

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

**CARACTERIZAÇÃO, AVALIAÇÃO ECONÔMICA E
EFICIÊNCIA DE ESCALA (DEA) NA PRODUÇÃO DE
TILÁPIA EM TANQUES-REDE E DE TAMBAQUI EM
VIVEIROS ESCAVADOS**

Jesaías Ismael da Costa

Jaboticabal, São Paulo

2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

**CARACTERIZAÇÃO, AVALIAÇÃO ECONÔMICA E
EFICIÊNCIA DE ESCALA (DEA) NA PRODUÇÃO DE
TILÁPIA EM TANQUES-REDE E DE TAMBAQUI EM
VIVEIROS ESCAVADOS**

Jesaías Ismael da Costa

Orientador: Profa. Dra. Maria Inez Espagnoli Geraldo Martins

Co-orientador: Prof. Dr. Omar Jorge Sabbag

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da Unesp – CAUNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor.

Jaboticabal, São Paulo

2016

C837c Costa, Jesaias Ismael da
Caracterização, avaliação econômica e eficiência de escala (DEA)
na produção de tilápia em tanques-rede e de tambaqui em viveiros
escavados / Jesaias Ismael da Costa. -- Jaboticabal, 2016
xiv, 154 p. : il. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de
Aquicultura, 2016

Orientador: Maria Inez Espagnoli Geraldo Martins

Co-Orientador: Omar Jorge Sabbag

Banca examinadora: Dalton José Carneiro, João Batista
Kochenborger Fernandes, João Donato Scorvo Filho, José Jorge
Gebara

Bibliografia

1. Custo de produção. 2. Piscicultura. 3. DEA. I. Título. II.
Jaboticabal-Centro de Aquicultura.

CDU 639.31:332

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Caracterização, avaliação econômica e eficiência de escala (DEA) na
TÍTULO: produção de tilápia em tanques rede e de tambaqui em viveiros escavados

AUTOR: JESAIAS ISMAEL DA COSTA

ORIENTADORA: MARIA INEZ ESPAGNOLI GERALDO MARTINS

CO-ORIENTADOR: OMAR JORGE SABBAG

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AQUICULTURA,
pela Comissão Examinadora:



Profa. Dra. MARIA INEZ ESPAGNOLI GERALDO MARTINS
Departamento de Economia Rural / FCAV / UNESP - Jaboticabal

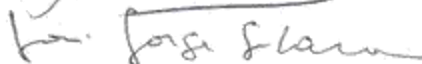


Prof. Dr. DALTON JOSÉ CARNEIRO
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Prof. Dr. JOÃO BATISTA KOCHENBORGER FERNANDES
Laboratório de Peixes Ornamentais / Centro de Aquicultura - CAUNESP

Dr. JOÃO DONATO SCORVO FILHO
Departamento de Descentralização do Desenvolvimento / APTA REGIONAL - LESTE PAULISTA



Prof. Dr. JOSÉ JORGE GEBARA
FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP / Depto de Economia, Administração e Educação

Jaboticabal, 29 de julho de 2016.

Sumário

Lista de Figuras	viii
Lista de Tabelas	ix
Dedicatória	xi
Agradecimentos	xii
Apoio Financeiro	xiv
Resumo Geral.....	1
General Abstract	2
1 Introdução	3
2 Revisão Bibliográfica	5
2.1 A tilapicultura brasileira	5
2.2 A produção de tambaqui no Brasil	6
2.3 Avaliação econômica de sistemas produtivos agropecuários	8
2.4 Custo Total de Produção	9
2.5 Custo Operacional Total	11
2.6 Variações do COT por Martin et al. (1995)	12
2.7 Indicadores de rentabilidade	13
2.8 Data Envelopment Analysis (DEA).....	14
2.9 Referências Bibliográficas	20
Capítulo I – Caracterização da tilapicultura em tanques-rede no médio Paranapanema – São Paulo - Brasil	25
Resumo.....	25
Introdução.....	25
Material e Métodos.....	26
Resultados e Discussão.....	28
Conclusão.....	36
Agradecimentos.....	37
Referências Bibliográficas	37
Capítulo II - Avaliação econômica da produção de tilápias em tanques-rede no médio Paranapanema-SP	40
Resumo.....	40
Introdução.....	40
Material e Métodos.....	41
Resultados.....	42

Discussão	46
Conclusão	50
Referências Bibliográficas	51
Capítulo III – Eficiência e economia de escala na criação de tilápias em tanques-rede	54
Resumo	54
Introdução	54
Material e Métodos	57
Resultados	62
Discussão	66
Conclusões	70
Agradecimentos	71
Referências Bibliográficas	71
Capítulo IV - Desempenho produtivo e avaliação econômica da criação de tilápia estocada em diferentes períodos do ano: estudo de caso	77
Introdução	78
Material e Métodos	79
Resultados	82
Discussão	87
Conclusão	91
Agradecimentos	92
Referências	92
Capítulo V - Avaliação econômica da produção de tambaqui “Curumim” em viveiros escavados na região metropolitana de Manaus	94
Resumo	94
Introdução	94
Material e Métodos	96
Resultados	98
Discussão	101
Conclusão	103
Referências Bibliográficas	104
Capítulo VI –Desempenho produtivo e avaliação econômica da criação de tambaqui roelo (> 1,5 kg) em viveiros escavados na região metropolitana de Manaus	110
Resumo	110

Introdução.....	110
Material e Métodos.....	112
Resultados.....	114
Conclusão.....	119
Agradecimentos.....	119
Referências.....	119
Capítulo VII – Eficiência e economia de escala na criação de tabaqui em viveiros escavados com uso da análise envoltória de dados - DEA.....	124
Resumo.....	124
Introdução.....	124
Material e Métodos.....	126
Resultados.....	131
Discussão.....	139
Conclusões.....	142
Agradecimentos.....	143
Referências Bibliográfica.....	143
3 Considerações gerais.....	149
4 Referências Bibliográficas.....	154

Lista de Figuras

Capítulo II

Figura 1 – Participação percentual média dos itens que compõem o investimento inicial para implantação da piscicultura, na região do médio Paranapanema-SP, em dezembro de 2014.....43

Figura 2 - Investimento (R\$ m⁻³) de oito pisciculturas de criação de tilápias localizada no médio Paranapanema em função do tamanho da piscicultura (m³), em dezembro de 201444

Capítulo IV

Figura 1 – Variação média de temperatura e precipitação de chuvas, com base na série de dados de 30 anos para o município de Palmital-SP80

Figura 2 – Representação dos ciclos de produção resultante do período de estocagem e duração do ciclo de produção. Legenda: linhas tracejadas significam período de baixas temperaturas e linhas diretas significam criação em altas temperaturas. A combinação do ciclo de produção é formada ao seguir as setas..... 80

Capítulo V

Figura 1 – Mapa ilustrativo da região metropolitana de Manaus, Amazonas.....98

Lista de Tabelas

Capítulo I

Tabela 1 – Índices produtivos e características gerais da produção de tilápia em tanques-rede desenvolvida na região do médio Paranapanema, São Paulo, em novembro de 2014.29

Tabela 2 – Pontuações obtidas para pisciculturas de tilápia em tanques-rede da região do médio Paranapanema, São Paulo, em novembro de 2014.....30

Tabela 3 – Manejo alimentar adotado nas oito pisciculturas de tilápia em tanques-rede da região do médio Paranapanema, São Paulo, em novembro de 2014.....35

Capítulo II

Tabela 1 - Investimento em oito pisciculturas de criação de tilápia do Nilo localizada no médio Paranapanema,SP, dezembro de 2014.....43

Tabela 2 - Custo Operacional Total Médio ($COT_{\text{médio}}$ em R\$ kg⁻¹) e indicadores de rentabilidade de oitos pisciculturas de tilápia em tanques-rede, localizadas no médio Paranapanema-SP, dezembro de 2014.45

Capítulo III

Tabela 1 – Indicadores produtivos, econômicos e eficiência da tilapicultura em diversas escalas de produção, na região do médio Paranapanema-SP, em novembro de 2014.....64

Capítulo IV

Tabela 1 – Manejo alimentar adotado pela piscicultura na criação de tilápia em função do peso e da época do ano.81

Tabela 2. Custo Operacional Total e índices produtivos obtidos nos diferentes ciclos de produção da alevinagem em R\$ m ⁻³	83
Tabela 3. Custo Operacional Total e índices produtivos obtidos nos diferentes ciclos de produção da pré terminação em R\$ m ⁻³	84
Tabela 4. Custo Operacional Total e índices produtivos obtidos nos diferentes ciclos de produção da terminação em R\$ m ⁻³	86

Capítulo V

Tabela 1 – Custo de produção e indicadores de rentabilidade da produção de tambaqui curumim, realizada em viveiros escavados na região metropolitana de Manaus, Amazonas, referente a janeiro de 2015	100
---	-----

Capítulo VI

Tabela 1 – Custo operacional total médio (R\$ kg ⁻¹), indicadores produtivos e econômicos da produção de tambaqui em viveiros escavados na região metropolitana de Manaus, Amazonas, em reais (R\$) de janeiro de 2015.....	116
---	-----

Capítulo VII

Tabela 1 - Indicadores produtivos médios de tambaqui curumim e roelo, criados em viveiros escavados nas propriedades estudadas da região metropolitana de Manaus.....	132
Tabela 2 – Indicadores produtivos, econômicos e eficiência da produção de tambaqui em viveiros escavados na região metropolitana de Manaus-AM, em janeiro de 2015.	138

Dedicatória

*Dedico aos meus pais, **Astrogildo Oliveira da Costa e Maria Ismael da Costa**, por serem a minha fortaleza e apoiarem sempre que foi necessário tornando o caminho um pouco mais suave. Aos amigos e familiares que estiveram ao meu lado nos momentos tristes e felizes. E à **Prof.(a) Maria Inez Espagnoli G. Martins**, um exemplo de ser humano no qual me inspiro e tenho um profundo amor fraternal.*

Agradecimentos

- ✓ Primeiramente agradeço a Deus por ser “o meu refúgio e fortaleza”, e me dado força para continuar e finalizar mais essa etapa da minha vida.
- ✓ Aos meus pais Astrogildo e Maria Ismael por serem meu suporte incondicional e meu exemplo de vida, sem os quais não teria chegado onde estou.
- ✓ À minha orientadora Maria Inez que, durante o tempo que convivemos, criamos uma relação maternal e sempre me apoiou e orientou nas minhas decisões colocando seu ponto de vista, mas nunca impondo suas opiniões, sempre respeitando minhas escolhas. Sempre a ORIENTADORA nos momentos difíceis não só de execução dos trabalhos, mas da vida.
- ✓ Aos meus irmãos e irmãs, Damares, Jemima, Rebeca, Jedaias e Jaribe, que apesar das brigas inerentes a irmãos, me fazem rir com suas peculiaridade e brincadeiras e, sempre me apoiaram mesmo estando distantes.
- ✓ À minha família por estar sempre me apoiando e dando suporte, mesmo que em orações.
- ✓ À minha companheira Yuli que foi simplesmente magnífica e de extrema importância para a conclusão desse trabalho, com sua paciência, amor, carinho, e acima de tudo sempre me incentivando e apoiando nos momentos mais difíceis.
- ✓ Aos amigos do LANOA, laricultura e de todo o CAUNESP pela parceria, risadas e trabalhos realizados. Além de me permitirem durante dois anos representa-los no conselho da Pós, no qual acredito ter defendido não somente os interesses dos alunos mas de toda a comunidade, travando árduas e longas discussões que muito me ensinaram.
- ✓ A todos os professores do CAUNESP que tive alguma convivência, pois contribuíram para minha formação e, com alguns, passei de uma relação de simples professor-aluno, para amigos.
- ✓ Ao programa de Pós-graduação e a todos os funcionários do CAUNESP sem os quais nenhum de nós conseguiria alcançar nossas metas.
- ✓ À Ana Lúcia pelo apoio, amizade, risadas, companheirismo e a grande ajuda para concepção deste trabalho, sem a qual, não teria existido.
- ✓ Ao grupo de colegas de trabalho do Amazonas e orientados da Ana Lúcia, que me auxiliaram durante as coletas de campo e sempre que precisava de alguma informação.

- ✓ Ao Secretário da SEPA Geraldo Bernardino, pelo apoio nas coletas de campo e momentos alegres durante a execução do trabalho e pelas sugestões no trabalho escrito.
- ✓ Ao Dr. Luiz Ayroza pelo apoio e parceria na coleta de campo e na interpretação dos resultados.
- ✓ Ao Dr. Omar Sabbag pela co-orientação e correções ao longo do desenvolvimento do trabalho.
- ✓ Aos colegas da Apta de Assis, que me auxiliaram em campo e me acompanharam durante as árduas aplicações de questionários.
- ✓ A todos os produtores que gentilmente abriram suas pisciculturas e forneceram as informações para execução deste trabalho, e se dispuseram a responder um maçante questionário de média de três hora de aplicação.
- ✓ Aos amigos/irmãos Luis Enriquez (colombiano), Guilherme Araújo (Zé colméia), Wesley Amado (Wiska), João Paulo, Liz Camacho pela convivência, força, parceria, brigas, pois, durante todo o tempo que moramos juntos aprendemos muito um com outro.
- ✓ Aos amazonenses instalados em Jaboticabal, que inicialmente éramos apenas três e durante o tempo que ficamos aqui esse número passou de 10, em especial a Gel, Talisia e Thyssia que estiverem mais próximos.
- ✓ Ao IPAAM por fornecer o banco de Dados que permitiram ter valiosas informações a respeito da produção no Amazonas.
- ✓ A todas as pessoas que contribuíram de alguma forma para minha formação. E aos que tentaram me impedir de continuar ou dificultaram meu caminhar, pois foi nesses momentos em que mais aprendi.

Apoio Financeiro

- ✓ CNPQ, Bolsa de doutorado e reserva técnica.
- ✓ DARPA pelo auxílio nas coletas de campo do Amazonas
- ✓ APTA Assis pelo auxílio nas coletas de campo na região do médio Paranapanema.

Resumo Geral

A tilápia e o tambaqui são as espécies mais produzidas na piscicultura brasileira. A produção de tilápia é desenvolvida principalmente no sistema em tanques-rede utilizando os grandes reservatórios artificiais e rios das regiões Sudeste, Nordeste e Sul. A produção de tambaqui está concentrada nas regiões Nordeste, Centro-Oeste e Norte, utilizando viveiros escavados com elevado grau de eutrofização. A importância dessas duas espécies para a piscicultura brasileira é inquestionável. Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar, avaliar economicamente e determinar a eficiência da criação de tilápia em tanques-rede e do tambaqui em viveiros escavados, partindo da hipótese que “esses sistemas são eficientes técnica e economicamente”. Fez-se a caracterização das unidades de excelência que possam servir como modelo para as demais propriedades e identificados os desperdícios gerados nas unidades ineficientes. Para avaliar a criação de tilápia foi escolhida a região do médio Paranapanema-SP, por ser considerada a com maior índice de produtividade e historicamente produtora de peixe. No caso do tambaqui escolheu-se a região metropolitana de Manaus-AM, considerada a região com maior consumo dessa espécie no Brasil e historicamente produtora da espécie. Os dados foram obtidos por meio da aplicação de questionário semiestruturado em que foram identificadas as fases de criação, ciclos de produção, manejos adotados, infraestrutura utilizada, os índices produtivos obtidos e o desembolso monetário. Esses dados possibilitaram a determinação do custo de produção e os indicadores de rentabilidade. Os dados de custo de produção e lucro foram utilizados para determinar a eficiência das pisciculturas utilizando o modelo BCC- *Data Envelopment Analyse* (DEA).

Palavras chaves: custo de produção, piscicultura, DEA.

General Abstract

The tilapia and tambaqui are the fish species most produced in Brazilian. The production of tilapia is mainly developed in the system in cages using large artificial reservoirs and rivers of the Southeast, Northeast and South. The production of tambaqui is concentrated in the Northeast, Midwest and North, using earth ponds with high eutrophication. The importance of these species on the Brazilian fish is unquestionable. The objective of this study was to characterize, economically evaluate and determine the efficiency of tilapia in cages and tambaqui in earth ponds, on the assumption that "these systems are efficient technically and economically." There was the characterization of excellence units that can serve as model for other properties and identified waste generated in inefficient units. To evaluate the tilapia was chosen the region of the Middle Paranapanema-SP, for being considered the most productivity index and historically producing fish. In the case of tambaqui we were chosen the metropolitan region of Manaus-AM, considered the region with the highest consumption of this species in Brazil and historically producing species. The data were obtained by applying a semi-structured questionnaire that were identified phases of creation, production cycles adopted handlings infrastructure used, the obtained production rates and monetary disbursements. These data enabled the determination of the cost of production and profitability indicators. production and profit cost data were used to determine the efficiency of fish farms using the model BCC- Analyse data envelopment (DEA).

Keywords: production cost, fishfarm, DEA

1 Introdução

A piscicultura brasileira apresentou um aumento de 20,9% na produção entre 2013 e 2014, atingindo 474,33 mil toneladas e receita bruta de R\$ 2,7 bilhões (IBGE, 2014). O crescimento da produção tem sido impulsionado pela existência de novos empreendimentos, investimentos em novas tecnologias, melhora no processo produtivo e, conseqüentemente, ganhos em produtividade. Esse aumento de produtividade pode ser confundido com uma maior eficiência dos sistemas produtivos; entretanto Gomes et al. (2005) definem produtividade como uma razão entre duas quantidades, que deverá expressar uma unidade de rendimento produtivo ou operacional. Por sua vez, a eficiência é uma medida adimensional (Gomes et al., 2005), que compara unidades produtivas entre si, mensurando o melhor rendimento possível, dados os recursos disponíveis, por meio da racionalização dos fatores utilizados no processo produtivo ou aumento dos produtos gerados (Charnes et al., 1979; Banker et al., 1984; Coellib, 1996; Gomes et al., 2005).

A determinação da eficiência dos sistemas produtivos gera valiosas informações que permitem, aos administradores, comparar unidades produtivas entre si, avaliar a alocação dos recursos disponíveis para produção e determinar a produção possível de ser atingida (Gomes et al., 2005). Neste sentido, a *Data Envelopment Analyse* (DEA) é uma ferramenta que tem sido amplamente utilizada para determinar a eficiência de unidades tomadoras de decisão – DMU's (Coellib, 1996; Gomes et al., 2005; Sabbag e Costa, 2011; Iiyasu et al., 2014). Essa metodologia utiliza programação linear para gerar uma fronteira de eficiência, composta pelas unidades mais eficientes, que servem como referência (*benchmark*) para as unidades ineficientes, mostrando qual o índice de eficiência das DMU's e o ponto ótimo de utilização dos recursos disponíveis para que cada DMU seja eficiente (Charnes et al., 1979; Banker et al., 1984; Coellib, 1996).

Para determinar a eficiência dos sistemas de produção, bem como para o desenvolvimento de qualquer empreendimento e implantação de novas tecnologias, sejam elas produtivas ou administrativas, há a necessidade de conhecer, detalhadamente, o processo de produção e os fatores utilizados (Sabbag et al., 2007). Assim, a caracterização e avaliação econômica dos sistemas de produção, por meio da gestão da empresa rural, podem auxiliar na redução dos riscos, melhorando a

produção e os indicadores econômicos da empresa, sendo extremamente necessária para identificação dos problemas existentes no processo produtivo, que subsidiam a tomada de decisões e possibilitam observar o comportamento do empreendimento frente ao mercado. Neste contexto, resulta em maior poder de negociação e segurança para o desenvolvimento de novos ciclos de produção e para o surgimento de futuros empreendedores.

Apesar do constante crescimento na produção de peixes, a oferta ainda não é suficiente para suprir a demanda do mercado brasileiro, fato este facilmente observado no crescente volume de pescado importado (IBGE, 2014). Aliados ao aumento das importações, a elevação no preço dos recursos utilizados no processo produtivo impactam os custos de produção e obrigam os produtores a buscarem maior eficiência, para que possam competir em um mercado cada vez mais complexo (Sussel, 2015). Neste cenário, a tilápia e o tambaqui destacam-se como as espécies mais produzidas no Brasil, em função das características produtivas, econômicas e mercadológicas.

A produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) é realizada, sobretudo, em águas da união (rios e reservatórios) no sistema intensivo de tanques-rede e encontra-se principalmente nas regiões nordeste e sudeste (IBGE, 2014). No ano de 2014, essa espécie gerou uma receita de R\$ 962 milhões, que representa 36,4% dos recursos financeiros gerados pela piscicultura brasileira. Entretanto, a estiagem no ano de 2015 juntamente com a alta no dólar impactou diretamente na produção, provocando redução na oferta e elevação dos preços praticados no varejo (Sussel, 2015).

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é a espécie nativa mais produzida no Brasil, concentrando sua produção nas regiões Norte, Nordeste e Centro Oeste (IBGE, 2014). A espécie é originária da bacia Amazônica e Orinoco e possui excelentes características para produção, principalmente em viveiros escavados, onde há elevada produção planctônica (Costa, 2013; Caverro et al., 2009). Este animal apresenta hábito alimentar frugívoro/zooplânctófago (Honda, 1974); pode alcançar até 1 m de comprimento e 30 kg de peso (Goulding e Carvalho, 1982); crescimento rápido principalmente durante a fase jovem (Villacorta-Correa, 1997), adaptação fisiológica e anatômica aos ambientes com baixa concentração de oxigênio (Araujo-Lima e

Goulding, 1997) e pode ser cultivado em altas densidades (Melo et al., 2001; Brandão et al., 2004; Gomes et al., 2006; Costa et al., 2016).

Este trabalho teve por objetivo caracterizar, avaliar economicamente e determinar a eficiência da criação de tilápia em tanques-rede e do tambaqui em viveiros escavados, que são as espécies de maior produção no Brasil nos principais sistemas de produção. Partindo da hipótese de que “esses sistemas são eficientes técnica e economicamente”, escolheu-se a região do médio Paranapanema-SP como área de estudo para avaliar a criação de tilápia em tanques-rede, por ser considerada a de maior índice de produtividade e historicamente produtora de peixe (Scorvo Filho et al., 1999; Ayroza et al., 2005). Já para avaliar a criação de tambaqui, foi selecionada a região metropolitana de Manaus-AM, considerada a região com maior consumo dessa espécie no Brasil e, historicamente, produtora da espécie.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 A tilapicultura brasileira

A tilápia foi introduzida no Brasil no ano de 1953, com a importação de exemplares de *Tilapia rendalli* do Congo. Em 1971, o Departamento Nacional de Controle da Seca (DNOCS) introduziu exemplares de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), com o objetivo de realizar peixamentos em reservatórios públicos e desenvolver a produção piscícola brasileira e, durante muitos anos, a produção foi disseminada por órgãos governamentais por meio de cursos e programas governamentais. Em 1996, a produção teve um salto com a importação de uma linhagem melhorada da *O. niloticus* da população Chitralada da Tailândia e em 2002, a introdução da linhagem GenoMar Supreme Tilapia e a FishGen (Genetically Male Tilapia – GMT) (Silva, 2005; Vicente et al., 2014).

Estas linhagens melhoradas apresentavam excelentes características para criação como: rápido crescimento, amplo espectro de tolerância à temperatura e à salinidade, rápida maturação sexual (de 3 a 6 meses), elevada prolificidade e boa aceitação a alimentos formulados (Oliveira et al., 2007). Aliadas às boas condições de criação disponíveis no Brasil, a tilápia passou a se destacar, com presença em quase todo o território brasileiro, excetuando-se apenas aqueles estados onde sua produção é proibida, como Amazonas (IBGE, 2014).

No Brasil a produção de tilápia é concentrada nas regiões Nordeste, Sul e Sudeste. No ano de 2014, foram produzidas 198,49 mil toneladas de tilápia, que representa um crescimento de 17% em relação ao ano anterior. Essa produção é responsável por uma receita próxima aos 962 milhões de reais, o que a posiciona como a espécie de maior produção e receita bruta gerada no Brasil (IBGE, 2014). Com a inserção de incentivos do governo federal e iniciativas para melhoramento genético da espécie, o Brasil possui potencial para ser o maior produtor mundial de tilápia (Vicente et al., 2014).

As tilápias possuem excelentes características para criação e ampla plasticidade de adaptação a novos sistemas, sua criação é desenvolvida principalmente no sistema em tanques-rede, que aproveita grandes reservatórios artificiais, rios e lagos (Oliveira et al., 2007; IBGE, 2014; Vicente et al., 2014). A produção em tanques-rede é caracterizada como sistema intensivo, pois permite alcançar grandes produtividades comparado aos demais sistemas de criação, como a produção em viveiros escavados. Em tanques-rede os animais são dependentes exclusivamente das condições ambientais, do fornecimento de alimento e um manejo adequado para a espécie (Ayroza et al., 2005; Oliveira et al., 2007; Sussel, 2013; Vicente et al., 2014; Sussel, 2015).

O aumento da produtividade de tilápia no Brasil está associado ao melhoramento genético, melhora na qualidade da ração ofertada, adequação do manejo utilizado e novas tecnologias (softwares de gestão, novos equipamentos etc.) (Sussel, 2015).

2.2 A produção de tambaqui no Brasil

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é originário da bacia Amazônica e Orinoco e possui excelentes características para produção, principalmente em viveiros escavados, onde há elevada produção planctônica (Costa, 2013; Caverro et al., 2009; Paula, 2009). É a segunda espécie mais produzida no Brasil, atingindo aproximadamente 139 mil toneladas, em 2014, gerando assim receita de cerca de R\$ 750 milhões. Essa espécie representa 29,3% da produção piscícola brasileira, de modo que vem ganhando cada vez mais espaço no cenário nacional, com um crescimento de 56,9% na produção entre 2013 e 2014. Esse crescimento foi

Impulsionado pelo salto de 90,3% ocorrido na produção da região Norte, que representa 76,1% do total produzido (IBGE, 2014). Entretanto, a região Norte não é somente o maior produtor de tambaqui do Brasil, mas também o maior mercado consumidor sendo Rondônia o estado com maior produção da espécie (IBGE, 2014); e o Amazonas o maior consumidor, com destaque para a região metropolitana de Manaus (Campos et al., 2015).

A criação de tambaqui é desenvolvida em barragens (Melo et al., 2001; Gandra, 2010; Amazonas, 2014; Lima et al., 2015), viveiros (Izel e Melo, 2004; Gandra, 2010; Amazonas, 2014; Lima et al., 2015; Costa et al., 2016), canais de igarapé (Arbelaez-Rojas et al., 2002; Gandra, 2010; Amazonas, 2014; Lima et al., 2015) e tanques-rede (Brandao et al., 2004; Gomes et al., 2006; Gandra, 2010; Amazonas, 2014; Lima et al., 2015), com animais sendo comercializados em três categorias de peso: 350 a 700 g (tambaqui curumim, padrão encontrado no mercado do Amazonas), 800 a 1500 gramas e peixes acima de 2 kg (Gandra, 2010).

A produção de tambaqui em viveiros destaca-se em função da elevada produtividade primária obtida (Paula, 2009), que favorece o crescimento da espécie que é filtradora durante toda a sua vida (Araujo-Lima e Goulding, 1997). Entretanto, a falta de tecnologia adequada para o desenvolvimento da espécie gera uma ampla variedade quanto aos manejos adotados, a infraestrutura e sistema de gestão utilizados. Diversos autores têm relatado: a falta de boas práticas de manejo que leva a problemas sanitários (Lima et al., 2015); conversões alimentares superiores a 1,8, em função da falta de rações específicas para a espécie e manejo alimentar adequado; falta de organização do setor; e ausência de tecnificação da produção (Pedroza Filho et al., 2016). Mesmo com os problemas inerentes ao desenvolvimento da criação do tambaqui, Pedroza Filho et al. (2016) relataram que a produção de tambaqui é incentivada pela “ *facilidade de obtenção de juvenis, bom potencial de crescimento, alta rusticidade e grande aceitação pelo mercado consumidor, que ganha impulso com a redução nos estoques naturais de tambaqui e qualidade superior desse tipo de peixe produzido em cativeiro*”.

A grande demanda e as excelentes características do tambaqui para criação têm atraído cada vez mais empreendedores em busca de elevados retornos de capital que a atividade possa gerar. Mas, os produtores devem ser cuidadosos, pois nem

sempre a realidade se apresenta como o cenário lhes é apresentado. Souza et al., (2014) avaliando a produção de tabaqui em tanques-rede, concluíram que a atividade é economicamente viável e de baixo risco, em função da obtenção de uma margem de lucro superior a 20% e uma produtividade de 91,17 kg m⁻³. Entretanto, os trabalhos realizados pela EMBRAPA em diversas regiões do Brasil, mostram que a produção de tabaqui não ultrapassa os 12% de índice de lucratividade, na produção em viveiros escavados, considerada para a produção de tabaqui o melhor dentre os modelos produtivos (Munoz et al., 2014d; c; b; a; Munoz et al., 2015b; a). Em muitos casos, o produtor possui a falsa idéia de retorno financeiro em função de um saldo de caixa positivo, que não necessariamente significa que a atividade está tendo lucro, como confirmado por Munoz et al. (2014b), que encontraram um saldo de caixa de R\$ 0,95 kg⁻¹, prejuízo de R\$ 1,05 kg⁻¹.

2.3 Avaliação econômica de sistemas produtivos agropecuários

A gestão da empresa rural, quando bem realizada, auxilia na redução dos riscos, melhorando a produção e os indicadores econômicos da empresa. Ainda assim, possibilita a identificação de problemas existentes no processo produtivo, subsidiando a tomada de decisões (Silva et al., 2011). Segundo Hoffman et al. (1987), o custo de produção serve como elemento na administração da empresa na escolha do que produzir e das práticas a serem utilizadas, como subsídio para políticas agrícolas, estabelecimento de preços mínimos, necessidade de crédito e orientação aos trabalhos de assistência técnica.

O custo de produção é uma ferramenta imprescindível para gerar indicadores econômicos que subsidiem a gestão de qualquer empreendimento. Para que haja uma correta determinação do custo produção, é necessário possuir os conceitos bem consolidados e conhecimento do processo produtivo. Entretanto, existe uma diversidade de conceitos e estruturas, que dificultam o gestor a escolher qual a melhor terminologia a ser adotada para sua realidade.

Para Schuh (1976), uma definição de custo será mais relevante que outra dependendo dos objetivos e do prazo a ser analisado. Para cada estrutura de custo, há um conceito que gera polêmica e divergência entre os autores, principalmente no que diz respeito à classificação dos itens dentro da própria estrutura. Para se

determinar o custo de produção na área agropecuária e avaliar um determinado empreendimento ou tomar uma decisão, são identificadas na literatura, duas principais estruturas ou métodos para determinação do custo de produção (Matsunaga et al., 1976; Martin et al., 1995), cada uma com suas peculiaridades e indicação de utilização.

2.4 Custo Total de Produção

Os conceitos gerais de custo total de produção são consensuais, ao abordarem que os fatores de produção devem ser remunerados (Schuh, 1976; Hoffman et al., 1987; Vasconcellos e Garcia, 2004). Para que isso ocorra, torna-se necessário considerar os desembolsos monetários efetivos para gerar um produto, a depreciação dos bens de capital fixo utilizados no processo de produção e o custo de oportunidade dos fatores de produção próprios. Nesta estrutura do custo total de produção, os itens são classificados em Custos Variáveis e Custos Fixos. O Custo Total é resultante da somatória dos custos variáveis (composto pelos gastos com insumos e outros recursos variáveis necessários para a geração de um produto durante o prazo estabelecido, bem como o custo oportunidade do capital de giro) e custo fixo (composto pelos custos que são independentes da quantidade produzida).

Schuh (1976) define custo como as *“receitas totais das firmas, incluindo os pagamentos de todos os fatores de produção, inclusive a capacidade gerencial de uma firma”*. Para Hoffman et al. (1987), custo de produção é a *“compensação que os donos dos fatores de produção utilizados por uma firma para produzir determinado bem devem receber para que eles continuem fornecendo esses fatores à mesma”*. Já para Vasconcellos e Garcia (2004), é o *“total das despesas realizadas pela firma com a utilização da combinação mais econômica dos fatores de produção, por meio do qual é obtida determinada quantidade de produto”*. E Martin et al. (1995) definem *“o custo total da atividade, que adicionado à remuneração da capacidade empresarial do proprietário, permitirá avaliar qual a taxa de retorno da atividade em análise”*.

Na estrutura de custo total de produção, a derivação em custos fixos e variáveis dá-se a partir do conhecimento da função de produção e de informações acerca dos preços dos fatores de produção. Como a teoria é deficiente quanto aos critérios para essa derivação e à conceituação dos custos, gerar um conceito a partir dos dados

oriundos de uma firma é quase impossível. Conceitos paralelos só devem ser criados a partir de pressuposições muito restritivas e, ao se criar conceitos de custos com dados da própria firma, torna-se bem dificultoso determinar até onde existe otimização (Schuh, 1976).

Vasconcellos e Garcia (2004) distinguem custos fixos e variáveis em função do prazo de avaliação e de sua variação com a quantidade produzida. Afirmam que a longo prazo, todos os custos são variáveis e, a curto prazo, os custos fixos *“correspondem à parcela dos custos totais que independem da produção e são decorrentes dos gastos com os fatores fixos de produção”*. Esses autores definem os custos variáveis como sendo *“a parcela dos custos totais que dependem da produção e por isso muda com a variação do volume de produção e representam as despesas variáveis da produção”*.

Schuh (1976) relata que a distinção entre custos fixos e variáveis está no leque de possibilidades de uma empresa mudar sua produção. Assim, os custos fixos são aqueles que não podem ser evitados e os custos variáveis os que podem. Porém, a partir do momento que a empresa decide abandonar um ramo ou produto, esses custos passam a ser variáveis; do contrário, não. Os custos fixos são definidos como sendo aqueles que a empresa se compromete a pagar aos fatores de produção, não importando o resultado a ser obtido, onde não há aumento com a produção e sua magnitude não afeta o que a firma irá produzir. O autor faz um adendo dizendo que *“os custos fixos não devem ser confundidos com aqueles que a firma tem ou que incorre, sobre os fatores fixos.”*

Para classificar um item como custo fixo, ele deve obedecer obrigatoriamente todos os seguintes critérios: existência de um curto prazo estabelecido (Vasconcellos e Garcia, 2004); não variar seu valor absoluto em função da quantidade produzida (Schuh, 1976; Martin et al., 1995; Vasconcellos e Garcia, 2004); existir em função da posse e não necessariamente de sua utilização (Schuh, 1976); não há a possibilidade de abandonar o ramo ou produto (Schuh, 1976). Caso um item que compõe o custo de produção não obedeça a um dos critérios, ele deve ser classificado como custo variável.

A metodologia de Custo Total de Produção permite ao produtor observar o comportamento de seu empreendimento frente ao mercado (Hoffman et al., 1987; Caunesp

Vasconcellos e Garcia, 2004; Engle, 2010), permitindo ao empreendedor tomar decisões assertivas quanto a sua produção.

2.5 Custo Operacional Total

A metodologia de Custo Operacional Total (COT) foi desenvolvida pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA) de São Paulo, que até o ano de 1972 observou que os custos determinados em diversas culturas agrícolas, utilizando a estrutura de Custo Total de Produção, ultrapassavam o valor de mercado pago ao produto, implicando que o resultado final era de “prejuízos”. Nessa condição adversa, esperava-se que o produtor a cada ciclo ficasse mais desaminado, diminuindo gradativamente sua produção. Entretanto, essa expectativa não se tornou um fato. Foi então confirmado que mesmo determinando-se o Custo Total de Produção com coeficientes técnicos acurados, os itens do custo oportunidade referentes à remuneração dos fatores de produção eram na maioria dos casos superestimados, devido sua arbitrariedade e subjetividade (Matsunaga et al., 1976). Desta forma, o custo oportunidade é específico para cada caso e produtor (Matsunaga et al., 1976; Engle, 2010).

A superestimação no custo de produção, determinado pelo IEA, acarretou durante certo tempo em descrédito nos dados gerados pelo presente instituto. Assim, foi desenvolvida uma nova metodologia denominada de Custo Operacional, apresentada por Matsunaga et al. (1976). Esta estrutura considera apenas os desembolsos monetários efetivos (Custo Operacional Efetivo) necessários para a produção de um produto, um valor estimado para a mão de obra familiar e a depreciação do capital fixo, não sendo computados os custos de oportunidade. Por isso esta estrutura é considerada pelos autores como mais objetiva, simples e adequada para comparação de custos de um mesmo produto mas com usos de diferentes tecnologias e/ou produzidos em diferentes regiões. O Custo Operacional Total (COT) é resultante do somatório do Custo Operacional Efetivo (COE) e os demais itens (depreciação e mão de obra familiar), que não representam desembolsos efetivos, mas são utilizados no processo de produção. Nesta metodologia, a remuneração dos fatores de produção fica a cargo do que os autores denominaram de “resíduo”, que é a diferença entre o que se recebe pela produção e o COT. No COE, devem-se inserir somente os desembolsos monetários efetivos necessários

para se produzir, e aqueles itens que não representam desembolsos efetivos, devem ser classificados como “outros custos”.

Na piscicultura, a metodologia de Custo Operacional Total (COT) foi utilizada com objetivo de: avaliar novas tecnologias (Castro et al., 2002), adequação de manejo (Scorvo Filho et al., 2008), avaliação de sistemas de produção (Castro et al., 2002; Crivelenti et al., 2006; Pereira et al., 2009) e desempenho das espécies (Martins et al., 2001; Crivelenti et al., 2006; Furlaneto et al., 2006; Scorvo Filho et al., 2008).

2.6 Variações do COT por Martin et al. (1995)

Martin et al. (1995) com o *“objetivo de dispor de um modelo de custo de produção agrícola que se aproximasse o máximo possível da forma como o produtor agrega componentes ao custo, e permitir diferentes níveis de agregação e análises ao longo de um ciclo de produção anual, para as culturas anuais, e ciclos de culturas permanentes e da produção animal”*, apresentaram uma variação do COT, em que foram incorporados outros componentes de custos para tentar chegar a uma aproximação do Custo Total de Produção.

O custo de produção foi estimado a partir da utilização dos fatores de produção em quatro grupos. Os três primeiros são semelhantes à metodologia que inclui as operações agrícolas com maquinários e equipamentos próprios, operações agrícolas terceirizadas, materiais de consumo. Já o quarto grupo é composto pelos custos indiretos da produção (encargos sociais, seguro, encargos financeiros para capital de custeio, custo de uso da terra, outros custos com capital fixo ou formação da cultura perene). Esses autores definem o COE como sendo *“o dispêndio efetivo (desembolso) realizado pelo produtor para obter determinada produção de um dado produto”*. E quanto aos outros custos operacionais, estes *“têm a finalidade de alocar na atividade produtiva, em análise, parte das despesas gerais da empresa agrícola, a fim de se avaliar com mais precisão os custos e retornos da atividade”*. Definindo então o COT como sendo *“o custo que o produtor incorre no curto prazo para produzir e para repor a sua maquinaria para continuar produzindo no médio prazo”*.

Em uma tentativa de estimar os Custos Totais de Produção, os autores acrescentaram o custo de oportunidade de capital fixo ao COT (anteriormente descrito por esses autores), o qual foi denominado de *“outros custos fixos”*. Nesse item estão

inseridas as remunerações *da terra, instalações e maquinarias, capital investido na formação de uma cultura perene ou plantel de animais*. Assim, para obter o custo de produção os autores somaram *a remuneração da terra com uma estimativa dos demais custos fixos (porcentagem sobre o COE)*.

2.7 Indicadores de rentabilidade

Os valores de custo de produção por si só, não geram informações suficientes para avaliação da rentabilidade de um empreendimento frente ao mercado, necessitando de indicadores que auxiliem a tomada de decisão. A seguir são descritos os principais indicadores de rentabilidade gerados a partir das estruturas de custo descritas (Matsunaga et al., 1976; Martin et al., 1995; Engle, 2010).

Receita Bruta (RB): representa o recurso financeiro recebido pela produção, dado um determinado preço de venda (P), obtendo-se multiplicando a quantidade (Q) comercializada pelo preço unitário da produção;

$$RB=P*Q.$$

Lucro (L): valor monetário obtido após descontar da receita bruta, o custo total de produção;

$$L=RB-CTP$$

Lucro Operacional, resíduo ou receita líquida (LO): valor monetário, responsável por remunerar os fatores de produção, após descontar da receita bruta, o custo operacional total (COT);

$$LO= RB - COT$$

Receita líquida financeira ou saldo de caixa (RLF): valor monetário efetivo em caixa, após descontados da receita bruta todos os gastos realizados (Custo operacional efetivo-COE) no processo produtivo;

$$RLF=RB-COE$$

Margem de lucro (ML): representação percentual do lucro na receita bruta, ou seja, o quanto da receita bruta se torna lucro, obtida pela seguinte equação;

$$ML = \frac{L}{RB} * 100$$

Índice de lucratividade (IL): participação percentual do lucro operacional na receita bruta, obtida pela razão entre o lucro operacional e a receita bruta;

$$IL = \frac{LO}{RB} * 100$$

Custos médios (C_{médio}): representa o custo de produção (CTP, COT ou COE) de uma unidade produzida, obtida pela razão entre o custo e a quantidade produzida (Q);

$$Custo_{médio} = \frac{Custo}{Q}$$

Preço de Nivelamento (PN): preço mínimo no qual a receita bruta iguala-se ao custo (CTP, COT ou COE), dada uma produção (Q), ou seja, o preço mínimo no qual uma unidade do produto deve ser comercializada dada uma produção (Q), para que a rentabilidade (L, LO, ou RLF) seja zero.

$$PN = \frac{Custo}{Q}$$

Quantidade de Nivelamento (QN): quantidade de produção mínima que iguala a receita bruta ao custo de produção (CTP, COT ou COE), dado um preço de mercado para venda do produto, ou seja, a quantidade mínima que deve ser produzida a um dado preço de comercialização (P), para que a rentabilidade seja zero.

$$QN = \frac{Custo}{P}$$

2.8 Data Envelopment Analysis (DEA)

Eficiência é definida como a razão entre a produção observada e a produção máxima possível, dados os recursos disponíveis (Gomes et al., 2005; Souza e Teixeira, 2013). A eficiência máxima de uma unidade produtiva é alcançada quando em seu processo de produção ou tecnologia utilizada não é possível reduzir nenhuma entrada sem reduzir as saídas, sendo o inverso também verdadeiro (Pareto, 1909; Koopmans, 1951; Charnes et al., 1985). As unidades eficientes atuam em níveis de

produtividades superiores às demais e utilizam-se da tecnologia ideal para racionalizar o uso dos fatores de produção ou potencializar seus retornos, servindo de base para construção de uma fronteira de eficiência, onde as unidades que se encontram abaixo dessa fronteira são unidades ineficientes (Charnes et al., 1979; Coellib, 1996).

Farrell (1957) sugeriu que a eficiência de uma firma é composta por uma eficiência técnica e uma alocativa. A eficiência técnica é definida como a capacidade de obter o máximo de *outputs*, dados os recursos disponíveis. E a eficiência alocativa é a habilidade em usar a proporção ótima das entradas, dados os seus respectivos preços. Este autor discrimina que a combinação dessas duas eficiências geram uma eficiência econômica, que pode ser definida como a capacidade da empresa racionalizar proporcionalmente seus *inputs* gerando o máximo de *outputs*, considerando os preços dos recursos disponíveis.

Neste contexto, Charnes et al. (1978) propuseram a *Data Envelopment Analysis* (DEA) ou análise envoltória de dados, que permite avaliar a eficiência relativa de unidades produtivas que desenvolvem a mesma atividade, denominadas Unidades Tomadoras de Decisão-DMU (do inglês *Decision Making Units*). Essa metodologia utiliza-se de programação linear multicriterial para determinar uma fronteira de eficiência virtual, ponderando as várias entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) para calcular a eficiência de uma DMU (Charnes et al., 1979; Banker et al., 1984; Coellib, 1996; Gomes et al., 2005; Alam et al., 2012). Esse modelo considera um retorno de escala constante (CRS) e a existência de uma proporcionalidade entre as entradas e saídas independente da escala de produção, seguindo a orientação *input*, que busca a racionalização das entradas para chegar a uma determinada quantidade de produto (Charnes et al., 1979; Gomes et al., 2005).

A eficiência (θ_k) de N DMU's é determinada a partir da razão entre a soma ponderada de K entradas e M saídas, em que a matriz de entrada $K \times N$ (x_{ij}) e a matriz de saída $M \times N$ (y_{kj}), representam os dados de N DMU's e os vetores u_k e v_i representam os pesos das entradas e saídas da i -DMU, respectivamente. Assim, a eficiência pode ser expressa com um problema de programação fracionária, que busca maximizar as saídas:

$$\text{Max} \frac{\sum_{k=1}^m u_k y_{k0}}{\sum_{i=1}^n v_i x_{i0}} \quad \text{Equação 1}$$

$$\text{s. a.} \quad \frac{\sum_{k=1}^m u_k y_{kj}}{\sum_{i=1}^n v_i x_{ij}} \leq 1; j = 1, \dots, J$$

$$u_k, v_i \geq 0; k=1, \dots, m; i = 1, \dots, n$$

Essa programação fracionária resulta em infinitas soluções ótimas, sendo necessário linearizar as restrições do problema transformando, por meio do problema dos multiplicadores, em um problema de programação linear, de modo que a equação seja apresentada da seguinte forma:

$$\text{Max} \sum_{k=1}^m u_k y_{k0} \quad \text{Equação 2}$$

$$\text{s. a.} \quad \sum_{k=1}^m u_k y_{kj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} \leq 0; j = 1, \dots, J$$

$$\sum_{i=1}^n v_i x_{i0} = 1$$

$$u_k, v_i \geq 0; k=1, \dots, m; i = 1, \dots, n$$

Assim, seguindo o conceito de dualidade, deriva-se um equivalente para forma envelope, gerando a equação de eficiência:

$$\theta_k(x^j, y^j) = \text{Min } \theta_0$$

Equação 3

$$\text{s. a. } \sum_{j=1}^J \lambda_j y_{kj} \geq y_{k0}; k = 1, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^J \lambda_j x_{ij} \leq \theta_0 x_{i0}; i = 1, \dots, n$$

$$\lambda_j \geq 0; j = 1, \dots, J$$

O conceito de escala de produção foi incorporado na análise DEA por Banker et al. (1984), que sugeriram uma amplificação do modelo CCR ou CRS (*Constant Return to Scale*) original, gerando o modelo BCC ou VRS (*Variable Return to Scale*). Este novo modelo substitui a condição de proporcionalidade utilizada no modelo CCR/CRS pela condição de convexidade, onde os planos de produção não observados são uma combinação convexa dos observados, e não são restritos a passarem pela origem, admitindo assim retornos variáveis de escala (Banker et al., 1984; Gomes et al., 2005; Souza e Wilhelm, 2009). O problema dos multiplicadores para este modelo é apresentado da seguinte forma:

$$\text{Max } h_0 = \sum_{j=1}^s u_j y_{j0} - u_*$$

Equação 4

$$\text{s. a. } \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1$$

$$- \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - u_* \leq 0, \forall k$$

$$u_j, v_i \geq 0; \forall j, i$$

$$u_* \in \mathbb{R}$$

Onde:

h_0 é a eficiência da DMU;

x_{i0} são os *inputs* da DMU em análise;

y_{j0} são os *outputs* da DMU em análise;

v_i são os pesos calculados pelo modelo para os *inputs*

u_j são os pesos calculados pelo modelo para os *outputs*

u_* variável dual que representa o fator de escala, associada à condição $\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$ da equação 5

A eficiência de cada DMU (h_0) que utiliza m *inputs* para produzir s *outputs* é então determinado pelo seguinte modelo envelope:

$$h_0(x^j, y^j) = \text{Min } h_0$$

Equação 5

$$\text{s. a. } h_0 x_{i0} \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i$$

$$- y_{j0} \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0, \forall j$$

$$\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$$

$$\lambda_k \geq 0; \forall k$$

Onde:

h_0 é a eficiência da DMU;

x_{i0} são os *inputs* da DMU em análise;

y_{j0} são os *outputs* da DMU em análise;

λ_k Contribuição da DMU k na formação do alvo da DMU alvo

O valor de u_* , denominado de fator de escala, mostra o comportamento das DMU's de acordo com a escala de produção, podendo apresentar três situações:

- $u_* > 0$, indica que a DMU está operando com retorno decrescente de escala (DRS), onde o aumento nos *inputs* ocasionará um aumento menos que proporcional nos *outputs*;
- $u_* < 0$, indica que a DMU está operando com retorno crescente de escala (IRS), onde o aumento nos *inputs* ocasionará um aumento mais que proporcional nos *outputs*;
- $u_* = 0$, indica que a DMU está operando em retorno constante de escala, onde o aumento nos *inputs* ocasionará um aumento de igual magnitude nos *outputs*.

Os modelos CCR/CRS e VRS/BCC podem ser combinados para gerar uma medida de eficiência de escala, que é obtida pela razão entre a eficiência do modelo CCR/CRS e VRS/BCC, onde a existência de diferença entre a eficiência dos dois modelos é um indicativo de ineficiência de escala.

Na aquicultura em geral, a eficiência técnica apresentou uma média geral de 0.66 (quanto mais próximo de 1, maior a eficiência) (Ilyasu e Mohamed, 2015), em que a relação entre a eficiência e o tamanho de propriedade é algo extremamente complexo (Helfand e Levine, 2004). No caso apresentado por Yin et al. (2014), foi

observada maior eficiência técnica nas empresas pequenas, dependentes da mão de obra familiar, do que nas grandes propriedades; mesmo assim, continuavam a crescer, fato este atribuído pelos autores a maiores eficiências de escala e alocativa encontrada nas grandes. Desta forma, Sabbag et al. (2007) relatam que a piscicultura necessita de constantes avaliações do desempenho e eficiência das unidades produtivas.

2.9 Referências Bibliográficas

ALAM, M. F.; KHAN, M. A.; HUQ, A. S. M. A. Technical efficiency in tilapia farming of Bangladesh: a stochastic frontier production approach. **Aquaculture International**, v. 20, n. 4, p. 619-634, Aug 2012. ISSN 0967-6120. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000306283000002 >.

AMAZONAS, S. D. E. D. P. E. D. E.-. **Perfil da região metropolitana de Manaus**. Manaus-AM: 113 p. 2014.

ARAUJO-LIMA, C.; GOULDING, M. So fruitful a fish: ecology, conservation, and aquaculture of the Amazon's tambaqui. **So fruitful a fish: ecology, conservation, and aquaculture of the Amazon's tambaqui.**, p. i-xii, 1-191, 1997 1997. Disponível em: < <Go to ISI>://ZOOREC:ZOOR13500000947 >.

ARBELAEZ-ROJAS, G. A.; FRACALOSSO, D. M.; FIM, J. D. I. Body composition of tambaqui, *Colossoma macropomum*, and matrinxã, *Brycon cephalus*, when raised in intensive (igarape channel) and semi-intensive (pond) culture systems. **Revista Brasileira De Zootecnia-Brazilian Journal of Animal Science**, v. 31, n. 3, p. 1059-1069, May-Jun 2002. ISSN 1516-3598. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000177461000001 >.

AYROZA, L. et al. Piscicultura no médio Paranapanema: situação e perspectivas. **Revista Aqüicultura e Pesca**, v. 2, n. 12, p. 27-32, 2005.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management science**, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984. ISSN 0025-1909.

BRANDAO, F. R. et al. Stocking density of tambaqui juveniles during second growth phase in cages. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 39, n. 4, p. 357-362, Apr 2004. ISSN 0100-204X. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000222693300009 >.

CAMPOS, J. L.; ONO, E. A.; ISTCHUL, P. I. Tambaqui: considerações sobre a cadeia de produção e o preço. **Panorama da Aqüicultura**. Rio de Janeiro. 25: 4 p. 2015.

CASTRO, A. L.; SOUZA, N. H.; BARROS, L. C. G. **Avaliação do sistema de produção de Tambaqui intensivo em viveiro de terra com aeração**. Aracajú, p.4. 2002

CHARNES, A. et al. Foundations of data envelopment analysis for Pareto-Koopmans efficient empirical production functions. **Journal of econometrics**, v. 30, n. 1, p. 91-107, 1985. ISSN 0304-4076.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. MEASURING THE EFFICIENCY OF DECISION-MAKING UNITS. **European Journal of Operational Research**, v. 3, n. 4, p. 339-339, 1979 1979. ISSN 0377-2217. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1979HC07500007 >.

COELLIB, T. A Guide to DEAP Version 2.1. **Department of Econometrics. New England: University of New England**, 1996.

COSTA, J. et al. Effect of stocking density on economic performance for *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816), juvenile in earthen ponds. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 44, n. 1, 2016. ISSN 0718-560X.

CRIVELENTI, L. Z. et al. Desempenho econômico da criação de tilápias do nilo (*Oreochromis niloticus*) em sistema de produção intensiva. **Veterinária Notícias**, p.117-122. 2006

ENGLE, C. R. **Aquaculture economics and financing: management and analysis**. John Wiley & Sons, 2010. ISBN 047095955X.

FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)**, v. 120, n. 3, p. 253-290, 1957. ISSN 0035-9238.

FURLANETO, F. P. B.; AYROZA, D. M. M. R.; AYROZA, L. M. S. Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis spp.*) em tanque-rede no médio paranapanema, Estado de São Paulo, safra 2004/05. **Informações Econômicas**. São Paulo, p.63-69. 2006

GANDRA, A. L. O mercado de pescado da região metropolitana de Manaus. **Montevideu: Infopesca**, 2010.

GOMES, E. G.; MANGABEIRA, J. A. D. C.; MELLO, J. C. C. B. S. D. Análise de envoltória de dados para avaliação de eficiência e caracterização de tipologias em agricultura: um estudo de caso. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 43, n. 4, p. 607-631, 2005-12 2005. ISSN 1806-9479. Disponível em: < <Go to ISI>://SCIELO:S0103-20032005000400001 >.

GOMES, L. D. et al. Cage culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon floodplain lake. **Aquaculture**, v. 253, n. 1-4, p. 374-384, Mar 2006. ISSN 0044-8486. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000236898700045 >.

GOULDING, M.; CARVALHO, M. C. Life history and management of the tambaqui (*Colossoma macropomum* Characidae): an important Amazonian food fish. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 1, n. 2, p. 107-133, 1982 1982. ISSN 0101-8175. Disponível em: < <Go to ISI>://ZOOREC:ZOOR11900058135 >.

HELFAND, S. M.; LEVINE, E. S. Farm size and the determinants of productive efficiency in the Brazilian Center-West. **Agricultural Economics**, v. 31, n. 2-3, p. 241-249, Dec 2004. ISSN 0169-5150. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000225807900012 >.

HOFFMAN, R. et al. Administração da empresa agrícola. **São Paulo: Ed. Pioneira Econômica**, v. 7, p. 330, 1987.

HONDA, E. M. S. ContribuiYao ao conhecimento da biologia de peixes do Amazonas. 2. - AlimentaYao de tambaqui, *Colossoma bidens* (Spix). **Acta amazon**, v. 4, n. 1, p. 47-53, 1974 1974. Disponível em: < <Go to ISI>://ZOOPEC:ZOOR11100002285 >.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-. **Produção da Pecuária Municipal 2014**. AGRICULTURA, M. D. Rio de Janeiro. 1: 197 p. 2014.

ILYASU, A.; MOHAMED, Z. A. TECHNICAL EFFICIENCY OF TANK CULTURE SYSTEMS IN PENINSULAR MALAYSIA: AN APPLICATION OF DATA ENVELOPMENT ANALYSIS. **Aquaculture Economics & Management**, v. 19, n. 4, p. 372-386, Oct 2 2015. ISSN 1365-7305. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000363673100002 >.

ILYASU, A. et al. A REVIEW OF PRODUCTION FRONTIER RESEARCH IN AQUACULTURE (2001-2011). **Aquaculture Economics & Management**, v. 18, n. 3, p. 221-247, 2014 2014. ISSN 1365-7305. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000340204000001 >.

IZEL, A. C. U.; MELO, L. A. S. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no Estado do Amazonas - Documentos 32**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental: 11 p. 2004.

KOOPMANS, T. C. **Activity analysis of production and allocation**. Wiley New York, 1951.

LIMA, J. P. et al. Pró-Rural Aquicultura: relatos das principais ações de extensão tecnológica e um panorama do setor aquícola do estado do Amazonas, Brasil. **Nexus-Revista de Extensão do IFAM**, v. 1, n. 1, 2015. ISSN 2447-794X.

MARTIN, N. B. et al. Custos e retornos na piscicultura em São Paulo. **Informações econômicas**. São Paulo, p.9-47. 1995

MARTINS, C. V. B. et al. Avaliação da piscicultura na região oeste do estado do Paraná. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 27, n. 1, p. 77-84, 2001.

MATSUNAGA, M. et al. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, v. 23, p. 123-139, 1976.

MELO, L. A. S.; IZEL, A. C. U.; RODRIGUES, F. M. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/ barragens no Estado do Amazonas**. Manaus, p.25. 2001

MUNOZ, A. E. P. et al. **Piscicultores e demais agentes da cadeia produtiva discutem custos de produção de peixes redondos em viveiros escavados em Pimenta Bueno, Rondônia**. EMBRAPA, E. B. D. P. A.-. 6 p. 2015a.

_____. **Piscicultores e demais agentes da cadeia produtiva discutem os custos de produção de peixes redondos em viveiros escavados em Ariquemes, Rondônia.** EMBRAPA, E. B. D. P. A.-. Palmas - TO 2015b.

_____. **No segundo painel do projeto Campo Futuro da Aquicultura, piscicultores discutem os custos de produção da aquicultura do sudeste do Tocantins.** EMBRAPA, E. B. D. P. A.-. Palmas - TO: 5 p. 2014a.

_____. **Piscicultores discutem custos de produção da aquicultura na região central do Tocantins.** EMBRAPA, E. B. D. P. A.-. Palmas - TO 2014b.

_____. **Piscicultores discutem o custo de produção de peixes redondos na Baixada Cuiabana - MT.** EMBRAPA, E. B. D. P. A.-. Palmas - TO: 5 p. 2014c.

_____. **Piscicultores discutem os custos de produção de tambaqui pelo Projeto Campo Futuro da Aquicultura em Alta Floresta - MT.** EMBRAPA, E. B. D. P. A.-. Palmas - TO: 6 p. 2014d.

OLIVEIRA, E. et al. Produção de tilápia: mercado, espécie, biologia e recria. **Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica**, 2007.

PARETO, V. Manuel d'Economie Politique, Paris: Giard et E. **Briére, France**, 1909.

PAULA, F. G. **Desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*), da pirapitinga (*Piaractus brachipomus*) e do híbrido tambatinga (*C. macropomum* X *P. brachypomum*) mantidos em viveiros fertilizados na fase de engorda.** 2009. 70 Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

PEDROZA FILHO, M. X.; RODRIGUES, A. P. O.; REZENDE, F. P. Dinâmica da produção de tambaqui e demais peixes redondos no Brasil. **Embrapa Pesca e Aquicultura-Outras publicações técnicas (INFOTECA-E)**, 2016.

PEREIRA, T. M. et al. **O desempenho econômico na produção de tambaqui comparando dois sistemas de criação na Amazônia Ocidental.** ENCONTRO MINEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Viçosa. 5: 78-84 p. 2009.

SABBAG, O. J.; COSTA, S. M. A. L. Eficiência técnica da produção de tilápias em Ilha Solteira, SP: uma análise não paramétrica. **Boletim de Indústria Animal**, v. 72, n. 2, p. 155-162, 2011. ISSN 1981-4100.

SABBAG, O. J. et al. Análise econômica da produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade associativista em Ilha Solteira/SP. **Custo e @gronegocio**, v. 3, n. 2, p. 86-98, 2007.

SCHUH, G. E. Considerações teóricas sobre custos de produção na agricultura. **Agricultura em São Paulo**, v. 23, p. 97-119, 1976.

SCORVO FILHO, J. D. et al. Custo operacional de produção da criação de tilápias tailandesas em tanques-rede, de pequeno volume, instalados em viveiros povoados e não povoados. **Custos e @gronegocio on line**, v. 4, n. 2, 2008.

SCORVO FILHO, J. D. S.; MARTIN, N. B.; AYROZA, L. M. D. S. Piscicultura em São Paulo: custos e retornos de diferentes sistemas de produção na safra 1996/97. **Informações Econômicas**, v. 29, n. 3, p. 41-62, 1999.

SILVA, E. C.; DIAS, R. L.; LIMA, M. M. **Manual do software RuralPro 2010**. DF, E. Brasília: 36 p p. 2011.

SILVA, N. J. R. D. **Dinâmicas de desenvolvimento da piscicultura e políticas públicas no Vale do Ribeira– SP e Alto Vale do Itajaí– SC–Brasil. 2005**. 2005. 602 (Doctorate). Tese (Doutorado em co-tutelle)-Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho', Centro de aquicultura-École nationale supérieure agronomique de Rennes, Departemente Halieutique. Jaboticabal

SOUZA, P. C. T.; WILHELM, V. E. Uma introdução aos modelos DEA de eficiência técnica. **Ciência e Cultura, Curitiba**, n. 42, p. 121-139, 2009.

SOUZA, R. A. D. et al. Análise econômica da criação de tambaqui em tanques-rede: estudo de caso em assentamento da reforma agrária. **Custos e @gronegocio on line**, p. 253-268, 2014. ISSN 1808-2882.

SOUZA, R. O. D.; TEIXEIRA, S. Produtividade Total Dos Fatores Na Agricultura Goiana: Uma Análise Para As Culturas De Cana-De-Açúcar, Milho E Soja. **Revista de Economia e Agronegocio/Brazilian Review of Economics and Agribusiness**, v. 11, n. 2, 2013.

SUSSEL. Cadeia produtiva da tilápia. **Boletim Ativos da Aquicultura**, n. 3, p. 4, Julho 2015.

SUSSEL, F. R. Tilapicultura no brasil e entraves na produção. **Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios-Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Pirassununga, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de**, v. 8510, 2013.

VASCONCELLOS, M. A. S.; GARCIA, M. E. **Fundamentos de economia**. São Paulo: Saraiva, v. 2012, 2004.

VICENTE, I. S. T.; ELIAS, F.; FONSECA-ALVES, C. E. Prospects of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) production in Brazil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 392-398, 2014-12 2014. ISSN 0871-018X. Disponível em: < <Go to ISI>://SCIELO:S0871-018X2014000400003 >.

VILLACORTA-CORREA, M. A. **Estudo da idade e crescimento do tambaqui *Colossoma macropomum* (Characiformes: Characidae) na Amazônia Central, pela análise de marcas sazonais nas estruturas mineralizadas e microestruturas nos otólitos**. 1997. 214 (Mestrado). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

YIN, X. et al. Economic Efficiency of Crucian carp (*Carassius auratus gibelio*) Polyculture Farmers in the Coastal Area of Yancheng City, China. **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 14, n. 2, p. 429-437, Jun 2014. ISSN 1303-2712. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000348289800013 >.

Este artigo será submetido ao *Brazilian Journal of Rural Economics and Sociology* (CAPES B3, FI = 0,23)

Capítulo I – Caracterização da tilapicultura em tanques-rede no médio Paranapanema – São Paulo - Brasil

Jesaias Ismael da Costa^{1*}, Omar Jorge Sabbag, Maria Inez Espagnoli Geraldo Martins

Resumo

Este trabalho teve por objetivo caracterizar a criação de tilápia em tanques-rede na região do médio Paranapanema, SP, em pisciculturas de três escalas de produção: pequena, média e grande. Foram obtidas informações a respeito de oito pisciculturas e os processos produtivos, para caracterização quanto à infraestrutura utilizada, manejos adotados (sanitário, alimentar), monitoramento ambiental, gestão da propriedade e índices produtivos, que permitiram elaborar uma planilha mista de pontuação. Em função da escala de produção, houve diferenças na pontuação entre as pisciculturas e, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis ($\alpha=10\%$) nos índices produtivos e pontuação total obtida para cada propriedade. A criação é realizada em tanques medindo entre 6 e 31 m³ em três fases de criação, iniciando com animais de 0,5 a 1,5 g e finalizando com um peso de abate entre 850 g e 1.000 g, em ciclos de produção de 236 dias, na média. Os indicadores produtivos foram similares entre as diversas escalas de produção, em função da semelhança entre manejo alimentar adotado e infraestrutura utilizada. O manejo sanitário restringiu-se a práticas remediadoras e as pisciculturas não apresentam um monitoramento rotineiro das variáveis físico-químicas.

Palavras chave: piscicultura; manejo; índices produtivos.

Introdução

A tilápia possui excelentes características para criação, como rápido crescimento, amplo espectro de tolerância à temperatura, salinidade, rápida maturação sexual (de 3 a 6 meses), elevada prolificidade e boa aceitação a alimentos formulados (OLIVEIRA et al., 2007; NOGUEIRA e RODRIGUES, 2007) que, aliadas às boas condições de criação disponíveis no Brasil, a posicionam em destaque, com presença em quase todo o território brasileiro (IBGE, 2014). Sua produção é desenvolvida principalmente em reservatórios artificiais e rios no sistema de tanques-rede (NOGUEIRA e RODRIGUES, 2007; SUSSEL, 2015). Esse sistema é considerado como intensivo, que permite alcançar grandes produtividades, mas os animais são dependentes exclusivamente das condições ambientais, do fornecimento de alimento e de um

manejo adequado para a espécie (ZANOLO e YAMAMURA, 2006; NOGUEIRA e RODRIGUES, 2007).

Para o desenvolvimento de qualquer empreendimento, bem como a implantação de novas tecnologias, sejam elas produtivas ou administrativas, há a necessidade de se conhecer detalhadamente o processo de produção, bem como os fatores utilizados (BATALHA, BUAINAIN e SOUZA FILHO, 2010; BOTELHO, 2011). A caracterização dos sistemas de produção é uma forma de gerar dados que possibilitem o planejamento e acompanhamento de ciclos futuros e de novos empreendimentos (SABBAG et al., 2007). Na bacia do rio São Francisco, a criação de tilápia é desenvolvida, em sua grande maioria, em tanques de 6m³ e as pisciculturas possuem em média 1.500 m³ de tanques-rede, com produções escalonadas e despescas mensais (SUSSEL, 2015). Na região do Sertão de Itaparica-PE, a tilápia é criada em ciclos médios de 180 dias, com alimentação dividida em duas fases, utilizando tanques de 14 m³, iniciando com média de 20 g e finalizando entre 700 g e 1,2 kg (BARROSO e ANDRÉS, 2014a). Em Londrina-PR, as pisciculturas possuem em média 300 m³ com tanques de 6 m³, mas com tendência de mudar para tanques de 18m³. O período de cultivo médio é de 225 dias, com manejo alimentar dividido em quatro fases (MUNOZ et al., 2015a). Na região do Castanhão-CE, as pisciculturas utilizam tanques-rede de 36m³ em média, em propriedades com 1.332 m³ de tanques-rede, em período de cultivo médio de 205 dias, com um manejo alimentar dividido em cinco fases, iniciando o cultivo com animais de 2 g e terminando com 1 kg (MUNOZ et al., 2015a).

A grande diversidade de biomas encontrados no Brasil direciona o produtor a adequar a sua tecnologia de produção, com a finalidade de se obter o melhor desempenho produtivo e econômico. Assim, cada região produtora possui sua particularidade, que influencia na produção, o que torna necessário caracterizar a produção em cada uma dessas regiões. Dessa forma, este trabalho teve por objetivo caracterizar a criação de tilápia em tanques-rede, quanto ao processo produtivo, dando ênfase aos manejos adotados, infraestrutura utilizada e resultados produtivos obtidos.

Material e Métodos

Área de estudo

A região do estudo está inserida na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI - 17) médio Paranapanema, São Paulo, criada pela Lei Estadual 9.034/94 e composta por 42 municípios com sede nesta região, além de 13 outros municípios com área contida, que

são aqueles que possuem território inserido dentro do médio Paranapanema, mas com sede fora da unidade. Abrangendo uma área de 16.749 km², agrega os tributários da margem direita do curso médio do rio Paranapanema, Rio Pardo, Rio Turvo, Rio Capivara, Rio Novo e o Rio Pari (Figura 1). Esta é considerada uma região historicamente produtora de pescado.

Seleção das propriedades, coleta e análise de dados

Inicialmente, foi contatada o Polo regional do Médio Paranapanema da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) localizada em Assis-SP, para obtenção de informações e de indicação para a seleção de pisciculturas que representassem as tecnologias de produção de peixes na região do médio Paranapanema-SP. Foram escolhidas pisciculturas com diferentes escalas de produção, conforme a resolução do CONAMA nº 413 de 2009 (Pequena <1.000m³, Média de 1.000 a 5.000 m³ e Grande >5.000m³) e utilizassem diferentes canais de comercialização. Foi também observada a disponibilidade dos produtores em fornecer informações a respeito da propriedade e do processo produtivo adotado.

Utilizando um questionário semiestruturado (em novembro de 2014), foram obtidas informações a respeito das propriedades e do processo produtivo que permitiram caracterizá-las quanto à infraestrutura utilizada, manejos adotados (sanitário, alimentar), monitoramento ambiental, gestão da propriedade e índices produtivos.

Com as informações obtidas, foi elaborada uma planilha mista de pontuação que representasse as diferenças e similaridades entre as propriedades, considerando a presença (nota 1), ausência (nota 0) e a quantidade de determinados itens utilizados no processo de produção gerando, desta forma, uma pontuação para cada piscicultura. Para caracterizar as pisciculturas quanto à infraestrutura utilizada, foi criada uma matriz de ausência e presença, mostrando se determinado equipamento, utensílio, automóvel ou infraestrutura eram utilizados por determinada piscicultura ou não, sendo considerada apenas a presença dos itens e não as especificidades de cada item. A pontuação no manejo sanitário foi obtida considerando os seguintes itens: uso de antibióticos, problemas com doenças, realização de vazio sanitário, vacinação dos animais, desinfecção e/ou limpeza dos tanques. No manejo alimentar, foram considerados: tipo e quantidade de rações utilizadas no manejo, uso de tabelas nutricionais pré-estabelecidas, realização de biometrias para ajustes da quantidade de ração, controle no consumo e fornecimento de ração aos animais e uso de infraestrutura adequada para armazenamento de ração.

Na caracterização quanto à realização de monitoramento ambiental, foram observadas a presença de equipamentos específicos para esta finalidade e o acompanhamento regular dos seguintes parâmetros: oxigênio dissolvido na água, temperatura, amônia, fósforo e outras análises. Quanto à gestão da propriedade foram observadas a existência de controle e determinação do custo de produção; uso de softwares específicos para gerenciamento contábil, financeiro e produtivo; uso de planilhas de Excel para gestão; uso de assistência técnica; formação do gerente para atuação com piscicultura; participação em palestras ou cursos e participação em cooperativas ou associações.

Para avaliar o desempenho produtivo, foram tomados como indicadores: tamanho do ciclo de produção (dias), peso médio inicial (kg peixe⁻¹), produtividade média (kg m⁻³), peso médio final (kg peixe⁻¹), sobrevivência média (%) e a conversão alimentar aparente média.

Análise estatística

Para verificar se houve diferença entre as pisciculturas em função da escala de produção, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis ($\alpha=10\%$) nos índices produtivos e pontuação total obtida para cada propriedade, bem como nas pontuações obtidas para infraestrutura, manejo sanitário, manejo alimentar, monitoramento ambiental e gestão da propriedade. As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico R 3.2.3. O Kruskal-Wallis é um teste não paramétrico que tem por objetivo determinar a diferença entre três ou mais amostras independentes que não apresentam distribuição normal. Por meio do teste H, que utiliza a distribuição qui-quadrado e ranqueia os grupos amostrais para gerar o valor crítico que determina se os grupos são iguais ou não. O valor de H representa o resultado do teste de Kruskal-Wallis, de modo que se este for menor que o valor crítico obtido há não diferença entre os conjuntos de dados, e o valor de p será maior que o de $\alpha=10\%$ (MCKIGHT e NAJAB, 2010).

Resultados e Discussão

Índices produtivos e pontuação das pisciculturas

Não foram observadas diferenças nos valores dos índices produtivos entre os diferentes tamanhos das propriedades. Em geral, a piscicultura em tanques-rede de tilápia na região estudada é caracterizada por uma produção dividida em três fases de criação, iniciando com animais de 0,5 a 1,5 g e finalizando com um peso de abate entre 850 g a 1.000 g, em ciclos de produção de 236 dias, em média (Tabela 1). A duração do ciclo de produção está principalmente relacionada ao processo tecnológico adotado e as variáveis ambientais. Em períodos de

temperatura mais elevada ou regiões mais quentes, os ciclos de produção duram em média 180 dias (BARROSO e ANDRÉS, 2014b; MUNOZ et al., 2014a; b; MUNOZ et al., 2015b), que representam 56 dias a menos que o encontrado neste trabalho. Ciclos de produção semelhantes (225 dias) também foram observados na região de Londrina-PR, que apresenta em determinadas épocas do ano temperaturas mais baixas (MUNOZ et al., 2015b).

Foram relatados índices de sobrevivência superiores a 86%, produtividades maiores que 120 kg m⁻³ (exceção M3) e conversão alimentar aparente inferiores a dois (Tabela 1), corroborando com resultados encontrados em outras regiões do Brasil, como Sertão de Itaparica, Submédio São Francisco (Glória- BA), Jatoba-PE, Castanhão-CE e Londrina (BARROSO e ANDRÉS, 2014b; MUNOZ et al., 2014a; b; MUNOZ et al., 2015b; MUNOZ et al., 2015b). Este pode ser um indicativo que, mesmo se tratando de regiões distintas, o processo tecnológico é semelhante, podendo haver um ponto comum de difusão de conhecimento, como as fábricas de ração, responsáveis por grande parte da assistência técnica realizada nessas regiões, bem como programas governamentais de incentivo à criação de peixes, que acabam utilizando um único pacote tecnológico para todas as regiões.

Tabela 1 – Índices produtivos e características gerais da produção de tilápia em tanques-rede desenvolvida na região do médio Paranapanema, São Paulo, em novembro de 2014.

Indicadores produtivos	Pequena					Média				Grande	Kruskal-Wallis (df=2)
	P1	P2	P3	P4	Média	M1	M2	M3	Média	G	
Área outorgada (ha)	1,2	1,5	1	2	1,4	1,2	2,7	8	4,0	2	
Tamanho (m ²)	300	381	894	602	544,2	2706	2722	2790	2739,5	4782	
Tipos de tanques rede (m ²)	6	8	6 e 18	6	6,7	6 e 18	18	18	18,0	6 e 31	
Ciclo de produção (dias)	270	210	225	240	236,3	290	225	240	251,7	210	
Fases de produção	2	3	3	3	2,8	3	2	4	3,0	3	
Peso médio inicial (g)	30	1	0,5	1,5	8,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
Peso médio final (g)	900	800	850	1000	887,5	1000	950	850	933,3	700	H=2,42; p=0,30
Sobrevivência média (%)	86,364	87	88,2	86,4	87,0	83,9	88,18	87,3	86,5	86,36	H=0,47; p=0,80
Conversão alimentar aparente	1,94	1,46	1,95	1,41	1,7	1,62	1,89	1,63	1,7	1,79	H=0,33; p=0,85
Produtividade média (Kg m ⁻³)	150,0	131,3	156,6	166,1	151,0	122,0	128,6	76,0	108,8	135,9	H=1,10; p=0,58

Não houve diferença na tecnologia de produção adotada e infraestrutura utilizada, pelas pisciculturas com escalas de produção diferentes (Tabela 2), justificando a igualdade obtida entre os valores produtivos. Este resultado diverge do encontrado por Zetina Córdoba et al. (2006) que, conforme o uso tecnológico, índice financeiro e experiência empresarial, caracterizaram a produção em Empresarial, Intermediário, Artesanal e Inicial. Uma possível explicação é o resultado encontrado por Asche, Roll e Tverterás (2008) na indústria do Salmão, uma das mais desenvolvidas na produção de peixes, que relatou existir um longo caminho a

percorrer no uso dos fatores de produção e, em muitos casos, a atividade encontra-se em fase embrionária ou infantil.

Tabela 2 – Pontuações obtidas para pisciculturas de tilápia em tanques-rede da região do médio Paranapanema, São Paulo, em novembro de 2014.

Itens	Pequena					Média				Grande	Kruskal-Wallis (df=2)
	P1	P2	P3	P4	Média	M1	M2	M3	Média		
Infraestrutura	14,0	21,0	19,0	25,0	19,8	28,0	18,0	21,0	22,3	14,0	H=2,49; p=0,29
Manejo Sanitário	3	2	1	2	2,0	2	3	2	2,3	2	H=0,82; p=0,66
Manejo Alimentar	3	9	9	5	6,5	11	9	9	9,7	10	H=3,66; p=0,16
Monitoramento ambiental	0	0	0	0	0,0	0	0	3	1,0	1	H=3,14; p=0,21
Sistema de Gestão	3	4	5	5	4,3	6	4	3	4,3	4	H=2,07; p=0,35
Índices Produtivos	8,4	8,6	10,2	9,2	9,1	10,2	8,1	9,5	9,3	9,7	
Total	31,4	44,6	44,2	46,2	41,6	57,2	42,1	47,5	48,9	40,7	H=3,10; p=0,21

Infraestrutura

Foram encontrados tanques-rede variando de 6 a 31 m³ úteis, sendo que os pequenos produtores utilizam tanques de pequeno volume (<8m³) e os médios e grande produtores, além de tanques de pequeno volume, também utilizam tanques entre 18 e 31 m³. O investimento com tanques de grande volume poderia ser mais indicado a produtores menores, caso o capital fixo com esse item por m³ diminuir com o aumento do volume útil, como descrito por Furlaneto, Ayroza e Ayroza (2006). Porém, é preciso avaliar no momento do investimento pois esta relação tem se alterado. Entretanto, a escolha no volume dos tanques-rede parece estar mais relacionada à capacidade gerencial, mercado, manejo diário e adequação à capacidade dos caminhões de transporte de modo que se consiga realizar a despesa total do tanque.

Os empreendimentos amostrados utilizam contêiner para montar a estrutura de apoio, como depósito de ração, ferramentas e utensílios, escritórios e banheiros. Isso ocorre em função da legislação ambiental não permitir a construção de infraestrutura às margens de cursos de água, obrigando os produtores a utilizarem estruturas móveis que, em muitos casos, não são adequadas para o armazenamento e desenvolvimento da atividade. Em apenas duas pisciculturas foram encontradas estruturas fixas construídas às margens do curso de água; entretanto, esses produtores relataram problemas com os órgãos ambientais.

Para a realização do manejo ao longo do período produtivo, as pisciculturas dispõem de balsas flutuantes, que permitem a realização de despescas, biometrias, classificação e manejos em geral. Apenas uma das pisciculturas não possui essa infraestrutura e para realização do

manejo, os tanques são arrastados próximos à margem, onde possui estrutura para esta finalidade.

Em todos os empreendimentos foi encontrada mesa classificadora ou algum sistema para classificação dos peixes, que permitissem ao produtor, distribuir os peixes em lotes uniformes de acordo com as fases de criação, despescando mais rapidamente os peixes médios e grandes, permitindo uma otimização dos fatores de produção utilizados.

Gestão da propriedade

No que diz respeito à gestão das propriedades, verificou-se que em todas as pisciculturas estudadas, dados de produção e econômicos são armazenados em planilhas eletrônicas. Porém, devido ao baixo conhecimento sobre a ferramenta de planilha de dados e a forma de organização dos dados, há uma dificuldade na geração de informações de maneira rápida e correta para tomada de decisão, mostrando a necessidade da modernização do processo produtivo com a utilização de novas tecnologias e métodos de gestão que visem aperfeiçoar e melhorar o processo de produção. Esses dados corroboram com Pereira e Gameiro (2007), que relataram haver um longo caminho a se desenvolver nas técnicas aplicadas ao monitoramento e controle da produção de peixes.

A gestão financeira das propriedades limita-se ao controle dos dispêndios financeiros realizados durante o ano para controle da atividade. Nossas observações corroboram com as de Batalha, Buainain e Souza Filho (2010), que relataram haver falta de um controle adequado da produção e dos custos inerentes a ela, não gerando informações substanciais que o permitam tomar decisões gerenciais que melhorem o desempenho da propriedade. Assim, a utilização de um sistema de gestão informatizado para piscicultura, conforme Lee (2000) e Garcia, Firreti e Sales (2007), pode trazer benefícios como a melhora no processo de produção, diminuição nos custos com mão de obra; maior controle da produção, bem como melhorar o entendimento do processo de produção. A inexistência desses programas nas propriedades pode ser devido a barreiras na implantação de novos modelos administrativos, observada por Waack e Machado Filho (1999), que estão relacionadas principalmente: à deficiência no processo produtivo; questões políticas; estruturas organizacionais complexas; pouco envolvimento na implantação de novos projetos e sistemas de controle deficientes.

Para o desenvolvimento da tilapicultura na região do presente estudo, é de extrema importância a implementação de um sistema de gestão informatizado, que seja prático e resulte

em informações aos produtores que os auxiliem a tomar decisões assertivas. Para Asche, Roll e Tverterás (2008), o controle no processo de produção é uma forma de tornar a aquicultura tão grande como outras indústrias, pois em muitos casos a aquicultura ainda é uma atividade amadora. Assim, para o crescimento da aquicultura são necessários um bom planejamento e gestão da atividade, fatores de extrema relevância para o sucesso da atividade (ANDRADE et al., 2005; FURLANETO, AYROZA e AYROZA, 2006).

Monitoramento ambiental

Foi observada a inexistência de um monitoramento ambiental por análises físico-químicas da água, sendo encontrado em apenas duas pisciculturas, equipamentos para aferição de oxigênio dissolvido e temperatura. Nem mesmo o uso de termômetros de máxima e mínima, que podem auxiliar no ajuste da quantidade de ração em função da variação de temperatura foi observado. A inexistência de um monitoramento das variáveis físico-químicas da água mostra a falta de profissionalismo da atividade, pois a produtividade depende das condições ambientais às quais os peixes estão submetidos (ASCHE, ROLL e TVERTERÁS, 2008; FERREIRA e BARCELLOS, 2008; PEREIRA FILHO et al., 2008) e mesmo não sendo possível controlar essas variáveis, seu monitoramento é de extrema importância. A inexistência desse monitoramento foi atribuída pelos proprietários, ao elevado preço de mercado de equipamentos e custo das análises, declarando saberem que são análises de extrema importância para gestão da piscicultura e que já tiveram perdas em função de baixas de oxigênio ou problemas relacionados à qualidade de água.

O crescimento da piscicultura em tanques-rede por meio do aumento na escala produção e produtividade podem acarretar em maior liberação de efluentes, que comprometem a qualidade da água, diminuindo o desempenho produtivo e proporcionando o surgimento de surtos de doenças (FERREIRA e BARCELLOS, 2008). Logo, os produtores localizados na região do médio Paranapanema, alvos desse estudo, devem estar atentos às condições ambientais, implementando um monitoramento rotineiro das variáveis físico-químicas da água, para diminuir os riscos relacionados aos fatores ambientais que regulam praticamente toda a produção.

Manejo sanitário

O manejo sanitário restringiu-se à lavagem dos tanques-rede (100%) e vacinação dos juvenis (12,5%), não sendo realizado vazio sanitário em nenhuma das pisciculturas amostradas,

atribuídas aos custos gerados pela não utilização dos tanques-rede. A falta de um manejo sanitário baseado em conceitos de biossegurança e de boas práticas de manejo dificultam um controle e diagnóstico prévios de enfermidades, elevando os custos de produção e comprometendo a rentabilidade e sobrevivência do empreendimento (PETTERSEN et al., 2015). Entretanto, este não é um fato isolado desta região; Munoz et al. (2014a) também observaram haver baixa preocupação ou ação, com o manejo sanitário na região do Submédio São Francisco.

A adoção de manejo sanitário restringe-se a práticas remediadoras e não preventivas, sendo relatadas perdas ocasionadas por doenças em 62,5% das pisciculturas estudadas, que afirmaram utilizar produtos veterinários para controle. A ocorrência de doenças está diretamente relacionada à quebra da homeostase animal pelas condições de cultivo em que os animais são submetidos (ZANOLO e YAMAMURA, 2006; FERREIRA e BARCELLOS, 2008). Os danos causados pelas doenças são potencializados com o aumento do estresse ocasionado pela retirada dos animais do tanque-rede para realização de manejo; variações de temperatura e condições ambientais e aumento de matéria orgânica (ZANOLO e YAMAMURA, 2006). E este fato ainda é mais preocupante se considerarmos a inexistência de um monitoramento ambiental.

Em regiões em que os animais passam por um maior desafio ambiental, como Londrina-PR, Munoz et al., (2015b) observaram que 50% dos produtores amostrados realizavam vacinação, com tendência de crescimento da prática e impacto importante na sobrevivência, relatando que foi de 95% para peixes vacinados e 70% para peixes não vacinados.

Manejo alimentar

O uso de alimento de qualidade, juntamente com um manejo alimentar adequado, impacta diretamente o custo de produção, a rentabilidade e eficiência dos sistemas produtivos (ANDRADE et al., 2005; FURLANETO, AYROZA e AYROZA, 2006; ASCHE, ROLL e TVERTERÁS, 2008; ALAM, KHAN e HUQ, 2012).

Observou-se que as pisciculturas dividem o manejo alimentar em pelo menos três fases, seguindo orientação dos fornecedores de ração, que buscam maximizar o desempenho dos animais para ganharem mercado e aumentarem suas vendas. As orientações são baseadas em tabelas pré-formuladas, que são adequadas às condições de criação. Assim, as taxas de arraçamento, tipo de ração (granulometria e características bromatológicas) e frequência de

arraçoamento são baseadas em informações relacionadas à temperatura da água, tamanho e comportamento do animal, que possibilitaram aos produtores, uso de tabela geral para sua criação, de acordo com as recomendações dos fabricantes de ração (Tabela 3).

A mão de obra, juntamente com a ração, são os fatores preponderantes no manejo alimentar. Apenas nas pisciculturas médias e na grande foi observada a atribuição de uma pessoa específica para realizar o arraçoamento. A especialização da mão de obra pode ser um indicativo de evolução do sistema de produção, que possibilita uma maior produtividade da mão de obra, pela divisão do trabalho (SMITH, 1983). Mas com o aumento da escala de produção, é necessário que haja automação nesse manejo, visando minimizar os erros na tomada de decisão e precisão na oferta de alimento, que dependem da habilidade do tratador e gerente decidir a quantidade de ração que deve ser ofertada, tomando como base os seguintes parâmetros: peso, temperatura, oxigênio dissolvido e observações sobre os animais, principalmente no fornecimento de ração para grandes quantidades de tanques-rede (AGOSTINHO et al., 2011). Esse autores observaram que a automação otimiza o manejo alimentar e sugerem que se essa tecnologia for associada a controladores lógicos, podem trazer soluções definitivas para o manejo de peixes em tanques-rede, minimizando a ocorrência de sub ou super alimentações, como observado por Hebicha, El Naggar e Nasr-Allah (2013) na produção de tilápia no Egito em que os produtores subalimentavam os animais entre 8% a 22% da necessidade diária. Entretanto, deve-se ficar atento à operacionalização desses sistemas de automação, bem como, os investimentos e custos incrementais dessa prática.

Tabela 3 – Manejo alimentar adotado nas oito pisciculturas de tilápia em tanques-rede da região do médio Paranapanema, São Paulo, novembro de 2014.

Empreendimento	Fase (g)	Frequência diária	Arraçoamento diário (%PV)	%PB	Tamanho do pelete (mm)	
Pequeno	P1	30 a 150	3	1,5	48	2
		150 a 800	3	1,5	32	6 a 8
		150 a 1000	3	1,5	32	6 a 8
	P2	0,5 a 5	10	12 a 10	40	1
		5 a 10	8 a 10	6 a 7	40	1,7
		10 a 25	8	7 a 5	32	2 a 4
		25 a 500	3	5 a 3,5	32	4 a 6
		500 a 850	3	3,5 a 2	32	6 a 8
		0,5 a 5	10	6 a 7	48	P6
	P3	10 a 25	10	7	36	1,5
		25 a 500	3	4	36	2 a 4
		500 a 800	3	4	32	6 a 8
P4	0,5 a 5	10	12	45	1	
	5 a 30	10	10	40	1,7	
	30 a 60	3	10	36	2,4	
	60 a 200	3	9	32	4 a 6	
	200 a 1000	3	6 a 4	32	6 a 8	
Médio	M1	0,5 a 3	10	12	45	1
		3 a 5	10	10	45	1,5
		5 a 10	10	10	45	1,7
		10 a 30	10	9	40	2
		30 a 250	3	6 a 4	32	4 a 6
		250 a 1000	3	4 a 1,5	32	6 a 8
	M2	0,5 a 3	10	18	55	P6
		3 a 5	10	16	50	1
		5 a 20	6	12 a 8	45	1,7
		20 a 65	4	7 a 5	40	2,4
		65 a 240	2	5 a 3,5	36	4 a 6
		240 a 950	2	3,5 a 1,5	32	6 a 8
M3	0,5 a 5	6	18	55	P6	
	5 a 15	6	16	45	1	
	15 a 40	6	12 a 8	40	11,7	
	40 a 60	3	7 a 5	45	2,6	
	60 a 350	3	5 a 3,5	32	4 a 6	
	350 a 850	3	3,5 a 1,5	32	6 a 8	
Grande	G	0,5 a 1,5	10	20	55	P6
		1,5 a 6	8	16 a 14	45	1
		6 a 25	6	12 a 6,4	40	1,7
		25 a 60	6	5,6 a 4,72	45	2,6
		60 a 200	4	4,72 a 3,12	32	4 a 6
		200 a 700	4	3,12 a 1,76	32	6 a 8

Conclusão

Em geral, a criação de tilápia na região do médio Paranapanema-SP, é realizada em tanques-rede com volume útil de 6 a 31 m³ e criação realizada em três fases, iniciando com animais de 0,5 a 1,5 g e finalizando com peso de abate entre 850 g e 1.000 g, em ciclos de produção entre 210 e 290 dias, com média de 236 dias.

O processo de produção e indicadores produtivos foram semelhantes entre as pisciculturas das diferentes escalas de produção, mostrando haver um ponto comum de difusão de tecnologia, que podem ser os fornecedores de ração, pois são estes os responsáveis por levar a acessória técnica às propriedades.

A produtividade média obtida nas pequenas, médias e grande piscicultura, foi de 151 kg m⁻³, 108,8 kg m⁻³ e 135,9 kg m⁻³, respectivamente. Estando estes valores diretamente relacionados ao volume do tanque rede, pois, as maiores produtividades foram obtidas nos tanques com menores volumes.

A gestão da propriedade é realizada com uso e planilhas eletrônicas para o armazenamento de dados produtivos e financeiros que, em função do baixo conhecimento a respeito da ferramenta dificulta a obtenção de informações rápidas e precisas para tomada de decisões assertivas. A gestão financeira e contábil limitou-se ao controle de entradas e saídas de recursos monetários, não sendo observada em nenhuma das propriedades a determinação correta do custo de produção.

O manejo alimentar é realizado com utilização de tabelas de arraçamento, fornecidas pelas indústrias, que dividem o arraçamento em pelo menos três fases distintas. As tabelas são elaboradas com base em informações relacionadas à temperatura da água, tamanho e comportamento dos animais.

Não verificou-se a prática de monitoramento regular das variáveis físico-químicas da água e ausência de equipamentos para aferição dessas variáveis. O manejo sanitário restringiu-se a práticas remediadoras, com ocorrência de doenças em 62,5% das propriedades, e não realiza m vazio sanitário ou qualquer prática de biossegurança.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio financeiro e auxílio de bancada e a APTA-Assis pelo apoio na coleta de dados.

Referências Bibliográficas

AGOSTINHO, C. A. et al. **Inovações no manejo alimentar de tilápias**. XXI Congresso Brasileiro de Zootecnia. SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. ALAGOAS, U. F. D. Maceio: 1 - 8 p. 2011.

ALAM, M. F.; KHAN, M. A.; HUQ, A. S. M. A. Technical efficiency in tilapia farming of Bangladesh: a stochastic frontier production approach. **Aquaculture International**, v. 20, n. 4, p. 619-634, Aug 2012. ISSN 0967-6120. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000306283000002 >.

ANDRADE, R. L. B. D. et al. Custos de produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade da região oeste do Estado do Paraná, Brasil. **Ciência Rural**, v. 35, n. 1, p. 198-203, 2005-02 2005. ISSN 0103-8478. Disponível em: <<Go to ISI>://SCIELO:S0103-84782005000100032 >.

ASCHE, F.; ROLL, K. H.; TVERTERÁS, S. Future Trends in Aquaculture: Productivity Growth and Increased Production. In: HOLMER, M.;BLACK, K., et al (Ed.). **Aquaculture in the Ecosystem**. London: Springer, 2008. cap. 9, p.271-292.

AYROZA, L. et al. Piscicultura no médio Parapanema: situação e perspectivas. **Revista Aqüicultura e Pesca**, v. 2, n. 12, p. 27-32, 2005.

BARROSO, R. M.; ANDRÉS, M. P. **A Tilápia e o Desenvolvimento do Sertão de Itaparica/PE - Análise Econômica para Investimentos de Desenvolvimento na Região**. AQUICULTURA, E. B. D. P. A.-E. P. E. Palmas - Tocantins: 46 p. 2014a.

_____. **A Tilápia e o Desenvolvimento do Sertão de Itaparica/PE - Análise Econômica para Investimentos de Desenvolvimento na Região**. Documentos. Palmas - Tocantins, p.46. 2014b

BATALHA, M. O.; BUAINAIN, A. M.; SOUZA-FILHO, H. M. **Tecnologia de gestão e agricultura familiar**. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, O. E. G. Brasília. Texto 44: 19 p p. 2010.

BOTELHO, A. A. O processo de gestão agropecuária como instrumento do desenvolvimento regional para a agricultura familiar. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 8, n. 2, 2011.

FERREIRA, D.; BARCELLOS, L. J. G. Enfoque combinado entre as boas práticas de manejo e as medidas mitigadoras de estresse na piscicultura. **Boletim do Instituto de Pesca**, p. 601-611, 2008.

FURLANETO, F. P. B.; AYROZA, D. M. M. R.; AYROZA, L. M. S. **Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis spp.*) em tanque-rede no médio paranapanema, Estado de São Paulo, safra 2004/05**. Informações Econômicas. São Paulo, p.63-69. 2006

GARCIA, S. M.; FIRRETI, R.; SALES, D. S. **Desenvolvimento de sistema informatizado para gestão do processo de produção de peixes**. XLV Congresso da SOBER. SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, A. E. S. R. Londrina - Paraná: 1-21 p. 2007.

HEBICHA, H. A.; EL NAGGAR, G. O.; NASR-ALLAH, A. M. Production economics of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) pond culture in El-Fayum Governorate, Egypt. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 25, n. 3, p. 227-238, 2013. ISSN 1045-4438.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA - IBGE. **Produção da Pecuária Municipal 2014**. AGRICULTURA, M. D. Rio de Janeiro. 1: 197 p. 2014.

LEE, P. G. Process control and artificial intelligence software for aquaculture. **Aquacultural Engineering**, v. 23, n. 1, p. 13-36, 2000. ISSN 0144-8609.

MCKIGHT, P. E.; NAJAB, J. Kruskal-Wallis Test. **Corsini Encyclopedia of Psychology**, 2010. ISSN 0470479213.

MUNOZ, A. E. P. et al. **Informativo Campo Futuro**. EMBRAPA, E. B. D. P. A.-. Palmas - Tocantins: 6 p. 2015a.

_____. **Piscicultores e demais agentes da cadeia produtiva discutem os custos de produção da tilápia no açude Castanhão, Jaguaribara, Ceará**. EMBRAPA, E. B. D. P. A.-. Palmas - Tocantins: 6 p. 2015b.

_____. **Piscicultores e demais agentes da cadeia produtiva discutem os custos de produção da tilápia em Glória-BA**. EMBRAPA, E. B. D. P. A.-. Palmas - Tocantins: 6 p. 2014a.

_____. **Piscicultores e demais agentes da cadeia produtiva discutem os custos de produção da tilápia em Jabotá-PE**. EMBRAPA, E. B. D. P. A.-. Palmas Tocantins: 6 p. 2014b.

_____. **Informativo Campo Futuro**. EMBRAPA, E. B. D. P. A.-. Palmas - Tocantins 2015a.

_____. **Piscicultores e demais agentes da cadeia produtiva discutem os custos de produção da tilápia em Londrina - PR**. EMBRAPA, E. B. D. P. A.-. Palmas - Tocantins: 6 p. 2015b.

NOGUEIRA, A. C.; RODRIGUES, T. **Criação de tilápias em tanques-rede**. Salvador: Sebrae Bahia, 2007.

OLIVEIRA, E. et al. **Produção de tilápia: mercado, espécie, biologia e recria**. Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 2007.

PEREIRA, E. P.; GAMEIRO, A. H. **Análise da tilapicultura brasileira com ênfase no comércio internacional**. Londrina: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL: 14 p p. 2007.

PEREIRA FILHO, M. et al. Nutrição e boas práticas de manejo em aquíicultura. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 2, n. 18, p. 27, 2008.

PETTERSEN, J. et al. The economic benefits of disease triggered early harvest: A case study of pancreas disease in farmed Atlantic salmon from Norway. **Preventive veterinary medicine**, v. 121, n. 3, p. 314-324, 2015. ISSN 0167-5877.

SABBAG, O. J. et al. Análise econômica da produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade associativista em Ilha Solteira/SP. **Custos e @gronegocio on line**, v. 3, n. 2, p. 86-100, 2007.

SCORVO FILHO, J. D. S.; MARTIN, N. B.; AYROZA, L. M. D. S. PISCICULTURA EM SÃO PAULO: custos e retornos de diferentes sistemas de produção na safra 1996/97. **Informações Econômicas**, v. 29, n. 3, p. 41-62, 1999.

SMITH, A. **A riqueza das nações (1776)**. São Paulo: Abril Cultural, v. 1, p. 101, 1983.

SUSSEL, F. Análise comparativa de resultados econômicos dos polos piscicultores no segundo trimestre de 2015. **Boletim Ativos Aquicultura**. Brasília: Coordenação da Agricultura e Pecuária do Brasil 2015.

WAACK, R.; MACHADO FILHO, C. Administração Estratégica em Cooperativas. II Workshop Brasileiro de Gestão de Sistemas Agroalimentares, 1999.

ZANOLO, R.; YAMAMURA, M. H. Parasitas em tilápias-do-nilo criadas em sistema de tanques-rede. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n. 2, p. 281-288, 2006. ISSN 1679-0359.

ZETINA CÓRDOBA, P. et al. A profitability analysis of tilapia culture (*Oreochromis spp*) in six agroecosystems in the State of Veracruz, Mexico. **Técnica Pecuaria en México**, v. 44, n. 2, 2006. ISSN 0040-1889.

Este artigo será submetido ao Boletim do Instituto de Pesca (CAPES B2, FI:0,474)

Capítulo II - Avaliação econômica da produção de tilápias em tanques-rede no médio Paranapanema-SP

Jesaias Ismael da Costa, Omar Jorge Sabbag, Maria Inez Espagnoli Geraldo Martins

Resumo

A tilapicultura é uma atividade agropecuária que devido sua expansão, necessita cada vez mais informações econômicas que demonstrem sua viabilidade. Este trabalho teve por objetivo avaliar a rentabilidade da criação de tilápia realizada no médio Paranapanema-SP-Brasil. Foram selecionadas pisciculturas de diferentes tamanhos (P, M e G) e, por meio de questionário, obtidas as informações sobre os dados de desempenho zootécnico, desembolso, infraestrutura utilizada e canais de comercialização, que permitiram calcular o custo de produção e os indicadores de rentabilidade. Todos os empreendimentos mostraram-se rentáveis, sendo os tanques-rede, o item mais impactante no investimento inicial e a ração o item mais oneroso no custo de produção. O preço de venda e o destino da produção foram os principais responsáveis pela variação na rentabilidade dos empreendimentos.

Palavras chaves: piscicultura, custo de produção, rentabilidade

Introdução

A tilapicultura é uma atividade econômica que, na atual conjuntura, o produtor encontra-se cada vez mais pressionado pelos elevados custos de produção (VICENTE *et al.*, 2014; CAMPOS *et al.*, 2007), baixos preços de venda (CARNEIRO *et al.*, 1999; SUSSEL, 2015; AYROZA *et al.*, 2011), déficit hídrico, incertezas jurídicas e políticas e enfermidades emergentes, fazendo-se extremamente necessária a realização de estudos que mostrem a viabilidade econômica desse sistema produtivo. A maioria dos produtores não realiza controle adequado de sua produção e dos custos inerentes a ela ou, quando o fazem, não geram informações substanciais que permitam tomar decisões gerenciais que melhorem o desempenho da propriedade (BATALHA *et al.*, 2010).

O crescimento da produção de tilápia tem atraído grande número de investidores, em busca de retornos econômicos satisfatórios na atividade. Nesta atividade, é possível encontrar índices de lucratividade superiores a 20% (AYROZA *et al.*, 2011; SABBAG *et al.*, 2007; SCORVO FILHO *et al.*, 1999). Entretanto, nem sempre esse índice é alcançado e alguns trabalhos demonstram índices abaixo de 6% e até mesmo prejuízos (FURLANETO *et al.*, 2006; ZETINA CÓRDOBA *et al.*, 2006), principalmente pela falta de informações e o mau

gerenciamento nas despesas e receitas, que podem comprometer a viabilidade do empreendimento (MARTINS *et al.*, 2001; SILVA *et al.*, 2011).

A avaliação econômica dos sistemas de produção possibilita observar o comportamento de um empreendimento frente ao mercado (SILVA *et al.*, 2011; MARTINS *et al.*, 2001; FURLANETO *et al.*, 2006), maior poder de negociação e segurança para o desenvolvimento de novos ciclos de produção e para futuros empreendedores (LEONARDO *et al.*, 2012). O custo de produção é uma ferramenta gerencial e tem sido amplamente utilizado na piscicultura para mostrar a viabilidade de sistemas de criação (ZETINA CÓRDOBA *et al.*, 2006; CAMPOS *et al.*, 2007; SCORVO FILHO *et al.*, 1999), espécies potenciais (BRABO *et al.*, 2015; DOMINGUES *et al.*, 2014), adequação de manejo e tecnologias (FURLANETO *et al.*, 2006; AYROZA *et al.*, 2005; ANDRADE *et al.*, 2005), impacto de doenças (FARUK *et al.*, 2004) e otimização da infraestrutura (VERA-CALDERÓN e FERREIRA, 2004). Assim, este trabalho tem por objetivo avaliar economicamente a produção de tilápias em tanques-rede na região do médio Paranapanema-SP-Brasil e, identificar os fatores que influenciam na rentabilidade da atividade na região estudada.

Material e Métodos

Área de estudo

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI - 17) médio Paranapanema foi criada pela Lei Estadual 9.034/94, composta por 42 municípios com sede nesta região, além de 13 outros municípios com área contida, que são aqueles que possuem território inserido dentro do Médio Paranapanema, mas com sede fora da unidade. Abrangendo uma área de 16.749 km², agrega os tributários da margem direita do curso médio do rio Paranapanema, Rio Pardo, Rio Turvo, Rio Capivara, Rio Novo e o Rio Pari.

Seleção das propriedades e coleta de dados

Inicialmente foi contatada o Polo regional do Médio Paranapanema da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) localizada em Assis-SP, com a finalidade de obter informações e selecionar pisciculturas que representem as tecnologias de produção de peixes na região do médio Paranapanema-SP. Para escolha das pisciculturas, consideraram-se os seguintes critérios: diferentes escalas de produção, conforme a resolução do CONAMA, nº 413 de 2009 (P-pequena <1.000m³ ; M-média, de 1.000 a 5.000 m³; e G-grande >5.000m³); diferentes canais de comercialização e alguma diferença no processo de produção. Ainda, foi considerada a disponibilidade dos produtores em fornecer informações a respeito da propriedade e do processo produtivo adotado.

Foram selecionadas oito pisciculturas de diferentes escalas (Pequena =4; Média=3; e Grande = 1) e, por meio da aplicação de questionário semiestruturado foram obtidos dados que permitiram identificar as fases de criação, ciclos de produção, manejos adotados, infraestrutura utilizada, índices produtivos obtidos e desembolso monetário e formas de comercialização.

Avaliação econômica

Os investimentos necessários para o desenvolvimento da atividade foram obtidos, classificados e alocados em cinco categorias: tanques-rede, equipamentos, utensílios, veículos e infraestrutura de apoio. Foi determinada a relação entre o capital investido em tanques-rede e os demais itens de investimento, bem como o investimento por m³.

Com os dados de desempenho zootécnico obtidos e os preços dos fatores e produtos, foram calculados o custo de produção e os índices de rentabilidade. Os custos foram determinados com base na estrutura de Custo Operacional Total (COT), somando-se o Custo Operacional Efetivo (COE) com os outros custos que não representam desembolso monetário efetivo. No COE, foram considerados todos os desembolsos efetivos e como outros custos, a depreciação e um valor estimado para mão de obra familiar. O COE foi obtido somando-se os gastos com alevinos, ração, mão de obra contratada, manutenção do capital fixo, energia elétrica, combustível, manutenção da estrada e arrendamento da área de acesso. A depreciação da infraestrutura, equipamentos e utensílios foi calculada pelo método linear (MATSUNAGA *et al.*, 1976).

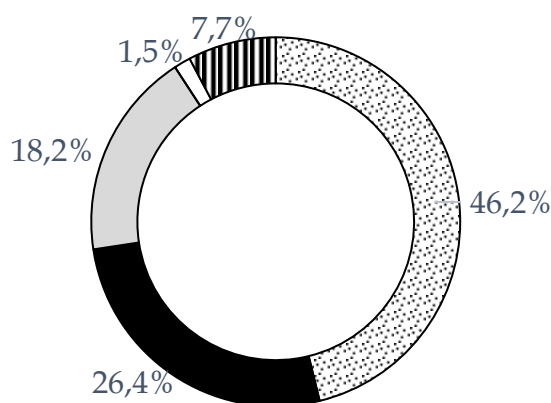
Foram determinados os indicadores econômicos, segundo MARTIN *et al.*, (1995): investimento de implantação, Custo Operacional Total (COT), Custos unitários ou Custos Médios, Receita Bruta (RB), Lucro Operacional (LO) = RB-COT e Índice de lucratividade $IL = \frac{LO}{RB} * 100$.

Para determinar a receita, lucro operacional e índice de lucratividade, foi considerada a proporção de pescado destinado a cada canal de comercialização. Os valores referentes ao investimento foram corrigidos pelo Índice Geral de Preços (IGP), para dezembro de 2014, mês de referência para os demais preços utilizados neste trabalho.

Resultados

Os tanques-rede foram os itens mais representativos no investimento inicial em quase todas as pisciculturas (Tabela 1) que, em média, participaram com 46,2% (Figura 1), variando

entre 16,3% (P4) e 69,0% (M3) do valor total do investimento. Para cada real investido nos tanques-rede, foi necessário um investimento de R\$ 1,66 em média, com os demais itens de apoio. Entretanto foi possível observar uma variação nesse valor de 1,042%, pois a P4 apresentou uma relação 5,14, enquanto a M3 apresentou uma relação de 0,45.



■ Tanques rede ■ Infraestrutura □ Equipamentos □ Utensílios ■ Veículos

Figura 1 - Participação percentual média dos itens que compõem o investimento inicial para implantação da piscicultura, na região do médio Paranapanema-SP, em dezembro de 2014.

Tabela 1 - Investimento em oito pisciculturas de criação de tilápia do Nilo localizada no médio Paranapanema,SP, em reais (R\$) de dezembro de 2014.

Pisciculturas	Tamanho (m ³)	Itens					Total	
		Tanques rede	Infraestrutura de apoio	Equipamentos	Utensílios	Veículos		
Pequenas	P1	300,00	62.000,00	117.450,74	19.677,88	540,00	-	199.668,62
	P2	380,80	64.400,00	54.166,41	39.121,51	534,87	3.500,00	161.722,79
	P3	894,00	168.800,00	46.967,62	31.060,54	1.010,92	39.154,21	286.993,29
	P4	602,00	44.550,00	98.938,90	106.047,27	3.865,85	20.000,00	273.402,02
	Média	544,20	84.937,50	79.380,92	48.976,80	1.487,91	15.663,55	230.446,68
Médias	M1	2.706,00	246.100,00	66.906,43	56.337,93	22.543,00	65.159,74	457.047,10
	M2	2.722,40	360.800,00	76.050,62	69.143,23	21.352,10	17.913,16	545.259,11
	M3	2.790,00	424.700,00	75.555,43	40.386,02	3.018,51	72.000,00	615.659,96
	Média	2.190,65	279.134,38	74.473,35	53.711,00	12.100,38	42.684,11	462.103,21
Grande	G	4.782,00	381.600,00	285.558,75	337.195,39	-	104.849,84	1.109.203,98

Obs: na empresa G, o item utensílios está embutido em equipamentos, logo lê-se "equipamentos+utensílios"; e os valores de tamanho, são referentes a volume útil, por isso G é considerada uma empresa de grande porte.

O valor absoluto de investimento para implantação da atividade aumenta com a escala de produção (m³). Entretanto, ao considerar o investimento por m³ de volume útil, observou-se que os maiores valores (R\$ m⁻³) foram encontrados nas menores pisciculturas e à medida que aumenta o tamanho da piscicultura, os valores de investimento (R\$ m⁻³) são decrescentes,

com variação de R\$ 665,56 m⁻³ a R\$ 168,90 m⁻³, apresentando uma tendência a se manter constante, à medida que passa dos 2.000 m³ (Figura 2).

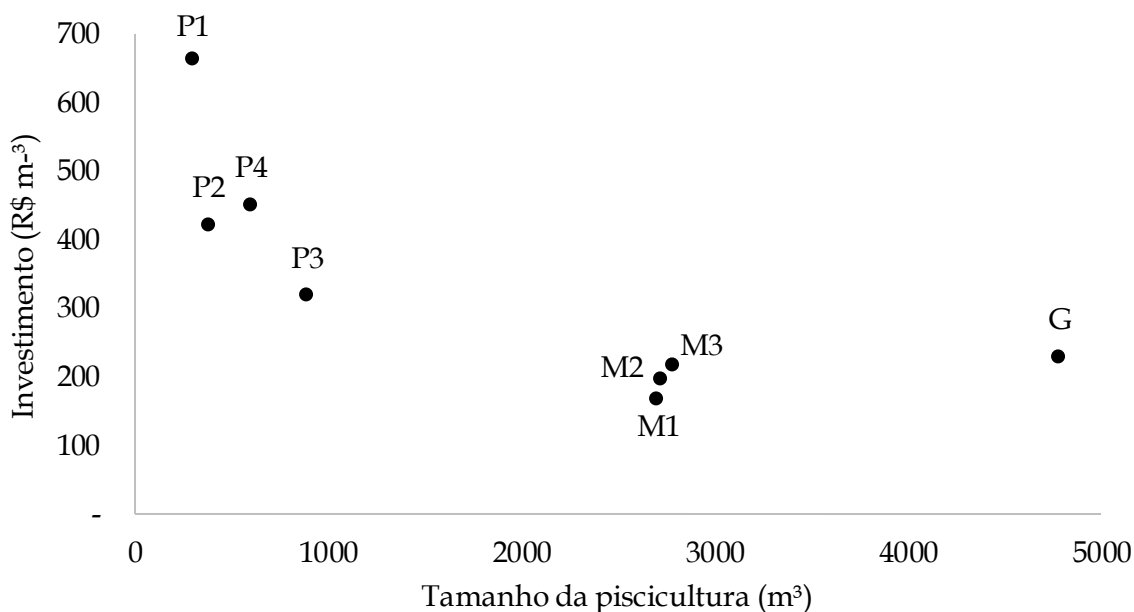


Figura 2 - Investimento (R\$ m⁻³) de oito pisciculturas de criação de tilápias localizada no médio Paranapanema em função do tamanho da piscicultura (m³), em dezembro de 2014.

O COE apresentou participações superiores a 88% do COT, sendo o maior custo de produção encontrado na menor das propriedades (P1) e o menor custo, em uma propriedade de médio porte (M3), apresentando uma variação de 27,79% entre o menor e o maior valor. A maior das propriedades obteve apenas o quarto menor custo de produção, sendo os empreendimentos que obtiveram os menores custos de produção, os de médio e pequeno porte (Tabela 2).

No custo de produção, a ração foi o item mais representativo no COT em todos os empreendimentos, apresentando uma participação média de 70%. Na menor piscicultura (P1), a ração teve o menor impacto no custo final, de apenas 54,8%. Mas em piscicultura de médio porte (M2), foi obtida a participação de 80,3% desse item no COT.

A mão de obra foi o segundo item que mais onerou o custo da tilápia, com participações que variaram de 6,4% (P1) a 16,2% (P2), seguido dos custos com depreciação, onde os maiores impactos foram encontrados nos empreendimentos P1 e M3, com participações de 10,1% e 11,4%, respectivamente. E as menores participações foram obtidas em M1 (3,2%) e G (3,8%), com uma participação média de 6,8% no COT. Já os gastos com alevinos e/ou juvenis tiveram uma participação média de 5,3% no COT, variando entre 2,1% (M2) a 10,60% (P1).

Tabela 2 - Custo Operacional Total Médio ($COT_{\text{médio}}$ em R\$ kg⁻¹) e indicadores de rentabilidade de oitos pisciculturas de tilápia em tanques-rede, localizadas na região do médio Paranapanema-SP, dezembro de 2014.

Custos	Pequena				Média			Grande
	P1	P2	P3	P4	M1	M2	M3	G
Custo Operacional efetivo (R\$ kg⁻¹)	3,74	3,26	3,67	3,74	3,45	3,77	3,05	3,78
Ração	2,41	2,25	2,91	3,00	2,81	3,18	2,30	2,71
Mão de Obra Permanente	0,28	0,54	0,24	0,16	0,29	0,23	0,42	0,59
Diarista	-	0,02	0,03	0,07	-	-	-	-
Alevinos	0,47	0,14	0,27	0,19	0,12	0,08	0,16	0,24
Manutenção e reparos	0,05	-	0,14	0,06	0,07	0,05	0,01	0,09
Energia	0,02	0,03	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,003
Combustível	0,08	0,04	0,07	0,02	0,01	0,02	-	0,08
Contador	-	0,01	-	0,01	0,01	-	-	-
Arrendamento	0,01	0,11	-	0,09	0,03	-	0,04	-
Capacitação	-	-	-	0,02	-	-	0,002	-
Renovação de Linceça Ambiental	0,01	0,01	-	0,005	0,001	0,003	0,005	0,001
*CESSR	0,13	0,10	-	0,10	0,10	0,10	0,10	-
Vacina contra <i>Streptococcus</i>	-	-	-	-	-	0,09	-	-
Escritório	0,28	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação de funcionários	-	-	-	-	-	-	-	0,06
Outros custos (R\$ kg⁻¹)	0,66	0,28	0,34	0,28	0,14	0,19	0,39	0,15
Depreciação	0,44	0,28	0,26	0,28	0,12	0,19	0,39	0,15
Mão de obra familiar	0,21	-	0,09	-	0,03	-	-	-
Custo Operacional Total (R\$ kg⁻¹)	4,40	3,54	4,02	4,02	3,59	3,97	3,44	3,92
Tamanho (m ²)	300	381	894	602	2.706	2.722	2.790	4.782
Produtividade (R\$ kg ⁻¹ ano)	150,00	131,30	156,60	166,11	121,95	128,56	75,99	135,93
Preço venda médio (R\$ kg ⁻¹)	5,64	4,30	4,23	4,20	4,31	4,40	4,30	4,30
Lucro Operacional médio (R\$ kg ⁻¹)	1,05	0,76	0,21	0,18	0,72	0,53	0,86	0,38
Índice de lucratividade (%)	18,58	17,74	5,06	4,19	16,68	12,03	19,95	8,74

*Contribuição Especial de Seguridade Social Rural

A criação de tilápia mostrou-se viável em todas as propriedades, independente da escala de produção. Em média, os melhores índices de lucratividade foram encontrados em empreendimentos médios, com valores superiores a 12%. Entretanto, os maiores valores foram encontrados nas duas menores pisciculturas (P1 e P2). Na P1, apesar de também apresentar o maior custo de produção, a comercialização deu-se principalmente no mercado local, com maior preço de venda médio (R\$ 5,64 kg⁻¹) que implicou no maior lucro operacional médio. Já em P2, o preço médio de venda de R\$ 4,30 kg⁻¹ juntamente com o segundo menor custo de produção, levou-a a ter um bom retorno econômico. Os menores valores de lucratividade (<6%) foram encontrados em duas propriedades de pequeno porte (P3 e P4); em contraste, os dois maiores valores também foram encontrados em outros dois empreendimentos de pequeno porte (P1 e P2).

Foram identificados cinco canais de comercialização: frigoríficos, CEAGESP, consumidor final, pesque pagues e peixarias. Dos empreendimentos amostrados, 62,5% utilizam mais que um canal de comercialização, trazendo aos produtores uma gama de possibilidades para destinarem suas produções, resultando em mais segurança no momento de produzir. Os frigoríficos são o principal canal de comercialização, responsáveis por comprar 84% da produção, realizando compras em todos os empreendimentos amostrados. Entretanto, este canal de comercialização foi o que apresentou a menor remuneração paga ao produtor, em média R\$ 4,25 kg⁻¹. Foi observado no empreendimento de grande porte uma tentativa de verticalização da cadeia, que possui agregado à planta de produção de tilápia, plantas de processamento de filé e de produção de ração.

A Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) apesar de apresentar a mesma remuneração que os frigoríficos e consumir apenas 7% do volume produzido nas pisciculturas, pode ser uma válvula de escape para as médias pisciculturas que não possuem um contrato (mesmo que informal) com os frigoríficos, já que apenas as pisciculturas médias destinavam sua produção a CEAGESP. A comercialização para este canal é, em alguns casos, realizada por intermediários, que nem sempre repassam o dinheiro corretamente ou no tempo pré-estipulado, gerando um risco adicional ao produtor.

Os mercados menores (consumidor final, pesque-pagues e peixarias) são os que melhor remuneram e possuem grande importância para pequenos e médios empreendimentos, que têm a possibilidade de realizarem despesas menores e muitas das vezes especializam-se em atender o mercado regionalmente. A venda para os pesque-pagues, apesar de consumirem em média apenas 7% do volume de pescado produzido, despontam como uma das melhores opções, por ser um dos que melhor remuneram, em média R\$ 5,25 kg⁻¹. As pisciculturas de pequeno porte foram as que utilizaram essa via de comercialização, representado por 25% dos empreendimentos estudados. A venda direta ao consumidor final é realizada apenas pelo menor dos empreendimentos estudados (P1), mercado menor, mas que remunera melhor, em média R\$ 7,00 kg⁻¹.

Discussão

Os gastos com tanques-rede representam o principal item no investimento inicial de uma piscicultura, com valores de participação superiores a 60% (CARNEIRO *et al.*, 1999; FURLANETO *et al.*, 2006; AYROZA *et al.*, 2011; CAMPOS *et al.*, 2007), variando sua participação em função do volume do tanque (FURLANETO *et al.*, 2006; VERA-CALDERÓN e FERREIRA, 2004; ONO e KUBITZA, 1999), do material utilizado e do tamanho do

empreendimento (VERA-CALDERÓN e FERREIRA, 2004; ONO e KUBITZA, 1999). Entretanto, neste trabalho, a participação média foi inferior a 50% do investimento inicial, que pode estar relacionado a alguns fatores, dentre os quais: fabricação própria dos tanques-rede, ausência de controle nos gastos para sua fabricação, utilização de material de menor qualidade e aumento nos gastos com a infraestrutura de apoio, em função do desenvolvimento da atividade. Com o incremento de novas tecnologias, como o uso classificadores, sistema de segurança, sistema de gestão e outros equipamentos, é de se esperar que haja uma menor participação dos tanques-rede no investimento inicial.

A diminuição no investimento unitário (R\$ m⁻³) com aumento do empreendimento até 2.000 m³ sugere que as pequenas propriedades podem aumentar a quantidade de tanques-rede sem que haja grandes gastos com itens de apoio, até que a capacidade dessa infraestrutura em apoiar os tanques-rede seja atingida.

Na piscicultura, com o aumento da escala de produção, é de se esperar que haja uma diminuição no custo médio de produção, tornando-a uma atividade de custos decrescentes (ONO e KUBITZA, 1999; VERA-CALDERÓN e FERREIRA, 2004). MARTINS *et al.* (2001), avaliando a piscicultura na região oeste do Paraná, também observaram que os pequenos produtores são os que possuem os maiores custos de produção, pois não possuem poder de negociação na aquisição de insumos, em função de adquirem poucas quantidades com um maior valor ou com menor padrão de qualidade. Neste trabalho, esse comportamento também foi observado, em que os menores custos de produção foram obtidos em propriedades de médio e grande porte. Para SCORVO FILHO *et al.* (2008), os custos tendem a ser decrescentes à medida que o produtor ganha experiência e passa a ter maior controle de sua produção, diminuindo as perdas com insumos e melhorando o processo produtivo. Assim, a capacidade de gerenciamento do empresário também é um fator determinante para o sucesso da empresa e uma das principais diferenças nos resultados obtidos entre os produtores (BOTELHO, 2011; ANDRADE *et al.*, 2005).

A ração, com uma participação média de 70%, configurou-se como o principal item no custo de produção, mas foi possível observar uma grande variação nessas participações, que pode estar associado: ao preço do alimento (ANDRADE *et al.*, 2005); diferentes manejos alimentares (AYROZA *et al.*, 2005); maiores gastos com os demais itens do custo, como depreciação e mão de obra. Devido a sua importância no custo de produção, a ração pode ser o item responsável por direcionar o custo de produção (ANDRADE *et al.*, 2005). Na criação de tilápia em tanques-rede de diferentes cubagens (6m³ e 18m³), a ração foi o item responsável

pela diferença no custo de produção (FURLANETO *et al.*, 2006). Este pode, ainda, ser um dos itens mais importantes na viabilidade do empreendimento, principalmente devido à grande dependência existente entre os piscicultores e fabricantes de ração, que devem garantir a qualidade do alimento fornecido, já que esse fator é imprescindível para a viabilidade do empreendimento (CARNEIRO *et al.*, 1999).

A mão de obra e a ração foram os itens mais representativos no custo de produção. Estes itens estão diretamente relacionados ao manejo alimentar, um dos fatores mais importantes na produção de peixes em tanques-rede (ANDRADE *et al.*, 2005; AGOSTINHO *et al.*, 2011). O fornecimento de ração para grandes quantidades de tanques-rede pode comprometer a precisão na oferta de alimento, que depende da habilidade do tratador decidir o quanto de ração deve ser ofertado, com base em peso, temperatura, oxigênio dissolvido e observações sobre os animais (AGOSTINHO *et al.*, 2011). Exige-se dessa forma, uma mão de obra capacitada, não somente para realização do manejo alimentar, mas também para o gerenciamento da atividade como um todo (FURLANETO *et al.*, 2006).

A mão de obra teve sua menor representatividade em um dos empreendimentos de pequeno porte, divergindo de AYROZA *et al.* (2011) que observaram uma otimização da mão de obra com o aumento da escala de produção e encontrou participações variando de 1,2% a 4% do COT. Já CAMPOS *et al.* (2007) encontraram uma participação de 15% no custo total de produção, valor este superior à maioria dos resultados reportados no presente trabalho.

A depreciação é um item que está diretamente relacionado com o capital fixo, e há uma diminuição no custo unitário (R\$ m⁻³) relacionado a este item com o aumento da escala de produção e, conseqüentemente, uma diminuição de sua participação no custo de produção. É um indicativo de que a infraestrutura está sendo otimizada e sendo bem utilizada (FURLANETO *et al.*, 2006; AYROZA *et al.*, 2011; VERA-CALDERÓN e FERREIRA, 2004).

A baixa participação dos alevinos no custo de produção sugere que pode haver uma grande oferta desse item no mercado, com a redução dos preços pagos pelo produto reduzindo assim sua participação no custo de produção. Na produção de juvenis, os alevinos podem constituir o item mais representativo, variando de 80,54% a 88,8%, em função do curto ciclo de produção (21 dias), no intervalo entre 43 g a 250g (AYROZA *et al.*, 2011).

Uma das formas de aumentar a rentabilidade da empresa é através do conhecimento a respeito da comercialização e dos preços de venda (CAMPOS *et al.*, 2007; AYROZA *et al.*, 2011), uma vez que a dependência de um único canal de comercialização deixa o produtor a

mercê dos compradores e aumenta os riscos de falência da empresa (CARNEIRO *et al.*, 1999). Esse fato foi observado em dois dos menores empreendimentos desse estudo, que apresentaram maiores rentabilidades, não pelo fato de possuírem os menores custos de produção, mas por utilizarem canais de comercialização variados, que melhor remunerassem seu produto, como a venda direta ao consumidor final, que foi o mercado que melhor remunerou o pescado. Mas, segundo FIGUEIREDO e VALENTE (2008), este é um mercado limitado e consome apenas uma pequena parcela do que é produzido além de, como constatado por VERA-CALDERÓN e FERREIRA (2004), estarem mais susceptíveis às variações de oferta e demanda, que influenciam diretamente no preço de venda .

Os mercados menores são os que melhor remuneram e são utilizados principalmente pelos pequenos e médios empreendimentos, que podem estar associados aos limites de logística e estocagem enfrentados por essas empresas (FIGUEIREDO e VALENTE, 2008). Mas à medida que há um aumento na escala de produção, os empreendedores devem buscar os frigoríficos, que possuem a capacidade de absorver grandes produções (CARNEIRO *et al.*, 1999b).

Os frigoríficos foram o principal modo de comercialização e a única via utilizada pelo maior dos empreendimentos. FURLANETO *et al.* (2006) também observaram que na região do médio Paranapanema a produção era destinada principalmente para indústrias de filetagem e pesque pagues. Mesmo com o menor preço pago pelos frigoríficos, essa via de escoamento possui grande importância por ter a capacidade de absorver volumes de pescado maiores, fornecendo aos produtores (principalmente médios e grandes) uma garantia de venda (VERA-CALDERÓN e FERREIRA, 2004). Dado o volume produzido nos empreendimentos de maior escala, há um grande risco de ficarem susceptíveis às variações de demanda dos pequenos mercados consumidores como também destacado por VERA-CALDERÓN e FERREIRA (2004).

A utilização dos frigoríficos como principal via de comercialização mostra também o desenvolvimento que houve na cadeia de produção, em função do aumento na oferta de pescado, que demandou a existência de processadores para garantir que as grandes quantidades produzidas chegassem ao consumidor final. Como observado por CARNEIRO *et al.* (1999), na região de Matão-SP, os pesque pagues eram os principais canais de comercialização, mas já se alertava que em função do crescimento da atividade haveria a necessidade de implantação de frigoríficos, que passariam a ser os principais canais de comercialização. FIGUEIREDO e VALENTE (2008) no Ceará, observaram que o mercado da

tilápia era basicamente de consumidor final, com a existência de pequenos frigoríficos, mas com grande tendência de aumento das unidades processadoras.

A verticalização na cadeia observada no empreendimento de grande porte (G) pode ser uma tentativa da empresa alcançar o mercado internacional, em que a tilápia é comercializada, principalmente na forma congelada inteira, de filés congelados ou frescos, corroborando com os resultados encontrados por OLIVEIRA *et al.* (2007). A desvalorização do real frente ao dólar (superior a 50%) ocorrida no ano de 2015, onde a moeda fechou a cotação a R\$ 3.87, indica o bom momento para exportações e mostra também a volatilidade dos mercados em que o empresário precisa se manter atento para aproveitar as oportunidades. Neste sentido, para que a tilápia brasileira alcance o mercado internacional, é preciso que possua preço e também qualidade para competir com os mercados asiáticos (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

A criação de tilápia mostrou-se uma atividade rentável mas, nessa amostra de pisciculturas estudadas, com grande variação nos índices de lucratividade. Para MARTIN *et al.* (1995), a rentabilidade da piscicultura depende da eficiência técnica do sistema de produção adotado, da qualidade do produto, dos preços de venda e do gerenciamento da atividade. Portanto, pode ser afetada pela densidade, taxa de sobrevivência e taxa de crescimento, o gerenciamento adequado dessas variáveis pelo produtor será de suma importância para atingir as metas de rendimento. Para FURLANETO *et al.* (2006), a criação em tanques-rede é uma atividade rentável, mas possui um grande risco, exigindo mão de obra capacitada, domínio tecnológico, assistência técnica especializada, planejamento e gestão das atividades desenvolvidas.

Conclusão

O valor do investimento, por metro cúbico, foi decrescente com o aumento da escala de produção, variando de R\$ 665,56 (300 m³) a R\$ 168,90 (2706 m³). O COT médio variou entre R\$ 3,44 kg⁻¹ e 4,40 kg⁻¹ e a ração foi o item mais representativo no custo de produção, com participação média de 70%. Os custos de produção e preço de venda influenciaram na rentabilidade das pisciculturas. O índice de lucratividade variou entre 4% e 20% demonstrando que a piscicultura é rentável independentemente da escala de produção. A existência de vários canais de comercialização possibilitou às pisciculturas buscarem a melhor opção para tornarem seu empreendimento rentável. Os frigoríficos foram o principal canal de comercialização, por possuírem capacidade de absorver grandes volumes, embora seja o que

pior remunera o produtor, indicando a importância de o empresário utilizar mais de um canal de comercialização para maior segurança.

Referências Bibliográficas

- AGOSTINHO, C.A., CASTRO, C.S., ARGENTIM, D., NOVELLI, P.K., RIBEIRO, R.R., 2011. Inovações no manejo alimentar de tilápias. in: Alagoas, U.F.d. (Ed.), XXI Congresso Brasileiro de Zootecnia, Maceió, pp. 1 - 8.
- ANDRADE, R.L.B.D., WAGNER, R.L., MAHL, I., MARTINS, R.S., 2005. Custos de produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade da região oeste do Estado do Paraná, Brasil. *Ciência Rural*. 35, 198-203.
- AYROZA, L., FURLANETO, F., AYROZA, D., SUSSEL, F., 2005. Piscicultura no médio Paranapanema: situação e perspectivas. *Revista Aqüicultura e Pesca*. 2, 27-32.
- AYROZA, L.M.D.S., ROMAGOSA, E., MONTEIRO DE REZENDE AYROZA, D.M., SCORVO FILHO, J.D., SALLES, F.A., 2011. Costs and profitability of juvenile Nile Tilapia breeding using different stocking densities in net cages. *Revista Brasileira De Zootecnia-Brazilian Journal of Animal Science*. 40, 231-239.
- BATALHA, M.O., BUAINAIN, A.M., SOUZA-FILHO, H.M., 2010. Tecnologia de gestão e agricultura familiar. in: Ministério do Planejamento, O.e.G. (Ed.), Brasília, pp. 19 p.
- BOTELHO, A.A., 2011. O processo de gestão agropecuária como instrumento do desenvolvimento regional para a agricultura familiar. *Pesquisa & Tecnologia*. 8.
- BRABO, M.F., REIS, M.H.D., VERAS, G.C., SILVA, M.J.M., SOUZA, A.D.S.L., SOUZA, R.A.L., 2015. Viabilidade econômica da produção de alevinos de espécies reofílicas em uma piscicultura na Amazônia Oriental. *Boletim do Instituto de Pesca*. 41, 677-685.
- CAMPOS, C.M., GANECO, L.L.N., CASTELLANI, D., MARTINS, M.I.E., 2007. Avaliação econômica da criação de tilápias em tanques-rede, município de Zacarias, SP. *Boletim do Instituto de Pesca*. 33, 263 - 271.
- CARNEIRO, P.C.F., MARTINS, M.I.E.G., CYRINO, J.E.P., 1999. Estudo de caso da criação comercial da tilápia vermelha em tanques-rede: avaliação econômica. *Informações Econômicas*. 29, 52-61.
- DOMINGUES, E.C., HAMILTON, S., BEZERRA, T., CAVALLLI, R., 2014. Viabilidade econômica da criação do beijupirá em mar aberto em Pernambuco. *Bol Inst Pesca*. 40, 237-249.

- FARUK, M.A.R., SARKER, M.M.R., ALAM, M.J., KABIR, M.B., 2004. Economic loss from fish diseases on rural freshwater aquaculture of Bangladesh. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 7, 2086-2091.
- FIGUEIREDO, C.A.J., VALENTE, A.S.J., 2008. Cultivo de tilápia no Brasil: origens e cenário atual. In 46th Congress, July 20-23, 2008, Rio Branco, Acre, Brasil (No. 108143). Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER)
- FURLANETO, F.P.B., AYROZA, D.M.M.R., AYROZA, L.M.S., 2006. Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis spp.*) em tanque-rede no médio paranapanema, Estado de São Paulo, safra 2004/05., *Informações Econômicas*, São Paulo, pp. 63-69.
- LEONARDO, A.F.G., BACCARIN, A.E., MARTINS, M.I.E.G., CORREIA, C.F., 2012. Avaliação zootécnica e econômica da produção em tanques-rede em represa rural no vale do Ribeira. *Pesquisa & Tecnologia*. 9.
- MARTIN, N.B., SCORVO FILHO, J.D., SANCHES, E.G., NOVATO, P.F.C., AYROZA, L.M.S., 1995. Custos e retornos na piscicultura em São Paulo, *Informações econômicas*, São Paulo, pp. 9-47.
- MARTINS, C.V.B., OLIVEIRA, D.P., MARTINS, R.S., HERMES, C.A., OLIVEIRA, L.G., VAZ, S.K., MINOZZO, M.G., CUNHA, M., ZACAKIN, C.E., 2001. Avaliação da piscicultura na região oeste do estado do Paraná. *Boletim do Instituto de Pesca*. 27, 77-84.
- MATSUNAGA, M., BEMELMANS, P.F., TOLEDO, P.E.N., DULLEY, R.D., OKAWA, H., PEDROSO, I.A., 1976. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. *Agricultura em São Paulo*. 23, 123-139.
- OLIVEIRA, E., SANTOS, F.D.S., PEREIRA, A., LIMA, C., 2007. Produção de tilápia: mercado, espécie, biologia e recria. Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica.
- ONO, E., KUBITZA, F., 1999. Cultivo de peixes em tanques-rede. 2da. Edición. Jundiá, Brasil
- SABBAG, O.J., ROZALES, R.D.R., TARSITANO, M.A.A., SILVEIRA, A.N., 2007. Análise econômica da produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade associativista em Ilha Solteira/SP. *Custos e @gronegocio on line*. 3, 86-100.
- SCORVO FILHO, J.D., MAINARDES-PINTO, C.S.R., PAIVA, P.D., VERANI, J.R., SILVA, A.L., 2008. Custo operacional de produção da criação de tilápias tailandesas em tanques-rede, de pequeno volume, instalados em viveiros povoados e não povoados. *Custos e @gronegocio on line*. 4.
- SCORVO FILHO, J.D.S., MARTIN, N.B., AYROZA, L.M.D.S., 1999. PISCICULTURA EM SÃO PAULO: custos e retornos de diferentes sistemas de produção na safra 1996/97. *Informações Econômicas*. 29, 41-62.

- SILVA, E.C., DIAS, R.L., LIMA, M.M., 2011. Manual do software RuralPro 2010. in: DF, E. (Ed.), Brasília, pp. 36 p.
- SUSSEL, F., 2015. Análise comparativa de resultados econômicos dos polos piscicultores no segundo trimestre de 2015, Boletim Ativos Aquicultura. Coordenação da Agricultura e Pecuária do Brasil, Brasília.
- VERA-CALDERÓN, L.E., FERREIRA, A.C.M., 2004. ESTUDO DA ECONOMIA DE ESCALA NA PISCICULTURA EM TANQUE-REDE, NO ESTADO DE SÃO PAULO. *Informações Econômicas*. 34, 7-17.
- VICENTE, I.S.T., ELIAS, F., FONSECA-ALVES, C.E., 2014. Prospects of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) production in Brazil. *Perspectivas da produção de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) no Brasil*. *Revista de Ciências Agrárias*. 37, 392-398.
- ZETINA CÓRDOBA, P., RETA MENDIOLA, J.L., OLGUÍN PALACIOS, C., ACOSTA BARRADAS, R., ESPINOSA SÁNCHEZ, G., 2006. A profitability analysis of tilapia culture (*Oreochromis spp*) in six agroecosystems in the State of Veracruz, Mexico. *Técnica Pecuaria en México*. 44.

Este artigo será submetido a revista Aquaculture Research (CAPES A2, FI: 1,376)

Capítulo III – Eficiência e economia de escala na criação de tilápias em tanques-rede

Jesaias Ismael da Costa^{*}, Omar Jorge Sabbag, Maria Inez Espagnoli Geraldo Martins

Resumo

A tilápia é a principal espécie da piscicultura brasileira e o aumento da sua produtividade, associada ao da escala de produção, pode ser uma das formas de tornar a tilapicultura não só lucrativa, mas eficiente. Este trabalho determinou a eficiência de escala na produção de tilápia em tanques-rede, utilizando a Análise Envoltória de Dados (DEA) com dados da região do médio Paranapanema-SP. Foram obtidas, de oito pisciculturas, informações sobre suas características, dados produtivos, desembolso, tipo e valor da infraestrutura e valor da produção, que permitiram calcular o custo total de produção e os índices de rentabilidade. Para a DEA, foram utilizados dois *inputs* (Custo Variável médio e Custo Fixo médio) e um *output* (Lucro anual), e, por meio do modelo VRS/BCC (retorno variável de escala), no sentido *input*, obteve-se os valores de eficiência pura, técnica e de escala. Houve uma otimização no uso dos fatores de produção com o aumento da escala de produção, que refletiu em menor custo de produção médio e maior eficiência nas médias empresas, mostrando a existência de economia de escala a retornos crescentes. As menores pisciculturas, apesar de apresentarem as maiores produtividades, foram as menos eficientes.

Palavras chave: piscicultura, DEA, custo de produção, gestão.

Introdução

A tilápia é a espécie de peixe mais produzida no Brasil, com aproximadamente 198,49 mil toneladas, gerando uma receita próxima aos 962

milhões de reais, em 2013 (IBGE, 2014). Com incentivos do governo federal para a aquicultura e iniciativas de melhoramento genético, o Brasil possui potencial para ser o maior produtor mundial de tilápia, gerando uma fonte de alimentação nutritiva e de baixo custo (Vicente et al., 2014). Entretanto, para o posicionamento da tilápia brasileira no mercado mundial, é necessário melhorar ainda mais o processo de produção, tornando a atividade cada vez mais eficiente. Para isso, a geração de indicadores que permitam ao administrador tomar decisões assertivas é de extrema importância, principalmente em mercados onde há grande concorrência (Andrade et al., 2005; Alvarez-Lajonchere & Taylor, 2003; Carneiro et al., 1999).

Na piscicultura, o aumento da produtividade tem sido alcançado ao longo dos anos, com o incremento em tecnologia pela melhora na qualidade da ração (Albers Koch et al., 2014; Asche et al., 2008), manejo sanitário adequado (Liu & Bjelland, 2014; Green, 2010), aumento da densidade de estocagem (Ayroza et al., 2011; Costa et al., 2016), aplicação de boas práticas de manejo (Iliyasu & Mohamed, 2015) e uso de novos equipamentos e implementos (Agostinho et al., 2011). Essas melhorias visam aumentar a produção de maneira racional e eficiente, refletindo em maior retorno financeiro para os empreendedores (Asche et al., 2008).

O aumento da produtividade associada ao aumento na escala de produção pode ser uma das formas de tornar a tilapicultura não só lucrativa, mas também eficiente (Scorvo Filho et al., 1999; Sabbag & Costa, 2015), considerando o uso racional dos fatores produtivos, como trabalho e capital. A existência de economia de escala foi evidenciada na aquicultura em diversos

sistemas de produção e espécies (Ilyasu et al., 2014; Yin et al., 2014). Na produção de salmão há um aumento na produtividade e lucro, em função do aumento na escala de produção (Asche et al., 2008). Na tilapicultura, o ganho em experiência leva o produtor a melhorar a combinação dos fatores de produção, tornando-a uma atividade de custos médios decrescentes (Scorvo Filho et al., 1999; Vera-Calderón & Ferreira, 2004).

Neste contexto, a *Data Envelopment Analysis* (DEA) ou análise envoltória de dados é uma ferramenta que tem sido utilizada com sucesso para determinação da eficiência de unidades produtivas, permitindo gerar um único indicador (medida de eficiência), que facilita o processo de tomada de decisão a respeito do desempenho das Unidades Tomadoras de Decisão – DMU's, analisadas (Alam et al., 2012; Sabbag & Costa, 2015; Charnes et al., 1979; Banker et al., 1984; Gomes et al., 2005; Benicio et al., 2015), diferente do modelo tradicional, em que se utilizam diversos indicadores para se tomar uma decisão (Sabbag & Costa, 2015). Essa metodologia utiliza-se de programação linear multicriterial para determinar uma fronteira de eficiência virtual, incorporando várias entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) para calcular a eficiência de uma DMU (Gomes et al., 2005; Alam et al., 2012; Charnes et al., 1979; Banker et al., 1984; Coellib, 1996).

A aquicultura em geral apresenta, de forma geral, uma eficiência técnica média de 0.66 (Ilyasu & Mohamed, 2015), onde a relação entre a eficiência e o tamanho de propriedade é algo extremamente complexo (Helfand & Levine, 2004). No caso apresentado por Yin et al. (2014), foi observada maior eficiência técnica nas empresas pequenas, dependentes da mão de obra familiar, do que

nas grandes propriedades; mesmo assim, continuavam a crescer, fato este atribuído pelos autores a maiores eficiências de escala e alocativa encontrada nas grandes. Desta forma, Sabbag et al. (2007) relataram que a piscicultura necessita de constantes avaliações do desempenho e eficiência das unidades produtivas.

Assim, este trabalho teve por objetivo determinar a eficiência e verificar a existência de economia de escala na criação de tilápia em tanques-rede, utilizando a DEA.

Material e Métodos

Foram selecionadas oito pisciculturas na região do médio Paranapanema-SP, considerada uma das regiões com maior produtividade na criação de tilápias em tanques-rede no Brasil. Elegeram-se pisciculturas que apresentassem diferentes escalas de produção, conforme a resolução do CONAMA nº 413 de 2009 (P-Pequena <1.000m³, M-Média de 1.000 a 5.000 m³ e G-Grande >5.000m³) e diferentes canais de comercialização, bem como disponibilidade dos produtores em fornecer informações a respeito da propriedade e do processo produtivo adotado.

Por meio da aplicação de um questionário semiestruturado, foram obtidas informações gerais que caracterizassem as propriedades, bem como os dados produtivos, desembolso, infraestrutura utilizada e valor da produção, que permitiram calcular o custo total de produção (CTP) e os índices de rentabilidade. Como custos variáveis, foram considerados os gastos com mão de obra, manutenção do capital fixo, energia, combustível, manutenção da estrada,

arrendamento da área de acesso, ração, alevinos e o custo oportunidade do capital circulante (juros de 3,5% a.a. referente a taxa de juros para custeio da aquicultura, calculado sobre o desembolso médio). Como custos fixos, foram consideradas a depreciação do capital fixo (calculada pelo método linear) e o custo de oportunidade do capital fixo (juros de 6% a.a. referente ao rendimento da poupança sobre o capital fixo médio).

Foram determinados os indicadores: produção, produtividade (kg m^{-3} ano), Custos unitários ou Custos Médios ($\text{R\$ kg}^{-1}$), Receita Bruta - RB ($\text{R\$ ano}^{-1}$) e Lucro = $\text{RB} - \text{CTP}$ ($\text{R\$ ano}^{-1}$). Para determinar a receita e lucro foi considerada a proporção de pescado destinada a cada canal de comercialização. Todos os valores monetários foram corrigidos pelo Índice Geral de Preços (IGP), para dezembro de 2014.

As oito pisciculturas (Unidades tomadoras de decisão – DMUs) são produtoras de tilápia no sistema de tanques-rede, localizadas na mesma micro bacia de produção, sendo assim consideradas homogêneas, satisfazendo uma das pressuposições do modelo. Para realização da DEA, o número amostral obedeceu a pressuposição, de ser pelo menos duas vezes maior que a soma entre as entradas (X) e saídas (Y), ou seja, $2(X+Y)$ (Ali & Seiford, 1993). Sendo então, realizada a coleta em oito pisciculturas de diferentes escalas (Pequena = 4; Média = 3; e Grande = 1).

Para determinar a eficiência foi utilizada o modelo BCC ou VRS (*Variable Returns to Scale*) descrito por Banker et al. (1984), que assume a condição de convexidade, onde os planos de produção não observados resultam de

combinações convexas dos observados, e não são restritos a passarem pela origem, admitindo assim retornos variáveis de escala (Banker et al., 1984 ; Gomes et al., 2005 ; Souza & Wilhelm, 2009). Como as DMU's do presente trabalho apresentam escalas diferentes, esse é o modelo mais indicado. A eficiência de cada DMU (h_0) que utiliza m *inputs* para produzir s *outputs* é então determinada pelo seguinte modelo envelope:

$$h_0(x^j, y^j) = \text{Min } h_0$$

$$\text{s. a. } h_0 x_{i0} \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i$$

$$- y_{j0} \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0, \forall j$$

$$\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$$

$$\lambda_k \geq 0; \forall k$$

Onde:

h_0 é a eficiência da DMU;

x_{i0} são os *inputs* da DMU em análise;

y_{j0} são os *outputs* da DMU em análise;

λ_k Contribuição da DMU k na formação do alvo da DMU alvo

Sujeito a resolução dos problemas dos multiplicadores pelo seguinte modelo:

$$\text{Max } h_0 = \sum_{j=1}^s u_j y_{j0} - u_*$$

$$\text{s. a. } \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1$$

$$- \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - u_* \leq 0, \forall k$$

$$u_j, v_i \geq 0; \forall j, i$$

$$u_* \in \mathbb{R}$$

Onde:

h_0 é a eficiência da DMU;

x_{ik} são os *inputs* da DMU em análise;

y_{j0} são os *outputs* da DMU em análise;

v_i são os pesos calculados pelo modelo para os *inputs*

u_j são os pesos calculados pelo modelo para os *outputs*

u_* variável dual que representa o fator de escala, associada a condição

$$\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1 \text{ da equação 5}$$

O valor de u_* denominado de fator de escala, mostra o comportamento das DMU's de acordo com a escala de produção, podendo apresentar três situações:

- $u_* > 0$, indica que a DMU está operando com retornos decrescentes de escala (DRS), em que o aumento nos *inputs* ocasionará um aumento menos que proporcional nos *outputs*;
- $u_* < 0$, indica que a DMU está operando com retornos crescentes de escala (IRS), onde o aumento nos *inputs* ocasionará um aumento mais que proporcional nos *outputs*;
- $u_* = 0$, indica que a DMU está operando em retorno constante de escala, onde o aumento nos *inputs* ocasionará um aumento de igual magnitude nos *outputs*.

A eficiência de escala é obtida pela razão entre a eficiência do modelo CRS e VRS, sendo que a existência de diferença entre a eficiência dos dois modelos é um indicativo de ineficiência de escala. Desta forma, a eficiência de uma DMU varia de 0 a 1 e quanto maior o valor obtido, mais eficiente é a DMU.

Para determinar a eficiência, foi utilizado o programa DEAP 2.1 (Coellib, 1996) considerando o sentido *input*, buscando mostrar a racionalização dos custos, sem que se altere a rentabilidade do empreendimento. Assim, na atividade de piscicultura, a diminuição dos custos de produção é um fator determinante para se manter no mercado, visto que o preço de comercialização não tem sofrido alterações significativas (Asche et al., 2008; Barroso et al., 2014; Barroso et al., 2015a; Barroso et al., 2015b). Pelo modelo utilizado foi verificado também qual deve ser a redução nos custos (*inputs*) para que o empreendimento se torne eficiente, mantendo-se o mesmo nível de produção. Foram utilizadas três variáveis, sendo dois *inputs* (Custo Variável médio – X_1 e Custo Fixo médio – X_2) e um *output* (Lucro anual – Y) e, por meio do modelo VRS (retorno variável

de escala), obtiveram-se os valores de eficiência de cada piscicultura para os modelos VRS e CRS, bem como a eficiência escalar, dada pela razão entre a eficiência de ambos os modelos. As ineficiências de escala – para valores inferiores a um - ocorrerão quando os piscicultores operam nas faixas de retornos crescentes ou decrescentes, ou seja, fora da escala de ótima de produção (Rodrigues et al, 2010). É importante destacar que o modelo VRS é avaliado concomitantemente ao modelo CRS (constante de escala), obtida pela relação linear entre *inputs* e *outputs*, de modo que um incremento ou uma redução de *input* resulte em um incremento ou uma diminuição proporcional de *outputs*.

Na piscicultura, os produtores encontram-se cada vez mais pressionados pelo mercado consumidor e fornecedor, fazendo-os buscarem alternativas para racionalizar os fatores utilizados na produção; assim, a orientação *input* é a mais indicada para esta análise. Como existe uma clara diferença na escala de produção entre as pisciculturas, foi escolhido o modelo BCC ou VRS (*variable returns to scale*) que considera haver um retorno variável de acordo com a escala de produção, mostrando a eficiência de escala destas DMUs (Banker et al., 1984 ; Banker & Thrall, 1992).

Resultados

Em geral, as pisciculturas obtêm informações a respeito de manejo e novas tecnologias com os fornecedores de ração e alevinos, pois a assistência técnica pública e privada é escassa, principalmente para as empresas de pequeno porte (EPP). As estudadas no presente trabalho, utilizam tanques pequenos (<18m³) e possuem em média 544,2 m³ de volume total útil,

alcançando uma produtividade média de $151 \text{ kg m}^{-3} \text{ ano}$. As EPP's são compostas por uma associação (P1) e três grupos familiares (P2, P3 e P4) do médio Paranapanema, que possuem em sua maioria (75%) menos de cinco anos de atividade e, em algum momento, tiveram acesso a crédito rural de custeio. Apenas na P2 encontrou-se um responsável pela produção com formação superior na área (Tabela 1).

As empresas de médio porte (EMP) estudadas, possuem em média, 2.739 m^3 de volume total útil, com tanques-rede de 18 m^3 que atingem a produtividade média de $108,8 \text{ kg m}^{-3} \text{ ano}$. Estes empreendimentos possuem menos de sete anos de atividade e utilizaram financiamentos. Dentre estas, a M1 é gerenciada por um zootecnista, que representa uma fábrica de ração na região, tendo acesso a várias outras pisciculturas e também a informações técnicas, produtivas e mercadológicas privilegiadas. E nas demais (M2 e M3), os gerentes não possuem formação técnica para atividade e nem acompanhamento técnico na produção.

A empresa de grande porte (EGP) está no mercado há 12 anos produzindo tilápia e busca a verticalização da cadeia, possuindo frigorífico e fábrica de ração. A instalação da piscicultura foi pela necessidade de suprir a demanda de tilápia para o frigorífico. A produção é gerenciada por uma bióloga e um administrador e tem disponíveis 4.782 m^3 de volume total útil em tanques-rede de 6 a 31 m^3 , atingindo uma produtividade média de $135,93 \text{ kg m}^{-3} \text{ ano}$.

Tabela 1 – Indicadores produtivos, econômicos e eficiência da tilapicultura em diversas escalas de produção, na região do médio Paranapanema-SP, em novembro de 2014.

Variável	DMU							
	EPP (<1000m³)				EMP (1000 a 5000m³)			EGP (>5000m³)
	P1	P2	P3	P4	M1	M2	M3	G
Início da atividade	2011	2013	2001	2012	2009	2010	2012	2006
Tamanho (m³)	300	380,8	894	602	2706	2722,4	2790	4782
Produção anual (kg ano ⁻¹)	45.000	50.000	140.000	100.000	330.000	350.000	212.000	650.000
Produtividade (kg m ⁻³)	150,00	131,30	156,60	166,11	121,95	128,56	75,99	135,93
Preço médio de venda (R\$ kg ⁻¹)	5,64	4,30	4,23	4,20	4,31	4,40	4,30	4,30
Custo fixo médio (R\$ kg ⁻¹)	0,59	0,39	0,32	0,37	0,16	0,24	0,48	0,20
Custo variável médio (R\$ kg ⁻¹)	4,02	3,31	3,83	3,81	3,54	3,84	3,10	3,84
Custo total médio (R\$ kg ⁻¹)	4,61	3,70	4,14	4,18	3,69	4,08	3,58	4,04
Lucro (R\$ ano ⁻¹)	46.202,49	29.935,93	12.138,72	2.330,06	204.101,10	111.923,05	152.117,94	167.974,15
DEA								
Pares de excelência	M1 e M3	M1 e M3	M1 e M3	M1 e M3	M1	M1 e M3	M3	M1 e M3
Eficiência do modelo CRS/CCR	0,20	0,16	0,06	0,01	1,00	0,51	0,85	0,76
Eficiência do modelo VRS/BCC	0,78	0,98	0,88	0,87	1,00	0,90	1,00	0,91
Eficiência de Escala	0,26	0,16	0,06	0,01	1,00	0,56	0,85	0,83
Tipo de Escala	irs	irs	irs	irs	crs	irs	irs	irs
Folga (<i>output</i>) (R\$ ano ⁻¹)	109.298,06	138.222,98	172.179,61	175.433,44	0,00	83.015,61	0,00	32.431,98
Alvo								
Custo fixo médio (R\$ kg ⁻¹)	0,46	0,38	0,28	0,32	0,16	0,22	0,48	0,18
Custo variável médio (R\$ kg ⁻¹)	3,13	3,24	3,37	3,32	3,54	3,46	3,10	3,51
Lucro (R\$ ano ⁻¹)	155.500,55	168.158,91	184.318,25	177.763,50	204.101,17	194.938,66	152.117,94	200.406,13
Variação (%)								
Custo fixo médio	-21,86	-1,48	-11,33	-12,80	0,00	-10,76	0,00	-8,34
Custo variável médio	-22,26	-2,37	-11,82	-12,88	0,00	-9,80	0,00	-8,67
Lucro	229,79	340,82	515,23	910,62	-13,94	5,20	-16,37	-17,93

irs: retorno crescente de escala; crs: retorno constante de escala

Os custos variáveis médios foram os que mais impactaram no custo total unitário, com valores de participação variando entre 86,60% (G) a 95,80% (M1). Observou-se uma elevação na participação do custo variável médio com aumento da escala de produção, obtendo-se os valores de 90,07%, 92,16% e 95,06% para as empresas de pequeno, médio e grande portes, respectivamente. De forma contrária, os custos fixos médios tenderam a diminuir a sua participação à medida que houve um aumento na escala de produção, contribuindo em média com 9,93% (pequenos), 7,84% (médios) e 4,94% (grande).

As maiores produtividades foram obtidas nos empreendimentos de pequeno porte ($<1.000\text{m}^3$), com média de $151\text{ kgano}^{-1}\text{m}^{-3}$. Entretanto, essa produtividade não foi traduzida em eficiência, pois apresentaram os maiores custos médios de produção e os menores lucros e, conseqüentemente, foram os mais ineficientes, com eficiência técnica (CRS) variando entre 1% e 20%; e de escala entre 1,26% e 25,58%. Apesar dos empreendimentos de pequeno porte apresentarem os maiores índices de lucratividade, não foram os mais eficientes, indicando que com os mesmos fatores de produção é possível reduzir o custo fixo médio entre 1,48% (P2) e 21,86% (P1), dependendo da DMU e o custo variável médio entre 2,37% (P2) e 22,26% (P1), e aumentarem em mais de 230% o lucro obtido (Tabela 1).

Das pisciculturas analisadas, sete apresentaram retornos crescentes de escala (IRS) indicando que qualquer redução no custo de produção acarretará em um aumento mais que proporcional no lucro dos empreendimentos e conseqüente aumento de eficiência. Apenas a piscicultura M1 apresentou um retorno constante de escala que, juntamente com a M3, foram os pares de excelência para as demais DMU's, ou seja, as pisciculturas modelo. Estas apresentaram os menores custos médios de produção, as maiores eficiências de escala e entre os três maiores lucros

anuais (Tabela 1). Ambas as DMU's são pisciculturas de médio porte, que apresentaram eficiências de escala superiores a 85%. Já a M2, mesmo apresentando o quarto maior lucro anual foi ineficiente (Tabela 1).

O empreendimento de grande porte (G), apesar de ter apresentado o segundo maior lucro anual, foi a terceira DMU mais eficiente. Para que essa unidade se torne eficiente, será necessário reduzir seus custos fixos médios (8,34%) e variáveis médios (8,67%), gerando um custo total médio de R\$3,69 kg⁻¹. Essa redução a posicionaria como uma DMU eficiente e lhe permitiria reduzir (folga) o lucro em até 17%, e ainda continuar eficiente (Tabela 1).

Discussão

As elevadas produtividades encontradas nas EPP em relação às demais DMU's, podem estar associadas ao menor tamanho dos tanques-rede (6 m³) presentes nestes empreendimentos. De acordo Furlaneto et al. (2006), tanques de pequeno volume apresentam melhor desempenho dos animais, maior capacidade de sustentação de biomassa por volume, renovação de água mais rápida e melhor qualidade de água. Essas elevadas produtividades podem orientar o tomador de decisão a um caminho equivocado (decisões baseadas nesta variável), sugerindo que estas DMU's seriam mais eficientes. Entretanto, conforme observado neste trabalho e corroborado por Sabbag & Costa (2015), nem sempre a melhor produtividade representa a melhor eficiência. Desta forma, a produtividade é uma medida apresentada pela razão entre duas quantidades e a eficiência é uma medida adimensional que pondera a utilização dos *inputs* para gerar os *outputs* (Coellib, 1996).

Todas as pisciculturas amostradas neste trabalho, estão dentro da mesma micro região, sujeitas a condições ambientais semelhantes e utilizam tanques-rede de Caunesp

volumes semelhantes. Desta forma a baixa produtividade encontrada na P4 pode ser associada a combinações inadequadas dos fatores de produção, que elevam os custos de produção e reduzem a competitividade do empreendimento, estes foram os fatores atribuídos por Sabbag & Costa, (2015) e Brunetta (2004) para explicar as baixas produtividades encontradas em seus estudos.

A ampla variação de produtividade entre as DMU's encontradas neste trabalho (75,99 kg m⁻³ ano a 166,11 kg m⁻³ ano), são corroborados pelas reportadas para a criação de tilápia em tanques-rede em diversas regiões do Brasil, com registros de produtividades variando entre 50 e 150 kg m⁻³ (Sabbag et al., 2007; Militão et al., 2007; Novaes, 2010; Munoz et al., 2014a; Munoz et al., 2014b; Munoz et al., 2015b; Munoz et al., 2015a). Essa variação na produtividade entre as propriedades está relacionada com a variação existente nas condições ambientais, fluxo de água e o nível tecnológico empregado (Scorvo Filho et al., 1999; Cyrino & Conte, 2004). Como as propriedades do presente estudo estão submetidas a condições ambientais e fluxo de água semelhantes, a tecnologia empregada pode ser fator que influencia a produtividade. Dentro da tecnologia, Barros (2010) relata que a alimentação, densidade de estocagem, renovação de água e qualidade dos juvenis podem influenciar a produtividade.

Houve um aumento da participação no custo variável médio (EPP=90,07%, EMP=92,16% e EGP=95,06%) e diminuição do custo fixo médio (EPP= 9,93%; EMP=7,84% e EGP=4,94%) com a escala de produção, que pode ser um indicativo de melhor utilização dos fatores de produção. Pois, à medida que se aumenta a escala de produção o uso dos fatores fixos é otimizado, gerando um menor custo fixo unitário (Asche et al. 2008; Vera-Calderón & Ferreira, 2004; Alvarez-Lajonchere & Taylor, 2003), entretanto a M3 foi uma exceção com o segundo maior custo fixo unitário. Os

custos variáveis por sua vez possuem uma grande sensibilidade ao desempenho produtivo dos animais e fatores mercadológicos. Assim, custos elevados surgem de uma combinação incorreta entre os preços dos fatores de produção e a tecnologia utilizada (Cinemre et al., 2006) e podem comprometer diretamente a viabilidade do empreendimento.

Sete das pisciculturas amostradas neste trabalho apresentaram retornos crescentes (IRS – *increasing return to scale*), mostrando que pequenas reduções nos custos médios acarretariam em grandes aumentos nos lucros, evidenciando assim a existência de economia de escala. O retorno crescente encontrado para as DMU's, indica que os empreendimentos estão enfrentando restrições devido às imperfeições de mercado, as quais impedem de mover-se para retornos decrescentes e alcançarem o ponto ótimo de sua produção como também observado por Alves (2004).

Neste trabalho o maior empreendimento não foi o mais eficiente, contrariando Alvarez-Lajonchere & Taylor, (2003); Vera-Calderón & Ferreira, (2004); Alves, (2004) e Gomes, (2006) que afirmam que o aumento na escala de produção reduz os custos médios e tornam os maiores empreendimentos os mais eficientes. Mas, corroborando com Cinemre et al. (2006) que também encontraram nas médias empresas as maiores eficiências de escala, pois as grandes não possuíam tamanho adequado para terem vantagens de economia de escala. A semelhança encontrada na tecnologia de produção entre as DMU's de escalas diferentes, pode ser um dos motivos pelo fato da empresa de grande porte não obter vantagens com o fator escala. Pois considerando-se que todas estão produzindo com técnicas de produção similares, as vantagens das grandes empresas relacionadas ao acesso à informação, melhor gestão da água, adoção de novas tecnologias, tamanho da fazenda, que são atribuídos como fatores que aumentam a eficiência de uma DMU (Iliyasu et al., 2014;

Ilyasu & Mohamed, 2015; Yin et al., 2014; Alam et al., 2012; Cinemre et al., 2006), não está sendo utilizado eficientemente, por isso o fato da grande empresa não ser a mais eficiente.

A eficiência do *benchmark* M1 pode ser explicada pelas vantagens que este empreendimento está desfrutando frente aos demais, como acesso facilitado a informações, maior poder de barganha e maior grau de instrução do empresário. Estes fatores podem influenciar a eficiência de um empreendimento aquícola (Ilyasu et al., 2014; Ilyasu & Mohamed, 2015; Alam et al., 2012; Cinemre et al., 2006; Alves, 2004).

A baixa eficiência encontrada nas pequenas pisciculturas e na M2 (médio porte) pode ser um indicativo do mau gerenciamento dos empreendimentos, devido à má utilização dos fatores de produção, que geram grandes desperdícios e elevado descarte dos insumos, aumentando os custos de produção e diminuindo o lucro. Neste contexto, um dos principais fatores que norteia a rentabilidade do empreendimento é a capacidade gerencial dos tomadores de decisão, bem como a dedicação destinada à atividade (Zetina Córdoba et al., 2006), principalmente na criação de animais, em que a escolha na utilização dos fatores de produção impacta diretamente nos índices produtivos e econômicos (Alvarez-Lajonchere & Taylor, 2003). Por consequência, o uso incorreto da tecnologia e de insumos reduz a receita e compromete a manutenção do produtor na atividade (Gomes, 2006).

O aumento nos *outputs* apresentado pela DEA, mesmo usando a orientação *input*, mostra que não a máxima eficiência dessas DMU's será atingida com redução dos custos e elevação do lucro. Essas alterações no *output* ocorrem devido a projeções não Pareto eficientes, ou seja, presença de folga diferente de zero (Gomes

et al., 2005; Sabbag et al., 2007; Sabbag & Costa, 2015; Benicio et al., 2015). Os indicadores de ineficiência podem servir como base para ações de extensão e consultoria, auxiliar ao produtor na busca da eficiência, que juntamente com informações técnicas auxiliares, permitem aos tomadores de decisão observarem o que separam os produtores ineficientes de seus *benchmarks* (DMUS eficientes), e assim promover a redução dessa distância (Gomes et al., 2005). Conforme foi observado nesse trabalho, a DMU mais eficiente possui acesso facilitado a informações, maior poder de barganha e maior grau de instrução do empresário, de modo que, combina eficientemente a quantidade e preço dos fatores de produção, gerando baixos custos. Além de ter conhecimento a respeito do mercado consumidor que, permite a escolha do melhor destino para sua produção em função da quantidade a ser despescada e o preço recebido pelo produto, mostrando que as ações de extensão não devem ser voltadas somente para questões técnicas, mas, também mercadológicas, instruindo os produtores quanto a compra de insumos e venda da produção.

Conclusões

Duas empresas de médio porte apresentaram eficiência de escala superior a 85% apresentando menor custo de produção médio, maior lucro e maior eficiência, consideradas as empresas de referência (*Benchmarking*) para as demais.

Ficou evidente a existência de economia de escala a retornos crescentes, onde somente a DMU M1 apresentou retorno constante de escala.

As menores pisciculturas, apesar de apresentarem as maiores produtividades, foram as menos eficientes.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio financeiro e auxílio de bancada e a APTA-Assis pelo apoio na coleta de dados.

Referências Bibliográficas

- Agostinho CA, Castro CS, Argentim D, Novelli PK, Ribeiro RR (2011) Inovações no manejo alimentar de tilápias. In: *XXI Congresso Brasileiro de Zootécnia* (ed Alagoas UFd), Maceio, pp. 1 - 8.
- Alam MF, Khan MA, Huq ASMA (2012) Technical efficiency in tilapia farming of Bangladesh: a stochastic frontier production approach. *Aquaculture International*, **20**, 619-634.
- Albers Koch JF, Tsutsui Esperancini MS, Barros MM, Pucci Figueiredo de Carvalho PL, Fernandes Junior AC, Teixeira CP, Pezzato LE (2014) Economic analysis of feeding tilapia in cages with digestible protein and energy levels. *Boletim Do Instituto De Pesca*, **40**, 605-616.
- Ali AI, Seiford LM (1993) The mathematical programming approach to efficiency analysis. *The measurement of productive efficiency*, 120-159.
- Alvarez-Lajonchere L, Taylor RG (2003) Economies of scale for juvenile production of common snook (*Centropomus undecimalis* Bloch). *Aquaculture Economics and Management*, **7**, 273-292.
- Alves E (2004) Retornos à escala e mercado competitivo: teoria e evidência empíricas. *Revista de Economia e Agronegócio*, **2**, 311-334.
- Andrade RLBd, Wagner RL, Mahl I, Martins RS (2005) Custos de produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade da região oeste do Estado do Paraná, Brasil. *Ciência Rural*, **35**, 198-203.

- Asche F, Roll KH, Tverterás S (2008) Future Trends in Aquaculture: Productivity Growth and Increased Production. In: *Aquaculture in the Ecosystem* (ed. by Holmer M, Black K, Duarte CM, Marba N, Karakassis). Springer, London, pp. 271-292.
- Ayroza LM, Romagosa E, Monteiro de Rezende Ayroza DM, Scorvo Filho JD, Salles FA (2011) Costs and profitability of juvenile Nile Tilapia breeding using different stocking densities in net cages. *Revista Brasileira De Zootecnia-Brazilian Journal of Animal Science*, **40**, 231-239.
- Banker RD, Charnes A, Cooper WW (1984) Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, **30**, 1078-1092.
- Banker RD, Thrall RM (1992) Estimation of returns to scale using data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, **62**, 74-84.
- Barros AF (2010) Análise sócio econômica e zootécnica da piscicultura na microrregião da Baixada Cuiabana-MT. 2010. 121 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/100189>>.
- Barroso RM, Andrea E. Pizarro, Flores RMV, Filho MXP, Rios JL (2015a) Informativo 02 - O mercado da Tilápia. (ed EMBRAPA EBdPA-), Palmas - Tocantins, pp. 9.
- Barroso RM, Filho MXP, Rios JL (2014) Informativo 01 - O mercado da Tilápia. (ed EMBRAPA EBdPA-), Palmas - Tocantins, pp. 9.
- Barroso RM, Munoz AEP, Flores RMV, Filho MXP, Rios JL (2015b) Informativo 03 - O mercado da Tilápia (ed EMBRAPA EBdPA-), Palmas - Tocantins, pp. 6.
- Benicio J, de Mello JCS, Meza LA (2015) Efficiency in Increasing Returns of Scale Frontier. In: *Operations Research and Big Data*. Springer, pp. 15-22.

- Brunetta MR (2004) Avaliação da eficiência técnica e de produtividade usando análise por envoltória de dados: um estudo de caso aplicado a produtores de leite.
- Carneiro PCF, Martins MIEG, Cyrino JEP (1999) Estudo de caso da criação comercial da tilápia vermelha em tanques-rede — avaliação econômica. *Informações Econômicas*, **29**, 52-61.
- Charnes A, Cooper WW, Rhodes E (1979) Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, **3**, 339-339.
- Cinemre HA, Ceyhan V, Bozoglu M, Demiryurek K, Kilic O (2006) The cost efficiency of trout farms in the Black Sea Region, Turkey. *Aquaculture*, **251**, 324-332.
- Coellib T (1996) A Guide to DEAP Version 2.1. *Department of Econometrics. New England: University of New England*.
- Costa J, Freitas R, Gomes AL, Bernadino G, Carneiro D, Martins MI (2016) Effect of stocking density on economic performance for *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816), juvenile in earthen ponds. *Latin American Journal of Aquatic Research*, **44**.
- Cyrino J, Conte L (2004) Tilapicultura em gaiolas: Produção e economia. *Anais AquaCiência, Vitória*, 151-171.
- Furlaneto FPB, Ayroza DMMR, Ayroza LMS (2006) Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis spp.*) em tanque-rede no médio paranapanema, Estado de São Paulo, safra 2004/05. In: *Informações Econômicas*, São Paulo, pp. 63-69.
- Gomes AL (2006) Indicadores de eficiência e economias de escalas na produção de leite: um estudo de caso para produtores dos estados Rondônia, Tocantins e Rio de Janeiro. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz.

- Gomes EG, Mangabeira JAdC, Mello JCCBSd (2005) Análise de envoltória de dados para avaliação de eficiência e caracterização de tipologias em agricultura: um estudo de caso. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, **43**, 607-631.
- Green DM (2010) A strategic model for epidemic control in aquaculture. *Preventive Veterinary Medicine*, **94**, 119-127.
- Helfand SM, Levine ES (2004) Farm size and the determinants of productive efficiency in the Brazilian Center-West. *Agricultural Economics*, **31**, 241-249.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2014) Produção da Pecuária Municipal 2014. (ed Agricultura Md), Rio de Janeiro, pp. 197.
- Ilyasu A, Mohamed ZA (2015) Technical efficiency of tank culture systems in peninsular malaysia: an application of data envelopment analysis. *Aquaculture Economics & Management*, **19**, 372-386.
- Ilyasu A, Mohamed ZA, Ismail MM, Abdullah AM, Kamarudin SM, Mazuki H (2014) A review of production frontier research in aquaculture (2001-2011). *Aquaculture Economics & Management*, **18**, 221-247.
- Liu Y, Bjelland Hv (2014) Estimating costs of sea lice control strategy in Norway. *Preventive Veterinary Medicine*, **117**, 469-477.
- Militão EdS, Souza CSdS, Costa SMAL, Fernandes WB (2007) Custo de produção de tilápia em ilha solteira. In: *Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural* (ed Sociedade Brasileira de Economia AeSR), Londrina, pp. 11 p.
- Munoz AEP, Flores RMV, Filho MXP, Barroso RM, Mataveli M, Rezende FP (2015a) Piscicultores e demais agentes da cadeia produtiva discutem os custos de produção da tilápia no açude Castanhão, Jaguaribara, Ceará. (ed EMBRAPA EBdPA-), Palmas - Tocantins, pp. 6.

- Munoz AEP, Flores RMV, Filho MXP, Renata Melon, Rodrigues APO, Mataveli M (2014a) Piscicultores e demais agentes da cadeia produtiva discutem os custos de produção da tilápia em Glória-BA. (ed EMBRAPA EBdPA-), Palmas - Tocantins, pp. 6.
- Munoz AEP, Flores RMV, Filho MXP, Renata Melon, Rodrigues APO, Mataveli M (2014b) Piscicultores e demais agentes da cadeia produtiva discutem os custos de produção da tilápia em Jabotá-PE. (ed EMBRAPA EBdPA-), Palmas Tocantins, pp. 6.
- Munoz AEP, Flores RMV, Filho MXP, Renata Melon, Rodrigues APO, Mataveli M, Rezende FP (2015b) Piscicultores e demais agentes da cadeia produtiva discutem os custos de produção da tilápia em Londrina - PR. (ed EMBRAPA EBdPA-), Palmas - Tocantins, pp. 6.
- Novaes AF, (2010) Volumes de tanques-rede na produção da tilápia-do-nilo: estudo de caso. 35 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/86682>>.
- Sabbag OJ, Costa SMAL (2015) Technical efficiency of tilapia production in ilha solteira, sp: a nonparametric analysis. *Boletim De Industria Animal*, **72**, 155-162.
- Sabbag OJ, Rozales R, Tarsitano MAA, Silveira AN (2007) Análise econômica da produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade associativista em Ilha Solteira/SP. *Custo e @gronegocio*, **3**, 86-98.
- Scorvo Filho JD, Martin NB, Ayroza LMdS (1999) Piscicultura em são paulo: custos e retornos de diferentes sistemas de produção na safra 1996/97. *Informações Econômicas*, **29**, 41-62.

- Souza PCT, Wilhelm VE (2009) Uma introdução aos modelos DEA de eficiência técnica. *Ciência e Cultura, Curitiba*, 121-139.
- Vera-Calderón LE, Ferreira ACM (2004) Estudo da economia de escala na piscicultura em tanque-rede, no estado de são paulo. *Informações Econômicas*, **34**, 7-17.
- Vicente IST, Elias F, Fonseca-Alves CE (2014) Prospects of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) production in Brazil Perspectivas da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) no Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, **37**, 392-398.
- Yin X, Wang A, Zhou H, Wang Q, Li Z, Shao P (2014) Economic Efficiency of Crucian carp (*Carassius auratus gibelio*) Polyculture Farmers in the Coastal Area of Yancheng City, China. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **14**, 429-437.
- Zetina Córdoba P, Reta Mendiola JL, Olguín Palacios C, Acosta Barradas R, Espinosa Sánchez G (2006) A profitability analysis of tilapia culture (*Oreochromis spp*) in six agroecosystems in the State of Veracruz, Mexico. *Técnica Pecuaria en México*, **44**.

Este artigo está sob revisão na Revista Brasileira de Zootecnia (CAPES B1, FI:0,41)

Capítulo IV - Desempenho produtivo e avaliação econômica da criação de tilápia estocada em diferentes períodos do ano: estudo de caso

Jesaias Ismael da Costa¹, Omar Jorge Sabbag², Luiz Marques da Silva Ayroza³, Maria Inez Espagnoli Geraldo Martins⁴

RESUMO - A variação da temperatura ao longo do ano afeta os índices produtivos e econômicos, que aliados ao destino dado à produção impactam a rentabilidade da atividade produtiva. Este trabalho tem por objetivo estudar os ciclos de produção dependentes do período de estocagem e sua influência nos indicadores zootécnicos, custos de produção e rentabilidade da produção de tilápias em tanques-rede. O estudo foi realizado em uma piscicultura localizada em Palmital-SP, que dispõe de 2.706 m³ de tanques-rede, onde são produzidas, anualmente, uma média de 400 toneladas de tilápias, despescadas regularmente durante todo o ano. Os dados produtivos, investimento e desembolso foram obtidos por meio da aplicação de um questionário semiestruturado e, posteriormente, calculados o Custo Operacional Total e os índices de rentabilidade. Todos os valores monetários dos itens de investimento foram corrigidos pelo Índice Geral de Preços (IGP), para dezembro de 2014. Foram identificadas e caracterizadas três fases de criação (alevinagem, pré-terminação e terminação) que apresentaram diferentes tamanhos no ciclo de produção em função do período de estocagem (baixas temperaturas e altas temperaturas). Ao considerar a produção como um todo (alevinagem, pré-terminação e terminação), a estocagem dos animais em períodos de baixas temperaturas impactou negativamente: na duração do ciclo total de produção elevando em até 38.46% o tamanho do ciclo de produção. Mesmo com o aumento no período de criação e custos, quando uma das fases de cultivo foi realizada a baixas temperaturas, não houve prejuízo econômico e permitiu ao produtor oferecer

regularmente o seu produto que, associado a três canais de vendas, teve uma maior flexibilidade para tomar decisões da sua produção.

Palavras-chaves: piscicultura, custo de produção, rentabilidade

Introdução

A tilápia é uma espécie com excelentes características produtivas, como: rápido crescimento, ampla tolerância a variações de temperatura e salinidade, rápida maturação sexual (3 a 6 meses), alta prolificidade e boa aceitação de alimentos formulados (Oliveira et al., 2007, Nogueira and Rodrigues, 2007). Estas características aliadas com as boas condições ambientais e de criação tornam a tilápia a espécie mais produzida no Brasil (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2014). Sua produção é desenvolvida principalmente no sistema de tanques-rede, gerando elevados índices produtivos, mas os animais são dependentes exclusivamente das condições ambientais, fornecimento de alimento e manejo adequado (Nogueira et al., 2007). Entre todas as variáveis ambientais, a variação de temperatura é um dos fatores que mais compromete o desempenho da atividade (Marengoni, 2008, Graeff and Amaral Junior, 2005, Mainardes Pinto et al., 1989). A criação de tilápia em regiões onde a variação de temperatura excede o conforto térmico dos animais (27 a 32 °C), faz com que, dependendo do período de estocagem, o ciclo de produção seja variável, influenciando no desempenho produtivo, custo de produção e rentabilidade (Mainardes Pinto et al., 1989, Graeff and Amaral Junior, 2005)

Para que o produtor brasileiro se estabeleça e continue oferecendo constantemente seus produtos, mesmo produzindo durante os períodos desfavoráveis (por exemplo, temperaturas inadequadas), um bom planejamento e boa gestão são importantes fatores (Pereira and Gameiro, 2007, Castellani and Barrella, 2005, Bukenya and Ssebisubi, 2014). O período de produção em situações desfavoráveis, associada com o destino dado

aos produtos pode afetar os custos e rentabilidade. Esses fatores contribuem para a variação nos custos e no rendimento em diferentes ciclos de produção ao longo do ano. Assim, o presente estudo teve como objetivo determinar os ciclos de produção resultantes de diferentes períodos de estocagem e sua influência sobre o desempenho produtivo e econômico, em uma propriedade do médio Paranapanema.

Material e Métodos

O empreendimento do presente estudo foi iniciado em 2009 e encontra-se localizado na região do Médio Paranapanema, no município de Palmital-SP. Possui um termo de outorga (concedido pela Agência Nacional de Águas) para uso 1,2 ha de lâmina d'água, dispõe de 2.706 m³ de tanques-rede, onde são produzidas, anualmente, uma média de 400 toneladas de tilápias da linhagem Supreme®, despescadas regularmente durante todo o ano. Por meio da aplicação de um questionário semiestruturado, foram identificadas as fases de criação, ciclos de produção, manejos adotados e canais de comercialização, bem como obtidos os dados produtivos, investimento e desembolso. Foram tomados como indicadores zootécnicos: biomassa final, sobrevivência e conversão alimentar aparente (CAA).

As médias climatológicas de temperatura e precipitação de chuvas, com base na série de dados de 30 anos está apresentado na Figura 1. Foram identificadas e avaliadas três fases de criação (alevinagem, pré-terminação e terminação) que em função do período de estocagem (BT-baixas temperaturas: inverno, último mês da primavera e primeiro mês do outono; e AT - altas temperaturas: verão, primavera e outono) aumentou o tamanho do ciclo de produção gerando oito combinações de ciclos produtivos (Figura 2).

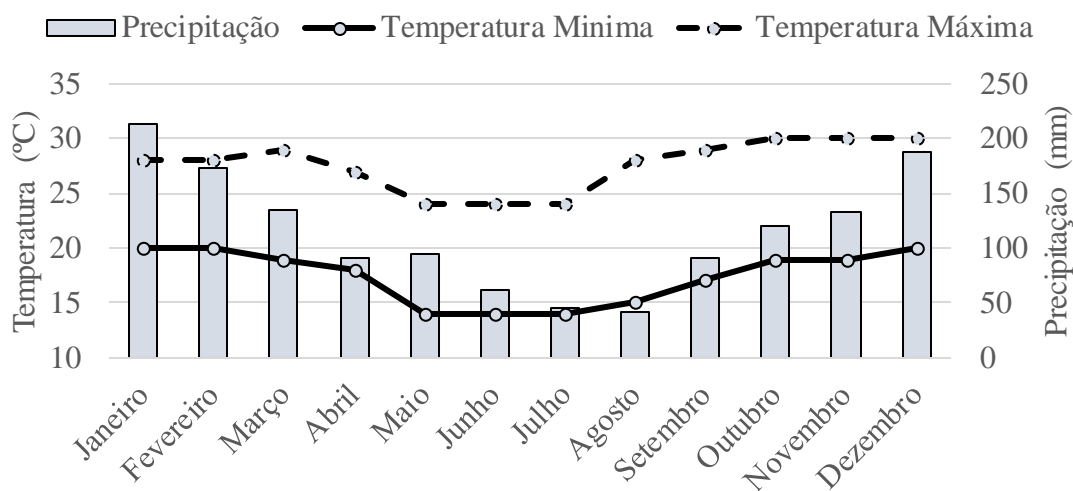


Figura 1 – Variação média de temperatura e precipitação de chuvas, com base na série de dados de 30 anos para o município de Palmital-SP.

Os animais foram submetidos a diferentes manejos alimentares em função de seu peso e da época do ano (baixas temperaturas e altas temperaturas). Sendo que no período de baixas temperaturas, as taxas alimentares são reduzidas em 30% dos valores oferecidos em altas temperaturas (Tabela 1).

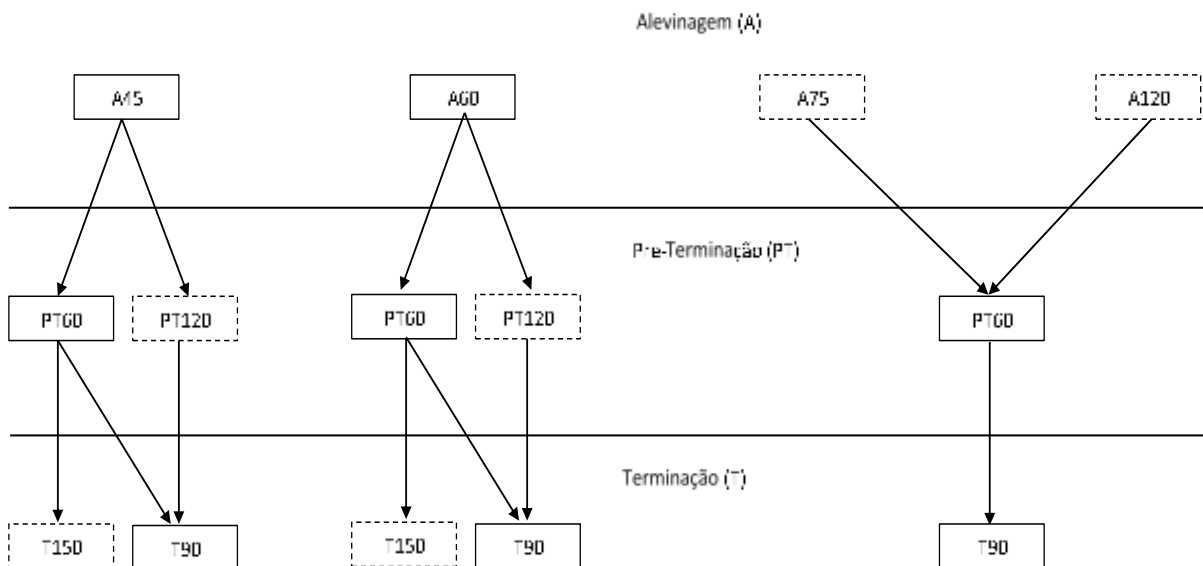


Figura 2 – Representação dos ciclos de produção resultante do período de estocagem e duração do ciclo de produção. Legenda: linhas tracejadas significam período de baixas temperaturas e linhas diretas significam criação em altas temperaturas. A combinação do ciclo de produção é formada ao seguir as setas.

Tabela 1 – Manejo alimentar adotado pela piscicultura na criação de tilápia em função do peso e da época do ano.

Fase	PB (%)	Peso (g)	Ptes (mm)	FD	T. A. (%PV)	
					AT	BT
Alevinagem	45	0,5 a 3,0	1	10	12	8
		3,0 a 5,0	1,5	10	10	7
		5,0 a 10,0	1,7	10	10	7
	40	10,0 a 30,0	2	10	9	6
Pré-terminação	32	30,0 a 250	4 a 6	3	6 a 4	4 a 3
Terminação	32	250 a 1000	6 a 8	3	4 a 1,5	3 a 1

Legenda: PB: porcentagem de proteína bruta na ração, Ptes: tamanho dos peletes da ração, FD: frequência diária (refeições/dia), T.A.: taxa alimentar em função do peso vivo (PV), AT: altas temperaturas, BT: baixas temperaturas.

Os dados de desempenho zootécnico e os preços dos fatores e produtos obtidos permitiram calcular o custo de produção e os índices de rentabilidade. Os custos foram determinados com base na estrutura de Custo Operacional Total de Produção (COT) proposto por Matsunaga et al. (1976).

O COT foi determinado somando-se o Custo Operacional Efetivo (COE) e outros custos. No COE foram considerados todos os desembolsos e como outros custos, a depreciação. O COE foi obtido somando-se os gastos com alevinos, ração, mão de obra, energia, combustível, manutenção da estrada e arrendamento da área de acesso. A depreciação da infraestrutura, equipamentos e utensílios foi calculada pelo método linear. Inicialmente, os custos (COE e depreciação, com exceção de ração e alevinos) foram determinados em reais por ano e, posteriormente apropriados dividindo o valor anual pelo volume total de tanques-rede úteis (2.706 m³), e pelo total de dias produtivos (350 dias). Assim, o COT para cada fase foi obtido em R\$ m⁻³.dia usando o número de dias para cada fase.

Foram tomados como indicadores econômicos: Custo Operacional Total (COT), Receita Bruta (RB), Lucro operacional ($LO = RB - COT$) e Índice de lucratividade $IL = LO / RB \cdot 100$. Para determinar a receita, lucro e índice de lucratividade, foram consideradas as proporções de pescado destinados a cada canal comercialização, bem como adicionados os custos oriundos deste processo, que variam em função do destino do pescado. Os valores referentes ao investimento foram corrigidos pelo Índice Geral de Preços (IGP), para dezembro de 2014, bem como os demais valores utilizados neste trabalho.

Resultados

Alevinagem (A)

Nesta fase, os animais foram estocados com uma média de peso 0,5g e criados até 30g. Ocorre uma variação na duração do ciclo de produção, dependendo da época do ano que os animais são estocados (Figura 1). Neste estudo de caso, foram identificados quatro ciclos de produção (45, 60, 75 e 120 dias de duração). Para compensar o menor desempenho produtivo dos animais durante baixas temperaturas, o produtor utiliza uma maior densidade de estocagem, aumento de 167 peixes m^{-3} para 250 peixes m^{-3} (Tabela 2). Entretanto, este manejo não é suficiente para que os custos médios sejam reduzidos, pois aumentaram com a maior duração do ciclo de produção. Porém, caso não tivesse sido utilizada esta manobra gerencial, a produção seria menor; assim, o custo médio poderia ter sido ainda maior. A ração foi o item mais representativo no custo de produção, com participações de 39,8% a 57,1% dependendo da duração do ciclo, seguido pelos gastos com aquisição de alevinos, que também apresentaram uma participação representativa no COT, com uma variação de 22,3% a 39,6% (Tabela 2).

Tabela 2. Custo Operacional Total e índices produtivos obtidos nos diferentes ciclos de produção da alevinagem em R\$ m³.

Custos	AT		BT	
	A45	A60	A75	A120
Custo Operacional efetivo	36,41	43,16	69,74	97,08
Ração	15,88	21,06	38,16	60,80
Alevinos	15,83	15,83	23,75	23,75
Mão de Obra	2,71	3,62	4,52	7,24
Energia	0,09	0,12	0,15	0,24
Gasolina	0,10	0,14	0,17	0,27
Diesel	0,03	0,04	0,05	0,08
Manutenção da estrada	1,14	1,52	1,90	3,04
Contador	0,11	0,15	0,19	0,30
Arrendamento	0,48	0,65	0,81	1,29
Outros custos	3,53	4,70	5,88	9,40
Depreciação	1,81	2,42	3,02	4,84
Mão de obra familiar	1,71	2,28	2,85	4,56
Custo Operacional Total	39,94	47,86	75,61	106,48
Produção (Peixes)	141,67	141,67	187,50	187,50
COE médio (R\$ peixe⁻¹)	0,26	0,30	0,37	0,52
COT Médio (R\$ peixe⁻¹)	0,28	0,33	0,40	0,57
Conversão alimentar aparente	0,73	0,94	1,05	1,57
Sobrevivência (%)	85	85	75	75

Legenda: A: alevinagem (0,5g a 30g); o número após a identificação da fase de criação representa o tempo de criação. AT – alta temperatura; BT – baixa temperatura.

Pré-terminação (PT)

Os peixes iniciaram nesta fase com um peso médio de 30 g e a finalizaram com média de 250 g, com duração do ciclo de produção de 60 ou 120 dias, dependendo da temperatura. Um fato a ser considerado é que os animais são oriundos da alevinagem, compreendendo quatro diferentes ciclos (Tabela 1) e, portanto, com custos de produção distintos; existe a possibilidade de que o mesmo produto (juvenil de 250g) possa ser produzido com diferentes custos, dependendo da combinação entre sua origem (alevinagem) e a do ciclo que será submetido (Tabela 3). Nesta fase, independentemente

da duração do ciclo de produção, é utilizada a mesma densidade de estocagem (200 peixes m⁻³).

Tabela 3. Custo Operacional Total e índices produtivos obtidos nos diferentes ciclos de produção da pré terminação em R\$ m⁻³.

Custos	PT60 (AT)				PT120 (BT)	
	AT		BT		AT	
	A45	A60	A75	A120	A45	A60
Custo Operacional efetivo (COE)	185,03	196,22	209,30	242,23	246,27	257,46
Ração	122,38	122,38	122,38	122,38	177,36	177,36
Alevinos	56,38	67,57	80,66	113,58	56,38	67,57
Mão de Obra	3,62	3,62	3,62	3,62	7,24	7,24
Energia	0,12	0,12	0,12	0,12	0,24	0,24
Gasolina	0,14	0,14	0,14	0,14	0,27	0,27
Diesel	0,04	0,04	0,04	0,04	0,08	0,08
Manutenção da estrada	1,52	1,52	1,52	1,52	3,04	3,04
Contador	0,15	0,15	0,15	0,15	0,30	0,30
Arrendamento	0,65	0,65	0,65	0,65	1,29	1,29
Outros custos	4,70	4,70	4,70	4,70	9,40	9,40
Depreciação	2,42	2,42	2,42	2,42	4,84	4,84
Mão de obra familiar	2,28	2,28	2,28	2,28	4,56	4,56
Custo Operacional Total (COT)	189,73	200,92	246,93	246,93	255,67	266,86
Produção (peixes)	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Conversão alimentar aparente	1,16	1,18	1,20	1,26	1,56	1,59
Sobrevivência (%)	99	99	99	99	99	99

Legenda: A: alevinagem (0,5g a 30g); PT: pré terminação (30g a 250g); o número após a identificação da fase de criação representa o tempo de criação. AT – alta temperatura; BW – baixa temperatura.

Ao considerar somente as possibilidades que podem ocorrer nos 60 ou 120 dias de criação, observa-se um aumento na participação dos alevinos e diminuição da participação da ração no COT. Entretanto, a ração continua sendo o item mais representativo, com participações de 49,6% a 69,4% e os gastos com aquisição de alevinos apresentam uma variação de 22,1% a 46,0% (Tabela 3). Da mesma forma que o observado na alevinagem, em que o custo médio aumenta com o ciclo de produção.

Terminação (T)

Para que os animais tenham um ganho de peso médio de 750g (peso inicial de 250g e peso final de 1000g), o ciclo de produção dura em média 90 dias (altas temperaturas) ou 150 dias (baixas temperaturas). Da mesma forma como na pré-terminação, ao considerar a combinação entre sua origem (possibilidades da pré-terminação) e a do ciclo que será submetido (Figura 1), o produto final (peixe 1000 g) pode apresentar até oito custos diferentes (Tabela 4). Assim como na alevinagem e pré-terminação, a ração foi o item mais representativo no COT, com participações de 54,9 % a 63,8%. O custo de produção dos juvenis de 250 g foi o segundo item mais representativo no COT, com participação de 29,7 % a 41,5 %.

Para compensar o menor desempenho produtivo dos animais durante baixas temperaturas, assim como na alevinagem, o produtor utilizou uma maior densidade de estocagem (Tabela 4). Entretanto, foi evidente o aumento nos custos médios em função da maior duração do ciclo de produção, mesmo havendo uma maior produção. Dentre as possibilidades que possuem a mesma duração no ciclo de produção, foi possível observar que a prática de realizar a alevinagem no período de baixas temperaturas ocasionou um menor custo médio de produção. De forma contrária, se essa prática for adotada na pré-terminação, o custo médio do pescado torna-se o maior.

Tabela 4. Custo Operacional Total e índices produtivos obtidos nos diferentes ciclos de produção da terminação em R\$ m³.

Custos (R\$ m ³)	T90 (AT)				T150 (BT)			
	PT60 (AT)		PT120 (BT)		PT60 (AT)			
	AT		BT		BT			
	A45	A60	A75	A120	A45	A60	A45	A60
Custo Operacional efetivo (COE)	295,60	301,26	307,86	324,48	328,90	342,10	420,24	427,58
Ração	180,91	180,91	180,91	180,91	180,91	180,91	267,71	267,71
Alevinos	95,81	100,71	108,09	124,72	129,13	142,33	124,57	131,93
Mão de Obra	5,43	5,43	5,43	5,43	5,43	5,43	9,06	9,06
Comercialização	9,52	9,52	9,52	9,52	9,52	9,52	12,36	12,36
Energia	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,30	0,30
Combustível	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,43	0,43
Manutenção da estrada	2,28	2,28	2,28	2,28	2,28	2,28	3,81	3,81
Contador	2,28	2,28	2,28	2,28	2,28	2,28	0,38	0,38
Arrendamento	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	1,62	1,62
Outros custos	7,06	7,06	7,06	7,06	7,06	7,06	11,75	11,75
Depreciação	3,63	3,63	3,63	3,63	3,63	3,63	6,04	6,04
Mão de obra familiar	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	5,71	5,71
Custo Operacional Total (COT)	302,66	308,32	314,92	331,54	335,96	349,15	431,99	439,33
COT médio (R\$ m³)	3,09	3,15	3,21	3,38	3,43	3,56	3,39	3,45
Ciclo Total de produção (dias)	195,00	210,00	225,00	270,00	255,00	270,00	255,00	270,00
Produção (kg m³)	98,00	98,00	98,00	98,00	98,00	98,00	127,40	127,40
Receita (R\$ m³)	422,37	422,37	422,37	422,37	422,37	422,37	549,10	549,10
Lucro Operacional (R\$ m³)	295,60	301,26	307,86	324,48	328,90	342,10	420,24	427,58
Índice de lucratividade (%)	26,09	24,75	23,18	19,25	18,20	15,08	19,06	17,73
Conversão alimentar aparente	1,44	1,44	1,45	1,46	1,54	1,54	1,56	1,56

Legenda: A: alevinagem (0,5g a 30g); PT: pré terminação (30g a 250g); T: terminação (250g a 850g); o número após a identificação da fase de criação representa o tempo de criação. AT – alta temperatura; BT – baixa temperatura.

Comercialização e indicadores de rentabilidade

O produto final (tilápia de 1000g) oriundo deste estudo de caso é destinado a três diferentes canais de comercializado: 30% para Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), 60% para Frigoríficos e 10 % para Peixarias. Dependendo do destino dado à produção, há um acréscimo de R\$ 0,02 kg⁻¹ (Peixarias),

R\$ 0,03 kg⁻¹ (CEAGESP) e R\$ 0,11 kg⁻¹ (Frigoríficos) no COT_{médio}, pois a quantidade de peixes a ser carregada no caminhão tipo baú é diferente e quanto maior a quantidade de pescado, maiores serão os custos. Para determinar o custo médio final, foi obtida uma média ponderada dos gastos com comercialização, respeitando as devidas proporções de destino dado ao pescado, obtendo-se um custo médio geral (CEAGESP, frigoríficos e peixarias) com a comercialização de R\$ 0,10 kg⁻¹.

A receita bruta foi constante ao considerar separadamente o ciclo de terminação de 90 e 150 dias. Já o lucro apresentou uma diminuição com o aumento do ciclo de produção e conseqüentemente o índice de lucratividade apresentou o mesmo comportamento, que variou de 16,58% a 26,26%.

Discussão

As estratégias de criação da tilápia em três fases faz com que o produtor obtenha melhores índices de crescimento, menor ciclo e um maior controle sobre sua produção. Ao término de cada ciclo de produção é feita uma separação dos animais por tamanho, aumentando a uniformidade do lote ao final da engorda, característica essa desejada pelos compradores. Este fato foi evidenciado por Carvalho et al. (2010), que observaram uma melhora na CAA, ganho de peso médio diário e maior homogeneidade em criações onde era realizada a repicagem (processo de separação dos peixes de acordo com tamanho). Estes mesmos autores observaram que os animais apresentaram quase o dobro de crescimento, quando comparado àqueles que eram criados sem realizar esse manejo. Entretanto, Garcia et al. (2013) evidenciaram que se os peixes são estocados em baixas densidades desde o início da criação, não há necessidade de realizar a repicagem, e a

desaconselham, pois há um aumento na mortalidade dos peixes logo após o manejo, atribuído ao aumento do estresse social ocasionado.

A ampla variação na duração do ciclo de produção está relacionada com a época do ano e temperatura que os animais são criados. Corroborando com os resultados encontrados por Mainardes Pinto et al. (1989), que observaram uma redução de um mês no ciclo de produção quando a criação foi iniciada na primavera (setembro) em comparação com a iniciada no outono (março), pois na fase final de terminação o impacto da temperatura no crescimento dos animais foi menor que na fase inicial. Entretanto, houve uma desaceleração no crescimento de todos os animais no período de inverno. Scorvo Filho et al. (2008) e Graeff and Amaral Junior (2005) também relatam que no período de inverno há um baixo crescimento dos animais em função da temperatura ser um fator limitante. Eles recomendaram que a criação fosse realizada em águas com temperatura acima de 22°C, e nos períodos de primavera até o outono (outubro a abril). Garcia et al. (2014) relataram que, no período de inverno, onde há uma menor renovação de água e maior acúmulo de matéria orgânica no fundo, existe uma maior probabilidade da ocorrência de enfermidades, que podem comprometer a produção.

A prática de aumentar a densidade de estocagem para compensar o menor crescimento dos animais pode não ser a mais adequada. Neste sentido Garcia et al. (2013), testando densidades de estocagem para tilápia, observaram que as maiores densidades de estocagem apresentaram os maiores custos de produção e maiores ciclo de produção, associando a baixa eficiência no uso da ração e o crescimento limitado pelo volume do tanque. Garcia et al. (2014) relataram que animais submetidos a maiores densidades (antes da repicagem e final do cultivo) apresentam maior incidência de doenças.

O aumento no custo de produção com o maior ciclo de produção deve-se a utilização dos fatores de produção (terra, capital e trabalho) por um maior período de tempo e em maior quantidade, pois a prorrogação no período de estocagem dos animais é seguida de um custo adicional de manutenção tanto do capital fixo, como dos próprios animais. Isto pode corroborado pelas observações de Garcia et al. (2013), sobre um aumento no custo de produção com o aumento do ciclo de produção, em função do menor crescimento do peixe em elevadas densidades de estocagem.

A ração foi o item mais oneroso no COT, aumentando sua importância com o aumento no ciclo de produção. Assim, o uso em quantidades adequadas de ração é um importante fator para que o produtor obtenha um maior lucro. Marengoni (2008) observou que o elevado fornecimento de ração pode acarretar em prejuízo, principalmente quando se obtêm uma baixa biomassa final. Marques et al. (2003) relataram que o fornecimento de quantidades adequadas de ração reduz a concorrência entre os animais, gerando uma maior uniformidade no lote e melhor desempenho produtivo dos animais. Os autores observaram ainda que uma baixa eficiência no uso da ração e o crescimento limitado em elevadas densidades acarreta em um aumento no custo de produção.

A ração apresentou uma participação entre 40,1% e 69,8 % do COT; entretanto, deve-se considerar que o custo com rações das fases de recria e terminação está embutido no valor do juvenil (30 g e 250 g), de modo que a participação deste item ao considerar a produção como um todo (alevinagem, pré- terminação e terminação) foi superior a esses valores. Andrade et al. (2005) encontrou uma participação de 52,3% da ração no custo total de produção. Estes autores observaram ainda, que a variação no preço da ração, influenciada pela flutuação nos preços dos insumos que a compõem, é o item que impulsiona a variação no custo de produção.

A aquisição dos animais foi o segundo item mais importante, chegando a representar mais de 40% em alguns casos. Na alevinagem, como os animais são pequenos e a quantidade de ração é baseada na biomassa do peso vivo, utiliza-se uma menor quantidade de ração que irá refletir em um menor gasto com esse item, aumentando então a participação da aquisição de alevinos no COT. Na pré-terminação e terminação, o valor dos juvenis (30 g e 250 g) foi considerado no custo de sua produção nas fases anteriores, justificando assim as elevadas participações deste item no custo de produção de cada uma das fases. Andrade et al. (2005) observaram que os gastos com aquisição de alevinos representava apenas 9,34% do custo total de produção, valor bem inferior aos reportados neste trabalho, em todas as fases.

O presente estudo de caso identificou mais de um canal de comercialização, que permite ao produtor ter uma maior flexibilidade na tomada de decisão quanto ao destino de sua produção e lhe assegura a venda do produto, o que pode auxiliar no planejamento da produção de acordo com Bukenya and Ssebisubi (2014). Castellani and Barrella (2005) também observaram que na região do vale do Ribeira-SP, os produtores possuem vários canais de comercialização. A maioria abastece os pesque-pague da região (95%) e os demais 5 % da produção são destinados a Central de Abastecimento (CEASA), supermercados, hotéis e restaurantes. Entretanto, para que haja uma oferta regular de tilápia, é necessário realizar estocagens em mais de um período do ano (Mainardes Pinto et al., 1989). Martins et al. (2001) relataram que a tilápia possui uma maior diversificação na demanda, quando comparada com outras espécies. Mainardes Pinto et al. (1989) afirmam que a oferta constante de tilápia pode ser obtida realizando estocagem dos animais em mais de um período de ano.

Por fim, Andrade et al. (2005) e Castellani and Barrella (2005) observaram uma variação do lucro impulsionada pela variação no custo, semelhante ao encontrado neste trabalho, em que houve uma diminuição no lucro e no índice de lucratividade com o aumento do ciclo de produção. Isto mostra que na produção de um mesmo produto, aquele que melhor utilizar os fatores de produção terá um maior retorno econômico, pois obterá um menor custo de produção. Fato este também corroborado por Garcia et al. (2013), onde um menor ciclo de produção foi obtido com animais criados em baixas densidades de estocagem, e apresentaram um índice de lucratividade 60% maior que o de maior densidade.

A variação no lucro e nos índices de lucratividade encontrados neste trabalho está relacionado com a variação nos custos de produção obtidos. Índices de lucratividade semelhantes aos deste trabalho (16,58% a 26,26%) foram obtidos por Sabbag et al. (2007), na criação de tilápias em um modelo de associativismo; os autores encontraram um índice de lucratividade de 22.57%, em um ciclo de produção de 180 dias. De forma semelhante, Scorvo Filho et al. (2008) obtiveram índices de lucratividade variando de 14.54% a 28.71% na criação de tilápias tailandesas em tanques de pequenos volumes, dentro de viveiros.

Conclusão

O melhor cenário foi encontrado quando todas as fases de criação (alevinagem, pré-terminação e terminação) foram desenvolvidas em altas temperaturas. Ao considerar a produção como um todo, a estocagem dos animais em períodos de baixas temperaturas impactou negativamente: na duração do ciclo total de produção elevando em até 38.46% sua duração. Mesmo com ciclos mais longos e maiores custos de produção, nenhum

prejuízo financeiro foi encontrado quando uma das fases era realizada em baixas temperaturas, e permitiu ao produtor uma oferta regular de seu produto, que associado aos três canais de comercialização, lhe deu uma maior flexibilidade quanto a tomadas de decisões gerenciais de sua produção.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio financeiro e auxílio de bancada e ao Polo Regional do Médio Paranapanema da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios pelo apoio na coleta de dados.

Referências

- Andrade, R.L.B.d., Wagner, R.L., Mahl, I., Martins, R.S. 2005. Custos de produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade da região oeste do Estado do Paraná, Brasil. *Ciência Rural*. 35:198-203.
- Bukenya, J.O., Ssebisubi, M., 2014. Price integration in the farmed and wild fish markets in Uganda. *Fisheries Science*. 80: 1347-1358.
- Carvalho, E.D., Scarano Camargo, A.L., Zanatta, A.S. 2010. Productive development of Nile tilapia raised in net cages at a public reservoir: brief analysis of the empirical model of classification. *Ciencia Rural*. 40:1616-1622.
- Castellani, D., Barrella, W. 2005. Characterization of fish farming in the Ribeira Valley region - SP. *Ciencia E Agrotecnologia*. 29:168-176.
- Garcia, F., Romera, D.M., Gozi, K.S. 2014. Enfermidades de tilápias do nilo em tanques-rede. *Pesquisa & Tecnologia*, pp. 5.
- Garcia, F., Romera, D.M., Gozi, K.S., Onaka, E.M., Fonseca, F.S., Schalch, S.H.C., Candeira, P.G., Guerra, L.O.M., Carmo, F.J., Carneiro, D.J., Martins, M.I.E.G., Portella, M.C. 2013. Stocking density of Nile tilapia in cages placed in a hydroelectric reservoir. *Aquaculture*. 410, 51-56.

- Graeff, A., Amaral Junior, H., 2005. Engorda final de tilápias (*Oreochromis niloticus*) no meio-oeste catarinense no período de verão com alevinos nascidos no outono-inverno oriundos do litoral de Santa Catarina (BRASIL) Archivos latinoamericanos de producción animal. 13:5.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2014. Produção da Pecuária Municipal 2014. In: Ministério da Agricultura (ed.) No. 1., Rio de Janeiro, p 197.
- Mainardes Pinto, C.S.R., Verani, J.R., Antoniutti, D.M., Stempniewski, H.L. 1989. Estudo comparativo do crescimento de machos de *Oreochromis niloticus* em diferentes períodos de cultivo. Boletim do Instituto de Pesca. 16:19-27.
- Marengoni, N.G., 2008. Production of the Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Chitralada strain) reared in cages with different stocking densities. Archivos de Zootecnia. 55:127-138.
- Marques, N.R., Hayashi, C., Soares, C.M., Soares, T. 2003. Níveis Diários de Arraçamento para Alevinos de Tilápia do nilo (*Oreochromis Niloticus*, L.) Cultivados em Baixas Temperaturas Semina: Ciências Biológicas e da Saúde. 24:97-104.
- Martins, C.V.B., Oliveira, D.P., Martins, R.S., Hermes, C.A., Oliveira, L.G., Vaz, S.K., Minozzo, M.G., Cunha, M., Zacarkina, C.E. 2001. Avaliação da piscicultura na região oeste do estado do Paraná. Boletim do Instituto de Pesca. 27:77-84.
- Matsunaga, M., Bemelmans, P.F., Toledo, P.E.N., Dulley, R.D., Okawa, H., PEDROSO, I.A., 1976. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. Agricultura em São Paulo. 23:123-139.
- Nogueira A. C., Rodrigues, T. 2007. Criação de tilápias em tanques-rede. Salvador: Sebrae Bahia, 23 p.
- Oliveira, E., Santos, F. d. S., Pereira, A., Lima, C. 2007. Produção de tilápia: mercado, espécie, biologia e recria. Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica.
- Scorvo Filho, J.D., Mainardes-Pinto, C.S.R., Paiva, P.D., Verani, J.R., Silva, A.L. 2008. Custo operacional de produção da criação de tilápias tailandesas em tanques-rede, de pequeno volume, instalados em viveiros povoados e não povoados. Custos e @gronegocio on line. 4.

Este artigo será submetido à Acta Amazônica (CAPESB3, FI = 0,28)

Capítulo V - Avaliação econômica da produção de tambaqui “Curumim” em viveiros escavados na região metropolitana de Manaus

Jesaias Ismael da Costa^{I*}, Omar Jorge Sabbag, Ana Lúcia Silva Gomes, Geraldo Bernardino, Maria Inez Espagnoli Geraldo Martins

Resumo

A crescente demanda por tambaqui curumim (350 a 700 g) tem impulsionado seu cultivo, na região metropolitana de Manaus e este trabalho teve por objetivo avaliar economicamente esta produção. Foram selecionados sete empreendimentos que produzem tambaqui no padrão curumim e, por meio de um questionário semiestruturado, foram identificadas as fases de criação, ciclos de produção, manejos adotados, infraestrutura utilizada, índices produtivos obtidos e o desembolso monetário, que permitiram calcular o Custo Operacional Total e indicadores de rentabilidade. Os resultados indicam que houve ampla variação nos indicadores produtivos entre as pisciculturas estudadas, com elevadas Conversão Alimentar Aparente (>2) e baixas produtividades média (<8 t. ha ano⁻¹) que acarretaram, em custo médio de R\$5,37 kg⁻¹, com a ração sendo o principal item. Estes fatores associados ao baixo preço de mercado (< R\$ 3,76 kg⁻¹) pago pelo tambaqui curumim tornam essa atividade inviável em 85,15% dos empreendimentos avaliados.

Palavras chaves: piscicultura, custo de produção, rentabilidade

Introdução

O estado do Amazonas é o maior consumidor *per capita* de pescado do mundo e um dos grandes mercados consumidores de tambaqui (Gandra, 2010). Na capital, Manaus, o consumo de tambaqui (*Colossoma macropomum*) é de aproximadamente 40.000 t ano⁻¹, correspondendo a um consumo *per capita* de 17 kg habitante⁻¹ ano, sendo

que 95 % deste pescado é oriundo de criações (Amazonas, 2014). Este consumo tem aumentado com a instalação do Polo Industrial de Manaus, que intensificou a migração da população do interior para capital e aumentou a demanda por alimento de qualidade (Gandra, 2010). Entretanto, a diminuição dos estoques pesqueiros levou o governo a normatizar a pesca, criando períodos de defeso, diminuindo a oferta de pescado à população. Desta forma, o “tambaqui curumim” (tambaqui com peso entre 350 e 700 g) surgiu como uma alternativa de mercado para suprir a demanda criada em função da escassez de peixes de pequeno porte, no período de defeso, abastecendo os fornecedores de refeições do Polo Industrial de Manaus.

O tambaqui é uma espécie originária da bacia Amazônica e Orinoco, com excelentes características para produção, como: rápido crescimento (Villacorta-Correa, 1997), adaptação fisiológica e anatômica aos ambientes com baixa concentração de oxigênio (Araujo-Lima e Goulding, 1997) e tolerância a elevadas densidades (Melo *et al.*, 2001; Brandao *et al.*, 2004; Gomes *et al.*, 2006; Costa *et al.*, 2016). Sua criação é desenvolvida em barragens (Melo *et al.*, 2001; Gandra, 2010; Lima *et al.*, 2015), viveiros (Izel e Melo, 2004; Gandra, 2010; Lima *et al.*, 2015; Costa *et al.*, 2016), canais de igarapé (Arbelaez-Rojas *et al.*, 2002; Lima *et al.*, 2015) e tanques-rede (Brandao *et al.*, 2004; Gomes *et al.*, 2006; Gandra, 2010; Lima *et al.*, 2015). Destaca-se criação em viveiros escavados onde há elevada produção planctônica (Cavero *et al.*, 2009; Paula, 2009).

O custo de produção é uma ferramenta gerencial que tem sido amplamente utilizada na piscicultura para mostrar viabilidade de sistemas de criação (Scorvo Filho *et al.*, 1999; Zetina Córdoba *et al.*, 2006; Campos *et al.*, 2007), espécies potenciais (Domingues *et al.*, 2014; Brabo *et al.*, 2015), adequação de manejo e tecnologias (Andrade *et al.*, 2005; Ayroza *et al.*, 2005; Furlaneto *et al.*, 2006), impacto de doenças

(Faruk *et al.*, 2004) e otimização da infraestrutura (Vera-Calderón e Ferreira, 2004). A elevada demanda por tambaqui curumim favorece o surgimento de novos produtores e o crescimento daqueles já instalados. Entretanto, este é um mercado ainda escasso de informações que possibilitem os produtores tomarem decisões assertivas e que diminuam possíveis vulnerabilidades mercadológicas. Desta forma, a avaliação econômica dos sistemas de produção de tambaqui curumim é uma alternativa para gerar informações sobre o comportamento desses empreendimentos frente ao mercado. Este trabalho tem como objetivo avaliar economicamente a produção de tambaqui curumim em viveiros escavados, desenvolvida na região metropolitana de Manaus.

Material e Métodos

A região metropolitana de Manaus foi criada em 30 de maio de 2007 pela Lei N.º 52/2007 e é composta por oito municípios do estado do Amazonas (Figura 1), que encontram-se em um processo de cornubação, representando cerca de 49% da população de todo o estado (Gandra, 2010).

Inicialmente, foi contatada a Secretaria Executiva de Pesca e Aquicultura do Amazonas-SEPA/SEPROR para obtenção de informações e indicação de pisciculturas que representem as tecnologias de produção de tambaqui na região metropolitana de Manaus. Foram selecionadas sete pisciculturas que produzem tambaqui “curumim”; realizam a comercialização para diversos canais de venda; possuem diversas escalas de produção com base na Resolução/CEMAAM/Nº 01/08 – de 03 de Julho de 2008, que classifica as pisciculturas em: micro empreendimento - ME (<2 ha de lamina e água; uma piscicultura; ME), pequena - EPP (2 a 10 ha de lamina de água; três pisciculturas; P1c, P2c e P3c), média - EMP (10 a 50 ha de lamina de água; três pisciculturas; M1c, M2c e

M3c) e grande - EGP (>50 ha de lamina de água); e que os produtores tivessem dispostos a fornecer informações a respeito da propriedade e do processo produtivo adotado.



Figura 1 – Mapa ilustrativo da região metropolitana de Manaus, Amazonas.

Os dados foram obtidos por meio da aplicação de um questionário semiestruturado em que foram identificadas as fases de criação, ciclos de produção, manejos adotados, infraestrutura utilizada, índices produtivos obtidos e o desembolso monetário. Os dados produtivos, desembolso, infraestrutura utilizada e canais de comercialização permitiram calcular o custo de produção e os indicadores de rentabilidade. Com os dados de desempenho zootécnico obtidos e preços dos fatores e produtos, foram calculados o custo de produção e os índices de rentabilidade. Os custos foram determinados com base na estrutura de Custo Operacional Total (COT), somando-se o Custo Operacional Efetivo (COE) com os outros custos que não são desembolso monetário efetivos. No COE, foram considerados todos os desembolsos efetivos e como outros custos, a depreciação e mão de obra familiar. O COE foi obtido somando-se os gastos com alevinos, ração, mão de

obra contratada, manutenção da infraestrutura, energia, combustível, juros bancários, reparos, imposto territorial rural, adubação, calagem e licença de operação. A depreciação da infraestrutura, equipamentos e utensílios foram calculadas pelo método linear (Matsunaga *et al.*, 1976).

Foram tomados como indicadores produtivos: o tamanho da propriedade destinado a produção, produtividade ($t\ ha^{-1}\ ano$), produção ($kg\ ano^{-1}$), peso médio final, tamanho do ciclo de produção (dias), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico ($TCE = \frac{\ln(\text{peso médio final}) - \ln(\text{peso médio inicial})}{\text{ciclo de produção em dias}}$) e ciclos por ano.

Foram considerados os seguintes indicadores econômicos Custo Operacional Total (COT), Receita Bruta (RB=Preço * produção), Lucro Operacional (LO) = RB-COT e Índice de lucratividade $IL = \frac{LO}{RB} * 100$ (Martin *et al.*, 1995). Para determinar receita, lucro operacional e índice de lucratividade, foi considerada a proporção de pescado destinado a cada canal comercialização. Todos os valores utilizados no trabalho são referentes a janeiro de 2015. Nas propriedades que possuem mais de uma atividade ou produto, os custos foram apropriados para a produção de tambaqui curumim, de modo que somente os custos referentes a esse produto foram contabilizados.

Resultados

Foi observado que a produção de tambaqui curumim (350 a 700 g) desenvolvida concomitantemente, no mesmo viveiro, com a produção de tambaqui roelo ($>1,5\ kg$) em 44,4% dos empreendimentos amostrados (P1c, P2c, P3 e M2c). Neste modelo de produção os animais são criados até atingirem o padrão curumim e, em média, 67% dos animais são despescados e o restante mantido no viveiro para serem criados e vendidos a um maior tamanho.

A produção de tambaqui curumim é desenvolvida com a estocagem inicial de animais com 0,5 g, em média, originados do setor privado ou de doações realizadas pelo governo do estado. Após um período que varia de 180 dias (ME, P2c, M1c e M2c) a 330 dias (P1c), os animais são despescados com peso médio final entre 450 g (P2c) a 700g (M2c e M3c), atingindo produtividades entre 2,84 a 17,50 t ha⁻¹ ano (Tabela 1).

O custo operacional efetivo (COE) representou em média 86,42% do custo operacional total (COT). A ração foi o item mais representativo no COT, participando entre 51,09% (M2c) a 87,75% (P3c). Seguido dos custos com mão de obra (média de 12,11%) e depreciação do capital fixo (média de 8,03%). O maior custo médio de produção foi observado no P2c, que possui um CAA acima de dois, menor produtividade e menor densidade de estocagem. As diferenças observadas na densidade de estocagem, período de criação e peso médio final, refletiram em uma ampla variação nos valores de taxa de crescimento específico e conversão alimentar aparente.

O preço médio de venda variou entre R\$ 3,50 kg⁻¹ a R\$ 4,25 kg⁻¹, em função do canal de comercialização utilizado (feira, frigorífico ou venda direto ao consumidor final) e do tamanho dos animais. O empreendimento M1c foi o único que apresentou viabilidade, apesar de realizar a sua venda toda para o frigorífico, que é o canal com menor remuneração, também possui a maior área destinada a produção no padrão curumim. Nesta propriedade, foram observadas as maiores densidades de estocagem e produtividades e os menores ciclos de produção, conversão alimentar aparente e COT. A produção é escalonada, o que permite realizar despescas periódicas ao longo do ano.

Em 85,71% dos empreendimentos, o valor pago pelo produto gerado não foi suficiente para cobrir o custo operacional total (Tabela 1). Os dois empreendimentos que

apresentaram os maiores prejuízos (P1c e P2c) foram os mesmos que apresentaram os menores valores de TCE e preço de venda final, além de apresentar os maiores valores de CAA.

Tabela 1 – Custo de produção e indicadores de rentabilidade da produção de tambaqui curumim, realizada em viveiros escavados na região metropolitana de Manaus, Amazonas, referente a janeiro de 2015.

Custos	ME	EPP			EMP			média
		P1c	P2c	P3c	M1c	M2c	M3c	
Custo Operacional efetivo (R\$ kg⁻¹)	4,84	5,60	6,21	3,99	3,33	3,84	4,20	4,57
Ração	3,34	4,61	5,28	3,58	2,88	2,68	3,17	3,65
Mão de Obra Permanente	0,62	-	-	0,14	0,23	0,38	0,63	0,28
Diarista	-	-	0,11	0,03	-	0,08	0,05	0,04
Alevinos	-	-	0,13	-	0,06	0,13	0,14	0,07
Manutenção da infraestrutura	0,02	0,02	0,06	0,06	0,02	0,20	0,01	0,06
Energia	0,03	0,31	0,04	0,01	0,00	0,04	0,09	0,08
Combustível	0,01	0,47	0,38	0,09	0,06	0,28	0,05	0,19
Licença de Operação	-	-	0,01	0,00	0,01	-	-	0,00
Reparos	-	-	-	-	0,00	-	-	0,00
Imposto territorial rural	-	0,00	0,00	-	0,00	-	-	0,00
Adubação	0,11	0,01	0,03	0,00	0,03	-	-	0,03
Calagem	0,71	0,18	0,09	0,09	0,03	0,05	0,06	0,17
Juros bancários	-	-	0,08	-	-	-	-	0,01
Outros custos (R\$ kg⁻¹)	1,19	1,00	1,32	0,09	0,33	1,41	0,22	0,79
Depreciação	0,74	0,42	0,54	0,09	0,33	0,76	0,22	0,44
Mão de obra familiar	0,45	0,58	0,78	-	-	0,65	-	0,35
Custo Operacional Total (R\$ kg⁻¹)	6,03	6,60	7,53	4,08	3,66	5,25	4,42	5,37
Área de Lâmina de água (ha)	0,34	2,10	4,50	1,60	16,00	2,28	6,00	4,69
Densidade (peixes m ²)	0,63	1,20	0,60	1,50	1,50	0,70	1,00	1,02
Ciclo de produção (dias)	180	330	180	240	180	240	180	218,57
Produtividade (t ha ⁻¹ ano)	6,68	6,43	2,84	5,63	17,50	6,91	7,00	7,57
Peso médio final (g)	500	550	450	500	500	700	700	557,14
Conversão alimentar aparente	2,25	3,23	2,96	2,43	1,74	1,46	2,15	2,32
Taxa de crescimento específico (%)	3,84	2,12	2,67	2,88	3,07	3,02	4,02	3,09
Preço médio de venda (R\$ kg ⁻¹)	4,00	3,50	3,50	3,50	3,80	3,80	4,25	3,76
Lucro Operacional (R\$ kg ⁻¹)	-2,03	-3,10	-4,03	-0,58	0,14	-1,45	-0,17	-1,60
Índice de Lucratividade (%)	-	-	-	-	3,65	-	-	-
Produtividade de Nivelamento (t ha ⁻¹ ano)	10,07	9,41	3,87	6,55	16,86	9,54	6,24	8,93

Legenda: ME: micro empreendimento; EPP: empreendimento de pequeno porte; EMP: empreendimento de médio porte. As casas com traço significam que o valor é zero. Os valores 0,00 representam que o valor é diferente de zero, mas muito próximo de zero

Discussão

A produção concomitante (curumim+roelo) é uma forma encontrada pelos produtores para aumentar a produtividade, diminuir os custos e atender a demanda por tabaqui curumim. Entretanto, essa estratégia não foi suficiente para tornar a atividade viável, nas condições em que é desenvolvida.

A ampla variação nos indicadores produtivos e econômicos entre os empreendimentos evidencia a diversidade de manejos adotados e a singularidade que existe em cada empreendimento. Outro fator, pode ser o de que a piscicultura desenvolvida na região é predominantemente familiar, com áreas inferiores a 5 ha de lamina de água (Gandra, 2010; Lima *et al.*, 2015), evidenciando que a produção de tabaqui curumim não foi viável nas pequenas e médias escalas de produção (com exceção da M1c), havendo a necessidade de melhora no processo de produção visando minimizar os custos e aumentar a rentabilidade dos empreendimentos. Essa melhora pode ser alcançada com uma conversão alimentar com uso de rações específicas para a espécie; uso correto de aeradores para aumentar a produtividade; utilização de uma produção escalonada, como observado na M1c; maior controle do processo de produção, principalmente relacionado aos manejos diários e qualidade de água e determinação adequada do custo de produção com controle efetivo dos gastos realizados. O aumento da escala de produção tem sido reportado como uma forma de aumentar lucratividade na aquicultura (Scorvo Filho *et al.*, 1999; Asche *et al.*, 2008; Iliyasu *et al.*, 2014; Yin *et al.*, 2014; Sabbag e Costa, 2015); bem como a profissionalização da atividade por meio da experiência do gestor da atividade (Scorvo Filho *et al.*, 1999; Vera-Calderón e Ferreira, 2004).

O empreendimento M1c foi o único com resultado econômico positivo conseguido não pelo preço de venda, mas pelo resultado técnico. O gestor dessa

propriedade é um profissional formado e com experiência na área de piscicultura, que conseguiu transformar esse conhecimento na maior produtividade ($17,50 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}$) e a segunda menor conversão alimentar (1,74), em função de uma produção escalonada e uso eficiente de aeradores e rações de qualidade.

A participação da ração no COT do tambaqui curumim variou de 69% a 87%, semelhantes aos obtidos em outros trabalhos que reportaram variações de 62 a 84% no custo, em função da estrutura de custos utilizada, fase de produção e densidade (Merola e Paganfont, 1988; Melo *et al.*, 2001; Castro *et al.*, 2002; Barros e Martins, 2012; Costa *et al.*, 2016). No presente trabalho, as exceções foram as empresas M2c e ME; a ração apresentou uma participação de 51,09% e a depreciação de 14,44% no COT na M2c. Na ME, observou-se uma participação de 55,45% da ração no COT, e de 12,25% da depreciação no COT. Estes resultados indicam que o produtor está trabalhando com elevado grau de ociosidade, o que é confirmado pela produtividade mínima necessária para igualar a receita bruta com o COT ($9,54 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}$ para M2c e $10,07 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}$ para ME), ser maior que a produtividade obtida (M2c: $6,91 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}$; ME: $6,68 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}$).

Apesar de possuir a melhor CAA, o prejuízo observado na M2c, está relacionado ao peso de venda dos animais, pois esse empreendimento comercializa o pescado com 700 g, mas ao preço de animais menores. Na produção de tambaqui, resultados negativos tem sido associados ao baixo nível tecnológico empregado na criação dessa espécie, principalmente relacionadas a ausência de rações específicas e de linhagens melhoradas (Pedroza Filho *et al.*, 2016). Esses fatores minimizam o aproveitamento da ração aumentando a CAA, impactando diretamente no custo de produção e, consequentemente na rentabilidade do empreendimento (Pedroza Filho *et al.*, 2016), fato este observado em P1c e P2c, que apresentaram os menores valores de TCE, maiores valores de CAA e

também os maiores prejuízos (R\$ -3,10 kg⁻¹ em P1c e R\$ -4,03 kg⁻¹ em P2c), indicando que um manejo alimentar mais eficiente pode reverter esses resultados.

Os empreendimentos M1c e M2c foram os que apresentaram as menores médias de CAA, porém o preço médio pago pela ração (R\$ kg⁻¹) foram maiores, possível indicativo de uso de rações de melhor qualidade. Entretanto, é possível observar que o preço pago pela ração também é um fator limitante no desenvolvimento da atividade na região. Na região de Campo Mourão, Munoz et al (2014), observaram que a produção de tabaqui foi inviável, em função do isolamento da região, que não possui fábricas de ração próximas e encarecem a aquisição deste item.

Para que os empreendimentos apresentassem lucro operacional positivo, seria necessário aumentar a produtividade, em média 7,93%. Asche et al (2008) relataram que uma das formas de aumentar a produtividade e de reduzir os custos de produção consiste uso de inovações tecnológicas que melhorem o processo produtivo. Entretanto, a falta de conhecimento, as restrições ao crédito e a falta de recursos são fatores que limitam principalmente a produção de pequeno porte ou familiares a adotarem novas tecnologias, ou a tecnologia adequada.

Conclusão

A produção de tabaqui curumim na região metropolitana de Manaus demonstrou ser uma atividade de alto risco, pois apenas uma empresa de médio porte (M1c) apresentou lucratividade (3,65%), que está associada a uma produção escalonada, uso eficiente de aeradores e rações de qualidade. As outras duas propriedades de médio porte apesar de obterem uma CAA abaixo da média, vendem um produto de 700 g a preço de animais de 500 g, o que levou a prejuízo dessas pisciculturas. Por sua vez, as pequenas e

micro empresas utilizam ração de baixa qualidade elevando a conversão alimentar a valores superior a 2,3, que associados a baixa produtividade acarretaram em prejuízos.

Referências Bibliográficas

ALVES, E. Retornos à escala e mercado competitivo: teoria e evidência empíricas.

Revista de Economia e Agronegócio, v. 2, n. 3, p. 311-334, 2004.

AMAZONAS, S. D. E. D. P. E. D. E.-. **Perfil da região metropolitana de Manaus**.

Manaus-AM: 113 p. 2014.

ANDRADE, R. L. B. D. et al. Custos de produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade da região oeste do Estado do Paraná, Brasil. **Ciência Rural**, v. 35, n. 1, p. 198-203, 2005-02 2005. ISSN 0103-8478. Disponível em: <<Go to

ISI>://SCIELO:S0103-84782005000100032 >.

ARAUJO-LIMA, C.; GOULDING, M. So fruitful a fish: ecology, conservation, and aquaculture of the Amazon's tambaqui. **So fruitful a fish: ecology, conservation, and aquaculture of the Amazon's tambaqui.**, p. i-xii, 1-191, 1997 1997. Disponível em: <

<Go to ISI>://ZOOREC:ZOOR13500000947 >.

ARBELAEZ-ROJAS, G. A.; FRACALOSSO, D. M.; FIM, J. D. I. Body composition of tambaqui, *Colossoma macropomum*, and matrinxa, *Brycon cephalus*, when raised in intensive (igarape channel) and semi-intensive (pond) culture systems. **Revista Brasileira De Zootecnia-Brazilian Journal of Animal Science**, v. 31, n. 3, p. 1059-

1069, May-Jun 2002. ISSN 1516-3598. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000177461000001 >.

ASCHE, F.; ROLL, K. H.; TVERTERÁS, S. Future Trends in Aquaculture: Productivity Growth and Increased Production. In: HOLMER, M.;BLACK, K., *et al* (Ed.). **Aquaculture in the Ecosystem**. London: Springer, 2008. cap. 9, p.271-292.

AYROZA, L. et al. Piscicultura no médio Paranapanema: situação e perspectivas. **Revista Aqüicultura e Pesca**, v. 2, n. 12, p. 27-32, 2005.

BARROS, A. F.; MARTINS, M. I. E. G. Performance and economic indicators of a large scale fish farming in Mato Grosso, Brazil. **Revista Brasileira De Zootecnia-Brazilian Journal of Animal Science**, v. 41, n. 6, p. 1325-1331, Jun 2012. ISSN 1516-3598. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000306570200001 >.

BRABO, M. F. et al. Viabilidade econômica da produção de alevinos de espécies reofílicas em uma piscicultura na Amazônia Oriental. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 41, n. 3, p. 677-685, 2015.

BRANDAO, F. R. et al. Stocking density of tambaqui juveniles during second growth phase in cages. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 39, n. 4, p. 357-362, Apr 2004. ISSN 0100-204X. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000222693300009 >.

CAMPOS, C. M. et al. Avaliação econômica da criação de tilápias em tanques-rede, município de Zacarias, SP. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 33, n. 2, p. 263 - 271, 2007.

CASTRO, A. L.; SOUZA, N. H.; BARROS, L. C. G. **Avaliação do sistema de produção de Tambaqui intensivo em viveiro de terra com aeração**. Aracajú, p.4. 2002

CAVERO, B. A. S.; RUBIM, M. A. L.; PEREIRA, T. M. Criação comercial do tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). In: TAVARES-DIAS, M. (Ed.). **Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo**. Macapá, v.1, 2009. cap. 2, p.33-46.

COSTA, J. et al. Effect of stocking density on economic performance for *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816), juvenile in earthen ponds. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 44, n. 1, 2016. ISSN 0718-560X.

DOMINGUES, E. C. et al. Viabilidade econômica da criação do beijupirá em mar aberto em Pernambuco. **Bol Inst Pesca**, v. 40, n. 2, p. 237-249, 2014.

FARUK, M. A. R. et al. Economic loss from fish diseases on rural freshwater aquaculture of Bangladesh. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 7, n. 12, p. 2086-2091, 2004.

FURLANETO, F. P. B.; AYROZA, D. M. M. R.; AYROZA, L. M. S. **Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis spp.*) em tanque-rede no médio paranapanema, Estado de São Paulo, safra 2004/05**. Informações Econômicas. São Paulo, p.63-69. 2006

GANDRA, A. L. O mercado de pescado da região metropolitana de Manaus. **Montevidéu: Infopesca**, 2010.

GOMES, L. D. et al. Cage culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon floodplain lake. **Aquaculture**, v. 253, n. 1-4, p. 374-384, Mar 2006. ISSN 0044-8486. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000236898700045 >.

ILYASU, A. et al. A REVIEW OF PRODUCTION FRONTIER RESEARCH IN AQUACULTURE (2001-2011). **Aquaculture Economics & Management**, v. 18, n. 3, p. 221-247, 2014 2014. ISSN 1365-7305. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000340204000001 >.

IZEL, A. C. U.; MELO, L. A. S. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no Estado do Amazonas - Documentos 32**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental: 11 p. 2004.

LIMA, J. P. et al. Pró-Rural Aquicultura: relatos das principais ações de extensão tecnológica e um panorama do setor aquícola do estado do Amazonas, Brasil. **Nexus-Revista de Extensão do IFAM**, v. 1, n. 1, 2015. ISSN 2447-794X.

MARTIN, N. B. et al. **Custos e retornos na piscicultura em São Paulo**. Informações econômicas. São Paulo, p.9-47. 1995

MARTINS, C. V. B. et al. Avaliação da piscicultura na região oeste do estado do Paraná. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 27, n. 1, p. 77-84, 2001.

MATSUNAGA, M. et al. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, v. 23, p. 123-139, 1976.

MELO, L. A. S.; IZEL, A. C. U.; RODRIGUES, F. M. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/ barragens no Estado do Amazonas**. Manaus, p.25. 2001

MEROLA, N.; PAGANFONT, F. A. POND CULTURE OF THE AMAZON FISH TAMBAQUI, COLOSSOMA-MACROPOMUM - A PILOT-STUDY. **Aquacultural Engineering**, v. 7, n. 2, p. 113-125, 1988. ISSN 0144-8609. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:A1988M587300004 >.

PAULA, F. G. **Desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*), da pirapitinga (*Piaractus brachipomus*) e do híbrido tambatinga (*C. macropomum* X *P.***

brachypomum) mantidos em viveiros fertilizados na fase de engorda. 2009. 70 Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

PEDROZA FILHO, M. X.; RODRIGUES, A. P. O.; REZENDE, F. P. Dinâmica da produção de tambaqui e demais peixes redondos no Brasil. **Embrapa Pesca e Aquicultura-Outras publicações técnicas (INFOTECA-E)**, 2016.

SABBAG, O. J.; ALMEIDA LIMA COSTA, S. M. TECHNICAL EFFICIENCY OF TILAPIA PRODUCTION IN ILHA SOLTEIRA, SP: A NONPARAMETRIC ANALYSIS. **Boletim De Industria Animal**, v. 72, n. 2, p. 155-162, 2015 2015. ISSN 0067-9615. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000364050000011 >.

SCORVO FILHO, J. D. S.; MARTIN, N. B.; AYROZA, L. M. D. S. PISCICULTURA EM SÃO PAULO: custos e retornos de diferentes sistemas de produção na safra 1996/97. **Informações Econômicas**, v. 29, n. 3, p. 41-62, 1999.

SILVA, E. C.; DIAS, R. L.; LIMA, M. M. **Manual do software RuralPro 2010**. DF, E. Brasília: 36 p p. 2011.

VERA-CALDERÓN, L. E.; FERREIRA, A. C. M. ESTUDO DA ECONOMIA DE ESCALA NA PISCICULTURA EM TANQUE-REDE, NO ESTADO DE SÃO PAULO. **Informações Econômicas**, v. 34, n. 1, p. 7-17, 2004.

VILLACORTA-CORREA, M. A. **Estudo da idade e crescimento do tambaqui *Colossoma macropomum* (Characiformes: Characidae) na Amazônia Central, pela análise de marcas sazonais nas estruturas mineralizadas e microestruturas nos otólitos**. 1997. 214 (Mestrado). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

YIN, X. et al. Economic Efficiency of Crucian carp (*Carassius auratus gibelio*) Polyculture Farmers in the Coastal Area of Yancheng City, China. **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 14, n. 2, p. 429-437, Jun 2014. ISSN 1303-2712. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000348289800013 >.

ZETINA CÓRDOBA, P. et al. A profitability analysis of tilapia culture (*Oreochromis* spp) in six agroecosystems in the State of Veracruz, Mexico. **Técnica Pecuaria en México**, v. 44, n. 2, 2006. ISSN 0040-1889.

Este trabalho será submetido À Revista Ciência e Agrotecnologia (Capes-B1; FI:0.97)

Capítulo VI –Desempenho produtivo e avaliação econômica da criação de tambaqui roelo (0,9 a 2,50 kg) em viveiros escavados na região metropolitana de Manaus

Jesaias Ismael da Costa^{I*}, Omar Jorge Sabbag, Ana Lúcia Silva Gomes, Geraldo Bernardino, Maria Inez Espagnoli Geraldo Martins

Resumo

Buscou-se avaliar técnica e economicamente a produção de tambaqui desenvolvida na região metropolitana de Manaus. Foram selecionados oito empreendimentos que produzissem tambaqui padrão roelo (>1,5kg) e, utilizando um questionário semiestruturado, foram identificadas as fases de criação, ciclos de produção, manejos adotados, infraestrutura utilizada, índices produtivos obtidos e o desembolso monetário, que permitiram calcular o Custo Operacional Total-COT e indicadores de rentabilidade. A densidade de estocagem utilizada nos empreendimentos influenciou na conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico e peso médio final. A ração foi o item mais representativo, com uma participação média de 69.63% do COT, seguido da mão de obra e depreciação. Em geral, a produção de tambaqui padrão roelo mostrou-se altamente rentável, sendo que o sucesso da atividade está mais relacionado com o canal de comercialização utilizado, preço de venda e preço da ração.

Palavras chaves: piscicultura, custo de produção, rentabilidade

Introdução

O tambaqui é a espécie nativa mais criada no Brasil (IBGE, 2014), por apresentar excelentes características para produção como: rápido crescimento (Villacorta-Correa, 1997), adaptação fisiológica e anatômica aos ambientes com baixa concentração de oxigênio (Araujo-Lima e Goulding, 1997), tolerância a elevadas densidades (Melo *et al.*, 2001; Brandao *et al.*, 2004; Gomes *et al.*, 2006; Costa *et al.*, 2016) e um grande mercado principalmente na região Norte do País (Gandra, 2010).

A criação de tambaqui é desenvolvida em barragens (Melo *et al.*, 2001; Gandra, 2010; Amazonas, 2014; Lima *et al.*, 2015), viveiros (Izel e Melo, 2004; Gandra, 2010; Amazonas, 2014; Lima *et al.*, 2015; Costa *et al.*, 2016), canais de igarapé (Arbelaez-Rojas *et al.*, 2002; Gandra, 2010; Amazonas, 2014; Lima *et al.*, 2015) e tanques-rede (Brandao *et al.*, 2004; Gomes *et al.*, 2006; Gandra, 2010; Amazonas, 2014; Lima *et al.*, 2015), com animais sendo comercializados pelos produtores como tambaqui curumim (350 a 700 g) padrão encontrado na região metropolitana de Manaus (Gandra, 2010; Lima *et al.*, 2015); e tambaqui roelo (0,70 a 2,5 kg) produzidos na grande maioria das pisciculturas (Gandra, 2010; Munoz *et al.*, 2014d; c; b; a; Lima *et al.*, 2015; Munoz *et al.*, 2015b; a). O aumento da escala de produção tem sido reportado como uma forma de aumentar lucratividade na aquicultura (Scorvo Filho *et al.*, 1999; Asche *et al.*, 2008; Ilyasu *et al.*, 2014; Yin *et al.*, 2014; Sabbag e Costa, 2015); bem como a profissionalização da atividade por meio da experiência do gestor da atividade (Scorvo Filho *et al.*, 1999; Vera-Calderón e Ferreira, 2004). O peso médio de abate e o preço de venda são regulados pelo mercado consumidor que exige dos produtores, um pescado com elevada qualidade e baixo custo. Apesar dessa ser uma espécie de elevada importância para o desenvolvimento da aquicultura brasileira, observa-se que há grandes incertezas quanto ao pacote tecnológico adequado para cada tipo de produção e também a falta de informações mercadológicas e gerenciais, que permitiriam aos produtores tomarem decisões corretas sobre o desenvolvimento de seu empreendimento.

Entre as ferramentas gerenciais, o custo de produção tem sido amplamente utilizado na piscicultura para mostrar a viabilidade de sistemas de criação (Scorvo Filho *et al.*, 1999; Zetina Córdoba *et al.*, 2006; Campos *et al.*, 2007), espécies potenciais (Domingues *et al.*, 2014; Brabo *et al.*, 2015), adequação de manejo e tecnologias (Andrade *et al.*, 2005; Ayroza *et al.*, 2005; Furlaneto *et al.*, 2006), impacto de doenças (Faruk *et al.*, 2004) e otimização da infraestrutura (Vera-Calderón e Ferreira, 2004). Na criação de tambaqui, o custo de produção tem sido

determinado, fornecendo valiosas informações para o produtor, entretanto, verifica-se uma grande variabilidade nos dados em função das características singulares das regiões, do período de análise e dos sistemas adotados, havendo casos onde a atividade mostra-se rentável (Brandao *et al.*, 2004; Izel e Melo, 2004; Gomes *et al.*, 2006; Munoz *et al.*, 2014d; c) e em outros casos não (Munoz *et al.*, 2014d; b; Munoz *et al.*, 2015b; Costa *et al.*, 2016). Desta forma, este trabalho tem como objetivo avaliar técnica e economicamente, a produção de tambaqui com peso maior que 1,50 kg, em viveiros escavados, desenvolvida na região metropolitana de Manaus, que é considerada o maior mercado consumidor de tambaqui e, historicamente, produtora da espécie.

Material e Métodos

A região metropolitana de Manaus foi criada em 30 de maio de 2007 pela Lei N.º 52/2007 e é composta por oito municípios do estado do Amazonas, que encontram-se em um processo de cornubação, sendo eles: Manaus, Novo Airão, Rio Preto da Eva, Iranduba, Presidente Figueiredo, Itacoatiara, Manacapuru e Careiro da Várzea (Gandra, 2010). Inicialmente foi contatada a Secretaria Executiva de Pesca e Aquicultura do Amazonas-SEPA/SEPROR, para obtenção de informações e indicação de pisciculturas da região metropolitana de Manaus. Foram selecionadas oito pisciculturas que produzem tambaqui “roelo”; realizam a comercialização para diversos canais de venda; possuem diversas escalas de produção com base na Resolução/CEMAAM/Nº 01/08 – de 03 de Julho de 2008, que classifica as pisciculturas em: micro - MP (<2 ha de lamina e água; n=0), pequena - EPP (2 a 10 ha de lamina de água; n=5; P1r, P2r, P3r, P4r e P5r), média - EMP (10 a 50 ha de lamina de água; n=3; M1r, M2r e M3r) e grande - EGP (>50 ha de lamina de água; n=0); e que os produtores tivessem dispostos a fornecer informações a respeito da propriedade e do processo produtivo adotado.

Os dados foram obtidos por meio da aplicação de um questionário semiestruturado em que foram identificadas as fases de criação, ciclos de produção, manejos adotados, infraestrutura utilizada, índices produtivos obtidos e desembolso monetário e canais de comercialização, que permitiram calcular o custo de produção e os indicadores de rentabilidade. Com os dados de desempenho zootécnico obtidos e preços dos fatores e produtos, foram calculados o custo de produção e os índices de rentabilidade. Os custos foram determinados com base na estrutura de Custo Operacional Total (COT), somando-se o Custo Operacional Efetivo (COE) com os outros custos que não são desembolso monetário efetivos. No COE, foram considerados todos os desembolsos efetivos e como outros custos, a depreciação e mão de obra familiar. O COE foi obtido somando-se os gastos com alevinos, ração, mão de obra, manutenção da infraestrutura, energia, combustível, juros bancários, reparos, imposto territorial rural, adubação, calagem e licença de operação. A depreciação da infraestrutura, equipamentos e utensílios foram calculadas pelo método linear (Matsunaga *et al.*, 1976).

Foram tomados como indicadores produtivos: tamanho da propriedade destinado a produção, produtividade ($t\ ha^{-1}\ ano$), produção ($kg\ ano^{-1}$), peso médio final, tamanho do ciclo de produção (dias), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico ($TCE = \frac{\ln(\text{peso médio final}) - \ln(\text{peso médio inicial})}{\text{ciclo de produção em dias}}$) e ciclos por ano. Foram considerados os seguintes indicadores econômicos Custo Operacional Total (COT), Receita Bruta (RB=Preço * produção), Lucro Operacional (LO) = RB-COT e Índice de lucratividade $IL = \frac{LO}{RB} * 100$ (Martin *et al.*, 1995). Para determinar a receita, lucro operacional e índice de lucratividade foi considerada a proporção de pescado destinado a cada canal comercialização. Todos os valores utilizados no trabalho são referentes a janeiro de 2015. Nas propriedades que possuem mais de uma atividade ou produto, como por exemplo, tambaqui curumim e roelo, os custos foram

apropriados para a produção de tambaqui roelo, de modo que somente os custos referentes a esse produto foram contabilizados.

Resultados

Em geral, os animais foram estocados com peso inicial de 0,5g, em uma densidade média de 0,48 peixes m^{-2} e, após um período que varia de 360 (P1r, M1r e M2r) a 435 (P3r) dias, a produtividade média foi de 6,68 t ha^{-1} ano, com animais sendo comercializados a um peso médio de 2,09 kg (Tabela 1). A taxa de crescimento específico média obtida foi de 2,17% e, uma ampla variação na conversão alimentar aparente entre 1,31 (M1r) e 2,57 (P4r).

O M1r foi o empreendimento onde os animais apresentaram as melhores médias de CAA (1,31) e de TCE (2,37%), e a menor densidade de estocagem (0,14 peixes m^{-2}). De modo contrário, no P2r foi observada a maior densidade de estocagem (1,20 peixes. m^{-2}), menor peso médio final (950 g) e a segunda maior média de CAA (2,38), mesmo com um ciclo de produção próximo à média, resultando no maior custo médio de produção (R\$ 7,94 kg^{-1}) e prejuízo (R\$ 2,44 kg^{-1}) (Tabela 1).

Os itens que representam desembolsos efetivos (COE) apresentaram uma participação média de 65,86% do COT. Foi observada uma grande variação na participação da depreciação no COT, entre 1,93% (P5r) a 16,96 % (P1r). Entre os itens que compõem o custo, ração foi o principal, com participação variando entre 51,17 (M1r) a 84,66% (P5r) do COT, seguida da mão de obra (diarista, mão de obra permanente e mão de obra familiar) com participação média de 12,95% no COT.

As duas principais vias de comercialização utilizadas pelos produtores são os frigoríficos (63% dos empreendimentos) e feiras (63% dos empreendimentos); entretanto, as feiras exigem peixes maiores (>2 kg) e remuneram melhor (média de R\$ 7,30 kg^{-1}) que os

frigoríficos (média de R\$ 4,10 kg⁻¹). Em 37,5% dos empreendimentos, a comercialização ocorre para dois canais diferentes e todo o restante utiliza apenas uma via para destinarem suas produções.

Foi observada ainda outras formas de comercialização: direta ao consumidor (13% dos empreendimentos), com preço médio de R\$10,00 kg⁻¹; supermercados (13% dos empreendimentos), com preço médio de R\$ 6,20 kg⁻¹ e a intermediários (13% dos empreendimentos), com preço médio de R\$ 5,50 kg⁻¹.

A produção de tabaqui roelo apresentou-se viável na maioria dos empreendimentos, com índice de lucratividade médio de 21,41%. Entretanto, em P1r e P4r foram observados grandes prejuízos, em função do elevado custo de produção aliado a um menor preço de venda quando comparado aos outros empreendimentos estudados. O maior lucro operacional foi observado no empreendimento P3r (R\$ 1,76 kg⁻¹) que, conseqüentemente, apresentou o melhor índice de lucratividade (29,28%) e, apesar de possuir um maior ciclo de produção (435 dias), obteve o menor custo de produção (R\$4,24 kg⁻¹), com produtividade (5,75 t.ha⁻¹.ano) e preço de venda (R\$ 6,20 kg⁻¹) intermediários aos demais (Tabela 1).

Tabela 1 – Custo operacional total médio (R\$ kg⁻¹), indicadores produtivos e econômicos da produção de tambaqui em viveiros escavados na região metropolitana de Manaus, Amazonas, em reais (R\$ kg⁻¹) de janeiro de 2015.

Custos	EPP					EMP			média
	P1r	P2r	P3r	P4r	P5r	M1r	M2r	M3r	
Custo Operacional efetivo (R\$ kg⁻¹)	4,80	7,02	3,60	4,84	4,25	4,66	4,85	4,37	4,80
Ração	3,07	5,94	3,14	4,11	3,66	2,64	3,76	3,54	3,73
Mão de Obra Permanente	1,07	-	-	0,32	0,13	1,40	0,26	0,50	0,46
Diarista	-	-	0,05	0,04	0,02	0,11	0,04	-	0,03
Alevinos	-	-	0,06	0,06	-	0,04	0,03	-	0,02
Manutenção da infraestrutura	0,07	0,02	0,03	0,02	0,06	0,03	0,01	0,07	0,04
Energia elétrica	0,08	0,34	0,02	0,06	0,01	0,21	0,22	0,05	0,12
Combustível	0,13	0,51	0,19	0,02	0,08	0,11	0,05	0,03	0,14
Licença de operação	-	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00
Reparos	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Imposto territorial rural	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	0,00	-	0,00
Adubação	0,03	0,01	0,02	0,01	0,00	-	-	0,01	0,01
Calagem	0,36	0,20	0,05	0,20	0,28	0,13	-	0,16	0,17
Gastos gerais	-	-	-	-	-	-	0,27	-	0,03
CESSR (2,3%)	-	-	-	-	-	-	0,18	-	0,02
Contador	-	-	-	-	-	-	0,01	-	0,00
Juros bancários	-	-	0,04	-	-	-	-	-	0,00
Outros custos (R\$ kg⁻¹)	1,09	0,92	0,64	0,76	0,08	0,49	0,55	0,23	0,60
Depreciação	0,96	0,46	0,26	0,28	0,08	0,49	0,55	0,09	0,40
Mão de obra familiar	0,13	0,46	0,38	0,48	-	-	-	0,14	0,20
Custo Operacional Total (R\$ kg⁻¹)	5,90	7,94	4,24	5,60	4,33	5,15	5,40	4,60	5,39
Área de Lâmina de água (ha)	2,16	2,10	4,50	2,00	1,60	6,00	11,00	10,00	4,92
Densidade média (peixes m ²)	0,42	1,20	0,20	0,40	0,50	0,14	0,68	0,30	0,48
Ciclo de produção (dias)	360,00	390,00	435,00	390,00	390,00	360,00	360,00	390,00	384,38
Produtividade (t ha ⁻¹ ano)	3,89	2,23	5,75	8,00	2,50	3,57	20,00	7,50	6,68
Peso médio final (kg)	1,75	0,95	2,50	2,00	2,00	2,50	2,50	2,50	2,09
CAA	1,79	2,38	2,25	2,57	2,36	1,31	2,02	1,60	2,03
TCE (%)	2,27	1,94	1,96	2,13	2,13	2,37	2,37	2,18	2,17
Preço médio de venda (R\$ kg ⁻¹)	8,50	5,50	6,20	5,00	5,50	7,75	6,20	5,50	6,27
Lucro Operacional (R\$ kg ⁻¹)	1,53	-	1,76	-	1,17	1,70	0,80	1,08	1,34
Índice de Lucratividade (%)	20,59	-	29,28	-	21,30	24,76	12,93	19,60	21,41

Legenda: CESSR: Contribuição especial de seguridade social rural; EPP: empreendimento de pequeno porte; EMP: empreendimento de médio porte. As casas com traço significam que o valor é zero. Os valores 0,00 representam que o valor é diferente de zero mas, muito próximo a zero.

Discussão

A densidade de estocagem influenciou na CAA, TCE e peso médio final. O desempenho produtivo dos animais está diretamente relacionado com a densidade utilizada, sendo que a

densidade ideal proporciona aos animais boas condições de cultivo, que refletem em bom ganho de peso, menor ciclo de produção e maior produtividade (Souza-Filho, 2000; Brandao *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2007; Ayroza *et al.*, 2011; Costa *et al.*, 2016)

A produtividade média de 6,68 t ha⁻¹ ano observada, encontra-se dentro da faixa de 5 a 12 t ha⁻¹ ano, reportada para a produção de tambaqui em viveiros escavados, mesmo com uso de aeradores (Pedroza Filho *et al.*, 2016). Na produção de tilápia em viveiros, foram reportadas produções superiores a 50 t ha⁻¹ ano, mesmo em regiões que apresentam baixas temperaturas ao longo do ano (Munoz *et al.*, 2015b; a; Pedroza Filho *et al.*, 2016). Esses valores são muito superiores aos encontrados na produção de tambaqui, evidenciando a grande diferença nas tecnologias existentes para a produção das duas espécies. É importante o uso de tecnologias que incrementem a produtividade melhorando o desempenho produtivo e econômico da espécie.

As CAA superiores a 1,8 encontradas neste trabalho, corroboram com os reportados na literatura para a fase de engorda dessa espécie (Merola e Desouza, 1988; Merola e Paganfont, 1988; Arbelaez-Rojas *et al.*, 2002; Gomes *et al.*, 2006; Munoz *et al.*, 2014d; c; b; a; Munoz *et al.*, 2015b; Pedroza Filho *et al.*, 2016). Essas CAA são muito elevadas, se comparadas a de 1,4, encontrada para tilapia em viveiros escavados (Munoz *et al.*, 2015b; a; Pedroza Filho *et al.*, 2016), que é a espécie mais produzida no Brasil (IBGE, 2014), evidenciando a falta de rações específicas, manejo alimentar inadequado e melhoramento genético da espécie, para que possa ser expressado seu máximo potencial produtivo (Pedroza Filho *et al.*, 2016). Entretanto, assim como na M1r, (Izel e Melo, 2004) obtiveram uma média de CAA abaixo de 1,4, em função de um controle rigoroso no fornecimento do alimento. Na criação de tambaqui, baixas médias de CAA (<1,4) são reportadas, na maioria dos casos, em fases iniciais de até 50g (Brandao *et al.*, 2004; Costa *et al.*, 2016).

O COE apresentou uma participação variando entre 81 e 98% do COT. Na engorda de tambaqui em viveiros, os desembolsos efetivos representados pelo COE contribuem entre 80% a 90% do COT (Munoz *et al.*, 2014d; c; b; a; Munoz *et al.*, 2015b; a). A grande variação da participação da ração no COT é reflexo das variações ocasionados na CAA, preço da ração e custo com os demais itens. Na produção de tambaqui em viveiros escavados, têm sido reportadas participações entre 60% e 80% da ração no COT (Munoz *et al.*, 2014d; c; b; a; Munoz *et al.*, 2015b; a), mostrando que este item é direcionador do custo de produção, e que o produtor deve ter bastante cuidado na variação de preços desse item e manejo que está sendo adotado. Entretanto, observou-se neste trabalho, participações da ração inferiores a 60% (P1r e M1r), em função da boa conversão alimentar observada em M1r (1,31), baixo preço médio da ração observado em P1r (R\$ 1,71 kg⁻¹), e elevado custo dos demais itens como a depreciação em P1r (16,29% do COT).

Na engorda de tambaqui em viveiros, a depreciação contribui entre 5% e 17% do COT (Munoz *et al.*, 2014d; c; b; a; Munoz *et al.*, 2015b; a). De modo que as elevadas participações (>10%) desse item no custo de produção observadas em P1r, M1r e M2r, são indicativos que a estrutura encontra-se subutilizada. Este fato pode estar associado à escala de produção dos empreendimentos amostrados, que são todos de micro, pequeno ou médio porte (10 a 50 ha de A escala de produção associada à baixa produtividade (média 6,68 t ha⁻¹ ano) impossibilita a diluição dos custos com depreciação, de modo a diminuir o custo médio final do produto.

A diversificação nos canais de comercialização dá ao produtor maior segurança, por não dependerem dos grandes compradores que, em geral, remuneram pior o produto. A região metropolitana de Manaus é o principal mercado brasileiro de tambaqui; essa alta demanda eleva o preço de venda médio pago ao produtor (R\$ 6,27 kg⁻¹), quando comparado a outras regiões do Brasil, onde o preço médio varia entre R\$ 4,50 kg⁻¹ e R\$ 5,50 kg⁻¹ (Munoz *et al.*, 2014d; c;

b; a; Munoz *et al.*, 2015b; a). Esta melhor remuneração garantiu, para a maioria dos produtores, um elevado índice de lucratividade ($> 20\%$), mostrando que esta pode ser uma atividade altamente rentável. Entretanto, foi observado prejuízo nos empreendimentos P2r e P4r. No P2r, em função do elevado custo de produção ocasionado pelos altos valores de CAA (2,38) e preço médio da ração (R\$ 2,49 kg⁻¹). Na P4r, pelo baixo preço pago na produção (R\$ 5,00 kg⁻¹) e alta CAA (2,57). Corroborando com relato de Pedroza Filho *et al.* (2016), que afirmaram ser necessário ficar constantemente atendo ao mercado (dada a grande variação no preço recebido pelo produtor, diretamente relacionado ao canal de comercialização), à tecnologia de produção utilizada e aos preços dos insumos (principalmente ração).

Conclusão

Em geral, a produção de tambaqui roelo mostrou-se rentável, resultado esse relacionado com o canal de comercialização e preço de venda e preço da ração. Menores densidades de estocagem levaram a melhores resultados técnicos como TCE, CAA e peso médio final. A ração foi o item mais representativo no COT com uma participação média de 69,63%, onde o preço deste insumo, aliado à CAA, direcionou o custo unitário final do pescado.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio financeiro e auxílio de bancada e a SEPA-SEPROR-AM pelo apoio na coleta de dados.

Referências

AMAZONAS, S. D. E. D. P. E. D. E.-. **Perfil da região metropolitana de Manaus**. Manaus-AM: 113 p. 2014.

ANDRADE, R. L. B. D. et al. Custos de produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade da região oeste do Estado do Paraná, Brasil. **Ciência Rural**, v. 35, n. 1,

p. 198-203, 2005-02 2005. ISSN 0103-8478. Disponível em: <<Go to ISI>://SCIELO:S0103-84782005000100032 >.

ARAUJO-LIMA, C.; GOULDING, M. So fruitful a fish: ecology, conservation, and aquaculture of the Amazon's tambaqui. **So fruitful a fish: ecology, conservation, and aquaculture of the Amazon's tambaqui.**, p. i-xii, 1-191, 1997 1997. Disponível em: <<Go to ISI>://ZOOPEC:ZOOR13500000947 >.

ARBELAEZ-ROJAS, G. A.; FRACALOSSO, D. M.; FIM, J. D. I. Body composition of tambaqui, *Colossoma macropomum*, and matrinxã, *Brycon cephalus*, when raised in intensive (igarape channel) and semi-intensive (pond) culture systems. **Revista Brasileira De Zootecnia-Brazilian Journal of Animal Science**, v. 31, n. 3, p. 1059-1069, May-Jun 2002. ISSN 1516-3598. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000177461000001 >.

AYROZA, L. et al. Piscicultura no médio Paranapanema: situação e perspectivas. **Revista Aqüicultura e Pesca**, v. 2, n. 12, p. 27-32, 2005.

AYROZA, L. M. D. S. et al. Costs and profitability of juvenile Nile Tilapia breeding using different stocking densities in net cages. **Revista Brasileira De Zootecnia-Brazilian Journal of Animal Science**, v. 40, n. 2, p. 231-239, Feb 2011. ISSN 1516-3598. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000287810600001 >.

BRABO, M. F. et al. Viabilidade econômica da produção de alevinos de espécies reofílicas em uma piscicultura na Amazônia Oriental. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 41, n. 3, p. 677-685, 2015.

BRANDAO, F. R. et al. Stocking density of tambaqui juveniles during second growth phase in cages. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 4, p. 357-362, Apr 2004. ISSN 0100-204X. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000222693300009 >.

CAMPOS, C. M. et al. Avaliação econômica da criação de tilápias em tanques-rede, município de Zacarias, SP. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 33, n. 2, p. 263 - 271, 2007.

COSTA, J. et al. Effect of stocking density on economic performance for *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816), juvenile in earthen ponds. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 44, n. 1, 2016. ISSN 0718-560X.

DOMINGUES, E. C. et al. Viabilidade econômica da criação do beijupirá em mar aberto em Pernambuco. **Bol Inst Pesca**, v. 40, n. 2, p. 237-249, 2014.

ENGLE, C. R. **Aquaculture economics and financing: management and analysis**. John Wiley & Sons, 2010. ISBN 047095955X.

FARUK, M. A. R. et al. Economic loss from fish diseases on rural freshwater aquaculture of Bangladesh. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 7, n. 12, p. 2086-2091, 2004.

FURLANETO, F. P. B.; AYROZA, D. M. M. R.; AYROZA, L. M. S. Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis spp.*) em tanque-rede no médio paranapanema, Estado de São Paulo, safra 2004/05. **Informações Econômicas**. São Paulo, p.63-69. 2006

GANDRA, A. L. O mercado de pescado da região metropolitana de Manaus. **Montevideu: Infopesca**, 2010.

GOMES, L. D. et al. Cage culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon floodplain lake. **Aquaculture**, v. 253, n. 1-4, p. 374-384, Mar 2006. ISSN 0044-8486. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000236898700045 >.

IBGE, I. B. D. G. E. E.-. **Produção da Pecuária Municipal 2014**. AGRICULTURA, M. D. Rio de Janeiro. 1: 197 p. 2014.

IZEL, A. C. U.; MELO, L. A. S. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no Estado do Amazonas - Documentos 32**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental: 11 p. 2004.

LIMA, J. P. et al. Pró-Rural Aquicultura: relatos das principais ações de extensão tecnológica e um panorama do setor aquícola do estado do Amazonas, Brasil. **Nexus-Revista de Extensão do IFAM**, v. 1, n. 1, 2015. ISSN 2447-794X.

MARTIN, N. B. et al. **Custos e retornos na piscicultura em São Paulo**. Informações econômicas. São Paulo, p.9-47. 1995

MATSUNAGA, M. et al. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, v. 23, p. 123-139, 1976.

MELO, L. A. S.; IZEL, A. C. U.; RODRIGUES, F. M. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/ barragens no Estado do Amazonas**. Manaus, p.25. 2001

MEROLA, N.; DESOUZA, J. H. CAGE CULTURE OF THE AMAZON FISH TAMBAQUI, COLOSSOMA-MACROPOMUM, AT 2 STOCKING DENSITIES. **Aquaculture**, v. 71, n. 1-2, p. 15-21, Jun 1988. ISSN 0044-8486. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1988P531000003 >.

MEROLA, N.; PAGANFONT, F. A. POND CULTURE OF THE AMAZON FISH TAMBAQUI, COLOSSOMA-MACROPOMUM - A PILOT-STUDY. **Aquacultural Engineering**, v. 7, n. 2, p. 113-125, 1988. ISSN 0144-8609. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1988M587300004 >.

MUNOZ, A. E. P. et al. **Piscicultores e técnicos discutem os custos de produção da aquicultura em Assis Chateaubriand**. EMBRAPA, E. B. D. P. A.-. Palma-TO: 6 p. 2015a.

_____. **Piscicultores e técnicos discutem os custos de produção da Aquicultura em Palotina-PR**. EMBRAPA, E. B. D. P. A.-. Palmas - TO: 6 p. 2015b.

_____. **Piscicultores e demais agentes da cadeia produtiva discutem custos de produção de peixes redondos em viveiros escavados em Pimenta Bueno, Rondônia**. EMBRAPA, E. B. D. P. A.-. 6 p. 2015a.

_____. **Piscicultores e demais agentes da cadeia produtiva discutem os custos de produção de peixes redondos em viveiros escavados em Ariquemes, Rondônia**. EMBRAPA, E. B. D. P. A.-. Palmas - TO 2015b.

_____. **No segundo painel do projeto Campo Futuro da Aquicultura, piscicultores discutem os custos de produção da aquicultura do sudeste do Tocantins**. EMBRAPA, E. B. D. P. A.-. Palmas - TO: 5 p. 2014a.

_____. **Piscicultores discutem custos de produção da aquicultura na região central do Tocantins**. EMBRAPA, E. B. D. P. A.-. Palmas - TO 2014b.

_____. **Piscicultores discutem o custo de produção de peixes redondos na Baixada Cuiabana - MT**. EMBRAPA, E. B. D. P. A.-. Palmas - TO: 5 p. 2014c.

_____. **Piscicultores discutem os custos de produção de tambaqui pelo Projeto Campo Futuro da Aquicultura em Alta Floresta - MT.** EMBRAPA, E. B. D. P. A.-. Palmas - TO: 6 p. 2014d.

PEDROZA FILHO, M. X.; RODRIGUES, A. P. O.; REZENDE, F. P. Dinâmica da produção de tambaqui e demais peixes redondos no Brasil. **Embrapa Pesca e Aquicultura-Outras publicações técnicas (INFOTECA-E)**, 2016.

SANTOS, S. S. et al. Larvicultura do tambaqui em diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca.** São Luiz, p.18-25. 2007

SCORVO FILHO, J. D. S.; MARTIN, N. B.; AYROZA, L. M. D. S. PISCICULTURA EM SÃO PAULO: custos e retornos de diferentes sistemas de produção na safra 1996/97. **Informações Econômicas**, v. 29, n. 3, p. 41-62, 1999.

SOUZA-FILHO, J. J. **Influência da densidade de estocagem no cultivo de juvenis de robalo *Centropomus undecimalis* Bloch, 1792 (Pisces, Centropomidae) em condições controladas.** 2000. 68 (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

VERA-CALDERÓN, L. E.; FERREIRA, A. C. M. ESTUDO DA ECONOMIA DE ESCALA NA PISCICULTURA EM TANQUE-REDE, NO ESTADO DE SÃO PAULO. **Informações Econômicas**, v. 34, n. 1, p. 7-17, 2004.

VILLACORTA-CORREA, M. A. **Estudo da idade e crescimento do tambaqui *Colossoma macropomum* (Characiformes: Characidae) na Amazônia Central, pela análise de marcas sazonais nas estruturas mineralizadas e microestruturas nos otólitos.** 1997. 214 (Mestrado). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

ZETINA CÓRDOBA, P. et al. A profitability analysis of tilapia culture (*Oreochromis* spp) in six agroecosystems in the State of Veracruz, Mexico. **Técnica Pecuária en México**, v. 44, n. 2, 2006. ISSN 0040-1889.

Este artigo será submetido à revista *Aquaculture Economics e Management* (FI: 1.175)

Capítulo VII – Eficiência e economia de escala na criação de tambaqui em viveiros escavados com uso da análise envoltória de dados - DEA

Jesaias Ismael da Costa^{*}, Omar Jorge Sabbag, Maria Inez Espagnoli Geraldo Martins

Resumo

Neste trabalho determinou-se a eficiência de escala na produção de tambaqui em viveiros escavados desenvolvida na região metropolitana de Manaus, utilizando a *Data Envelopment Analysis* (DEA). Foram obtidas informações de 11 pisciculturas, sobre suas características, dados produtivos, desembolso, tipo e valor da infraestrutura e valor da produção, que permitiram calcular o custo operacional total e os índices de rentabilidade. Para a DEA utilizou-se o modelo VRS/BCC (retorno variável de escala) com orientação a *inputs*, utilizando três *inputs* (Custo operacional total, ração e depreciação; todos em reais por quilo) e um *output* (receita bruta anual, em reais por hectare). O retorno crescente de escala encontrado em mais de 80% das pisciculturas (DMUs) mostrou que existem restrições na produção, sejam elas mercadológicas, técnicas ou políticas. A falta de rentabilidade e baixa eficiência estão relacionadas com a falta de infraestrutura adequada, baixos conhecimentos técnicos e mercadológico a respeito da atividade, elevado custo de produção (maior que R\$ 4,50 kg⁻¹) e baixo preço médio de venda (menor que R\$ 5,00 kg⁻¹).

Palavras chave: piscicultura, DEA, custo de produção, gestão.

Introdução

O tambaqui é originário da bacia Amazônica e Orinoco, com excelentes características para produção, como rápido crescimento (Villacorta-Correa, 1997), adaptação fisiológica e anatômica aos ambientes com baixa concentração de oxigênio (Araujo-Lima and Goulding, 1997) e tolerância a elevadas densidades

(Brandao et al., 2004; Costa et al., 2016; Gomes et al., 2006; Melo et al., 2001). Sua criação é desenvolvida principalmente em viveiros escavados, em função da elevada produção planctônica encontrada nesses sistemas (Costa, 2013; Paula, 2009). Essas características favorecem para que o tambaqui seja a espécie nativa mais produzida no Brasil, com grande importância para o desenvolvimento da economia brasileira (Brasil, 2012; IBGE, 2014). Entretanto, a rentabilidade dessa espécie apresenta grande variabilidade em função das características técnicas e mercadológicas inerentes a sua criação (Izel and Melo, 2004; Gomes et al., 2006; Brandao et al., 2004; Munoz et al., 2014d; Munoz et al., 2014c; Munoz et al., 2015b; Munoz et al., 2014b; Costa et al., 2016).

A combinação inadequada dos fatores de produção elevam os custos, que associados ao baixo preço de venda, tornam a piscicultura inviável em muitos casos (Oliveira et al., 2007; Gandra, 2010; Barroso et al., 2015). Dessa forma, os produtores devem buscar a eficiência da propriedade, que é definida como a melhor combinação possível dos *inputs* para gerar o máximo de *outputs* (Coellib, 1996; Gomes et al., 2005; Charnes et al., 1979; Banker et al., 1989; Banker et al., 1984).

A *Data Envelopment Analysis* (DEA) ou análise envoltória de dados é uma ferramenta que tem sido utilizada com sucesso para determinação da eficiência de unidades produtivas, permitindo gerar um único indicador (medida de eficiência), que facilita o processo de tomada de decisão a respeito do desempenho das Unidades Tomadoras de Decisão – DMU's, analisadas (Alam et al., 2012; Sabbag and Costa, 2015; Charnes et al., 1979; Banker et al., 1984; Gomes et al., 2005; Benicio et al., 2015). Essa metodologia utiliza-se de programação linear multicriterial para determinar uma fronteira de eficiência virtual, incorporando várias entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) para calcular a eficiência de uma DMU (Gomes et al., 2005; Alam et

al., 2012; Charnes et al., 1979; Banker et al., 1984; Coellib, 1996). Assim, este trabalho, teve por objetivo determinar a eficiência econômica e de escala na criação de tambaqui em viveiros, utilizando a DEA, bem como identificar os fatores que afetam a rentabilidade e eficiência.

Material e Métodos

Inicialmente, foi contatada a Secretaria Executiva de Pesca e Aquicultura do Amazonas-SEPA/SEPROR para obtenção de informações e indicação de pisciculturas que representassem as tecnologias de produção de tambaqui na região metropolitana de Manaus. As informações acerca da produção aquícola no Amazonas foram obtidas no banco de dados do Instituto de Proteção Ambiental do Estado do Amazonas-IPAAM, responsável pelo licenciamento ambiental das propriedades rurais do estado. Foram selecionadas 11 pisciculturas que representassem os sistemas de produção em viveiros escavados da região, produzam tambaqui roelo (>1,5 kg) e/ou curumim (350 a 700 g); utilizem vários canais de comercialização; e possuam diversas escalas de produção com base na Resolução/CEMAAM/Nº 01/08 – de 03 de Julho de 2008:: micro - ME (<2 ha de lamina e água, uma piscicultura), pequena - EPP (2 a 10 ha de lamina de água, seis pisciculturas), média - EMP (10 a 50 ha de lamina de água, quatro pisciculturas). Foi considerada a disponibilidade dos produtores em fornecer informações a respeito da propriedade e do processo produtivo adotado.

Os dados foram obtidos por meio da aplicação de questionário semiestruturado em que foram identificadas as fases de criação, ciclos de produção, manejos adotados, a infraestrutura utilizada, os dados produtivos, desembolso e valor da produção. Com os resultados, foi possível caracterizar os sistemas de produção quanto à infraestrutura utilizada, manejos adotados, realização de monitoramento ambiental e gestão da propriedade.

Com os dados de desempenho zootécnico obtidos e preços dos fatores e produtos, foram calculados o custo de produção e a receita bruta. Os custos foram determinados com base na estrutura de Custo Operacional Total (COT), somando-se o Custo Operacional Efetivo (COE) com os outros custos que não representam desembolso monetário efetivos. No COE, foram considerados todos os desembolsos efetivos (depreciação e valor para mão de obra familiar). O COE foi obtido somando-se os gastos com alevinos, ração, mão de obra, manutenção do capital fixo, energia, combustível, calagem, adubação e licença de operação. A depreciação da infraestrutura, equipamentos e utensílios foi calculada pelo método linear (Matsunaga et al., 1976).

Foram utilizados os seguintes indicadores: Custo Operacional Total médio – COT (R\$ kg⁻¹), custo com ração, custo com depreciação e Receita Bruta – RB (R\$ ha⁻¹ ano. Foi considerada a proporção de cada tipo de pescado destinada a cada canal comercialização para determinar a receita bruta. Todos os valores utilizados no trabalho são referentes à janeiro de 2015.

As 11 pisciculturas (Unidades tomadoras de decisão – DMUs) são produtoras de tambaqui no sistema de viveiros escavados, localizadas na mesma região de produção, sendo assim consideradas homogêneas, satisfazendo uma das pressuposições do modelo. Estas pisciculturas têm produtos variados, três produzem só o tambaqui curumim (350 a 700g.); quatro delas produzem só o tambaqui roelo (maiores que 1,5kg) e quatro pisciculturas produzem tanto o tambaqui curumim como o roelo. Para realização da DEA, o número amostral obedeceu a pressuposição, de ser pelo menos duas vezes maior que a soma entre as entradas X e saídas Y, ou seja, $2(X+Y)$ (Ali and Seiford, 1993).

O modelo BCC ou VRS (Variable Returns to Scale) foi utilizado para determinar a eficiência das pisciculturas (Banker et al., 1984). Este modelo assume a condição de convexidade, onde os planos de produção não observados resultam de combinações convexas dos observados, e não são restritos a passarem pela origem, admitindo assim retornos variáveis de escala (Banker et al., 1984; Gomes et al., 2005; Souza and Wilhelm, 2009). Como as DMU's do presente trabalho apresentam escalas diferentes, esse é o modelo mais indicado. A eficiência de cada DMU (h_o) que utiliza n *inputs* para produzir s *outputs* é então determinada pelo seguinte modelo envelope:

$$h_o(x^j, y^j) = \text{Min } h_o$$

$$\text{s. a. } h_o x_{io} \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i$$

$$- y_{jo} \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0, \forall j$$

$$\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$$

$$\lambda_k \geq 0; \forall k$$

Onde:

h_o é a eficiência da DMU;

x_{io} são os *inputs* da DMU em análise;

y_{jo} são os *outputs* da DMU em análise;

λ_k Contribuição da DMU k na formação do alvo da DMU o

Sujeito a resolução dos problemas dos multiplicadores pelo seguinte modelo:

$$\text{Max } h_0 = \sum_{j=1}^s u_j y_{j0} - u_*$$

$$\text{s. a. } \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1$$

$$- \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - u_* \leq 0, \forall k$$

$$u_j, v_i \geq 0; \forall j, i$$

$$u_* \in \mathbb{R}$$

Onde:

h_0 é a eficiência da DMU;

x_{ik} são os *inputs* da DMU em análise;

y_{j0} são os *outputs* da DMU em análise;

v_i são os pesos calculados pelo modelo para os *inputs*

u_j são os pesos calculados pelo modelo para os *outputs*

u_* variável dual que representa o fator de escala, associada a condição

$$\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$$

O valor de u_* denominado de fator de escala, mostra o comportamento das DMU's de acordo com a escala de produção, podendo apresentar três situações:

- $u_* > 0$, indica que a DMU está operando com retornos decrescentes de escala (DRS), em que o aumento nos *inputs* ocasionará um aumento menos que proporcional nos *outputs*;
- $u_* < 0$, indica que a DMU está operando com retornos crescentes de escala (IRS), onde o aumento nos *inputs* ocasionará um aumento mais que proporcional nos *outputs*;
- $u_* = 0$, indica que a DMU está operando em retorno constante de escala, onde o aumento nos *inputs* ocasionará um aumento de igual magnitude nos *outputs*.

A eficiência de escala é obtida pela razão entre a eficiência do modelo CRS/CCR e VRS/BCC, sendo que a existência de diferença entre a eficiência dos dois modelos é um indicativo de ineficiência de escala. Desta forma, a eficiência de uma DMU varia de 0 a 1 e quanto maior o valor obtido, mais eficiente é a DMU.

Na piscicultura, os produtores encontram-se cada vez mais pressionados pelo mercado consumidor e fornecedor, fazendo-os buscar alternativas para racionalizar os fatores utilizados na produção, assim a orientação *input* é a mais indicada para esta análise. Para determinar a eficiência, foi utilizado o programa DEAP 2.1 (Coellib, 1996) considerando o sentido *input*, buscando mostrar a racionalização dos custos, sem que se altere a receita do empreendimento. Foram utilizados três *inputs* (Custo Operacional Total médio em reais por quilo – X_1 ; ração em reais por quilo – X_2 ; depreciação em reais por quilo – X_3); e um *output* (Receita Bruta anual em reais por hectare – Y). A racionalização no uso dos fatores de produção impacta os custos de produção que é um fator determinante para se manter no mercado. Pelo modelo utilizado foi verificada também qual deve ser a redução nos custos (*inputs*), para que o empreendimento torne-se eficiente, mantendo-se a mesma receita e, por meio do

modelo VRS (retorno variável de escala), obtiveram-se os valores de eficiência de cada piscicultura para os modelos VRS e CRS, bem como a eficiência escalar, dada pela razão entre a eficiência de ambos os modelos.

As ineficiências de escala – para valores inferiores a um - ocorrerão quando os piscicultores operam nas faixas de retornos crescentes ou decrescentes, ou seja, fora da escala de produção correta (Rodrigues et al., 2010). É importante destacar que o modelo VRS deve ser avaliado concomitantemente ao modelo CRS (retorno constante de escala), obtido este pela relação linear entre *inputs* e *outputs*, de modo que um incremento ou uma redução de *input* resulte em um incremento ou uma diminuição proporcional de *outputs*).

Resultados

Piscicultura no Amazonas

Com base nos dados primários obtidos no IPAAM no estado do Amazonas, em 2014, encontravam-se registradas 947 pisciculturas. Foram identificados cinco sistemas de produção: barragens (1.228 ha), viveiros escavados (4.066,77 ha), canais de igarapé (15.348,77 m³), tanques de alvenaria (6.947,91 m³) e tanques-rede (9.820,10 m³). Dentre esses sistemas, a produção em barragens e viveiros são os que mais se destacam, estando presentes em 48,36% e 60,08% das pisciculturas, respectivamente. As principais espécies de peixes criadas são: o tambaqui, em 39,39% das pisciculturas; matrinxã em 30,52% das pisciculturas e o pirarucu em 7,18% das pisciculturas. Além de outros 14 grupos de espécies que estão presentes em 3,06% das pisciculturas.

Índices produtivos da criação de tambaqui

Nas 11 pisciculturas estudadas, foram observadas a produção e comercialização de tambaqui em dois padrões de tamanho: peixes entre 450 a 700g no padrão curumim e roelo com animais maiores que 1,5 kg. Em quatro pisciculturas a produção de curumim e roelos é realizada concomitantemente, ou seja, os animais iniciam com 0,5 g e após um ciclo médio de 218,57 dias, dois terços dos animais são despescados para venda no padrão curumim. E o restante (um terço) dos animais é mantido no viveiro e engordados por mais 180 dias, para atingirem um padrão roelo. A prática de produção concomitante é uma tentativa dos piscicultores diminuir os custos e aumentar rentabilidade, por meio da otimização da infraestrutura, visto que alguns desembolsos fixos são diluídos quando se aumenta produção. Buscam também abastecer o mercado do polo industrial de Manaus, anteriormente atendido pela pesca, que com a diminuição dos estoques pesqueiros e da oferta de pescado de pequeno porte, a demanda vem sendo preenchida pelo tambaqui curumim que possui entre 450 e 700 g.

Tabela 1 - Indicadores produtivos médios de tambaqui curumim e roelo, criados em viveiros escavados nas propriedades estudadas da região metropolitana de Manaus.

Indicador	Curumim (450 a 700g)	Roelo (>1.5 kg)
Densidade média (peixes.ha ⁻¹)	10200	4800
Peso médio final (g)	557,14	2090,00
Ciclo de produção total (dias)	218.57	348,38
CAA	2,32	2,03
Produtividade (g m ⁻² ano)	757	668

Gestão das propriedades

As pisciculturas amostradas recebem uma assistência técnica especializada em sua produção e 27,27% dos proprietários possuem formação na área. Foi observada uma busca por atualização por meio de palestras e cursos em 90,91% dos

casos; além da obtenção de vantagens competitivas com participação em associações (45,45%). Entretanto, mesmo com a presença de assistência técnica especializada, apenas em 54,55% das pisciculturas é realizado algum controle de custo, mas em nenhum caso, foi observada determinação de todos os itens de custo ou inclusão da depreciação do capital fixo. Não foi observada a utilização de softwares de gestão e em apenas 27,27% das pisciculturas foi observado o uso de planilhas eletrônicas, que coincide com os casos nos quais os proprietários possuem formação na área.

Monitoramento ambiental e sistema de água

A água destinada à produção é originada de represas (63,64%), nascentes próprias (27,27%) e rios (9,09%), transportada aos viveiros por meio de bombeamento (81,82%) ou por gravidade (18,18%). Na maioria dos casos, os viveiros possuem abastecimento individual (90,91%) e em um único caso, abastecimento em série (9,09%). Em 63,64% das propriedades amostradas, esse sistema é destinado simplesmente para repor a água perdida por evaporação, apenas 27,27% realizam troca total da água de criação e 9,09% uma troca parcial. Em nenhuma das propriedades foi relatado a realização de tratamento dos efluentes gerados.

Foi observada presença de aeradores funcionando em 45% das pisciculturas. Em 63,64% das pisciculturas verificou-se a existência de equipamentos para análise de água e nestas, são realizados monitoramento regular de oxigênio dissolvido e temperatura da água. As demais variáveis físico-químicas são monitoradas em média, por apenas 27,27% dos produtores.

Manejo sanitário

O manejo sanitário adotado pelos piscicultores restringiu-se à realização de vazios sanitários (em 54,55% das DMU's), sendo realizada apenas a exposição dos

viveiros secos durante um curto período (menor que sete dias) aos raios solares; e a aplicação de cal (em 45,45% das DMU's) para desinfecção. Não foram observadas a presença de barreiras sanitárias ou práticas de biossegurança, o que aumenta o risco do acometimento de enfermidades e para a atividade como um todo. A única enfermidade relatada foi a ocorrência de Acantocéfalas em 45,45% das propriedades, que foi identificada por especialista. Entretanto, apenas 27,27% dos produtores realizaram algum tratamento ou medida para combater este parasito.

Eficiência econômica e de escala

No custo de produção, a ração apresentou um aumento de participação à medida que aumentou-se a escala de produção, com valores médios de 55,39% do COT em ME; 67,89% do COT em EPP e 72,15% do COT em EMP. De forma contrária, a depreciação diminuiu a participação no COT com o aumento da escala de produção, com valores de 22,16% em ME; 14,44% em EPP e, 9,85% em EMP.

Em 81,81% das propriedades, verificou-se retorno crescente de escala (irs), mostrando que qualquer redução nos *inputs* (COT em R\$ kg⁻¹; Ração em R\$ kg⁻¹; Depreciação em R\$ kg⁻¹) acarretariam em um aumento mais que proporcional na receita bruta (R\$ ha⁻¹ ano) e, conseqüentemente, no lucro operacional. É possível observar que as menores eficiências técnicas e de escala são encontradas nas propriedades onde a ração possui menor participação no COT, como a Micro, P1 e P2 (Tabela 2).

Houve um aumento na eficiência técnica (CRS e VRS) e de escala à medida que aumentou-se a escala de produção. Observou-se que apenas 18,18% das DMU's (M3 e M4) foram eficientes do ponto de vista técnico e de escala, evidenciando que, além da maioria das DMU's não utilizarem a tecnologia mais adequada para a

atividade, o desenvolvimento em micro e pequena escala também não é recomendado na situação em que a atividade está sendo desenvolvida (Tabela 2).

Micro empreendimento - ME (<2 ha)

O micro empreendimento é caracterizado por um produtor familiar que possui em sua propriedade cultivos de hortaliças e frutas e criação de aves. A piscicultura desta propriedade é caracterizada por viveiros inferiores a 2.000 m², sem sistemas de abastecimento e drenagem, sendo o abastecimento realizado por meio de tubulações com um poço semi-artesiano, apenas para a reposição da água perdida. Nestes viveiros são produzidos alevinos de pirarucu, matrinxã, pirapitinga e tambaqui curumim (450 a 700g) sem o uso de aeração.

Neste empreendimento foi observado o maior valor de COT (R\$ 6,03 kg⁻¹) e menor receita (R\$ 26.718,75 ha⁻¹.ano), que refletiram em prejuízo (R\$ -4.571,72 ano⁻¹) e na menor eficiência técnica (24%) e de escala (30%). Para que essa DMU alcance a curva de eficiência será necessário reduzir em pelo menos 22% os custos com ração, depreciação e COT. E ainda, aumentar as receitas em pelos menos 51,04% (Tabela 2).

Empreendimentos de pequeno porte – EPP (2 a 10 ha)

As pisciculturas de pequeno porte são caracterizadas por produtores familiares que tem a piscicultura como a principal fonte de renda da propriedade. Estas possuem em média 2,76 ha destinados à produção de tambaqui, sendo que em 50% dos casos (P1, P5 e P6), observou-se o uso de aeradores. A produção exclusiva de curumim ocorreu apenas na piscicultura P1; 33,3% das DMU's (P2 e P4) produzem apenas roelo e 50% (P3, P4 e P6) realizam uma produção concomitante, gerando curumim e roelo. Em todas as propriedades, o abastecimento dos viveiros é realizado por

bombeamento, objetivando repor a água perdida (P1, P3, P4 e P5) ou renovação total no final do ciclo de produção (P2 e P6), com água originada de grandes represas (P2, P4, P5 e P6), rios (P3) ou nascentes próprias (P1).

Nestes empreendimentos, foram observadas eficiências técnicas CCR, VRS e de escala de 36%, 85% e 44%, respectivamente. Em média, esses empreendimentos apresentaram o segundo maior custo (R\$ 5,55 kg⁻¹) e segunda menor receita (R\$ 30.004,26 ha⁻¹ ano), que refletiram em prejuízos em 66,7% dos casos (P1, P3, P5 e P6). Para que essas Dmu's, tornem-se eficientes, será necessário reduzir os custos com ração, depreciação e COT, em pelo menos 15,09%, 17,01% e 17,75%, respectivamente. Além de aumentar as receitas em pelos menos 30,81% (Tabela 2). Estes valores evidenciam o elevado descarte (observado pela diferença entre o valor obtido e o que deveria ser alcançado) que existe durante o processo de produção que não consegue utilizar eficientemente os recursos disponíveis, gerando um elevado COT médio.

Empreendimentos de médio porte - EMP (10 a 50 ha)

Em média, os EMP's possuem 10,75 ha, destinados à produção de tambaqui, sendo que todos utilizam aeração e possuem sistema de abastecimento e drenagem próprios (monge ou cotovelo). Esses empreendimentos são constituídos por produtores comerciais, que tem na piscicultura, a única fonte de renda da propriedade. Dentre eles, a M3 e M4, produzem apenas tambaqui roelo; a M1 produz apenas tambaqui curumim e M2 realiza uma produção concomitante.

Nestes EMP's, foram obtidos os menores custos operacionais (média de R\$ 4,59 kg⁻¹) e maiores lucros operacionais (média de R\$ 80.726,20 ano⁻¹), que refletiram em eficiências médias, técnica e de escala de 88%. Estes valores são pelos menos

duas vezes maiores que as encontradas nos empreendimentos de micro e pequeno porte (Tabela 2). As pisciculturas M3 e M4 apresentam retornos constantes de escala, com 100% de eficiência técnica (CCR e VRS) e de escala. Estes dois empreendimentos apesar de não terem os menores custos de produção, são os que apresentaram os maiores lucros operacional (Tabela 2).

Os empreendimentos M1 e M4 foram os pares de excelência (*benchmarking*), ou seja, aquelas DMU's tidas como modelos para as demais. Este fato está relacionado à melhor relação entre os *inputs* e *outputs* obtidas por estas unidades, onde a M1, apesar de não obter o maior lucro operacional, teve o menor COT. Por sua vez, a M4 apresentou apenas o terceiro menor COT e a quarta maior receita, mas obteve o segundo maior lucro.

Tabela 2 – Indicadores produtivos, econômicos e eficiência da produção de tabaqui em viveiros escavados na região metropolitana de Manaus-AM, em janeiro de 2015.

Variável	DMU's												
	Micro	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Média	M1	M2	M3	M4	Média
Área piscicultura (ha)	1,73	2,28	2,82	2,10	4,50	8,10	8,64	4,74	16,00	10,90	11,00	25,00	15,73
Área para tabaqui (ha)	0,71	2,28	2,16	2,1	4,5	2,00	3,49	2,76	6,00	6,00	11,00	10,00	10,75
Produção anual (t ano ⁻¹)	2,25	15,75	8,4	15,18	33,98	16,00	12,00	16,88	280,00	57,43	220,00	75,00	158,11
Preço médio de venda (R\$ kg ⁻¹)	4,00	3,80	8,50	4,12	5,56	5,00	4,17	5,19	3,80	5,56	6,20	5,50	5,26
Custo Operacional Total médio (R\$ kg ⁻¹)	6,03	5,25	5,90	7,01	5,03	5,60	4,50	5,55	3,66	4,69	5,40	4,60	4,59
Ração (R\$ kg ⁻¹)	3,34	2,68	3,07	5,02	3,65	4,11	3,90	3,74	2,88	2,97	3,76	3,54	3,29
Depreciação (R\$ kg ⁻¹)	0,74	0,76	0,96	0,43	0,33	0,28	0,10	0,48	0,33	0,32	0,55	0,09	0,32
Receita Bruta (R\$ ha ⁻¹ ano)	26.718,75	26.250,00	28.888,89	29.760,00	40.800,00	40.000,00	14.326,65	30.004,26	66.500,00	49.364,00	124.000,00	41.250,00	70.278,50
Lucro Operacional (R\$ ano ⁻¹)	-4.571,32	-22.794,45	12.848,32	-44.719,21	12.843,89	-9.557,17	-3.994,07	-9.228,78	38.877,63	26.750,95	176.427,97	80.848,24	80.726,20
DEA													
Pares de excelência	M1 e P1	P1	M1 e P1	M1 e M4	M1 e M4	M1 e M4	P3		M1	M1 e M4	M3	M4	
Eficiência do modelo CCR (CRS)	0,24	0,30	0,29	0,27	0,48	0,51	0,34	0,36	0,87	0,64	1,00	1,00	0,88
Eficiência do modelo BCC(VRS)	0,82	1,00	0,88	0,61	0,83	0,78	1,00	0,85	1,00	0,98	1,00	1,00	1,00
Eficiência de Escala	0,30	0,30	0,32	0,44	0,58	0,65	0,34	0,44	0,87	0,65	1,00	1,00	0,88
Tipo de Escala	irs	irs	irs	irs	irs	irs	irs		irs	irs	crs	crs	
Folga (output)	13.637,30	-	-	29.646,39	19.834,00	14.644,66	-	10.687,51	-	15.537,09	-	-	3.884,27
Alvo													
<i>Custo Operacional Total (R\$ kg⁻¹)</i>	4,69	5,25	5,15	3,92	3,88	4,10	4,50	4,47	3,66	3,72	5,40	4,60	4,35
<i>Ração (R\$ kg⁻¹)</i>	2,75	2,68	2,69	3,07	3,03	3,19	3,90	3,09	2,88	2,92	3,76	3,54	3,28
<i>Depreciação (R\$ kg⁻¹)</i>	0,61	0,76	0,73	0,26	0,27	0,22	0,10	0,39	0,33	0,32	0,55	0,09	0,32
<i>Receita Bruta (R\$ ha⁻¹ ano)</i>	40.356,05	26.250,00	28.888,89	59.406,39	60.634,19	54.644,66	14.326,65	40.691,80	66.500,00	64.901,38	124.000,00	41.250,00	74.162,85
<i>Variação (%)</i>													
Custo Operacional Total médio	-22,17	-	-12,78	-44,02	-22,90	-26,77	-	-17,75	-	-20,68	-	-	-5,17
Ração	-17,66	-	-12,28	-38,94	-16,90	-22,38	-	-15,09	-	-1,62	-	-	-0,40
Depreciação	-17,70	-	-23,75	-38,84	-16,97	-22,50	-	-17,01	-	-1,56	-	-	-0,39
Receita Bruta	51,04	-	0,00	99,62	48,61	36,61	-	30,81	-	31,48	-	-	7,87

irs: retorno crescente de escala; crs: retorno constante de escala

Discussão

Participações da ração no COT superiores a 55%, assim como neste trabalho, têm sido reportadas na produção de tambaqui em diversas regiões do Brasil e nos casos em que a ração possui menor participação no COT, a rentabilidade também foi menor (Munoz et al., 2015b; unoz et al., 2015a; Munoz et al., 2014d; Munoz et al., 2014c; Munoz et al., 2014b; Munoz et al., 2014a). O aumento da participação da ração e diminuição da depreciação com a escala de produção, observados neste trabalho, evidencia a otimização no uso dos fatores de produção. Neste contexto, à medida que aumenta-se a escala de produção, é de se esperar que os custos fixos, como a depreciação, sejam diluídos e haja um aumento na eficiência da DMU (Irz and Mckenzie, 2003, Gomes et al., 2005). De modo contrário, a elevada participação da depreciação (> 10%) e baixa participação da ração (< 60%) no COT, conforme observadas nas DMU's Micro, P1, P2 e P6, acarretaram uma menor eficiência técnica e de escala. Comportamento este também observado por Asche et al. (2008), que encontraram um aumento de até 25% da importância da alimentação, com uma melhor exploração do capital.

A inexistência de sistema de abastecimento e drenagem observadas, podem estar afetando diretamente a qualidade da água e, conseqüentemente, a produção e rentabilidade da atividade. O fato do tambaqui ser um peixe filtrador durante toda a sua vida (Araujo-Lima and Goulding, 1997), direciona a sua criação ser desenvolvida em uma sistema altamente eutrófico (Cavero et al., 2009). Com base nessa informação, alguns produtores, no momento de construção dos viveiros, não investiram em sistema de drenagem, visto que à medida que os anos se passam o sistema fica cada vez mais eutrofizado e diminui a necessidade de realizar desembolsos com adubação. Na literatura, tem sido reportado que realmente na

produção de espécies que se alimentam do plâncton, a eutrofização dos viveiros acarretou em uma maior eficiência técnica das DMU's (Ilyasu et al., 2014, Kareem et al., 2009). Entretanto, o acúmulo de resíduos oriundos de ciclos anteriores cria um ambiente propício para o surgimento de problemas sanitários, que invariavelmente irão comprometer a produção como um todo (Ilyasu et al., 2014, Asche and Roll, 2013). Foi evidenciado uma correlação positiva entre a falta de manejo da água e o surgimento de doenças (Garcia et al., 2003; Galli et al., 2001; Kabata, 1985; MacKenzie et al., 1995). Da mesma forma, alguns produtores relataram que tem aumentado a incidência de parasitos, principalmente de acantocéfalos.

A falta de informações técnicas e mercadológicas dos ME e EPP's e sua baixa capacidade de absorção de novas tecnologias acarretaram em uma combinação inadequada dos fatores de produção, gerando elevados custos de produção, menor rentabilidade e baixa eficiência. Cinemre et al. (2006) também constataram na produção de trutas, o uso de tecnologias inadequadas e má combinação dos fatores de produção. Esses autores sugeriram que a criação de programas de extensão que disseminem conhecimento e melhores técnicas de produção são de extrema importância para o desenvolvimento da atividade aquícola como um todo. Várias pesquisas apontam uma correlação positiva entre o nível de informação que os produtores possuem a respeito da atividade e a eficiência técnica dessas DMU's (Ilyasu et al., 2014; Ilyasu and Mohamed, 2015). Entretanto, Cinemre et al. (2006) e Ilyasu et al. (2014) demonstraram que a relação entre a eficiência e o contato com serviço de extensão, não é claro. O fato do produtor ter um acompanhamento técnico não significa que as instruções passadas referem-se as melhores tecnologias para o tipo de empreendimento e que essas serão aceitas.

A produção de tabaqui curumim, seja concomitante ou individual, influenciou diretamente na rentabilidade e eficiência das DMU's, visto que sua produção foi viável apenas em uma empresa de médio porte (M1), que possui uma produção escalonada, utiliza ração de qualidade e aeradores eficientemente. As empresas que apresentaram prejuízo utilizam ração de baixa qualidade ou inadequada para espécie que elevam a CAA aumentando os custos de produção. Essa falta de viabilidade econômica encontrada nos ME e EPP's é um fator preocupante e que pode desestruturar o mercado de tabaqui no estado do Amazonas. Lima et al. (2015), após avaliarem 413 propriedades, observaram que a produção de tabaqui neste estado é realizada principalmente em propriedades familiares com menos de 5 ha de lâmina de água. Logo, caso não sejam tomadas providências a respeito da produção no estado, a cadeia produtiva dessa espécie, poderá ser comprometida e entrar em colapso.

A geração de vários produtos nas ME e EPP's dificultam o gerenciamento da propriedade como um todo, pois o produtor deverá possuir um leque maior de informações técnicas e mercadológicas para tornar a DMU rentável e eficiente. Entretanto, a diversificação de produtos em DMU's pequenas e/ou familiares é uma forma do produtor fugir da sazonalidade de determinadas culturas e diminuir o risco, em função de depender de um único produto.

O retorno crescente de escala encontrado em mais de 80% das DMUs, é um indicativo de que as DMU's estão sofrendo restrições em sua produção, sejam elas mercadológicas, técnicas ou políticas. Assim como observado neste trabalho e corroborado por Benicio et al. (2015), um dos motivos para que exista um retorno crescente, é a incapacidade das DMUs racionalizar os custos fixos com a escala produção, que remete à otimização do uso do capital fixo, como depósitos de ração

que aumentam menos com a escala. Outro fator que contribui para um retorno crescente de escala e também evidenciado por Benicio et al. (2015) é a falta de especialização das DMU's, que geram mais de um produto e não conseguem otimização dos fatores de produção.

Conclusões

Duas propriedades de médio porte (M1 e M4) apresentaram 100% de eficiência técnica e de escala, em função de eficiente relação entre os *inputs* e *outputs*.

A falta de rentabilidade e baixa eficiência encontrada nas ME e EPP's, está relacionada com: falta de infraestrutura adequada, baixo conhecimento técnico e mercadológico a respeito da atividade, custo médio de produção (R\$ kg⁻¹) maior que o preço médio de venda (R\$ kg⁻¹).

A rentabilidade e as elevadas eficiências observada nas EMP's estão relacionadas ao uso de aeradores, mesmo que em quantidades insuficientes, como na M2; menor ociosidade da infraestrutura; maior poder de barganha e conhecimento mercadológico e técnico; especialização da produção, desenvolvendo apenas a piscicultura; e maior controle da produção. Mas também é possível observar que, mesmo com a existência de sistema de drenagem e abastecimento, as DMU's M1 e M2 não realizam troca da água ao final do ciclo de produção, que coincide com a obtenção de eficiências técnicas e de escala menor que 100%.

Observou-se retorno crescente de escala em mais de 80% das DMUs, o que indica restrições na produção, sejam elas mercadológicas, técnicas ou políticas, com fortes indícios de relação entre o tamanho da propriedade, o produto gerado (roelo ou curumim) e a rentabilidade da atividade, evidenciando a necessidade de novos estudos que desvendem as relações existentes entre esses fatores.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio financeiro e auxílio de bancada e a SEPA-SEPROR-AM pelo apoio na coleta de dados.

Referências Bibliográfica

- Alam, M.F., Khan, M.A. and Huq, A.S.M.A. (2012) Technical efficiency in tilapia farming of Bangladesh: a stochastic frontier production approach. *Aquaculture International*, **20**(4), 619-634.
- Ali, A.I. and Seiford, L.M. (1993) The mathematical programming approach to efficiency analysis. *The measurement of productive efficiency*, 120-159.
- Alvarez-Lajonchere, L. and Taylor, R.G. (2003) Economies of scale for juvenile production of common snook (*Centropomus undecimalis* Bloch). *Aquaculture Economics and Management*, **7**(5-6), 273-292.
- Araujo-Lima, C. and Goulding, M. (1997) So fruitful a fish: ecology, conservation, and aquaculture of the Amazon's tambaqui. *So fruitful a fish: ecology, conservation, and aquaculture of the Amazon's tambaqui.*, i-xii, 1-191.
- Araújo-Lima, C., Jiménez, L., Oliveira, R., Eterovick, P., Medonza, U. and Jerozolimnki, A. (1999) Relação entre o número de espécies de peixes, complexidade do hábitat e ordem do riacho nas cabeceiras de um tributário do rio Urubu, Amazônia Central. *Acta Limnol Bras*, **11**, 127-135.
- Asche, F. and Roll, K.H. (2013) Determinants of inefficiency in Norwegian salmon aquaculture. *Aquaculture Economics & Management*, **17**(3), 300-321.
- Asche, F., Roll, K.H. and Tverterás, S. (2008) In *Aquaculture in the Ecosystem*(Eds, Holmer, M., Black, K., Duarte, C.M., Marba, N. and Karakassis) Springer, London, pp. 271-292.

- Banker, R.D., Charnes, A. and Cooper, W.W. (1984) Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, **30**(9), 1078-1092.
- Banker, R.D., Charnes, A., Cooper, W.W., Swarts, J. and Thomas, D. (1989) An introduction to data envelopment analysis with some of its models and their uses. *Research in governmental and nonprofit accounting*, **5**, 125-163.
- Banker, R.D. and Thrall, R.M. (1992) Estimation of returns to scale using data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, **62**(1), 74-84.
- Barroso, R.M., Munoz, A.E.P., Flores, R.M.V., Filho, M.X.P. and Rios, J.L. (2015) (Ed, EMBRAPA, E.B.d.P.A.-.) Palmas - Tocantins, pp. 6.
- Barthem, R.B. and Fabr e, N.N. (2004) Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. *RUFFINO, ML A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira. ProV rzea*, 17-62.
- Benicio, J., de Mello, J.C.S. and Meza, L.A. (2015) In *Operations Research and Big Data* Springer, pp. 15-22.
- Brandao, F.R., Gomes, L.D., Chagas, E.C. and de Araujo, L.D. (2004) Stocking density of tambaqui juveniles during second growth phase in cages. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, **39**(4), 357-362.
- Brasil (2012) Ministério da Pesca e Aquicultura, Brasilia, pp. 129.
- Cavero, B.A.S., Rubim, M.A.L. and Pereira, T.M. (2009) In *Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo*, Vol. 1 (Ed, Tavares-Dias, M.) Macap , pp. 33-46.
- Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. (1979) Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, **3**(4), 339-339.

- Cinemre, H.A., Ceyhan, V., Bozoglu, M., Demiryurek, K. and Kilic, O. (2006) The cost efficiency of trout farms in the Black Sea Region, Turkey. *Aquaculture*, **251**(2-4), 324-332.
- Coellib, T. (1996) A Guide to DEAP Version 2.1. *Department of Econometrics. New England: University of New England*.
- Costa, J., Freitas, R., Gomes, A.L., Bernadino, G., Carneiro, D. and Martins, M.I. (2016) Effect of stocking density on economic performance for *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816), juvenile in earthen ponds. *Latin American Journal of Aquatic Research*, **44**(1).
- Costa, J.I. (2013) Avaliação econômica e participação do plâncton no cultivo de tambaqui em viveiros com diferentes densidades de estocagem. Jaboticabal, 88 f. (Dissertação de mestrado. Master. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal-SP.
- Galli, P., Crosa, G., Mariniello, L., Ortis, M. and D'amelio, S. (2001) Water quality as a determinant of the composition of fish parasite communities. *Hydrobiologia*, **452**(1-3), 173-179.
- Gandra, A.L. (2010) O mercado de pescado da região metropolitana de Manaus. *Montevideu: Infopesca*.
- Garcez, R.C.S. (2009) Distribuição espacial da pesca no lago grande de Manacapuru (amazonas) – bases para subsidiar políticas de sustentabilidade para a pesca regional. 2009, 106 p. Mestrado. Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- Garcia, F., Fujimoto, R.Y., Martins, M. and Moraes, F.R. (2003) Parasitismo de *Xiphophorus* spp. por *Urocleidoides* sp. e sua relação com os parâmetros hídricos. *Bol. Inst. Pesca*, **29**, 123-131.

- Gomes, E.G., Mangabeira, J.A.d.C. and Mello, J.C.C.B.S.d. (2005) Análise de envoltória de dados para avaliação de eficiência e caracterização de tipologias em agricultura: um estudo de caso. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, **43**(4), 607-631.
- Gomes, L.D., Chagas, E.C., Martins-Junior, H., Roubach, R., Ono, E.A. and Lourenco, J.N.D. (2006) Cage culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon floodplain lake. *Aquaculture*, **253**(1-4), 374-384.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, (2014), Vol. 1 (Ed, Agricultura, M.d.) Rio de Janeiro, pp. 197.
- Ilyasu, A. and Mohamed, Z.A. (2015) Technical efficiency of tank culture systems in peninsular Malaysia: an application of data envelopment analysis. *Aquaculture Economics & Management*, **19**(4), 372-386.
- Ilyasu, A., Mohamed, Z.A., Ismail, M.M., Abdullah, A.M., Kamarudin, S.M. and Mazuki, H. (2014) A review of production frontier research in aquaculture (2001-2011). *Aquaculture Economics & Management*, **18**(3), 221-247.
- Irz, X. and Mckenzie, V. (2003) Profitability and technical efficiency of aquaculture systems in pampaanga, philippines. *Aquaculture Economics & Management*, **7**(3-4), 195-211.
- Izel, A.C.U. and Melo, L.A.S. (2004) Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, pp. 11.
- Kabata, Z. (1985) *Parasites and diseases of fish cultured in the tropics*, Taylor & Francis Ltd.
- Kareem, R., Aromolaran, A. and Dipeolu, A. (2009) Economic Efficiency Of Fish Farming in Ogun State, Nigeria. *Aquaculture Economics & Management*, **13**(1), 39-52.

- Lima, J.P., dos Santos, S.M., de Oliveira, A.T., Araujo, R.L., da Silva Jr, J.A.L. and Aride, P.H.R. (2015) Pró-Rural Aquicultura: relatos das principais ações de extensão tecnológica e um panorama do setor aquícola do estado do Amazonas, Brasil. *Nexus-Revista de Extensão do IFAM*, **1**(1).
- Mackenzie, K., Williams, H., Williams, B., McVicar, A. and Siddall, R. (1995) Parasites as indicators of water quality and the potential use of helminth transmission in marine pollution studies. *Advances in parasitology*, **35**, 85-144.
- Martin, N.B., Scorvo Filho, J.D., Sanches, E.G., Novato, P.F.C. and Ayroza, L.M.S. (1995) In *Informações econômicas*, Vol. 25 São Paulo, pp. 9-47.
- Matsunaga, M., Bemelmans, P.F., Toledo, P.E.N., Dulley, R.D., Okawa, H. and Pedroso, I.A. (1976) Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. *Agricultura em São Paulo*, **23**, 123-139.
- Melo, L.A.S., Izel, A.C.U. and Rodrigues, F.M. (2001) (Ed, EMBRAPA, A.O.) Manaus, pp. 25.
- Munoz, A.E.P., Flores, R.M.V., Filho, M.X.P., Renata Melon, Mataveli, M. and Rezende, F.P. (2015a) (Ed, EMBRAPA, E.B.d.P.A.-), pp. 6.
- Munoz, A.E.P., Flores, R.M.V., Filho, M.X.P., Renata Melon, Mataveli, M. and Rezende, F.P. (2015b) (Ed, EMBRAPA, E.B.d.P.A.-) Palmas - TO.
- Munoz, A.E.P., Flores, R.M.V., Filho, M.X.P., Renata Melon, Rodrigues, A.P.O. and Mataveli, M. (2014a) (Ed, EMBRAPA, E.B.d.P.A.-) Palmas - TO, pp. 5.
- Munoz, A.E.P., Flores, R.M.V., Filho, M.X.P., Renata Melon, Rodrigues, A.P.O. and Mataveli, M. (2014b) (Ed, EMBRAPA, E.B.d.P.A.-) Palmas - TO.
- Munoz, A.E.P., Flores, R.M.V., Filho, M.X.P., Renata Melon, Rodrigues, A.P.O. and Mataveli, M. (2014c) (Ed, EMBRAPA, E.B.d.P.A.-) Palmas - TO, pp. 5.

- Munoz, A.E.P., Flores, R.M.V., Filho, M.X.P., Renata Melon, Rodrigues, A.P.O. and Mataveli, M. (2014d) (Ed, EMBRAPA, E.B.d.P.A.-.) Palmas - TO, pp. 6.
- Oliveira, E., Santos, F.d.S., Pereira, A. and Lima, C. (2007) Produção de tilápia: mercado, espécie, biologia e recria. *Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica*.
- Paula, F.G. (2009) Desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*), da pirapitinga (*Piaractus brachipomus*) e do híbrido tambatinga (*C. macropomum* X *P. brachypomum*) mantidos em viveiros fertilizados na fase de engorda. Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- Sabbag, O.J. and Almeida Lima Costa, S.M. (2015) Technical efficiency of tilapia production in ilha solteira, sp: a nonparametric analysis. *Boletim De Industria Animal*, **72**(2), 155-162.
- Souza, P.C.T. and Wilhelm, V.E. (2009) Uma introdução aos modelos DEA de eficiência técnica. *Ciência e Cultura, Curitiba*, (42), 121-139.
- Villacorta-correa, M.A. (1997) Estudo da idade e crescimento do tambaqui *Colossoma macropomum* (Characiformes: Characidae) na Amazônia Central, pela análise de marcas sazonais nas estruturas mineralizadas e microestruturas nos otólitos. Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

3 Considerações gerais

A produção de tilápia apresentou-se semelhante entre os empreendimentos amostrados, com a criação sendo desenvolvida em tanques-rede com volume útil de 6 a 31 m³ e criação realizada em três fases, iniciando com animais de 0,5 a 1,5 g e finalizando com peso de abate entre 850 g e 1.000 g, em ciclos de produção de 236 dias, em média, onde a assistência técnica é realizada principalmente pelos fornecedores de ração, que orientam principalmente o manejo alimentar, subdividindo-o em pelo menos três fases distintas. O fornecimento desse serviço pelas fabricas de ração está relacionado a importância que a ração possui nesse modelo de produção (média de 70 % do COT), onde para garantir a eficácia de seus produtos e fidelizar os produtores, as fábricas dispõem de técnicos de campo altamente capacitados.

A falta de monitoramento regular das variáveis físico-químicas, ausência de manejo sanitário e falta planejamento e gestão das propriedades, mostram fatores de risco para a produção de tilápia em tanques-rede. Os produtores devem ficar atentos a estes problemas, que podem não estar sendo percebidos, ainda mais ao considerar-se que a gestão das propriedades é deficiente, uma vez que as informações são armazenadas em planilhas de eletrônicas, e a geração de informações precisas para a tomada de decisão é dificultada em função do baixo conhecimento da ferramenta.

A falta de conhecimento de conceitos básicos de contabilidade, associados a dificuldade na utilização das planilhas eletrônicas, resultam em uma determinação incompleta dos custos de produção, podendo o produtor ter um falso indicio de que possa estar tendo “lucro”, pela subestimação dos valores ou itens de custo. A importância da determinação correta do custo de produção e conhecimento mercadológico ficaram evidentes, pois foram os custos de produção e destino dado à

produção que influenciaram na rentabilidade das pisciculturas, demonstrando que esta é uma atividade rentável em todas as escalas de produção, com índice de lucratividade variando entre 4% e 20%. A existência de vários canais de comercialização possibilitou às pisciculturas buscarem a melhor opção para tornarem seu empreendimento rentável. Os frigoríficos foram o principal canal de comercialização, por possuírem capacidade de absorver grandes volumes; porém é o que pior remunera o produtor, indicando a importância de utilizar-se mais de um canal de comercialização para maior segurança.

Apesar da rentabilidade observada em todas as escalas de produção, as menores propriedades apresentaram as menores eficiências que podem estar associadas ao mau gerenciamento dos empreendimentos, devido à má utilização dos fatores de produção, que geram grandes desperdícios e elevado descarte dos insumos, aumentando os custos de produção e diminuindo o lucro. Das pisciculturas estudadas 87,5% apresentam retornos crescentes de escala (IRS), indicando que qualquer redução no custo de produção acarretará em um aumento mais que proporcional no lucro dos empreendimentos e conseqüente aumento de eficiência.

A produção de tambaqui realizada em viveiros escavados na região metropolitana de Manaus apresentou falta de profissionalismo, sem o acompanhamento adequado das variáveis ambientais, falta de manejo da água, ausência de um sistema de gestão eficiente e de manejo sanitário e nutricional. Esses fatores levaram a produção de tambaqui a apresentar baixo desempenho produtivo (CAA >1,8 e produtividade < 10 t ha⁻¹ ano) quando comparada com a da tilápia em viveiros escavados (CAA média de 1,4 e produtividade média de 50 t ha⁻¹ ano). Ficou evidenciado que o potencial produtivo da espécie não está sendo aproveitado ao máximo pois, é comumente reportado na literatura que a espécie apresenta grande

potencial para criação em função de suas características. Essas características, associadas à ideia de elevado retorno econômico obtido na criação da espécie, tornam a atividade altamente atrativa e posicionaram o tambaqui como a espécie mais produzida no Brasil. Entretanto, foi observado neste trabalho e corroborado por Munoz *et al.*, (2014b; a), que nem sempre a atividade apresenta rentabilidade, devendo o produtor ficar atento não somente aos manejos realizados dentro de sua propriedade, mas também a questões mercadológicas, relacionados ao preço dos insumos e fatores de produção em geral, bem como ao preço pago por sua produção.

A rentabilidade e eficiência da produção de tambaqui estão associadas com a escala de produção, produto gerado e preço dos fatores de produção e produto, além das características ou falta de uma tecnologia adequada, expressado no caput anterior. A produção de tambaqui curumim foi inviável em micro e pequena escala de produção e mesmo em escala média há uma baixa rentabilidade (3,65%), apesar deste produto ser altamente demandado no Amazonas, a perenidade de seu fornecimento está comprometida em função do insucesso na produção. A falta de rentabilidade está associada com elevadas médias de CAA (2,32) e baixo preço pago ao produtor ($< R\$ 4,25 \text{ kg}^{-1}$). Essas elevadas taxas de CAA expressam a falta de manejo alimentar adequado, com ausência de rações específicas para espécie, além da falta de um programa eficiente de melhoramento genético que levem os animais a expressar o máximo de seu potencial e melhorar o desempenho da atividade como um todo. O ciclo de produção em menor tempo (média de 218,57 dias) quando comparado à produção de roelo (384 dias), torna a produção de curumim uma atividade com maior giro de capital e maior risco e este risco é acentuado quando não há manejo, tecnologia ou sistemas de gestão adequados.

A produção de tabaqui roelo apresentou rentabilidade com índices de lucratividade superiores a 12%, apesar das elevadas conversões alimentares ($>1,8$), baixa produtividade e elevados custos de produção ($>R\$ 4,00 \text{ kg}^{-1}$) sendo o preço pago pelo produto ($>R\$ 5,00 \text{ kg}^{-1}$) um fator que levou a produção ser rentável. Apesar da produção de roelo apresentar índices de lucratividade superiores a 12%, quando esta foi realizada concomitantemente com curumim, houve prejuízo para o empreendedor e, conseqüentemente, estas DMU's foram as menos eficientes. Em ambas as produções (curumim e roelo), a ração foi o item mais representativo no COT e o principal direcionador do custo, com participações entre 50% e 90%.

A falta de rentabilidade encontrada nas pequenas propriedades produtoras de tabaqui é algo realmente preocupante, visto que Lima *et al.*(2015) observaram que a piscicultura em viveiros escavados no Amazonas é realizado principalmente em propriedades com menos de 5 ha de lamina de água. Este cenário é agravado ao considerar que o governo do estado do Amazonas, com o intuito de aumentar a produção de tabaqui no estado e cobrir o déficit existente no fornecimento desse produto, tem incentivado e apoiado a criação em pequenas propriedades. Esta política pode estar embasada em função da legislação ambiental estadual, que isenta o pequeno produtor da licença ambiental, devendo este possuir apenas um cadastro simples no IPAAM. Esta política de popularização da piscicultura abrange um número maior de famílias e, conseqüentemente, do ponto de vista social, pode ser mais correta. Entretanto, os resultados encontrados neste trabalho mostram que esta política pode estar equivocada, principalmente pela ausência de um sistema de extensão eficiente, que leve tecnologia e conhecimento a esses novos produtores, que não possuem informações a respeito da atividade e irão encontrar pela frente um mercado complexo, que implica na necessidade de um alto conhecimento, não

somente do seu sistema de produção como um todo, mas também dos fatores de mercado que estão influenciando sua produção.

Os problemas anteriormente citados na produção de tabaqui resultaram que apenas duas propriedades de médio porte apresentaram 100% de eficiência técnica e de escala. Verificou-se um retorno crescente de escala em mais de 80% das DMUs o que indica restrições na produção, sejam elas mercadológicas, técnicas ou políticas. A falta de rentabilidade levou a uma baixa eficiência nas ME e EPP's, ocasionada pela: falta de infraestrutura adequada, baixo conhecimento técnico e mercadológico a respeito da atividade, elevado custo de produção ($> R\$ 4,50 \text{ kg}^{-1}$), baixo preço médio de venda ($< R\$ 5,00 \text{ kg}^{-1}$), falta de especialização na produção, ociosidade da infraestrutura e gestão inadequada. De modo contrário, as elevadas eficiências observadas nas EMP's foram observadas em função de: uso de aeradores, mesmo que em quantidades insuficientes; menor ociosidade da infraestrutura; maior poder de barganha e conhecimento mercadológico e técnico; especialização da produção; e maior controle da produção.

Em geral, a produção de tabaqui em viveiros escavados e tilápia em tanques-rede, demonstraram apresentar problemas semelhantes mas em escalas diferentes. A falta de profissionalização com o uso de equipamentos, manejo e a tecnologia adequada, impede os produtores de combinarem os fatores de produção da melhor forma possível, gerando elevados custos de produção, que aliados ao baixo preço pago pelo produto, faz com que a rentabilidade na produção de tilápias seja cada vez menor, e a produção de tabaqui em viveiros escavados seja em muitos casos inviáveis. Estes fatores refletiram em um retorno de escala crescente nas duas atividades, mostrando que em ambos os casos os produtores estão enfrentando

restrições de mercado, principalmente os de pequeno porte que apresentaram as menores eficiências.

4 Referências Bibliográficas

LIMA, J. P. et al. Pró-Rural Aquicultura: relatos das principais ações de extensão tecnológica e um panorama do setor aquícola do estado do Amazonas, Brasil. **Nexus-Revista de Extensão do IFAM**, v. 1, n. 1, 2015. ISSN 2447-794X.

MUNOZ, A. E. P. et al. **No segundo painel do projeto Campo Futuro da Aquicultura, piscicultores discutem os custos de produção da aquicultura do sudeste do Tocantins**. EMBRAPA, E. B. D. P. A.-. Palmas - TO: 5 p. 2014a.

_____. **Piscicultores discutem custos de produção da aquicultura na região central do Tocantins**. EMBRAPA, E. B. D. P. A.-. Palmas - TO 2014b.

PEDROZA FILHO, M. X.; RODRIGUES, A. P. O.; REZENDE, F. P. Dinâmica da produção de tambaqui e demais peixes redondos no Brasil. **Embrapa Pesca e Aquicultura-Outras publicações técnicas (INFOTECA-E)**, 2016.