelha, Ostini et. al. (1998), apesar de encontrarem diferença estatisticamente significativa para sobrevivência, em diferentes tamanhos de alevinos, em favor dos animais aclimados com aumentos $5\%.\text{dia}^{-1}$ em relação aos animais aclimados com aumentos médios de $2,5\%.\text{dia}^{-1}$, também observaram que o Fator de Condição foi sempre maior para os animais aclimados mais lentamente, o que indica uma melhor condição corporal destes animais.

Os resultados da análise de variância de: sobrevivência, peso final, ganho de peso diário, consumo de alimento e conversão alimentar aparente para alevinos de tilápia vermelha criados durante 84 dias, em diferentes densidades de estocagem, são apresentados na Tabela 01.

TABELA 01 –Valores de F e coeficientes de variação obtidos nas análises de variância de: sobrevivência, peso, G.P.D, C.A. e C.A.A. da tilápia vermelha e Chitralada aclimadas e mantidas por 28 dias em sistema de recirculação de água do mar (2 tratamentos; 2 repetições e 4 avaliações).

Fonte de Variação	GL	Valor de F				
		Sobr.	Peso	G.P.D.	C.A.	C.A.A.
Linhagem	1	0,13 ^{NS}	0,87 ^{NS}	4,50 ^{NS}	1,75 ^{NS}	7,80 ^{**}
Resíduo a	2					
Parcela	3					
Tempo	3	9,69 ^{**}	328,65 ^{**}	103,02 ^{**}	224,32 ^{**}	17,87 ^{**}
Interação	3	0,68 ^{NS}	5,39 ^{NS}	41,20 ^{**}	1,75 ^{NS}	7,80 ^{**}
Resíduo b	11					
Total	15					
CV (%)		0,92	4,16	11,33	7,49	28,01

Ao final do experimento (28º dia) a sobrevivência média entre os tratamentos variou de 93,12 a 97,25% (Figura 01). Não foi observado efeito significativo da linhagem e mesmo da interação linhagem x tempo na sobrevivência dos alevinos.

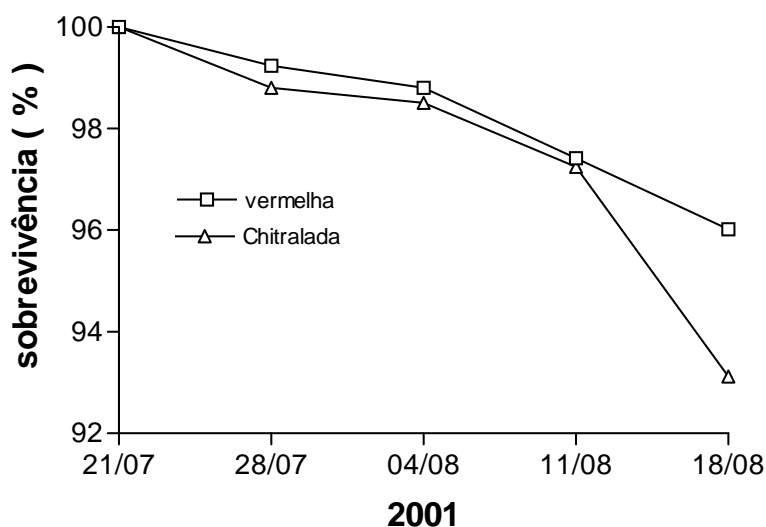


Fig 01 – Sobrevivência de alevinos de tilápia vermelha e Chitralada aclimadas e criadas em sistema de recirculação de água do mar por 28 dias.

As taxas de sobrevivência foram bastante altas para ambas as linhagens com resultados muito semelhantes aos 95,5 a 98,2% de sobrevivência observada por Ernst et al. (1989) para alevinos de tilápia vermelha da Flórida, aos 93,5% encontrados por Watanabe et al. (1990). Foram ainda superiores aos 86,6% obtidos por Cruz & Ridha (1989) para *O. spilurus*. Para a linhagem “Chitralada” esta sobrevivência pode ser considerada bastante satisfatória, uma vez que a literatura, de modo geral, a tem caracterizado, quando em linhagem pura, como espécie pouco tolerante a altas salinidades (PAYNE, 1983; VILLEGAS, 1990). Tais resultados evidenciam o acerto metodológico de aclimação, e manutenção da qualidade ambiental.

O peso médio final entre os tratamentos variou de 5,68 a 5,73g (Figura 02) não tendo sido observado efeito significativo da linhagem sobre o peso médio, e mesmo da interação linhagem x peso. Considerando que no início do experimento a média de peso da tilápia vermelha era significativamente menor ($P < 0,05$) em comparação com a Tilápia “Chitralada” (Tabela A – apêndice), pode-se inferir que a tilápia vermelha, ainda que em maior densidade de estocagem ($183 \text{ alevinos.m}^{-3}$ vs $154 \text{ alevinos.m}^{-3}$ para “Chitralada”) apresentou maior taxa de crescimento que a Chitralada.

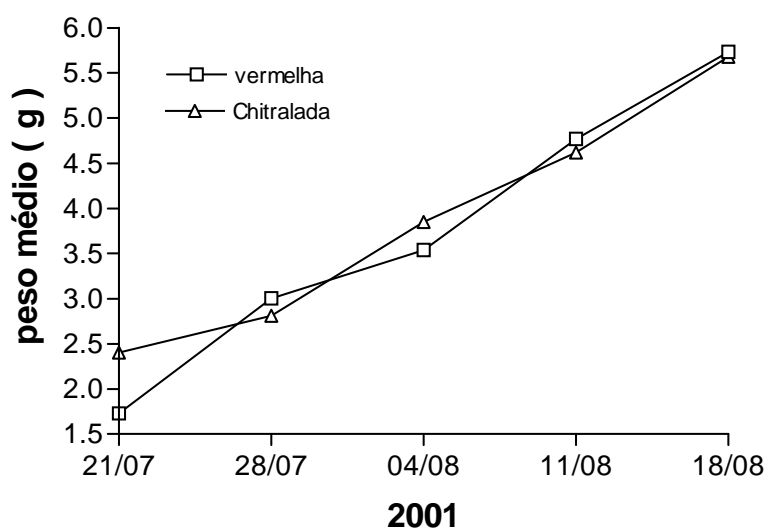


Fig 02 – Aumento de peso médio de alevinos de tilápia vermelha e Chitralada aclimadas e criadas em sistema de recirculação de água do mar por 28 dias.

O Ganho de Peso Diário (GPD), no 28º dia experimental, variou de 0,14 a 0,15 g.dia^{-1} (Figura 03). Não sendo observado efeito significativo da linhagem no parâmetro estudado. Diferença significativa ($P < 0,01$) foi observada para a interação linhagem x tempo. No 7º dia experimental (28/07/01), a tilápia vermelha apresentou média de GPD significativamente ($P < 0,05$) maior que a linhagem Chitralada. No 14º dia (04/08/01) efeito inverso foi observado, a linhagem Chitralada apresentou GPD significativamente ($P < 0,05$) maior que a tilápia

vermelha (Tabela A - Apêndice) Tais resultados podem ter sido ocasionados pelo método de amostragem utilizado nas avaliações (puçás), condicionando capturas não representativas da população.

Ao final do período, o consumo médio de alimento variou de 7,26 a 8,20% PV.dia⁻¹ (Figura 4). Efeito não significativo da linhagem sobre o consumo de alimento (C.A.) foi observado, não apresentando, também, significância no efeito da interação linhagem x tempo (Tabela A - apêndice).

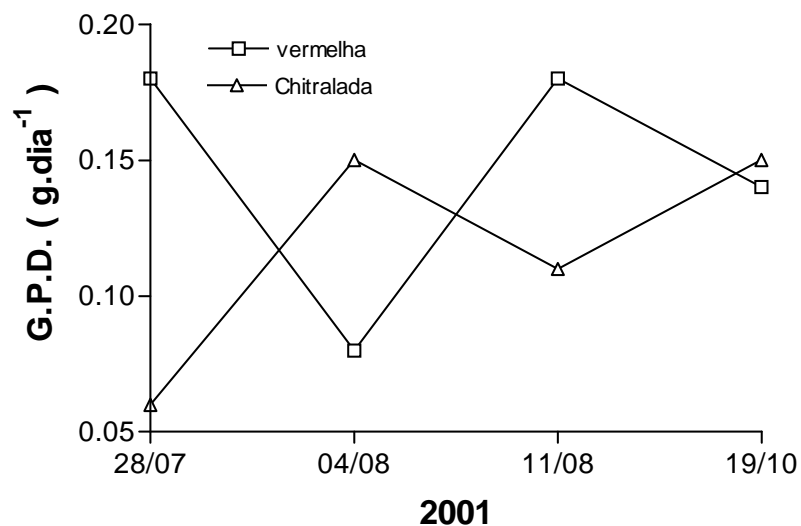


Fig 03 – Ganho de peso diário de alevinos de tilápia vermelha e Chitralada aclimadas e criadas em sistema de recirculação de água do mar por 28 dias.

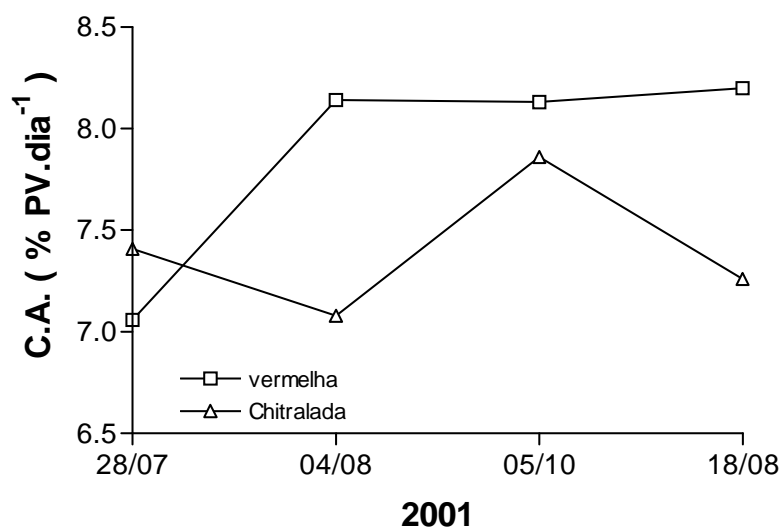


Fig 04 – Consumo de alimento de alevinos de tilápia vermelha e Chitralada aclimadas e criadas em sistema de recirculação de água do mar por 28 dias.

A Conversão Alimentar Aparente (C.A.A.) ao final do experimento variou de 3,33 a 3,43:1 (Figura 5), tendo sido observado efeito significativo ($P < 0,01$) da linhagem sobre o parâmetro estudado e também para interação linhagem x tempo,. No 7º dia (28/07/01) a média do CAA da tilápia vermelha foi significativamente menor em relação à média da Chitralada; entretanto no 14º dia (04/08/01) a significância se inverteu.

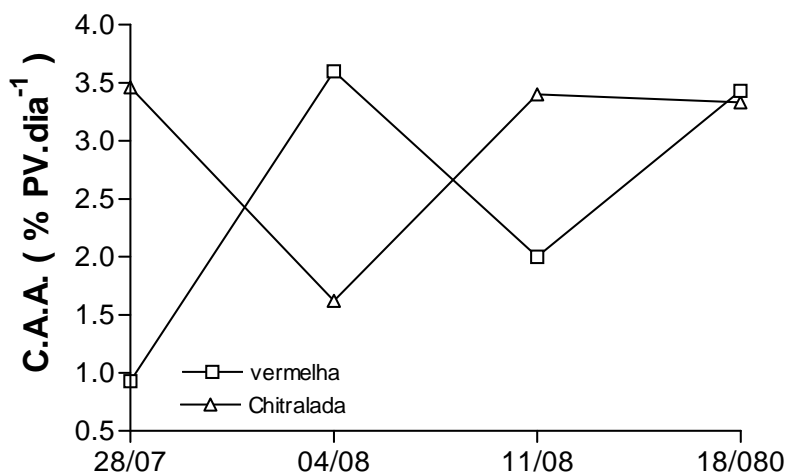


Fig 05 – Conversão alimentar aparente de alevinos de tilápia vermelha e Chitralada aclimadas e criadas em sistema de recirculação de água do mar por 28 dias.

Os resultados de 0,14 a 0,15 g.dia⁻¹; 7,26 a 8,20 %PV.dia⁻¹; 3,33 a 3,43:1 para GPD, CA, CAA, respectivamente, obtidos neste ensaio são menos favoráveis que os resultados encontrados para tilápia vermelha da Flórida por Watanabe et al. (1990), (0,41 g.dia⁻¹; 7,94 %PV.dia⁻¹ e 1,27;1) que trabalhou em tanques-rede de 1 m³ em salinidade de 35 a 38‰ e temperatura variando entre 27 e 32°C. Ernst et al. (1989), trabalhando em tanques circulares de 23 m³ com salinidade de 37 ‰ e temperaturas de 27 a 29°C, obtiveram resultados mais favoráveis para GPD (0,51 g.dia⁻¹) e menos favoráveis para CA (30 a 11%PV.dia⁻¹) e CAA (2,0 a 3,9:1), quando comparados aos resultados obtidos neste experimento.

O baixo desempenho das linhagens testadas neste experimento, provavelmente, pode estar associado aos valores de temperatura que permaneceram, durante todo o período, abaixo da faixa de conforto térmico para as tilápias de 26 a 28°C (CASTAGNOLLI & CYRINO, 1986). Segundo Chervinski (1982) a alimentação das tilápias é bastante reduzida por volta dos 20°C e para completamente em valores próximos a 16°C. A temperatura é um fator muito importante na aquicultura, pois influencia diretamente nos processos fisiológicos e por conseqüência no crescimento e desempenho dos organismos aquáticos.

Entretanto, os resultados finais dos parâmetros analisados demonstraram ser muito semelhante a resposta adaptativa das tilápias vermelha e “Chitralada”, durante o período de 28 dias em que foram transferidas da água doce para a água do mar

4. Conclusões

Os dados obtidos neste experimento nos permitem concluir: as duas linhagens de tilápias testadas foram tolerantes à aclimação gradativa à água do mar apresentando alta sobrevivência; a tilápia Vermelha apresentou maior taxa de crescimento (4,00g) do que a tilápia “Chitralada” (3,28g); a baixa temperatura pode ter reduzido o crescimento das duas linhagens de tilápias testadas.

5. Agradecimentos

À FUNDAÇÃO DE AMPARO A PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO – FAPESP, pelo apoio financeiro concedido, viabilizando a execução deste trabalho. A CASTAGNOLLI AQUICULTURA pela elaboração do projeto e montagem do laboratório de recirculação. À SUPRA-ALISUL ALIMENTOS S A. pela doação das rações. A AQUAMALTA pela cessão dos alevinos de tilápias. Ao NUCLEO DE PESCA E AQUICULTURA DO LITORAL NORTE – INSTITUTO DE PESCA – S.A.A., onde foram executados os ensaios.

6. Referências

- AL-AMOUDI, M. M. Acclimation of commercially cultured *Oreochromis* species to sea water – An experimental study. **Aquaculture**, v.65, p.333–342, 1987.
- BALARIN, J. D.; HATTON, J. P. **Tilapia: a guide to their biology and culture in Africa**. Stirling: University of Stirling, 1979. 174p.
- BANZATO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 247p.
- BURTON, M.; BURTON, R. Tilapia. In: BPC **Encyclopaedia of fish**. BPC Publishing, 1975. p.229-230.
- CARNEIRO, P. C. F. **Produção de tilápias vermelhas da Flórida em tanques rede em represa rural**. 1997. 75p. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista, 1997.
- CASTAGNOLLI, N.; CYRINO, E. J. **Piscicultura nos trópicos**. São Paulo: Editora Manole, 1986. 152p.

CHERVINSKI, J. Environmental physiology of tilapias. In: THE BIOLOGY AND CULTURE OF TILAPIAS, 1982, Manila. **Proceedings...** Manila: International Center for Living Aquatic Resources Management, 1982. p.119-128.

COCHE, A. Cage culture of tilapias, In: THE BIOLOGY AND CULTURE OF TILAPIAS, 1982, Manila. **Proceedings...** Manila: International Center for Living Aquatic Resources Management, 1982. p.205-246.

CRUZ, E. M.; RHIDA, M. Preliminary study on the production of the tilapia, *Oreochromis spirulus* (Gunther), cultured in seawater cages. **Aquacult. Fish Manage.**, v.20, p.381-388, 1989.

ERNST, D. H.; ELLINGSON, L. J.; OLLA, B. L.; WICKLUND, R. I.; WATANABE, W. O.; GROVER, J. J. Production of Florida red tilapia in seawater pools: nursery rearing with chicken manure and growout with prepared feed. **Aquaculture**, v.80, p.247-260, 1989.

HOPKINS, K.; RHIDA, M.; LECLERCQ, D.; AL-AMEERI, A. A.; AL-AHMAD, T. Screening tilapias for culture in seawater in Kuwait. **Aquacult. Fish Manage.**, v.20, p.389-397, 1989.

LIAO, I.; CHANG, S. Studies on feasibility on red tilapia culture in saline water. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE 1., 1983, Nazareth. **Proceedings...** Nazareth: Tel Aviv University. 1983. p.524-533.

OSTINI, S.; FRASCA-SCORVO, C. M. D.; CARRÃO CASTAGNOLLI, M.; CASTAGNOLLI, N. Tolerance of the red tilapia fingerlings (*Oreochromis* sp) with different lengths to direct and gradual transfer to seawater. Submitted for publication, 1998.

PAYNE, A. I. Estuarine and salt-tolerant tilapias. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE 1., 1983, Nazareth. **Proceedings...** Nazareth: Tel Aviv University, 1983. p.534-543.

PERSCHBACHER, P. W.; MCGEACHIN, R. B. Salinity tolerances of red hybrid tilapia fry, juveniles and adults. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE 2., 1988, Bangkok. **Proceedings...** Bangkok: International Center for Living Aquatic Resources Management, 1988. p.415-419.

PRUNET, P.; BORNANCIN, M. Physiology of salinity tolerance in tilapia: an update of basic and applied aspects. **Aquat. Living Res.**, v.2, p.91-97, 1989.

STICKNEY, R. R. Tilapia tolerance of saline waters: a review. **Progr. Fish Cult.**, v.48, p.161-167, 1986.

SURESH, A. V.; LIN, C. K. Tilapia culture in saline waters: a review. **Aquaculture**, v.106, p.201-226, 1992.

VILLEGAS, T. C. Evaluation of the salinity tolerance of *Oreochromis mossambicus*, *O. niloticus* and their F₁ hybrids. **Aquaculture**, v.85, p.281-292, 1990.

WATANABE, W. O.; ELLINGSON, L. J.; WICKLUND, R. I.; OLLA, B. L. The effect of salinity on growth, food consumption and conversion in juveniles, monosex male Florida red tilapia. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE 2., 1988, Bangkok and Manila. **Proceedings...** Bangkok: International Center for Living Aquatic Resources Management, 1988. p.515-523.

WATANABE, W. O.; FRENCH, E. K.; ERNST, H. D.; OLLA, B. L.; WICKLUND, R. I. Salinity during early development influences growth and survival of Florida red tilapia in brackish and seawater. **J. World Aquacult. Soc.**, v.20, p.134-142, 1989.

WATANABE, W. O.; CLARK, J. H.; DUNHAM, J. B.; WICKLUND, R. I.; OLLA, B. I. Production of fingerling Florida red tilapia (*T. hornorum* x *T. mossambica*) in floating marine cages. **Progr. Fish Cult.**, v.52, n.3, p.158-161, 1990.

WHITFIELD, A. K.; BLABER, S. J. M. The distribution of the freshwater cichlid *Sarotherodon mossambicus* in estuarine systems. **Environ. Biol. Fish.**, v.4, p.77-81, 1979.

ZIMMERMANN, S. Observações no crescimento de Tilápias nilóticas (*Oreochomis niloticus*) da linhagem Chitralada em dois sistemas de cultivo e três temperaturas. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE 5., 2000, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro: World Aquaculture Society, 2000. v.2, p.323-327.

APÊNDICE

TABELA A - Sobrevivências, pesos médios, ganhos de peso diário (G.P.D.), consumo de alimento (C.A.) e conversão alimentar aparente (C.A.A.) de alevinos de tilápia vermelha e chitralada aclimados e criados por 28 dias em sistema de recirculação de água do mar. Os dados expressam a média de 2 repetições e 5 avaliações durante o período experimental¹.

		2001						
Variáveis		21/jul	28/jul	4/ago	11/ago	18/ago	Geral	
Sobrevivência (%)	vermelha	100,00	99,24	98,80	97,42	97,25	98,249	
	chitralada	100,00	98,80	98,51	97,25	93,12	97,945	
	Geral	100,00	99,02	98,62	97,33	94,57		
Peso Médio (grama)	vermelha	1,73	b 3,00	3,54	b 4,77	5,73	3,754	
	chitralada	2,40	a 2,81	3,85	a 4,62	5,68	3,871	
	Geral	2,07	E 2,90	D 3,69	C 4,69	B 5,71	A	
G.P.D. (grama.dia ⁻¹)	vermelha	0,00	0,18	a 0,08	b 0,18	0,14	0,114	
	chitralada	0,00	0,06	b 0,15	a 0,11	0,15	0,094	
	Geral	0,00	C 0,12	AB 0,11	B 0,14	A 0,14	A	
C.A. (% do peso vivo.dia ⁻¹)	vermelha	0,00	7,06	8,14	8,13	8,20	6,375	
	chitralada	0,00	7,41	7,08	7,86	7,26	5,922	
	Geral	0,00	B 7,24	A 7,61	A 7,99	A 7,73	A	
C.A.A. (peso seco.peso úmido ⁻¹)	vermelha	0,00	0,93	a 3,60	b 2,00	3,43	1,993	
	chitralada	0,00	3,46	b 1,62	a 3,40	3,33	2,364	
	Geral	0,00	B 2,20	A 2,61	A 2,70	A 3,38	A	

1 - letras diferentes entre as médias, diferenciam os tratamentos pelo teste de Tukey (P < 0,05).

CAPÍTULO 4 – DESENVOLVIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DE ALEVINOS DA TILÁPIA VERMELHA (*Oreochromis sp*) CRIADOS EM RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA DO MAR, COM DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM

RESUMO - O efeito de diferentes densidades de estocagem no crescimento da tilápia vermelha (*Oreochromis sp*) em sistema de recirculação de água do mar foi investigado no Núcleo de Pesca e Aqüicultura do Litoral Norte - Instituto de Pesca - Ubatuba, SP, Brasil. Alevinos nascidos e sexualmente revertidos em água doce foram aclimados à água do mar com aumentos médios diários de 2,14‰ de salinidade e transferidos com peso médio de 6,44 g para as densidades de 50, 100, 200 e 400 animais por m³, em tanques-rede de 0,43 m³ de volume e malha de PVC com 5 mm entre-nos, montados dentro de três tanques cilíndrico-cônicos de 10 m³ cada, O tratamento da água foi realizado por filtros mecânico autolimpantes e de pressão com substrato de carvão ativado. A aeração foi promovida por um concentrador de oxigênio, sendo a incorporação do gás realizada por um tubo de “Venturi”. O experimento foi realizado em três repetições sendo mantidas as condições normais de temperatura e fotoperíodo. Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia, com ração extrusada (32% PB). Diariamente, foram registrados temperatura, oxigênio e salinidade da água, que variaram entre 21 a 23°C, 6,0 a 8,7 mg.L⁻¹, e 36,3 a 37,6‰, respectivamente. No início do experimento e a cada 15 dias, 20% dos peixes de cada parcela foram pesados (0,01 g). Os dados obtidos possibilitaram calcular: GPD – Ganho de Peso Diário (1,20 a 0,78 g), CA – Consumo de Alimento (3,16 a 2,98% PV.dia⁻¹), CAA – Conversão Alimentar Aparente (1,58 a 2,04 peso úmido.peso seco⁻¹). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, composto de quatro tratamentos e três repetições. A análise estatística dos resultados foi através do teste de F e as possíveis diferenças de médias analisadas pelo teste

de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultado permitiram concluir: elevadas densidades de estocagem não reduziram a taxa de sobrevivência de juvenis da tilápia vermelha; a baixa temperatura durante a maior parte do experimento pode ter influenciado negativamente o crescimento dos peixes; densidades maiores do que 400 animais.m⁻³ devem ser testadas para a produção de juvenis de tilápia vermelha em escala comercial, em sistemas de recirculação semelhantes.

Palavras-Chave: água do mar, densidade de estocagem, tilápia vermelha, produção de juvenis

DEVELOPMENT AND SURVIVAL OF RED TILAPIA FINGERLINGS (*Oreochromis sp*) STOCKED AT DIFFERENT DENSITY IN A SEAWATER RECIRCULATION SYSTEM

ABSTRACT - The influence of different stocking densities on the growth of Florida red tilapia (*Oreochromis sp*) was studied in a marine water recirculation system at the North Littoral Intensive Mariculture Laboratory of Instituto de Pesca, Ubatuba SP, Brazil. Fingerling hatched and sex reverted to male in fresh water, were acclimated to marine water at an daily increasing rate of 3‰ water salinity. Fish have was transferred to 0.43 m³ cages of PVC mesh size 0.5 x 0.5 cm, inside three circular tanks. Each tank with 10 m³ holded four cages, each one with a different stocking density of 50, 100, 200 and 400 fish.m⁻³. The water quality of the system was maintained with the help of a stainless-steel self cleaning and a sand and coal filters; aeration was provided by an oxygen concentration unit and the incorporation of gaseous into the water was set up with a “venturi” pipe. The experiment was set up under normal photoperiod and temperature conditions. Fish were fed twice-a-day, at 08:00 a.m. and 04:00 p.m with an extruded, 5 mm pelleted

ration, 32% Crude Protein. Water temperature, dissolved oxygen and water salinity were also monitored in a daily basis and ranged within 21 to 23°C, 6.0 to 8.7 mg.L⁻¹, 36.3 to 37.6‰, respectively. At the beginning of the experiment and at every 15 days, 20% of the stocked fish in each cage were sampled and weighed (0.01 g). Recorded data allowed the estimation of DWG – Daily Weight Gain, DFC – Daily Food Consumption, FCR - Food Conversion Ratio, that were analyzed through ANOVA and “T” test at P < 0.05, applied to the average parameter record in which significant difference had been detected. Results show that: higher fish densities not improved survival rates of red tilapia fingerlings; low water temperature in the tanks may be reduced fish growth sticking; densities higher than 400 fish will be tested for commercial production of juvenile tilapia under similar environmental conditions.

Key-Words: density, red tilapia, seawater juvenile production

1. Introdução

A maricultura é uma alternativa atraente e potencialmente importante para aumentar a produção de peixes. Entretanto, como no Brasil, em muitos países o desenvolvimento da piscicultura marinha tem sido retardada pelas dificuldades técnicas relacionadas com a reprodução induzida, e também, com a produção de alimento vivo para o cultivo larval.

Embora, o cultivo de tilápias estivesse limitado à água doce e salobra de baixa salinidade, o alto grau de tolerância ao sal apresentado por certas espécies tem estimulado pesquisas sobre sua criação em águas salobras de alta salinidade e em sistemas marinhos. Na última década, inúmeros programas de pesquisa sobre cultivo intensivo dessas tilápias, em água salgada, foram iniciados em diversos países, com o objetivo de implantar criações comerciais em áreas

costeiras com limitados recursos de água doce ou em países onde a piscicultura marinha encontra-se pouco desenvolvida.

Dentre as tilápias, as linhagens vermelhas híbridas têm apresentado maior desempenho produtivo no ambiente marinho (LIAO & CHANG, 1983; MERIWETHER et al., 1984) bem como boa aceitação no mercado, uma vez que, além do sabor “marinado” têm uma semelhança bastante grande com o “vermelho” (*Lutjanus sp*) e “pargo” (*Chrysophrys sp*), duas espécies marinhas muito apreciadas. O aumento na taxa de crescimento com a elevação da salinidade, segundo Watanabe (1988), é atribuído ao maior consumo de alimento e menor índice de conversão alimentar, proporcionado por esses ambientes, potencializados pelo efeito inibitório da agressão territorial (encontros agonísticos), que são reduzidos em ambientes de maiores salinidades.

O crescimento de alevinos de tilápia vermelha vem sendo realizado empregando-se técnicas de criação adequadas a cada ambiente costeiro. São utilizadas cercadas, no ambiente estuarino (MORISSENS et al.,1988); tanques circulares (CLARK et al., 1990a), de alto fluxo (ERNST et al., 1989) e de recirculação (WATANABE et al., 1993) na planície costeira e tanques-rede, em ambientes marinhos e dentro de viveiros costeiros (CLARK et al.,1990b; WATANABE et al., 1990a).

Elevadas densidades de cultivo (35 a 600 animais.m⁻³.tanque⁻¹), alimento preparado de baixo nível protéico (20%), alta sobrevivência (acima de 95%), ganho de peso diário de até 3,4 g e conversão alimentar de 1,8, são fatores que levaram estes investigadores a aceitarem como zootecnicamente viáveis o cultivo da tilápia vermelha em água salgada.

Entretanto, nenhum estudo sobre densidades de cultivo da tilápia vermelha, em sistema intensivo de recirculação de água, foi encontrado na literatura. Em vista disto, o presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes densidades de estocagem na criação da tilápia vermelha (*Oreochromis sp.*), com vistas a delinear as condições adequadas de povoamento para a produção comercial de juvenis em sistema de recirculação de água do mar.

2. Material e Métodos

2.1. Origem dos Animais e Aclimação à Água do Mar

Alevinos de tilápia vermelha (*Oreochromis sp*) com peso médio de 1,73 g, descendentes de reprodutores oriundos de Honduras e Jamaica, produzidos em água doce e revertidos sexualmente para machos, foram adquiridos de uma piscicultura comercial da região Nordeste do país, transportados via aérea em bolsas plásticas contendo oxigênio e mantidos por cinco dias, em dois tanques cilíndrico-cônicos com 3,40 m de diâmetro e 1,00 m de altura (10 m³), em sistema de recirculação de água, à salinidade de 5 ‰. Foi então iniciado o processo de aclimação à água do mar (35 ‰) com aumentos médios graduais de salinidade de 2,14‰.dia⁻¹. Nesta fase, os animais foram alimentados seis vezes ao dia com ração farelada com 56 %de PB. A partir do 14^o dia, já com o sistema preenchido com água do mar, 30% desta era renovada diariamente, Os animais permaneceram, nestas condições, até o 28^o dia após o início da aclimação.

2.2. Procedimentos Experimentais

O experimento foi conduzido em laboratório com recirculação de água, instalado em galpão de alvenaria (200 m²). O sistema era composto de quatro tanques, sendo três de 10 m³ elevados a 0,60 m do solo utilizados para manutenção dos animais, e um tanque de 2,85 m de diâmetro e 1,00 m de altura (5 m³) para estocagem e recirculação da água. Todos os tanques foram confeccionados de chapas de aço carbono galvanizado revestidas por laminado de PVC preto com 0,8 mm de espessura.

A unidade de tratamento e recomposição da água eram compostas por filtro mecânico autolimpante com 70 micra de abertura de malha atuando na remoção dos sólidos, e um segundo filtro de pressão (de piscina) contendo carvão ativado como elemento filtrante atuando na denitrificação. A circulação da água entre os componentes do sistema foi garantida por conjunto moto-bomba e a aeração, promovida por um concentrador de oxigênio e gerador de ozônio com capacidade de 350g de oxigênio.h⁻¹ e 7g de ozônio.h⁻¹ respectivamente. A incorporação destes gases foi realizada por um conjunto composto por um tubo de “Venturi” e uma torre de dissolução de gases.

Em cada um dos três tanques foram instalados quatro tanques-rede de PVC com 5mm de abertura malha, medindo 0,80 x 0,80 x 0,80 m (0,46 m³), que foram estocados nas densidades de 50, 100, 200 e 400 animais.m⁻³ com peso médio inicial de 6,44.g. Condições ambientais de temperatura e fotoperíodo não foram controlados. Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia com ração comercial extrusada com 32% de proteína bruta. Diariamente, registrou-se às 8h00m e 16h00m, a temperatura, oxigênio dissolvido, salinidade da água e o consumo de alimento e mortalidade dos peixes nas unidades experimentais.

Para avaliação do ganho de peso, 20% dos animais de cada unidade experimental foi capturado com auxílio de puçás, anestesiado com benzocaína (1 g em 20 L de água) e pesados, individualmente, em balança eletrônica digital (0,01 g) no início do período e depois a cada 15 dias.

A partir dos dados coletados foram calculados:

Ganho de Peso Diário: $GPD (g.dia^{-1}) = [biomassa\ final\ (g) - biomassa\ inicial\ (g)] / n^{\circ}\ de\ dias\ experimentais;$

Consumo de Alimento: $CA\ (\% PV.dia^{-1}) = 100 \times [consumo\ médio\ diário\ (g) / biomassa\ média\ do\ período\ (g)];$ Conversão Alimentar Aparente:

Conversão Alimentar Aparente: CAA (peso seco.peso úmido⁻¹) = [consumo total de alimento (g) / ganho de peso no período (g)].

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com parcelas subdivididas no tempo, tendo como parcelas as quatro densidades e, como subparcelas as sete avaliações no decorrer do experimento, com três repetições. As avaliações estatísticas foram feitas através das análises de variância pelo teste F e a comparação de médias, quando significativas, foi realizada pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (BANZATO & KRONKA, 1995).

3. Resultados e Discussão

A temperatura da água dos tanques durante a maior parte do período experimental variou entre 21 e 23°C, podendo ser considerada como relativamente baixa para tilápias, espécies de clima tropical cuja temperatura de conforto está entre os 26 e 28°C (CASTAGNOLLI & CYRINO, 1986). Segundo Chervinski (1982) a alimentação das tilápias é bastante reduzida por volta dos 20°C e cessa completamente em valores próximos a 16°C. A temperatura é um fator muito importante na aquicultura, pois influencia diretamente os processos fisiológicos e, por conseqüência, o crescimento e desempenho dos organismos aquáticos.

O oxigênio dissolvido na água variou de 6,0 a 8,7 mg.L⁻¹, níveis que podem ser considerados excelentes para criação de tilápias Coche (1982) recomenda 3,0 mg.L⁻¹ como nível mínimo de oxigênio dissolvido em água doce, abaixo do qual podem ocorrer efeitos adversos. Em tilápia vermelha da Flórida foi observada redução do apetite quando o nível de oxigênio se aproximou de 3 mg.L⁻¹, sugerindo a ocorrência de maior demanda de oxigênio das tilápias em água do mar que em água doce (CLARK et al., 1990b; WATANABE et al., 1990c).

A salinidade da água variou de 36,3 a 37,6‰ que, juntamente com os resultados de temperatura e oxigênio dissolvido demonstram a grande estabilidade ambiental mantida pelo sistema de recirculação durante todo o período experimental.

Os resultados da análise de variância de: sobrevivência, peso final, ganho de peso diário, consumo de alimento e conversão alimentar aparente para alevinos de tilápia vermelha criados durante 84 dias, em diferentes densidades de estocagem, são apresentados na Tabela 01.

TABELA 1 – Valores de F e coeficientes de variação obtidos nas análises de variância de: sobrevivência, peso, G.P.D, C.A. e C.A.A. da tilápia vermelha criada em sistema de recirculação de água do mar.durante 84 dias, a diferentes densidades de estocagem e em sete tempos de avaliação.

Estatística	G.L.	F				
		Sobr.	Peso	G.P.D.	C.A.	C.A.A.
Densidade	3	0,69 ^{NS}	0,36 ^{NS}	3,00 ^{NS}	3,45 ^{**}	1,24 ^{NS}
Resíduo a	8					
Parcela	11					
Tempo	6	11,23 ^{**}	668,64 ^{**}	38,21 ^{**}	218,69 ^{**}	15,92 ^{**}
Interação	18	0,68 ^{NS}	2,64 ^{**}	1,78 ^{NS}	1,02 ^{NS}	1,25 ^{NS}
Resíduo b	37					
Total	83					
C.V (%)		2,14	8,20	32,54	11,56	45,08

Ao final do experimento (84^o dia) a sobrevivência média entre os tratamentos variou de 89,86 (50 peixes.m⁻³) a 95,55% (400 peixes.m⁻³) (Figura 01). Não foi observado efeito significativo da densidade e mesmo da interação densidade x tempo na sobrevivência dos alevinos.

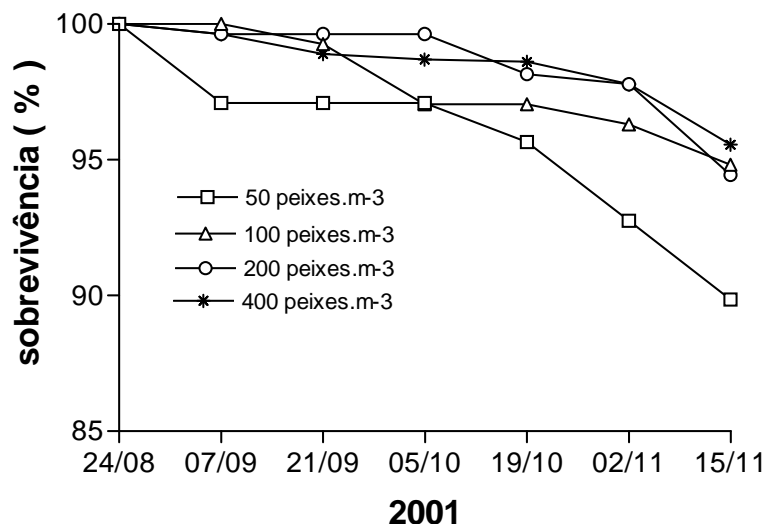


Figura 01 - Sobrevivência da tilápia vermelha criada em sistema de recirculação de água do mar.durante 84 dias, a diferentes densidades de estocagem

O peso médio final entre os tratamentos variou de 51,39 (100 peixes.m⁻³) a 61,97 g (50 peixes.m⁻³), (Figura 02) não tendo sido observado efeito significativo da densidade sobre o peso, embora diferença significativa ($P < 0,01$) tenha sido encontrada para a interação densidades x tempo. Apesar da significância observada na análise de variância não foi detectada diferença significativa entre as médias de peso nas diferentes avaliações do período experimental, (Tabela A - Apêndice).

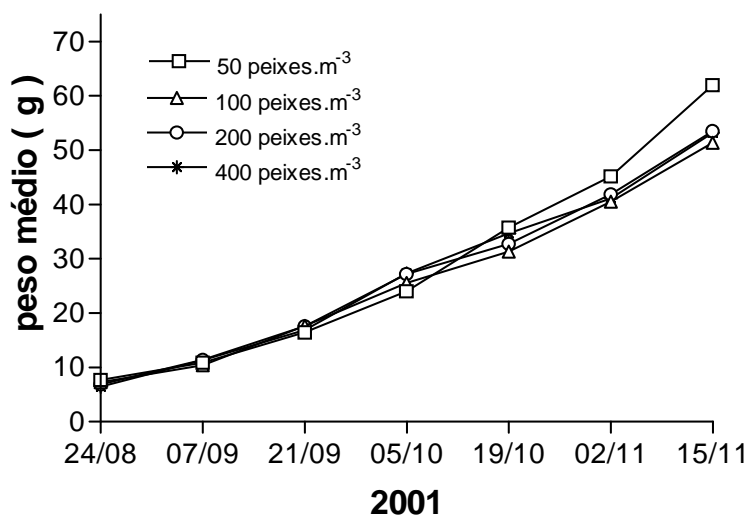


Figura 02 – Peso médio da tilápia vermelha criada em sistema de recirculação de água do mar.durante 84 dias, a diferentes densidades de estocagem

O Ganho de Peso Diário (GPD), no 84º dia experimental, variou de 0,70 (100 peixes.m⁻³) a 1,20 g.dia⁻¹ (50 peixes.m⁻³) (Figura 03). Não foi observado efeito significativo da densidade e mesmo da interação densidade x tempo para este parâmetro. Entretanto, no 14º dia experimental (07/09/01), a média de densidade de 400 peixes por m⁻³ apresentou diferença significativamente maior (P<0,05), para o GPD, que as médias das densidades de 50 animais.m⁻³ e 100 peixes.m⁻³ que não diferiram entre si, sendo a média das densidade de 200 peixes m⁻³ estatisticamente semelhante aos dois grupos. No 56º dia (19/10/01) as médias das densidades de 100 peixes.m⁻³ e 200 peixes m⁻³ não diferiram significativamente entre si, sendo as médias destas densidades, significativamente (P<0,05) maiores que as médias da menor densidade (50 animais.m⁻³). 400 peixes m⁻³ mostrou-se estatisticamente semelhante aos dois grupos. Estes resultados podem ter sido ocasionados pelo método de amostragem utilizado nas avaliações (puçás), condicionando capturas não representativas da população (Tabela A - Apêndice)

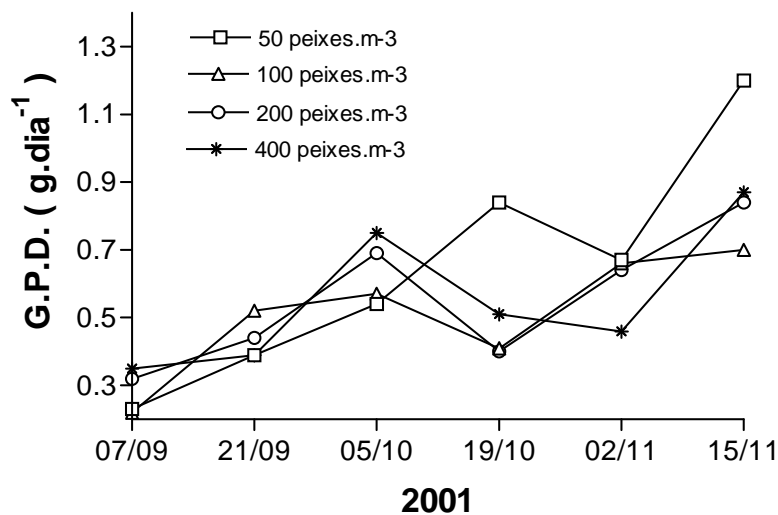


Figura 03 – Ganho de peso diário da tilápia vermelha criada em sistema de recirculação de água do mar.durante 84 dias, a diferentes densidades de estocagem

Ao final do período, o consumo médio de alimento variou de 2,98 (200 peixes.m⁻³) a 3,16% PV.dia⁻¹ (400 peixes.m⁻³) (Figura 4). Efeito significativo (P<0,01) da densidade sobre o consumo de alimento (C.A.) foi observado, não apresentando, entretanto, significância no efeito da interação densidade x tempo. Apesar da significância observada na análise de variância não foi detectada diferença significativa entre as médias para C.A. (Tabela A - Apêndice).

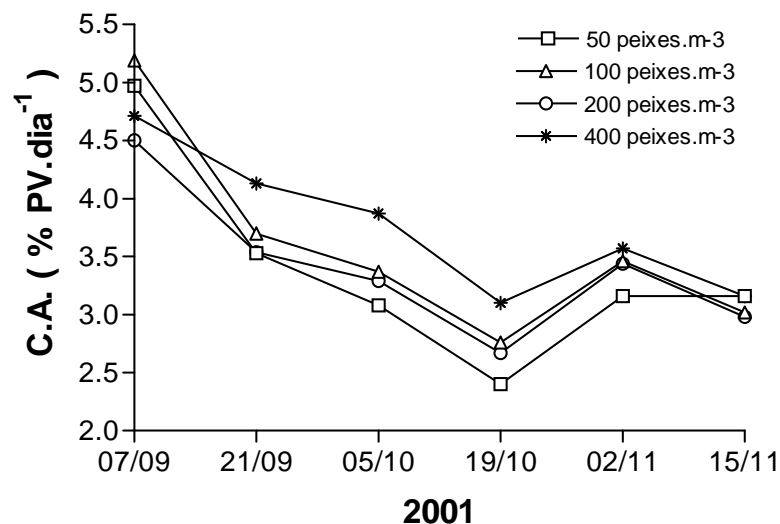


Figura 04 – Consumo de alimento da tilápia vermelha criada em sistema de recirculação de água do mar.durante 84 dias, a diferentes densidades de estocagem

A Conversão Alimentar Aparente (C.A.A.) variou de 1,58 (50 peixes.m⁻³) a 2,04:1 (200 peixes.m⁻³) (Figura 5). Não foi observado efeito significativo da densidade e mesmo da interação densidade x tempo na C.A.A. dos peixes.

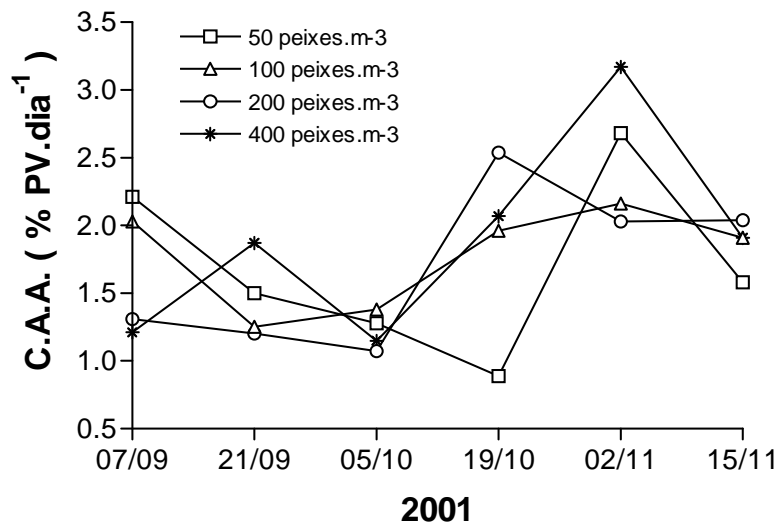


Figura 05 – Conversão alimentar aparente da tilápia vermelha criada em sistema de recirculação de água do mar.durante 84 dias, a diferentes densidades de estocagem.

Com base nestes resultados, pode-se auferir que a capacidade de sustentação do sistema não foi atingida, e que, densidades maiores que 400 animais.m⁻³ podem ser testadas para a produção de juvenis de tilápia vermelha em escala comercial, em sistemas de recirculação semelhantes.

Quando comparamos os resultados deste ensaio, dentro do mesmo tempo experimental e nas densidades de 100 e 200 animais.m⁻³, com os resultados encontrados por Watanabe et al. (1990a) trabalhando em elevadas temperaturas (29 a 31°C), verifica-se um maior desempenho em favor da tilápia vermelha da Flórida utilizada pelo referido autor, que obteve valores de 169,9 e 184,4 g; 98,5 e 98,4%; 1,92 e 2,09 g.dia⁻¹; e 1,86 e 1,73:1 de taxa de crescimento, sobrevivência, G.P.D., C.A. e C.A.A. respectivamente. Entretanto, Watanabe et al. (1989) verificaram que tilápias que são originadas e mantidas nos estágios iniciais em água salobra (18‰), quando criadas em águas oceânicas (35‰), sobrevivem e crescem mais do que tilápias que nasceram na água doce; fato que pode ter colaborado ao baixo desempenho da tilápia vermelha neste ensaio.

A tolerância a temperaturas pode ser modificada pela salinidade (KINNE, 1960 e 1963; PETER & BOYD, 1972; WHITFIELD & BLABER, 1976; STAUFFER, 1986), devido ao seu efeito interativo na osmorregulação (ALLANSON et al., 1971; TILNEY & HOCUTT, 1987). Watanabe et al. (1993) demonstraram que em diferentes salinidades (0‰ a 36‰) a taxa de crescimento de juvenis de tilápia vermelha aumentou com a elevação de temperatura, e foi marcadamente menor a 22°C do que a 27 e 32°C. Por outro lado, a necessidade de unidades térmicas, por grama de crescimento de peixe, também foi investigado no mesmo experimento, demonstrando que para todas as salinidades testadas a necessidade de UT sempre foi maior para temperatura menor, o que demonstra a natureza termofílica das tilápias. Considerando que os animais utilizados neste experimento tenham sido adquiridos de região bastante quente e, portanto, aclimatados a altas temperaturas, as baixas temperaturas durante a maior parte do experimento pode ter influenciado negativamente o crescimento dos peixes.

4. Conclusões

Os dados obtidos neste experimento nos permitem as seguintes conclusões; elevadas densidades de estocagem não reduziram a taxa de sobrevivência de juvenis da tilápia vermelha; a baixa temperatura durante a maior parte do experimento pode ter influenciado negativamente o crescimento dos peixes; densidades maiores do que 400 animais.m⁻³ devem ser testadas para a produção de juvenis de tilápia vermelha em escala comercial, em sistemas de recirculação semelhantes.

5. Agradecimentos

À FUNDAÇÃO DE AMPARO A PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO – FAPESP, pelo apoio financeiro concedido, viabilizando a execução deste trabalho. A CASTAGNOLLI AQUICULTURA pela elaboração do projeto e montagem do laboratório de recirculação. À SUPRA-ALISUL ALIMENTOS S A. pela doação das rações. A AQUAMALTA pela cessão dos alevinos de tilápias. Ao NÚCLEO DE PESCA E AQUICULTURA DO LITORAL NORTE – INSTITUTO DE PESCA – S.A.A., onde foram executados os ensaios.

6. Referências

ALLANSON, B. R.; BOK, A.; WYK, N. I. van The influence of exposure to low temperature on *Tilapia mossambica* Peters (Cichlidae). II. Changes in serum osmolarity, sodium and chloride ion concentrations. **Fish Biol.**, v.3, p.181-185, 1971.

BALARIN, J. D.; HALLER, R. D. The intensive culture of tilapia in tanks, raceways and cages. In: MUIR, J. F.; ROBERTS, R. J. (Ed.) **Recent advances in aquaculture**. Boulder: West View Press, 1982. p.267-335.

BANZATO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP. 1995. 247p.

CASTAGNOLLI, N.; CYRINO, E. J. **Piscicultura nos trópicos**. São Paulo: Editora Manole. 1986. 152p.

CHERVINSKI, J. Environmental physiology of tilapias. In: THE BIOLOGY AND CULTURE OF TILAPIAS, 1982, Manila. **Proceedings...** Manila: International Center for Living Aquatic Resources Management, 1982. p.119-128.

CLARK, A. E.; WATANABE, W. O.; OLLA, B. L.; WICKLUND, R. I. Growth, feed conversion and protein utilization of Florida red tilapia fed isocaloric diets with different protein levels in seawater pools. **Aquaculture**, v.87, p.75-85, 1990a.

CLARK, J. H.; WATANABE, W. O.; ERNST, H. D.; OLLA, B. L.; WICKLUND, R. Effect of feeding rate on growth and feed conversion of Florida red tilapia reared in floating marine cages. **J. World Aquacult. Soc.**, v.21, p.16-24, 1990b.

COCHE, A. Cage culture of tilapias. In: THE BIOLOGY AND CULTURE OF TILAPIAS, 1982, Manilla. **Proceedings...** Manila: International Center for Living Aquatic Resources Management, 1982. p.205-246.

ERNST, D. H.; ELLINGSON, L. J.; OLLA, B. L.; WICKLUND, R. I.; WATANABE, W. O.; GROVER, J. J. Production of Florida red tilapia in sea water pools:nursery rearing with chicken manure and growout with prepared feed. **Aquaculture**, v.80, p.247-260, 1989.

KINNE, O. Growth, food intake and food conversion in a euryplastic fish exposed to different temperatures and salinities. **Physiol. Zool.**, v.33, p.288-317, 1960.

KINNE, O. The effects of temperature and salinity on marine and brackishwater animals. **Oceanogr. Mar. Biol.** v.1, p.301-340, 1963.

LIAO, I. C.; CHANG, S. L. Studies on the feasibility of red tilapia culture in saline water. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE, 1983, Manilla. **Proceedings...** Manila: Tel Aviv University, 1983. p.524-533.

MERIWETHER II, F. H.; SCURA, E. D.; OKAMURA, W. Y. Cage culture of red tilapia in prawn and shrimps ponds. **J. World Aquacult. Soc.**, v.15, p.254-265, 1984.

MORISSENS, P.; TAUZES, P.; ROCHE, P.; AGLENGLO, C. Net pen rearing of *Oreochromis* spp. in the lagoon of Benin. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON

TILAPIA IN AQUACULTURE. 1988, Bangkok and Manilla. **Proceedings...** Bangkok: International Center for Living Aquatic Resources Management, 1988. p.587.

OSTINI, S.; FRASCA-SCORVO, C. M. D.; CARRÃO CASTAGNOLLI, M.; CASTAGNOLLI, N. Tolerância de alevinos da tilápia vermelha (*Oreochromis sp*) e "Chitralada (*Oreochromis niloticus*) aclimados gradativamente em um sistema de recirculação de água do mar. No prelo.

PETERS, D. S.; BOYD, M. T. The effect of temperature, salinity and availability of food on the feeding and growth of the hogchoker, *Trinectes maculatus* (Bloch & Schneider). **J. Exp. Mar. Biol.**, v.7, p.201-207, 1972.

STAUFFER Jr., J. R.; Effects of salinity on preferred and lethal temperatures of the Mozambique tilapia, *Oreochromis mossambicus* (Peters). **Water Res. Bull.**, v.22, n.2, p.205-208, 1986.

TILNEY, R. L.; HOCUTT, C. H. Changes in gill epithelia of *Oreochromis mossambicus* subjected to cold shock. **Environ. Biol. Fishes**, v.19, n.1, p.35-44, 1987.

WATANABE, W. O.; ELLINGSON, L. J.; WICKLUND, R. I.; OLLA, B. L. The effects of salinity on growth, food consumption and conversion in juvenile, monosex male Florida red tilapia. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE, 2., 1988, Bangkok and Manilla. **Proceedings...** Bangkok: International Center for Living Aquatic Resources Management, 1988. p.515-523.

WATANABE, O.W.; FRENCH, E. K.; ERNST, H. D.; OLLA, B. L.; WICKLUND, R. I. Salinity during early development influences growth and survival of Florida red tilapia in brackish and seawater. **J.World Aquacult. Soc.**, v.20, p.134-142, 1989.

WATANABE, W. O.; CLARK, H. J.; DUNHAM, B. J.; WICKLUND, R. I.; OLLA, B. L. Culture of Florida red tilapia in marine cages: the effect of stocking density and dietary protein on growth. **Aquaculture**, v.90, p.123-134, 1990a.

WATANABE, W. O.; ERNST, D. H.; OLLA, B. L.; WICKLUND, R. I. Aquaculture of red tilapia (*Oreochromis* sp) in marine environments: state of the art. *Advances in Tropical Aquaculture. Actes Colloq.*, v.9, p.487-499, 1990b.

WATANABE, W. O.; ELLINGSON, L. J.; OLLA, B. L.; ERNST, D. H.; WICKLUND, R. I. Salinity tolerance and seawater survival vary ontogenetically in Florida red tilapia. **Aquaculture**, v.87, p.311-321, 1990c.

WATANABE, W. O.; ERNST, D. H.; CHASAR, M. P.; WICKLUND, R. I.; OLLA, B. L. The effects of temperature and salinity on growth and feed utilization of juvenile, sex-reversed male Florida red tilapia cultured in a recirculating system. **Aquaculture**, v.112, p.309-320, 1993.

WHITFIELD, A. K.; BLABER, S. J. M. The effects of temperature and salinity on *Tilapia rendalli* Boulenger 1896. **J. Fish Biol.**, v.9, p.99-104, 1976.

APÊNDICE

Tabela A – Sobrevivências, pesos médios, ganhos de peso diários (G.P.D.), consumo de alimento (C.A.) e conversão alimentar aparente (C.A.A.) de alevinos de tilápia vermelha criados por 84 dias, em diferentes densidades, em sistema de recirculação de água do mar. Os dados representam as médias de 3 repetições e 7 avaliações ao longo do período¹.

		2001													
Variáveis	Densidade ²	24/ago	7/set	21/set	5/out	19/out	2/nov	16/nov	Geral						
Sobrevivência (%)	50	100,00	97,10	97,10	97,10	95,65	92,75	89,86	95,65						
	100	100,00	100,00	99,26	97,04	97,04	96,30	94,82	97,77						
	200	100,00	99,63	99,63	99,63	98,15	97,78	94,45	98,47						
	400	100,00	99,63	98,89	98,70	98,61	97,78	95,56	98,64						
	Geral	100,00	A 99,09	AB 98,72	AB 98,12	ABC 97,48	BC 96,00	CD 93,50	D						
Peso Médio (gramas)	50	7,71	10,93	16,44	24,02	35,76	45,20	61,97	28,86						
	100	7,31	10,39	17,65	25,58	31,32	40,54	51,39	26,31						
	200	6,91	11,43	17,59	27,22	32,77	41,80	53,55	27,32						
	400	6,44	11,35	16,90	27,33	34,73	41,13	53,20	24,68						
	Geral	7,10	G 11,03	F 17,14	E 26,04	D 33,55	C 42,26	B 55,19	A						
GPD (grama.dia ⁻¹)	50	0,00	0,23	b 0,39	0,54	0,84	a 0,67	1,20	0,55						
	100	0,00	0,22	b 0,52	0,57	0,41	b 0,66	0,70	0,45						
	200	0,00	0,32	ab 0,44	0,69	0,40	b 0,64	0,84	0,48						
	400	0,00	0,35	a 0,39	0,75	0,51	ab 0,46	0,87	0,45						
	Geral	0,00	D 0,28	C 0,44	CB 0,64	B 0,54	B 0,62	B 0,93	A						
CA (% do PV.dia ⁻¹)	50	0,00	4,97	3,53	3,08	2,40	3,16	3,16	2,90						
	100	0,00	5,19	3,70	3,37	2,76	3,46	3,02	3,07						
	200	0,00	4,50	3,54	3,29	2,67	3,44	2,98	2,92						
	400	0,00	4,71	4,13	3,87	3,10	3,57	3,16	3,21						
	Geral	0,00	E 4,84	A 3,73	B 3,40	BC 2,70	D 3,39	CB 3,07	CD						
CAA (peso seco.peso úmido ⁻¹)	50	0,00	2,21	a 1,50	1,28	0,89	2,68	1,58	1,45						
	100	0,00	2,03	a 1,25	1,38	1,96	2,16	1,91	1,53						
	200	0,00	1,31	b 1,20	1,07	2,54	2,03	2,04	1,46						
	400	0,00	1,21	b 1,87	a 1,15	2,07	3,17	1,91	1,50						
	Geral	0,00	C 1,69	AB 1,46	B 1,22	B 1,85	AB 2,45	A 1,85	AB						

1 - letras diferentes entre as médias, diferenciam os tratamentos pelo teste de Tukey (P < 0,05).

2 – Densidade de estocagem expressa em peixes.m⁻³.

Considerações Finais

“Sonho que se sonha só é só sonho, mas sonho que se sonha junto é realidade”.

Raul Seixas



FOTO A – Início da montagem do Laboratório de Recirculação de água do mar.



FOTO B – Vista geral do Laboratório de Recirculação de água do mar.



FOTO C – Alevinos de tilápias já aclimadas à água do mar

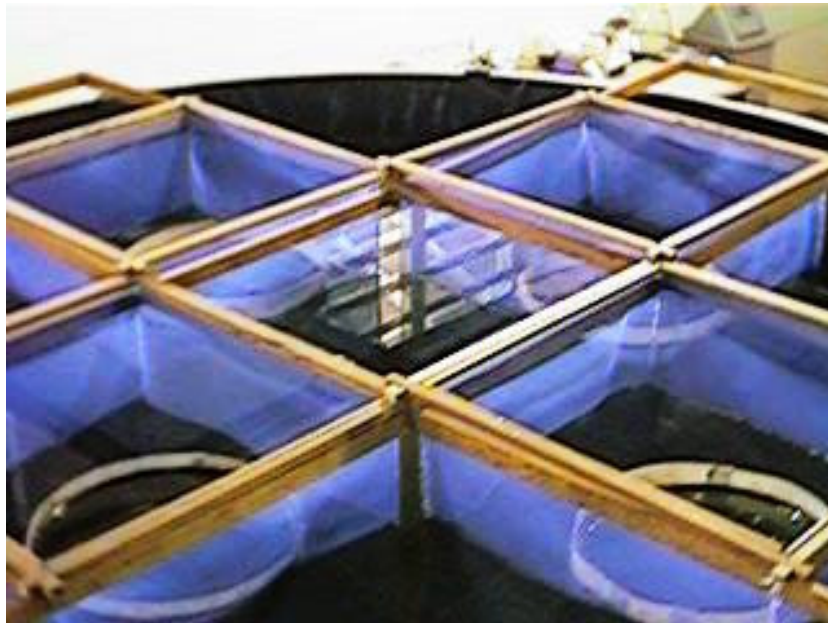


FOTO D – Vista parcial do interior do Laboratório de Recirculação de água do mar, mostrando os tanques-rede utilizados no teste de densidade.