

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**ANÁLISE ECONÔMICA DE AERADORES NA
PRODUÇÃO DE PEIXES**

Rosiane Araujo Rodrigues Nass

CAMPO GRANDE, MS
2017

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**ANÁLISE ECONÔMICA DE AERADORES NA PRODUÇÃO
DE PEIXES**

Economic analysis of aerators in fish production

Rosiane Araujo Rodrigues Nass

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Carneiro Brumatti

Coorientador: Prof. Dr. Jayme Aparecido Povh

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
como requisito à obtenção do título de
Mestra em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção
Animal.

CAMPO GRANDE, MS 2017

Certificado de aprovação

ROSIANE ARAUJO RODRIGUES NASS

Análise econômica de areadores na produção de peixes

Economic analysis of aerators in fish production

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Mato Grosso
do Sul, como requisito à obtenção do
título de mestra em Ciência Animal.

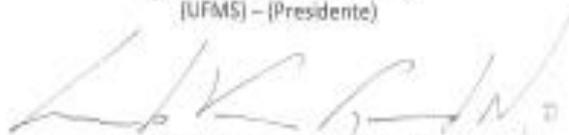
Área de concentração: Produção
Animal.

Aprovado(a) em: 22-02-2017

BANCA EXAMINADORA:



Dr. Ricardo Carneiro Brumatti
(UFMS) – (Presidente)



Dr. Leonardo Francisco Figueiredo Neto
UFMS



Dr. Charles Kiefer
UFMS

Dedicatória

Dedico esta dissertação ao meu esposo, minha filha e a toda minha família, pois sem o apoio e paciência dos mesmos, este momento não seria possível. Que Deus recompense e retribua a cada um pela força e carinho ao longo destes anos. Obrigada!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus de todo meu coração por mais esta etapa concluída em minha vida. Agradeço por Ele ter me dado forças nos momentos em que pensei em desistir, me ajudando a continuar;

Aos meus pais, Natalício Rodrigues da Silva e Cícera Araujo Rodrigues, que sempre me incentivaram a estudar e me deram todo o apoio necessário para que eu me tornasse quem sou hoje;

Ao meu amado esposo Elói Nass por todo amor e paciência. Ele tem sido meu braço direito, meu amigo e ajudador. Sem ele tudo teria sido mais difícil. Eu te amo por tudo;

A minha filha Iris Rodrigues Botelho por ser minha maior motivação de querer ser alguém melhor para possibilitar uma vida melhor para ela. Agradeço pela paciência por todas as horas que passei estudando e não pude dar a atenção que você merecia;

Ao meu irmão Adeilson Araujo Rodrigues pelo apoio e incentivo;

A todos os meus familiares que de alguma forma me ajudaram a chegar até aqui;

A minha nova família que amo tanto: Revati, Bruno, Esdras, Rebeca, Samuel, Katiane, Raphael, Jhennifer, Lígia, Sandro e Elói Filho;

Ao Toddy, meu amigo e fiel companheiro;

Ao meu orientador professor Dr. Ricardo Carneiro Brumatti por toda contribuição e por compartilhar seus conhecimentos que foram essenciais para minha formação;

Ao meu coorientador Dr. Jayme Aparecido Povh por toda ajuda e contribuição;

Ao Dr. Darci Carlos Fornari pelos dados fornecidos e toda colaboração ao longo da elaboração da dissertação e artigo;

Aos demais professores que de alguma forma tornou este momento possível;

Aos meus poucos e grandes amigos: Resenângela, Luana e Eduardo. Obrigada por acreditarem que eu seria capaz e por toda ajuda ao longo destes anos. A amizade de vocês é e sempre será muito importante para mim;

Ao programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pela oportunidade de realização do curso;

A CAPES, pelos recursos financeiros concedidos através da concessão da bolsa de Mestrado.

Epígrafe

Perseverança

*Jogo a minha rede no mar da vida e as vezes,
quando a recolho, descubro que ela retorna vazia.
Não há como não me entristecer e não há como desistir.
Deixo a lágrima correr, vinda das ondas que me renovam,
por dentro em silêncio: dor que não verte, envenena.
O coração marejado, arrumo como posso os meus sentimentos.
Passo a limpo os meus sonhos.
Ajeito da melhor forma que sei a força que me move.
Guardo a minha rede e deixo o dia dormir.
Com toda a tristeza pelas redes que voltam vazias,
sou corajosa o bastante para não me acostumar com essa ideia.
Se gente não fosse feita pra ser feliz, Deus não teria caprichado tanto nos detalhes.
Perseverança não é somente acreditar na própria rede.
Perseverança é não deixar de crer na capacidade de renovação das águas.
Hoje, o dia pode não ter sido bom, mas amanhã será outro mar.
E eu estarei lá na beira da praia de novo.*

Ana Jácomo

Resumo

NASS, R.A.R. Análise econômica de aeradores na produção de peixes. 2017. 32 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2017.

Com o surgimento da aeração empregada na produção de peixes e diante da falta de dados econômicos referentes ao uso desta tecnologia, o objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade econômica da produção de pintado híbrido (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*), em propriedades com e sem aeradores em sistema semi-intensivo. Foram utilizados 26 aeradores de pás em uma piscicultura e seus resultados foram comparados com os de outra piscicultura de dimensões próximas que não utilizou aeradores. Foram avaliadas as receitas, custos, lucratividade e margem bruta nas duas propriedades. Posteriormente, aplicou-se a metodologia da curva ABC sob os custos de produção, a fim de classificá-los quanto a sua composição e relevância. O uso da aeração aumentou a produtividade e o peso médio dos animais, justificando assim seu uso, mesmo com incremento dos custos ocasionados pelo gasto com energia elétrica, que correspondeu a apenas 6,46% sobre o total dos custos. O gasto com energia elétrica gerado pelo uso dos aeradores representa apenas 4,1% da receita obtida na propriedade, considerando que este dispêndio proporcionou um lucro bruto 106% maior do que na propriedade sem aeradores. Os resultados financeiros foram melhores com a utilização de aeradores, apresentando um Valor Presente Líquido de R\$ 837.800,00 e Taxa Interna de Retorno de 83%. Conclui-se que a maior produção e maior lucratividade na produção do pintado híbrido ocorreram com aeradores, pois apresentam os melhores resultados econômicos e está associado a sustentabilidade ambiental devido ao aumento da produção em uma mesma área, racionalizando o uso dos recursos naturais.

Palavras-chave: Aeração; Análise de sensibilidade; Curva ABC; Custo de produção; Surubim

Abstract

NASS, R.A.R. Economic analysis of aerators in fish production. 2017. 32 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2017.

With the emergence of aeration used in fish production and the lack of economic data referring to the use of this technology, the objective of this work was to evaluate the economical viability of hybrid pintado production (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*), in properties with and without aerators in a semi-intensive system. Twenty-six shovel aerators were used in a fish farm and their results were compared to those of another fish farm of close dimensions that did not use aerators. The revenues, costs, profitability and gross margin of the two properties were evaluated. Subsequently, the ABC curve methodology was applied under production costs, in order to classify them as to their composition and relevance. The use of aeration increased the productivity and the average weight of the animals, thus justifying its use, even with an increase in the costs caused by the electric energy expenditure, which corresponded to only 6.46% of the total costs. Consumption with electric power generated by the use of aerators represents only 4.1% of the revenue obtained from the property, considering that this expenditure provides a 106% gross profit higher than the property without aerators. The financial results were better with the use of aerators, presenting a Net Present Value of R\$ 837,800.00 and Internal Rate of Return of 83%. It is concluded that the highest production and higher profitability in the production of the hybrid pintado occurred with aerators, since they present the best economic results and it is associated with environmental sustainability due to the increase of production in the same area, rationalizing the use of natural resources.

Keywords: ABC curve; Aeration; Production cost; Sensitivity analysis; Surubim

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fêmea de cachara (<i>Pseudoplatystoma reticulatum</i>).....	4
Figura 2 – Macho de jundiá (<i>Leiarius marmoratus</i>).....	4
Figura 3 – Pintado híbrido	4
Figura 4 – Aerador de superfície, modelo chafariz.....	11
Figura 5 – Aerador de superfície, modelo chafariz em funcionamento.....	12
Figura 6 – Aerador de superfície – aerador de pás.....	12
Figura 7 – Aerador de superfície – aerador de pás em funcionamento.....	12
Figura 8 – Aerador propulsor para águas profundas.....	13
Figura 9 – Aerador propulsor em funcionamento.....	13
Figura 10 – Curva ABC dos custos da Piscicultura produtora de pintado híbrido, sem aerador.....	26
Figura 11 – Curva ABC dos custos da Piscicultura produtora de pintado híbrido, com aerador.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros de qualidade de água das duas pisciculturas durante o ciclo de produção do pintado híbrido.....	23
Tabela 2 - Composição nutricional das rações utilizadas durante o período de produção do pintado híbrido.....	23
Tabela 3 - Demonstrativo de Resultados Econômicos (Piscicultura sem aerador e Piscicultura com aerador) – Produção de surubim (<i>Pseudoplatystoma reticulatum</i> x <i>Leiarius marmoratus</i>).....	26
Tabela 4 - Indicadores econômicos da viabilidade de investimento na produção de pintado híbrido com aeradores.....	27
Tabela 5 - Análise de sensibilidade das pisciculturas com aerador e sem aerador em produção de pintado híbrido, com diferentes preços de venda.....	28
Tabela 6 - Análise de sensibilidade financeira da piscicultura com aerador em produção de pintado híbrido, com diferentes preços de venda.....	28

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO DE LITERATURA	2
1 Mercado da Aquicultura	2
2 Produção de pintado híbrido.....	3
3 Sistemas de produção	5
3.1 Produção extensiva.....	5
3.2 Produção semi-intensiva.....	6
3.3 Produção intensiva.....	6
4 Qualidade da água na produção.....	7
4.1 Oxigênio Dissolvido	7
4.2 Estratificação térmica	8
5 Aeradores.....	8
6 Aeração na produção de peixes	8
6.1 Natural	8
6.2 Mecânica.....	9
6.3 Tipos de aeradores	10
6.4 Eficiência dos aeradores	11
6.5 Descrição e Preço dos aeradores	11
6.6 Tipos de aeração	13
6.7 Dimensionamento dos aeradores	14
6.8 Produções que usam aeradores	14
REFERÊNCIAS	16
ANÁLISE ECONÔMICA DE AERADORES NA PRODUÇÃO DE PEIXES.....	20
1. Introdução	21
2. Material e métodos	22
3. Resultados.....	25
4. Discussão	28
5 Conclusão	31
Referências	31

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, surgiram inúmeras tecnologias com a função de possibilitar um incremento na produção de organismos aquáticos com menor dano possível ao ambiente. Uma destas tecnologias empregadas na aquicultura são os aeradores elétricos, equipamento este que possui por principal função melhorar as características de qualidade da água.

Existem no mercado diversos modelos de aeradores que são colocados na superfície da água dos viveiros com finalidade de incorporação de oxigênio na água e quebra da estratificação térmica que ocorre nos viveiros.

A utilização do aerador possibilita a intensificação da produção de organismos aquáticos, maior sobrevivência dos animais e manutenção dos níveis adequados de oxigênio dissolvido. Isso demanda energia elétrica, o que envolve o aumento no custo de produção, o qual pode ser pago através do incremento na produção.

Muitos produtores deixam de utilizar aeradores pelo simples fato de não ter conhecimento sobre o aumento nos custos de produção ocasionados por este equipamento e os possíveis ganhos por sua utilização. Os produtores que detêm este conhecimento estão fazendo uso desta tecnologia em vários tipos de criações, diversos sistemas produtivos e diferentes escalas de produção. Desta forma, muitos são os questionamentos que precisam ser respondidos quanto a utilização de aeradores: Qual o custo com energia elétrica? Quanto aumenta a produção? Seu uso é viável? Traz benefícios ao meio ambiente? É possível atender a demanda de peixes, diminuir os custos de produção e conseqüentemente, o preço de venda para o consumidor final?

Uma das maiores dificuldades ainda hoje encontrada na área da piscicultura consiste em levar as informações aos pequenos e médios produtores, estimulando-os a usar estas tecnologias. À medida que vão se tornando detentores de informações econômicas de produção, os piscicultores se tornam aptos a decidir sobre o uso dos aeradores.

Apesar de toda pesquisa já realizada até o momento, não se encontram na literatura trabalhos que relatam a utilização de aeradores na produção do pintado híbrido (originado do cruzamento entre fêmea de *Pseudoplatystoma reticulatum* e macho de *Leiarius marmoratus*). Este trabalho foi realizado com objetivo de avaliar economicamente o uso de aeradores na produção de pintado híbrido e assim obter dados reais de seus benefícios para os produtores e para o ambiente.

REVISÃO DE LITERATURA

1 Mercado da Aquicultura

Nos últimos anos, o setor de aquicultura cresceu e intensificou a produção para atender um mercado que demanda uma grande diversidade de produtos e que estes apresentem padrões elevados de qualidade constantes e preços acessíveis aos consumidores.

Segundo dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – SOFIA (2016), enquanto a população mundial está crescendo em média 1,6% ao ano, a produção de peixes com finalidade de abastecer este mercado cresce 3,2% ao ano. O crescimento da produção está diretamente relacionado ao crescimento populacional, aumento da renda e urbanização. Com isso, expandiu-se a produção e os canais de distribuição se tornaram mais eficientes.

O peixe está entre os alimentos mais comercializados no mundo e faz parte de um mercado que opera em um ambiente cada vez mais globalizado. Muitas vezes o peixe que é consumido em um determinado local, foi produzido em um país e processado em outro, cruzando diversas fronteiras nacionais até chegar à mesa do consumidor (SOFIA, 2014).

Em 1960, a população mundial consumia 9,9 kg *per capita* de peixe. Em 2014 esse valor subiu para 20 kg *per capita*, o maior já registrado até o momento. A China foi o país que mais colaborou com esse aumento. Contribuiu com 60% de toda produção mundial de pescado e atingiu o consumo em 2013 de 37,9 kg *per capita* (SOFIA, 2016).

Em 2014, o total de pescado produzido mundialmente alcançou o volume de 167 milhões de toneladas, sendo a produção mundial de peixes, crustáceos e moluscos cultivados, igual a 73,8 milhões de toneladas (SOFIA, 2016). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, o Brasil produziu em 2015, 483,24 mil toneladas de peixes (IBGE, 2016).

O consumo de peixes de água doce no Brasil foi de apenas 4,94 kg *per capita* (FAO, 2016), bem abaixo do que a Organização Mundial da Saúde – OMS recomenda (12 kg *per capita*), deixando clara a necessidade de expansão na produção e consumo (OMS – 2007). No Brasil, a região Norte é a maior consumidora e grande parte deste consumo é de peixe fresco (IBGE, 2010).

Os peixes consumidos em países desenvolvidos, em sua maioria, originam-se de importações, pois estes países passam por uma fase de retração em sua produção pesqueira nacional, ligada a concorrência com países em desenvolvimento que possuem um menor custo

de produção. Nos países em desenvolvimento, o consumo está relacionado aos produtos disponíveis por região e pelos períodos de sazonalidade de cada espécie (SOFIA, 2014).

Segundo o IBGE (2016), a participação por estado da região Centro-Oeste referente ao total de peixe produzido nacionalmente foi: Mato Grosso do Sul 6,783 mil toneladas (1,4%), Mato Grosso 47,437 mil toneladas (9,8%), Distrito Federal 2,5 mil toneladas (0,5%) e Goiás 15,637 mil toneladas (3,2%), totalizando 72,3 mil toneladas, ou seja, 14,9% da produção nacional.

Em 2014, o setor (captura e aquicultura) empregou 56,6 milhões de pessoas em todo o mundo, sendo que deste total 36% trabalhava em tempo integral, 23% trabalhava meio período e os demais como pescadores ocasionais (SOFIA, 2016). No mesmo ano, o PIB – Produto Interno Bruto do Agronegócio foi maior que R\$ 1 trilhão (CEPEA, 2014). Com toda a atividade, movimentou-se um PIB pesqueiro de R\$ 5 bilhões, empregando em média 800 mil profissionais (pescadores e aquicultores) e 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos (BRASIL, 2014).

Os produtos obtidos pela atividade pesqueira, com destaque aos peixes, possuem elevada qualidade nutricional quando comparado a outros alimentos de origem animal. São fontes de minerais e vitaminas lipossolúveis A e D, ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa com cinco ou seis duplas ligações e proteínas que possuem todos os aminoácidos essenciais ao ser humano (ABABOUCHE, 2005).

O Ministério da Saúde, através do guia alimentar para população brasileira – (BRASIL, 2014), informou que no Brasil, dentre o grupo dos pescados, o peixe é o alimento mais consumido, porém sua oferta ainda é pequena e são comercializados com valores altos, dificultando o aumento do consumo por parte dos brasileiros. Isso reforça a importância do aumento da produção, tornando este alimento mais barato e disponível durante todo o ano.

2 Produção de pintado híbrido

O pintado é um dos peixes de água doce que possui maior valor comercial, considerado um produto nobre (CREPALDI, 2008). Pode ser comercializado em diferentes formas: sem cabeça e eviscerado, em filés ou postas, facilitando as mais variadas formas de preparo (PROCHMANN, 2003). A produção brasileira em 2015 de pintado, cachara, cachapira, pintachara e surubim, foi de 18,354 mil toneladas, representando 3,8% do total de peixes produzidos (IBGE, 2016).

A criação de peixes híbridos vem se destacando nos sistemas de cultivo do Brasil central (PÁDUA et al., 2012). Entre os híbridos mais produzidos está o pintado híbrido,

originado do cruzamento entre fêmea de cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*), (Figura 1), e macho de jundiá (*Leiarius marmoratus*), (Figura 2) (VENTURA et al., 2013). O pintado híbrido (Figura 3) apresenta uma carne de ótima qualidade, filés espessos e rendimento de carcaça aproximado de 40%. Quanto as suas características zootécnicas, possui alta taxa de crescimento (média de 2kg em 8 meses) e boa taxa de conversão alimentar (1,4 a 1,8:1) (BALDISSEROTTO & GOMES, 2010).



Figura 1 – Fêmea de cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) (Arquivo pessoal, 2014).



Figura 2 – Macho de jundiá (*Leiarius marmoratus*) (Arquivo pessoal, 2014).



Figura 3 – Pintado híbrido (Panorama da Aquicultura, 2011. Foto: Adelson Santana - Biólogo).

Por meio deste cruzamento interespecífico se transferem as características de interesse de cada uma das espécies usadas, para os híbridos resultantes do cruzamento (HASHIMOTO et al., 2011).

O pintado híbrido se adapta bem em viveiros e apresenta bom desempenho em comparação aos progenitores, mesmo com baixo nível de oxigênio dissolvido, porém, para atender a atual demanda, as pisciculturas tendem a buscar meios de intensificar a produção em

uma menor área de viveiro, sendo então empregada uma maior taxa de renovação de água, o que nem sempre é possível devido à escassez deste recurso, ou como forma alternativa, o uso de aeradores elétricos (KUBITZA et al., 1998).

Os alevinos de pintado híbrido são comercializados a valores entre R\$ 1,35 e 2,50/unidade, com variações ligadas ao tamanho e quantidade adquirida. O custo de produção desta espécie varia entre R\$ 4,20 e 5,00/kg. Como seus custos são elevados, a produção precisa ser o mais eficiente possível para produzir uma maior quantidade e em menor tempo para obtenção de capital giro (KUBITZA et al., 2007).

Um modelo de agregação de preço ao pintado híbrido realizado por Prochmann (2003) exemplifica o piscicultor que adquire o alevino pelo preço de R\$ 1,80/unidade e até a fase de engorda tem um custo de produção de R\$ 5,20/kg. Para o varejista este peixe é vendido a R\$ 6,50/kg e chega ao consumidor a R\$ 11,90/kg. Isso demonstra que para o produtor conseguir maior rentabilidade, precisa intensificar a produção e aprimorar técnicas que diminuam os custos de produção.

A medida que aumenta a densidade de peixe nos viveiros visando uma maior produção, ficam sujeitos a fatores estressantes relacionados principalmente a queda da qualidade da água, ocasionando uma perda expressiva no desempenho produtivo individual (FARIA, 2010). Uma possível solução para este problema seria o uso de aeradores.

Na fase de terminação e engorda (juvenis de 1 kg), peixes nativos como o pintado híbrido, em condições de criação em viveiros que possuem apenas renovação de água, recomenda-se uma densidade de 1 a 3 juvenis/m². Mantendo esta mesma renovação de água, porém utilizando aeradores, essa densidade pode aumentar para 3 a 6 juvenis/m² (FARIA et al., 2013).

3 Sistemas de produção

Os sistemas de produção em piscicultura se adequam aos diversos objetivos produtivos do empreendimento, espécie produzida, mercado, disponibilidade de água, energia elétrica e área disponível. Os sistemas variam do extensivo ao intensivo, que apresentam maiores custos de produção, porém comportam altas densidades de estocagem (TEIXEIRA et al., 2006).

3.1 Produção extensiva

A forma de produção extensiva é praticada principalmente por famílias que usam esta produção para sua subsistência e vendem o restante. Neste sistema, estas famílias produzem

machos e fêmeas e, geralmente, cultivam mais de uma espécie no mesmo viveiro. Sua produção é de baixa densidade de estocagem (mil a dois mil peixes/hectare) com ganho de 300 kg a 700 kg/ha/colheita (TEIXEIRA et al., 2006).

Na produção extensiva, os peixes não são alimentados. Alimentam-se com organismos presentes no próprio ambiente aquático (WATANABE et al., 2002). A água utilizada nos viveiros não recebe fertilizantes, sejam eles orgânicos ou inorgânicos (NASCIMENTO & OLIVEIRA, 2010).

Estes métodos de cultivo extensivos tradicionais, estão sendo substituídos por sistemas de produção semi-intensivos e intensivos por consequência do aumento da demanda pelo mercado consumidor, expansão das indústrias, além do desenvolvimento e utilização de novas tecnologias (TEIXEIRA et al., 2006).

3.2 Produção semi-intensiva

O sistema de produção semi-intensiva possui viveiros com área de mil a 60 mil m² e renovação diária de água de 1 a 10%. Com maior aporte de minerais realizado com adubos orgânicos (esterco de bovinos, suínos, equinos, etc.) ou químicos (fontes de nitrogênio e fósforo), o sistema consegue produzir mais alimento natural (fito e zooplâncton, bentos e macrófitas) para os peixes filtradores. Os peixes recebem oferta de alimentos artificiais, como as rações (NASCIMENTO & OLIVEIRA, 2010).

São produzidos nestes viveiros somente peixes de cultivo, evitando a entrada de peixes selvagens que competirão pelos alimentos, tanto o natural quanto o artificial. No caso dos peixes selvagens carnívoros, estes colocam em risco o povoamento dos peixes de cultivo (NASCIMENTO & OLIVEIRA, 2010).

3.3 Produção intensiva

O sistema intensivo de produção se caracteriza por criações principalmente em tanques-rede ou gaiolas. Neste tipo de sistema os gastos com insumos como as rações e controle de qualidade da água, são bem maiores do que nos outros sistemas (ABRUNHOSA, 2011).

No sistema de produção intensiva, opta-se pelo monocultivo, altas densidades, uso de rações de alta qualidade, maior frequência de fornecimento de ração, e com isso, apresenta produtividade elevada (FARIA et al., 2013).

A produção em tanques-rede, se torna cada dia mais presente nas pisciculturas de sistema intensivo. Apresenta diversas vantagens como: menor custo por kg de peixe

produzido, uso racional da água, escalonamento da produção, facilita o manejo e possibilita melhor visualização dos peixes. Por outro lado, apresenta algumas dificuldades como: legalização do empreendimento mais complicada, dependência da alimentação artificial, facilidade de aparecimento de doenças e conseqüentemente dificuldade de aplicação de um tratamento e suscetibilidade a roubos (SANDOVAL JR et al., 2013).

A produção de peixes em tanques-rede é uma das formas mais intensivas de produção, porém o volume de dejetos e metabólitos oriundos dos peixes é alto, o que exige uma elevada renovação de água (MALASSEN et al., 2008).

4 Qualidade da água na produção

A água tem suma importância dentro da produção, pois determina o sucesso das criações. Por este motivo a mesma deve ser livre de substâncias nocivas. Esta água deverá apresentar características químicas ideais para produção tais como: oxigênio dissolvido, temperatura, pH, dureza e alcalinidade (ABRUNHOSA, 2011).

Alguns destes parâmetros, como é o oxigênio dissolvido, podem ser mantidos em condições ideais com auxílio da utilização de aeradores, que também evitará a ocorrência da estratificação térmica da água.

4.1 Oxigênio Dissolvido

A característica mais importante para a produção de peixes é a concentração de oxigênio dissolvido. Este pode ser aferido através de um equipamento eletrônico (oxímetro) ou kits de análise em laboratório. Alguns fatores podem afetar a solubilidade de oxigênio na água: temperatura, salinidade e pressão atmosférica (KUBITZA, 1998; FARIA et al., 2013).

Os níveis de oxigênio dissolvido podem sofrer variações durante o decorrer do dia principalmente devido ao processo de fotossíntese realizado pelos organismos aquáticos, porém a concentração ideal para criação de peixes tropicais é acima de 5 mg/L (ANA, 2017). Caso fique abaixo desta quantidade recomendada, os animais diminuem a taxa de crescimento e, apresentando níveis críticos, (abaixo de 1 mg/L), leva a morte dos peixes (FARIA et al., 2013).

O monitoramento do nível de oxigênio dissolvido deve ser realizado em diversos horários do dia. Sua queda é progressiva à medida que se avança o cultivo. Com este monitoramento, pode ser possível uma providência a tempo, evitando-se perdas dos peixes (KUBITZA, 2008).

4.2 Estratificação térmica

Quando a diferença de densidade entre a camada superior e a inferior são tão diferentes que o vento não é capaz de misturá-las, denominamos como estratificação. O calor é absorvido na camada superior tornando-a menos densa, e esta permanece na superfície (ARANA, 1997). Em reservatórios mais profundos podem ocorrer variações constantes de temperatura devido a estratificação da coluna d'água, e isso irá afetar diretamente a qualidade da água e a produção de peixes (ROTTA & QUEIROZ, 2003).

Este fenômeno pode ocorrer mesmo em tanques rasos, quando estes se apresentam com alta turbidez, aquecendo rapidamente a camada superficial em dias de sol intenso e pouco vento, dificultando a passagem da luz solar para as camadas mais profundas e impossibilitando o processo de fotossíntese (ARANA, 1997).

5 Aeradores

São equipamentos elétricos indicados para locais onde a renovação de água é baixa, em sistemas que fazem a recirculação da água e em criações onde se deseja trabalhar com altas densidades de peixe ou apenas na fase final da engorda, pois nesta fase a biomassa é elevada (FARIA et al., 2013). Devido à necessidade de energia elétrica necessária para seu funcionamento, acarreta um incremento no custo de produção e, desta forma, seu uso permanente deverá ser justificado pelo aumento na produção.

Quando há falta de energia elétrica, os mesmos podem ser movidos por motores à diesel ou gasolina e até mesmo acoplados a TDP (tomada de potência) de tratores (BOYD, 1997), fato este importante, pois se evita a mortalidade dos peixes.

6 Aeração na produção de peixes

A aeração dos tanques e viveiros é fundamental para a manutenção dos níveis adequados de oxigênio dissolvido, aumentando a sobrevivência e performance produtiva dos peixes (KUBITZA, 1998).

A aeração é um processo que possibilita o aumento nos níveis de oxigênio dissolvido em um corpo de água e também elimina o dióxido de carbono (CO_2) e amônia não ionizada (NH_3). Pode ser realizada de forma natural ou mecânica (ARANA, 1997). À medida que ocorre a aeração também observamos a não formação de camadas estratificadas, o que é bom para os viveiros de produção. As principais formas de aeração são natural e mecânica.

6.1 Natural

O oxigênio é um gás que se encontra presente na água. Sua presença é especialmente ligada a ação dos ventos que permitem a transferência do oxigênio (O_2) presente no ar (atmosfera) para a água, caracterizando esta transferência como natural (SANDOVAL JR et al., 2013).

6.1.1 Difusão

Ocorre o incremento de oxigênio na água através do oxigênio presente na atmosfera. Este se difunde pela coluna de água. Neste processo a quantidade e a velocidade do vento interferem na quantidade de oxigênio acrescido à água (ARANA, 1997).

6.1.2 Renovação

A renovação de água faz com que a carga orgânica e a concentração de amônia na água diminuam, permitindo aumentar o fornecimento de ração e, conseqüentemente, a capacidade de suporte. Quando o sistema faz uso de renovação parcial da água, pode-se utilizar juntamente a renovação e aeração mecânica (OSTRENSKY et al., 2008).

6.1.3 Fitoplâncton e Plantas Aquáticas

No período de luz, as microalgas do plâncton realizam fotossíntese, e através deste processo liberam oxigênio para o meio aquático. Na ausência de luz ou dias nublados, devido à interrupção do processo de fotossíntese, as microalgas cessam a produção de oxigênio. Com isso, a concentração de oxigênio dissolvido diminui, chegando a níveis críticos durante a madrugada. A partir do início da manhã, os valores de oxigênio dissolvido voltam a aumentar, sendo as maiores taxas ocorrentes no período da tarde, como resultado da retomada do processo de fotossíntese pelo plâncton (SANDOVAL JR et al., 2013).

6.2 Mecânica

Com a racionalização do uso da água e uma maior densidade de peixes nos viveiros, ocorrem variações no nível de oxigênio dissolvido, chegando a níveis críticos durante a ausência de luz, quando ocorre apenas respiração biológica e oxidação química, colocando a sobrevivência dos peixes em risco, fazendo-se necessário nestes sistemas mais intensivos o uso de aeradores elétricos, que implicam em aumento no custo de produção (ARANA, 1997).

A baixa quantidade de oxigênio dissolvido na água é um agente estressor, e isso pode ocasionar uma queda no consumo de alimentos, diminuição do crescimento e mortalidade dos peixes (OAKES et al., 2011). Os aeradores têm como função manter os níveis de oxigênio dissolvido adequados à produção e sobrevivência dos peixes (KUBITZA, 1998).

Os aeradores artificiais possibilitam intensificar a produção de peixe, utilizando as mesmas áreas de tanques existentes. Esta aeração artificial diária melhora a qualidade da

água, oferecendo mais oxigênio e reduzindo as chances de doenças e mortalidade. Esta técnica vem sendo utilizada por alguns produtores e demonstrou uma produtividade três vezes maior (ACEB, 2014).

Para atingir o propósito esperado (aumento da produtividade e sobrevivência dos animais), necessita-se de conhecimento dos princípios da aeração para aplicação correta. Sua utilização está relacionada também com outras condições como período do ano (clima) e espécie produzida (OAKES et al., 2011).

6.3 Tipos de aeradores

Os aeradores mais utilizados nas pisciculturas são os aeradores de superfície (*paddle-wheel*), que agitam a água mais superficialmente e são usados em tanques mais rasos, e os aeradores turbinados (*propeller-aspirator pumps*), usados em tanques mais fundos, também chamados de bomba aspiradora de hélice (SIPAÚBA-TAVARES et al., 1999).

Para escolha de qual aerador será utilizado, deve-se levar em conta algumas características como: tamanho do viveiro, profundidade, forma, disponibilidade de energia elétrica, eficiência do aerador e o tipo de despesca realizada no viveiro (OAKES et al., 2011). Abaixo segue a descrição de alguns dos tipos de aeradores mecânicos:

6.3.1 Aeradores de Gravidade

Sistema considerado barato desde que se disponha de uma fonte de água. Esta aeração é realizada seguindo o princípio de uma queda de água de baixa elevação incrementando a interface ar-água (ARANA, 1997).

6.3.2 Aeradores de Superfície

Os aeradores de superfície podem ser acionados através de motor elétrico ou acoplados ao eixo do trator, e a taxa de transferência de oxigênio está ligada diretamente ao diâmetro do cilindro (ARANA, 1997).

6.3.3 Difusores de Ar

Difusores de ar consistem basicamente de um compressor ou soprador de ar, um sistema de tubulação para a distribuição do ar e estruturas difusoras do ar. Os difusores de ar podem ser feitos com material cerâmico, mangueiras de borracha ou de plástico perfuradas, tubos de PVC (policloreto de vinila) perfurados, entre outros (KUBITZA, 1998).

6.3.4 Aeradores Turbinados

Os aeradores turbinados diminuem a pressão sobre a superfície de difusão através da aceleração da água realizada através de um eixo ligado a um motor (ARANA, 1997).

6.4 Eficiência dos aeradores

Para saber a eficiência de um aerador, leva-se em conta o quanto o mesmo consegue incorporar de oxigênio na água em relação ao seu consumo de energia. Os aeradores do tipo pá, são os mais eficientes, e os aeradores do tipo ar difuso, são os menos eficientes (KUBITZA, 2008).

Essa quantidade de oxigênio incorporada na água é chamada de SOTR - *Standard Oxygen Transfer Rate* (kg de O₂/hora), ou de taxa de transferência de oxigênio. Sua eficiência também pode ser medida pela *Standard Aeration Efficiency* – SAE, eficiência padrão de aeração (kg de O₂/CV.h) (KUBITZA, 2008).

Por mais que aumente o consumo de energia, a manutenção do nível de oxigênio dissolvido sempre estará adequada. Embora seja uma técnica bastante difundida, trabalhos que avaliem os benefícios ainda são escassos (PRETO, 2012).

O uso de aeradores, poupa o uso contínuo de água dos viveiros por meio da renovação contínua, porém, seu efeito de sustentabilidade não é avaliado (KIMPARA, 2011).

6.5 Descrição e Preço dos aeradores

Dentro os aeradores de superfície, temos o modelo chafariz (Figura 4). Este é indicado para aeração de tanques escavados, tanques rede de grandes volumes e represas com grandes densidades de peixes, apresentando máxima eficiência na incorporação de oxigênio (ESCAMA FORTE, 2017).



Figura 4 – Aerador de superfície, modelo chafariz (<http://escamaforte.com.br/>).

Seu uso é indicado para a produção de alevinos, tilápias, pintados, tambaqui, carpas, pacus, camarões, entre outros. Um aerador chafariz (Figura 5) monofásico custa em média R\$ 2.600,00 (ESCAMA FORTE, 2017).



Figura 5 – Aerador de superfície, modelo chafariz em funcionamento (<http://escamaforte.com.br/>).

Um aerador que vem sendo amplamente utilizado nas pisciculturas é o aerador de pás (Figuras 6 e 7). Suas pás foram desenvolvidas para maximizar a impulsão de água. Este modelo pode economizar de 15 a 20% quanto ao consumo de energia elétrica quando comparado aos outros aeradores. Seu valor no mercado é de R\$ 2.800,00 (ESCAMA FORTE, 2017).



Figura 6 – Aerador de superfície – aerador de pás (<http://escamaforte.com.br/>)



Figura 7 – Aerador de superfície – aerador de pás em funcionamento (<http://escamaforte.com.br/>).

Quando se trata de águas mais profundas, o modelo mais indicado é o aerador propulsor (Figura 8), conhecido também como aerador turbinado. Possui um sistema de hélice imersa que promove a aeração diretamente embaixo da água (Figura 9), injetando o oxigênio

nas partes mais profundas. Este modelo é recomendado em criações de peixes em barragens e açudes com grande profundidade. Possui um sistema de regulagem de altura do propulsor para atingir locais mais profundos (AGRICOTEC, 2017). Um modelo monofásico de 2 CV custa em torno de R\$ 2.660,00 (TREVISAN, 2017).



Figura 8 – Aerador propulsor para águas profundas (<http://www.agricotec.com.br/>).



Figura 9 – Aerador propulsor em funcionamento (<http://www.agricotec.com.br/>).

6.6 Tipos de aeração

Existem três tipos de aeração que podem ser realizadas nas pisciculturas: aeração de emergência, suplementar ou contínua. A aeração de emergência ocorre quando se faz monitoramento diário do nível de oxigênio durante a noite e liga apenas quando este nível estiver inferior a 2 a 3mg/L. Quando está próximo deste nível os aeradores são acionados por 4 a 6 horas durante a madrugada e desligados ao amanhecer do dia (BOYD, 1997).

Na aeração suplementar o acionamento dos aeradores é realizado diariamente durante a noite independente dos níveis de oxigênio dissolvido. Já a aeração contínua como sugerido pelo seu nome, mantém a aeração constante durante todo o período de produção ou apenas nas fases de aumento da biomassa (KUBITZA, 1998). A aeração contínua feita de forma controlada, melhora a qualidade da água e a conversão alimentar e geralmente é mais rentável do que fazer uso da aeração de emergência (OAKES et al., 2011).

6.7 Dimensionamento dos aeradores

Em tanques e viveiros pequenos (área menor que 3.000 m²) são empregados aeradores de pequeno porte, podendo ser transferido de um viveiro ao outro quando se faz necessário, sendo suficiente três aeradores para 10 viveiros pequenos. Tanques e viveiros maiores demandam de uma maior necessidade de aeração sendo necessários aeradores de grande porte, porém são pesados, sendo mais trabalhosa sua locação e possível transferência, geralmente impraticáveis (KUBITZA, 1998).

Quando dois ou mais aeradores são postos em apenas um viveiro, devem ser dispostos de preferência nos cantos dos viveiros, em uma área não muito rasa evitando a suspensão excessiva de partículas, promovendo o movimento circular da água (BOYD, 1997).

Nos sistemas intensivos, os aeradores mecânicos são distribuídos na proporção de 4hp/ha (MARTIN et al., 1995). Em produções de tilápias, quando se deseja trabalhar com biomassa superior a 8.000 kg/ha (ou 0,8 kg de peixes/m²), recomenda-se o uso de aeradores de aproximadamente 5 CV/ha. Já para produção que excedam 20 toneladas/ha (2 kg de peixes/m²), recomenda-se potência de aeração entre 10 e 20 CV/ha (KUBITZA, 2009).

6.8 Produções que usam aeradores

Embora seja uma técnica muito viável, a utilização de aeradores em pisciculturas é pouco estudada segundo sua viabilidade econômica. Existem poucos trabalhos na área, onde dentre eles, destacam-se os trabalhos científicos de Kimpara (2011) e Preto (2012) com aeradores em produções de camarão de água doce (*Macrobrachium amazonicum*), onde concluíram que a aeração é eficiente na quebra da estratificação térmica da água e homogeneização do oxigênio dissolvido, melhorando o peso médio final dos camarões.

Nesse mesmo sentido, Castro et al. (2002) avaliaram o desempenho produtivo do tambaqui e concluíram que com aeração noturna durante os 120 dias finais do período de produção é possível obter duas safras de tambaqui por ano. Scorvo Filho et al. (1998) fizeram uma comparação em produções de peixes redondos, carpas e tilápias com uso de aeradores e concluíram que sistemas mais intensivos são mais lucrativos, porém para evitar os riscos ligados a esses sistemas, se faz necessário conhecimento para empregar a tecnologia na produção.

Desta forma, é possível afirmar que apesar do uso de energia elétrica para o funcionamento dos aeradores, gerando um item de gasto a mais na propriedade, a utilização deste equipamento torna-se viável pelo incremento nas receitas e o aumento da produção em uma mesma área. Seu uso ainda precisa ser estudado com outras espécies e a maior carência

continua sendo de informações econômicas e financeiras que possam possibilitar o estímulo ao uso da tecnologia.

A partir dos resultados obtidos no presente estudo, elaborou-se um artigo intitulado “Análise econômica de aeradores na produção de peixes”, elaborado de acordo com as normas da revista *Aquaculture*, com adaptações as normas de elaboração de dissertações e teses do programa de pós-graduação em Ciência Animal da UFMS.

REFERÊNCIAS

- ABABOUC, L. **Composição de peixe**. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department. Rome: FAO; 2005. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/topic/12318/en>> Acesso em: 12/05/2015.
- ABRUNHOSA, F. **Técnico em Aquicultura - Piscicultura**. Pará: IFPA. p.116. 2011.
- ACEB - ASSOCIACAO CULTURAL E EDUCACIONAL BRASIL. **1º anuário brasileiro da pesca e aquicultura**. p. 136. 2014.
- AGRICOTEC. **Aerador propulsão**. Disponível em: <<http://www.agricotec.com.br/produtos/aerador-propulsao/>> Acesso em: 08/01/2017.
- ANA - Agência Nacional de Águas. **Indicadores de qualidade - índice de qualidade das águas**. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 17/01/17.
- ARANA, V. L. **Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões**. Florianópolis: Ed. da UFSC. P. 166. 1997.
- BOUYD, C. **Pond Bottom Soil and Water Quality Management for Pond Aquaculture**. Alabama, EUA. P. 60. 1997.
- BRASIL - **Guia alimentar para a população brasileira**. 2. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 156p. 2014.
- BRASIL - Ministério da Pesca e Aquicultura (2011). **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura**, Brasília, p.60. 2011.
- CASTRO, A. L.; SOUZA, N. H.; BARROS, L. C. G. **Avaliação do sistema de produção de Tambaqui intensivo em viveiro de terra com aeração**. Comunicado técnico – MAPA. 1ª edição. Aracajú, SE. p.4. 2002.
- CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. PIB do Agronegócio 1995-2015. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>> Acesso em: 10/02/2017.
- CREPALDI, D. V. Ultrassonografia em surubins (*Pseudoplatystoma corruscans*): avaliação de parâmetros reprodutivos e características de carcaça. 2008. 59f. **Tese** (Doutor em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, 2008.
- ESCAMA FORTE. **Aeradores**. Disponível em: <<http://escamaforte.com.br/equipamentos/aeradores.html>> Acesso em: 10/01/2017.
- FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. (2013). **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/368/DesktopDefault.aspx?PageID=368#ancor>> Acesso em 20/12/2016.

FARIA de, R. H. S.; MORAIS, M.; SORANNA, M. R. G. S.; SALLUM, W. B. **Manual de criação de peixes em viveiro**. Brasília: Codevasf. p.136. 2013.

FARIA, P. M. C. Produção de híbridos de *Pseudoplatystoma* spp. em sistema de recirculação de água. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 2010. 51p. **Tese** (Doutor em Zootecnia) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

HASHIMOTO, D. T.; SENHORINI, J. A.; FORESTI, F.; FORESTI, F. P. Produção e comércio de híbridos em pisciculturas: desenvolvimento de bases tecnológicas aliada à conservação ambiental. In: Anais do III Seminário de Pesquisa e Iniciação Científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade: pesquisa para manejo. **Anais...** Brasília, DF. 2011.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo?busca=1&id=1&idnoticia=1937&t=pof-20082009-mais-90-populacao-comem-poucas-frutas-legumes-verduras&view=noticia>> Acesso em: 01/04/2015.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Comunicado social**. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&idnoticia=2857>> Acesso em: 05/05/2015.

KIMPARA, J. M. Sustentabilidade, manejo da água e da aeração no cultivo semi-intensivo do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* em água hipereutrófica. Jaboticabal: UNESP. 2011. 191p. **Tese** (Doutor em Aquicultura). UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. 2011.

KUBITZA, F.; CAMPOS, J. L.; BRUM, J. A. **Panorama da Aquicultura**. v. 8, n. 49, p. 47, 1998.

KUBITZA, F. Manejo na produção de peixes: o uso eficiente da aeração. **Panorama da Aquicultura**. v. 18, n. 109, p. 9, 2008.

KUBITZA, F.; ONO, E. F.; CAMPOS, J. L. **Panorama da Aquicultura**. v. 17, n. 102, p. 21, 2007.

KUBITZA, F. **Panorama da Aquicultura**. v. 8, n. 47, p. 39, 1998.

KUBITZA, F. **Panorama da Aquicultura**. v. 19, n. 115, p. 18, 2009.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes. **Panorama Aquicultura**, v. 8, n. 47, p. 35-43, 1998.

NASCIMENTO, F. L. OLIVEIRA, M. D. de. **Noções básicas sobre piscicultura e cultivo em tanques-rede no Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 28 p. 2010.

MALLASEN, M.; BARROS, H. P. de; YAMASHITA, E. Y. Produção de peixes em tanques rede e a qualidade de água. **Revista Tecnologia e Inovação Agropecuária**, v.1, p.47-52, 2008.

MARTIN, N. B.; FILHO, J. D. S.; SANCHES, E. G. NOVATO, P. F. C. Custos e retornos na piscicultura em São Paulo. **Informações Econômicas**, v.25, n.1, p. 39. 1995.

OAKES, P. L.; GULLETT, C.; BOBOWICK, T. **Aeration of Ponds Used in Aquaculture. Agricultural Engineering**. Technical Note, n. AEN-3, p.20. 2011.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Necessidades de proteínas e aminoácidos na nutrição humana**. Relatório de Articulação OMS/FAO/UNU. Consulta de Especialistas da Universidade das Nações Unidas. Série de Relatórios Técnicos, 935. OMS; 2007.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R.; SOTO, D. **Aqüicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília, p. 276, 2008.

PÁDUA, S. B. de; ISHIKAWA, M. M.; KASAI, R. Y. D.; JERÔNIMO, G. T.; CARRIJO-MAUAD, J. R. Parasitic infestations in hybrid surubim catfish fry (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *P. corruscans*). **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.34, p.235-240, 2012.

PRETO, B. de L. Uso de aeradores e substratos no cultivo semi-intensivo do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum*: análise técnica, econômica e emissão de gases do efeito estufa. Jaboticabal: UNESP - CAUNESP, 2012. 94p. **Tese** (Doutor em Aquicultura) - UNESP - CAUNESP, 2012.

PROCHMANN, A. M. (2003). **Estudo da Cadeia Produtiva da Piscicultura de Mato Grosso do Sul**. Disponível em: <<http://www.researchgate.net/publication/266851370>> Acesso em: 10/06/2015.

ROTTA, M. A.; QUEIROZ, J. F. de. **Boas práticas de manejo (BPMs) para a produção de peixes em tanques-redes**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003.

SANDOVAL JR, P.; TROMBETA, T. D.; MATTOS, B. O. de.; SALLUM, W. B.; SORANNA, M. R. G. de S. **Manual de criação de peixes em tanques-rede**. 2. ed. – Brasília: Codevasf. p. 68. 2013.

SCORVO FILHO, J. D.; MARTIN, N. B.; AYROZA, L. M. S. Piscicultura em São Paulo: custos e retornos de diferentes sistemas de produção na safra 1996/97. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 41-62, 1998.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; FREITAS, A. M.; BRAGA, F. M. S. The use of mechanical aeration and its effects on water mass. **Rev. Bras. Biol.**, 59: p. 33-42. 1999.

SOFIA - **The State of World Fisheries and Aquaculture: Contributing to food security and nutrition for all**. Roma, p. 224. 2016.

SOFIA - **The State of World Fisheries and Aquaculture: Opportunities and challenges.** Roma, p. 243. 2014.

TEIXEIRA, E. A.; CREPALDI, D. V.; FARIA, P. M. C.; RIBEIRO, L. P.; MELO, D. C.; CARVALHO, D.; SOUSA, A. B.; SATURNINO, H. M. Sistemas de produção na piscicultura. **Rev Bras Reprod Anim**, Belo Horizonte, v.30, n.3/4, p.86-99, jul./dez. 2006.

TREVISAN. **Equipamentos para aquicultura: orçamento.** Disponível em:<<http://trevisan.ind.br/>>. 02/01/2017.

VENTURA, A. S.; JERÔNIMO, G. T.; GONÇALVES, E. L. T.; TAMPOROSKI, B. R. F.; MARTINS, M. L.; ISHIKAWA, M. M. Fauna parasitária dos híbridos siluriformes cachapinta e jundiara nos primeiros estágios de desenvolvimento. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.48, n.8, p.943-949, 2013.

WATANABE, W. O.; LOSORDO, T. M.; FITZSIMMONS, K. Tilapia production systems en the Americas: technological advances, trends, and challenges. **Rev Fish Sci**, v.10, p.465-498, 2002.

ARTIGO

ANÁLISE ECONÔMICA DE AERADORES NA PRODUÇÃO DE PEIXES

R. A. R. Nass^{a,*}, J. A. Povh^a, D. C. Fornari^b, R. C. Brumatti^a

^aUniversidade Federal de Mato grosso do Sul, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Av. Senador Felinto Muller, 2443, Vila Ipiranga, 79070-900, Campo Grande, MS, Brasil

^bPesquisador Bom Futuro Genética de peixes - Rua primavera 250, Sorriso, MT, Brasil

Resumo - Objetivou-se avaliar economicamente a produção de surubim (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*) em propriedades com e sem aeradores. Foram utilizados 26 aeradores de pás em uma piscicultura e seus resultados foram comparados com os de outra piscicultura de dimensões próximas que não utilizou aeradores. Foram avaliadas as receitas, custos, lucro bruto e margem bruta nas duas propriedades. Posteriormente, aplicou-se a metodologia da curva ABC sob os custos de produção, para classificação quanto a composição e relevância. Os resultados econômicos obtidos para piscicultura sem aerador e Piscicultura com aerador foram respectivamente: Receita R\$ 760.739,00 e R\$ 1.543.668,00, Custo R\$ 494.368,00 e R\$ 976.338,00, Lucro bruto R\$ 262.371,00 e R\$ 541.604,00 e Margem bruta 34% e 35,1%. O gasto com energia elétrica gerado pelo uso dos aeradores, consumiu apenas 4,1% da receita obtida na propriedade com aerador, sendo que este baixo dispêndio proporcionou um lucro bruto 106% superior que na propriedade onde não usou aeradores. Na composição dos custos na curva ABC, os itens que tiveram maior participação foram ração e alevinos (somando juntos 89,18% na piscicultura sem aerador e 89,12% na piscicultura com aerador). Nesta composição, a piscicultura com aerador apresentou custo com energia elétrica correspondente a apenas 6,46% sobre o total dos custos, porém possibilitou mais que o dobro de lucratividade para esta propriedade. Nas análises de sensibilidade, a produção com uso de aeradores se mostrou mais lucrativa em qualquer oscilação no preço de venda dos peixes. Os indicadores de risco financeiro foram satisfatórios reforçando a viabilidade de produção com aeradores, apresentando Taxa Interna de Retorno de 83%, Valor Presente Líquido de R\$ 837.798,00 e *Payback* descontado no segundo ano de produção. Conclui-se que a maior produção e maior lucratividade na produção do pintado híbrido ocorreu com aeradores, pois apresentam os melhores resultados econômicos e está associado a sustentabilidade ambiental devido ao aumento da produção em uma mesma área com menor uso dos recursos naturais.

Palavras-chave: Aquacultura. Curva ABC. Custo de produção aquícola. *Leiarius marmoratus*. *Pseudoplatystoma reticulatum*. Rentabilidade aquícola.

ECONOMIC ANALYSIS OF AERATORS IN FISH PRODUCTION

Abstract - The objective of this study was to evaluate economically the production of surubim (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*) on properties with and without aerators. Twenty-six shovel aerators were used in a fish farm and their results were compared to those of another fish farm of close dimensions that did not use aerators. The revenues, costs, gross profit and gross margin of the two properties were evaluated. Subsequently, the methodology of the ABC curve was applied under production costs, to be classified as composition and relevance. The economic results obtained for Pisciculture without aerator and Pisciculture with aerator were respectively: Revenue R\$ 760,739.00 and R\$ 1,543,668.00, Cost R\$ 494,368.00 and R\$ 976,338.00, Gross Profit R\$ 262,371.00 and R\$ 541,604.00 and Gross Margin 34% and 35.1%. The consumption of electric energy generated by the use of the aerators consumed only 4.1% of the revenue obtained from the aerator

property, and this low expense provided a 106% higher gross profit than in the property where it did not use aerators. In the composition of the costs in the ABC curve, the items that had the highest participation were ration and fingerlings (adding together 89.18% in fish without aerator and 89.12% in fish with aerator). In this composition, aerator fishery presented a cost with electric energy corresponding to only 6.46% of the total costs, but it allowed more than twice the profitability for this property. In the sensitivity analysis, the production with the use of aerators proved more profitable in any oscillation in the selling price of the fish. The financial risk indicators were satisfactory, reinforcing the viability of production with aerators, presenting an Internal Rate of Return of 83%, Net Present Value of R\$ 837,798.00 and Payback discounted in the second year of production. It is concluded that the highest production and greater profitability in the production of the hybrid pintado occurred with aerators, since they present the best economic results and it is associated with environmental sustainability due to the increase of production in the same area with less use of the natural resources.

Keywords: ABC curve. Aquaculture. Cost of aquaculture production. *Leiarius marmoratus*. Profitability aquaculture. *Pseudoplatystoma reticulatum*.

1. Introdução

Nos últimos anos, o pescado proveniente da aquicultura tem sido cada vez mais representativo, sendo que a tendência é que este continue crescendo nos próximos anos (SOFIA, 2016), tendo em vista que o extrativismo dificilmente conseguirá atender o aumento da demanda por pescado. Neste sentido, os sistemas intensivos de produção aquícola podem suprir esta demanda.

Os sistemas intensivos proporcionam maior produção com altas taxas de lotação, utiliza menos recursos naturais e materiais, o que tornar a atividade rentável e atrativa (Seginer, 2009), buscando-se uma aquicultura sustentável que possibilite uma produção rentável ligada à interação com o ecossistema local e com o desenvolvimento das comunidades (Valenti, 2011), formando a tríade da sustentabilidade: desenvolvimento econômico, ambiental e social (Frankic e Hershner, 2003).

Com a intensificação dos sistemas, aumenta-se a necessidade de um maior aporte de oxigênio dissolvido. Portanto, faz-se necessário tecnologias que mantenham estas características em concentrações adequadas para produção (Lima et al., 2016). Os aeradores elétricos exemplificam uma dessas tecnologias empregadas para possibilitar o aumento da produção de espécies aquáticas. Estes são essenciais em sistemas semi-intensivos e intensivos, garantindo as condições necessárias para a produção (Kumar et al., 2013).

A aeração é considerada um processo mecânico, onde sua principal função é o aumento dos níveis de oxigênio na água, porém, também exerce a função de difundir dióxido de carbono (CO₂) da água para a atmosfera (Mercante et al., 2007).

Existem três tipos de aeração que podem ser empregadas nas pisciculturas. A aeração de emergência, quando se faz monitoramento diário do nível de oxigênio durante a noite, e quando este se apresenta inferior a 2 a 3 mg/L, os aeradores são acionados por 4 a 6 horas durante a madrugada e desligados ao amanhecer; a aeração suplementar, onde o acionamento dos aeradores é realizado diariamente durante a noite; e a aeração contínua, que mantém a aeração constante durante todo o período de produção ou apenas nas fases de aumento da biomassa (Avnimelech et al., 1992).

Os aeradores têm sido utilizados com sucesso na produção de espécies aquícolas como *Ctenophargodon idella*, *Piaractus mesopotamicus*, *Colossoma macropomum*, *Brycon orbignyanus*, *Pseudoplatystoma coruscans*, *Brycon cephalus* e *Prochilodus scropha* (Sipaúba-

Tavare et al., 1999), *Piaractus mesopotamicus* (Inoue et al., 2003), *Oreochromis niloticus* (Lima et al., 2016), *Epinephelus fuscoguttatus* (Ching et al., 2016) e *Litopenaeus vannamei* (Bett e Vinatea, 2009), demonstrando a importância que o aerador apresenta para a produção como o aumento da biomassa e melhora nas características de qualidade da água. Todavia, faltam informações quanto ao aspecto da viabilidade econômica.

Uma espécie que pode ser produzida em viveiros com aeradores é o pintado híbrido, cruzamento entre fêmea de cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) e o macho de jundiá (*Leiarius marmoratus*). Os peixes deste gênero são conhecidos por sua elevada taxa de crescimento e bom rendimento de carcaça, apresentando carne de sabor delicado e ausência de espinhas (Labarrère et al., 2012).

Apesar dos benefícios dos aeradores para a produção de organismos aquáticos, percebe-se certa carência no que diz respeito a avaliações econômicas, e quando se planeja uma piscicultura, os aspectos econômicos são fundamentais, pois proporcionam opções de investimento levando em consideração o tempo de retorno e lucratividade (Barros et al., 2016). Isso reflete na baixa utilização desta tecnologia pelos aquicultores.

O aerador é um equipamento que gera um item de custo (energia elétrica), porém, acredita-se que o incremento na produção e consequente aumento da lucratividade justifique seu uso. Segundo Sipaúba-Tavare et al. (1999) os aeradores nas pisciculturas brasileiras têm aumentado para que as taxas de produtividade dos peixes em cultivo sejam garantidas, porém faz-se necessárias avaliações sobre a viabilidade econômica deste equipamento para que se possa obter o retorno do investimento realizado tornando viável seu uso.

Os dados econômicos referentes a piscicultura ainda são escassos e alguns inexistentes, fazendo com que o planejamento da produção seja realizado por meio de informações do próprio setor de forma parcial e inconsistente (Boechat et al., 2015). Desta forma, realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar economicamente a utilização de aeradores na produção de surubim (pintado híbrido).

2. Material e métodos

2.1. Local de estudo

Os dados foram obtidos através de levantamento em duas pisciculturas, uma que não utiliza aerador e outra que faz uso de aeradores, localizadas no estado de Mato Grosso, região Centro-Oeste do Brasil, durante o período de janeiro/2014 a junho/2015, compreendendo as fases de alevino, juvenil e terminação.

A piscicultura sem aerador está localizada na cidade de Guarantã do Norte – MT, (9°33'6.18"S, 54°51'19.70"O). Possui uma barragem de 9,90 hectares onde foi alocado um plantel de 65 mil peixes na fase 1 (0,100 kg a 0,400 kg) com densidade de 0,7 peixes/m². No final do ciclo de produção, foram retirados 55.572 peixes.

A piscicultura com aerador está localizada na cidade de Sorriso – MT, (12°14'35.80"S, 55°50'24.05"O). Possui uma barragem de 10,5 hectares, onde foi alocado 94.218 peixes na fase 1 (0,100 kg a 0,400 kg) com densidade de 0,9 peixes/m². No final do ciclo de produção, foram retirados 84.105 peixes.

A piscicultura com aerador utilizou 26 aeradores de pás modelo palhetas triangulares de 2 CV (cavalo vapor) de potência. Os aeradores foram ligados todos os dias das 20h30min às 6h, realizando assim a aeração suplementar.

2.2. Análise das características da água

Foram mensuradas as características da água (Tabela 1) como: temperatura, oxigênio dissolvido (com oxímetro da marca YSI PRO 20), pH, alcalinidade de carbonatos e dureza (por titulação com o Kit Acqua Análise – Acqua Supreme). As análises foram realizadas no período da manhã (8h00) e a tarde (16h00).

Tabela 1

Parâmetros de qualidade de água das duas pisciculturas durante o ciclo de produção do pintado híbrido.

Parâmetros da água	Com aerador	Sem aerador
Temperatura (°C)	26,5 ± 6,36	27,5 ± 4,95
Oxigênio dissolvido (mg/L)	4,75 ± 2,76	5,5 ± 4,31
pH	7,1 ± 1,27	7,6 ± 0,57
Alcalinidade (mg de CaCO ₃ /L)	18,0 ± 12,73	26,5 ± 7,78
Dureza (mg de CaCO ₃ /L)	16,5 ± 14,85	24,00 ± 4,24

2.3. Alimentação

Nas duas pisciculturas foram utilizados alevinos de pintado híbrido originado do cruzamento de fêmea de cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) e macho de jundiá (*Leiarius marmoratus*) proveniente da mesma origem. Os peixes foram alimentados com ração comercial extrusada (Tabela 2), fornecida em dois tratos diários, 8h e 16h, mantendo a mesma quantidade de ração entre os tratos. As rações utilizadas foram as mesmas nas duas propriedades.

Os peixes na fase 1 (0,100 kg a 0,400 kg) receberam ração com 40% PB (Proteína Bruta), peletes de 4-6 mm (3-5% da biomassa/dia); os peixes na fase 2 (0,400 kg a 1,00 kg) ração com 32% PB, 6-8 mm (2% da biomassa/dia); e os peixes da fase 3 (acima de 1,00 kg), receberam ração contendo 28% PB, peletes 8-12 mm (1-2% da biomassa/dia).

Tabela 2

Composição nutricional das rações utilizadas durante o período de produção do pintado híbrido.

Nutrientes	Fase de produção		
	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Proteína Bruta (%)	40,0	32,0	28,0
Energia Bruta (kcal/kg)	3.900	3.200	2.800
Fibra Bruta (%)	7,2	10,2	7,2
Matéria Mineral (%)	8,1	7,1	8,1

2.4. Análise econômica

Os valores de venda dos peixes, compra de insumos e demais gastos foram obtidos através dos controles das propriedades avaliadas. Realizaram-se os seguintes levantamentos dentre as classificações do sistema de custo: aquisição de alevinos, controle da qualidade de água (calcário e adubação), funcionários (fixos e eventuais), alimentação (ração), sanidade (antibióticos e óleo de soja), manutenções em máquinas e equipamentos, combustível, depreciação, energia elétrica e manutenções. Para máquinas, equipamentos e veículos, adotou-se o sistema de depreciação linear por uso considerando a vida útil do bem e os preços de aquisição e venda do bem usado.

Através destes dados, foram gerados os seguintes valores econômicos: receitas, custos, lucro bruto e margem bruta, compondo o demonstrativo de resultados econômicos (DRE). Estes foram obtidos através dos seguintes cálculos matemático-financeiros:

•Receita (R\$) = Volume total da produção (kg) x Preço de comercialização (R\$/kg)

Os valores para realização do cálculo da Receita foram os praticados nas propriedades avaliadas.

•Custos (R\$) = Σ (alevinos + alimentação + mão de obra + sanidade + manutenções + combustíveis e lubrificantes + energia elétrica + fretes)

•EBITDA* (R\$) = Σ Receita – Σ Custos

* EBITDA (*Earnings before interest, taxes, depreciation and amortization*), que traduzida para o português significa lucros antes de juros, impostos, depreciação e amortização.

•Lucro Bruto (R\$) = EBITDA – Depreciações

•Margem Bruta (%) = (Lucro Bruto/Receitas) x 100

2.5. Curva ABC

Posterior a esta primeira análise, os itens de custo foram classificados seguindo a metodologia da curva ABC onde, segundo Ravinder e Misra (2014), após identificar a importância dos itens de custo em ordem decrescente segundo seu valor, estes são categorizados em três classes:

•A: poucos itens que possuem alto valor e que são importantes, merecendo atenção especial (alta demanda);

•B: quantidade intermediária de itens com valor e importância média;

•C: muitos itens que possuem valor baixo e pouca importância (baixa demanda) (Keskin e Ozkan, 2012).

Como na metodologia da curva ABC não existe um padrão de percentuais para a classificação, para as análises do presente trabalho foram considerados: classe A os poucos itens que representem em média 90% dos custos; classe B a média quantidade de itens que representem em torno de 8% dos custos, e classe C os muitos itens que juntos representem em média apenas 2% dos custos.

Como os itens categorizados como classe A são os de maior impacto financeiro para o produtor e os itens classe C os de menor impacto financeiro, o objetivo desta análise é deixar claro quais são os itens de maior e menor custo na produção e otimizar o controle dos mesmos pelo produtor, facilitando sua tomada de decisão quanto a diminuir custo.

2.6. Avaliação Financeira

Para a avaliação financeira foram usadas as fórmulas financeiras descritas a seguir:

•VPL: somatório dos valores presentes dos fluxos estimados de uma aplicação (entradas e saídas), calculados a partir de uma taxa dada e de seu período de duração, subtraindo-se o valor investido.

$VPL = (\Sigma \text{ Valor Atual das Entradas de Caixa} - \text{Investimento Líquido});$

Se $VPL \geq 0$, aceita-se o investimento.

•TIR: taxa de desconto hipotética, que faz com que o VPL de uma alternativa de investimento fique nulo, ou seja, igualando o valor atual das entradas de caixa com o investimento líquido.

Para isso, se compara a TIR obtida com o custo de oportunidade do capital em um uso alternativo, dado pela taxa de atratividade, no caso a taxa de 25% a.a.

Se $TIR \geq \text{Custo de Capital}$, aceita-se o investimento.

•Índice de Lucratividade (IL): razão da soma dos valores atuais de entrada e o valor do investimento inicial, medindo assim o retorno para cada Real investido;

$IL = (\Sigma \text{ Valor Atual das Entradas de Caixa} / \text{Investimento líquido})$

Se $IL \geq 1$, aceita-se o investimento.

•Relação Benefício / Custo (B/C): quociente entre o valor atual das receitas projetadas (Ra) e o valor atual dos custos projetados (Ca), incluindo os investimentos (Ia) necessários ao desenvolvimento do projeto.

$$B/C = \Sigma Ra / (\Sigma Ca + \Sigma Ia)$$

Se $B/C \geq 1$, aceita-se o investimento.

•Período de *Payback*: tempo necessário para que se tenha o retorno sobre um determinado investimento;

$$Payback = \text{Investimento líquido} / \text{Entradas médias de caixa anuais}$$

A avaliação financeira foi realizada apenas para a piscicultura que usou aeradores, pois se levou em consideração os investimentos com compra dos aeradores, implantação da rede elétrica e capital de giro necessário para manter a produção superior apresentada pela mesma. Todos estes cálculos foram realizados através do Software Microsoft Excel 2016.

2.7. Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade tem como principal objetivo tomar decisões acertadas utilizando diferentes indicadores zootécnicos ou preços de insumos que irão refletir nos indicadores econômicos (Barros et al., 2016). Para as análises de sensibilidade foram considerados cenários diferentes onde para isso foram realizadas variações no cenário econômico dos preços de venda do volume total de produção realizado nas duas pisciculturas.

Ambas as pisciculturas tiveram seus preços de venda igualados ao maior valor praticado (R\$ 6,43), que foi pago para a piscicultura que usou aerador. Desta forma foi dada a mesma oportunidade de venda em uma condição otimista para ambas as pisciculturas. Uma simulação contrária foi realizada igualando ambas as vendas ao menor valor pago pela venda dos peixes (R\$ 5,85) e assim obtendo um cenário pessimista.

Posterior a estas análises foram realizadas outras três variações nos preços de venda: considerando um valor médio de venda (R\$ 6,14); um valor de venda intermediário entre o valor médio e o valor máximo (R\$ 6,28) e um valor de venda intermediário entre o valor médio e o valor mínimo (R\$ 5,99).

3. Resultados

3.1. Análise econômica

A produção total na piscicultura sem aerador foi de 130.041 kg de peixe com peso final médio de 2,340 kg (1,3 kg/m²), com custo de produção de R\$ 494.368,00 (custo de R\$ 49.936,00/ha). Na piscicultura com aerador, a produção foi de 234.907 kg de peixe com peso final médio de 2,817 kg (2,2 kg/m²), ao custo total de R\$ 976.338,00 (custo de R\$ 92.984,00/ha).

Mediante estes resultados, o custo de produção do peixe foi calculado em R\$ 3,80/kg na piscicultura sem aerador e de R\$ 4,15/kg na piscicultura com aerador. Com a venda para os frigoríficos ao preço médio de R\$ 5,85/kg para piscicultura sem aerador e R\$ 6,43/kg para piscicultura com aerador, obteve-se uma receita para a piscicultura com aerador superior à que não usou aerador, correspondente a R\$ 782.929,00.

A receita para piscicultura sem aerador foi de R\$ 76.842,00/ha e a receita para piscicultura com aerador foi de R\$ 147.016,00/ha. Do valor da receita total obtido com a venda dos peixes, foram gastos com compra de ração valores equivalentes a 45,9% sem aerador e de 44,3% com aerador. O gasto para compra de alevinos representou 12,1% (sem

aerador) e 12% (com aerador), sobre o valor da receita total. Os demais resultados estão apresentados no Demonstrativo de Resultados Econômicos das duas pisciculturas (Tabela 3).

Tabela 3

Demonstrativo de Resultados Econômicos (Piscicultura sem aerador e Piscicultura com aerador) – Produção de surubim (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*).

Itens	Sem aerador		Com aerador	
	R\$	%	R\$	%
Receita – venda dos peixes	760.739,00		1.543.668,00	
Custos				
Alevinos	91.804,00	12,1	185.609,00	12,0
Alimentação	349.087,00	45,9	684.509,00	44,3
Sanidade	10.300,00	1,4	12.528,00	0,8
Energia elétrica	-	-	63.105,00	4,1
Mão de obra	29.904,00	3,9	25.937,00	1,7
Combustíveis e Lubrificantes	3.913,00	0,5	1.987,00	0,1
Frete	9.360,00	1,2	2.661,00	0,2
Subtotal	494.368,00	65,0	976.338,00	63,2
EBITDA	266.371,00		567.330,00	
Depreciação	4.000,00		25.726,00	
Lucro Bruto	262.371,00		541.604,00	
Margem Bruta (%)		34,0		35,1

Taxa média de câmbio (janeiro 2014 - junho 2015): US\$ 1.00 = R\$ 2,56 (Banco Central do Brasil)

3.2. Curva ABC

Na curva ABC de custos (Figuras 10 e 11), pode-se observar que na composição dos custos de produção nas duas pisciculturas, o componente de custo mais relevante é a alimentação, que foi equivalente a 70,61% na piscicultura sem aerador e 70,11% com aerador.

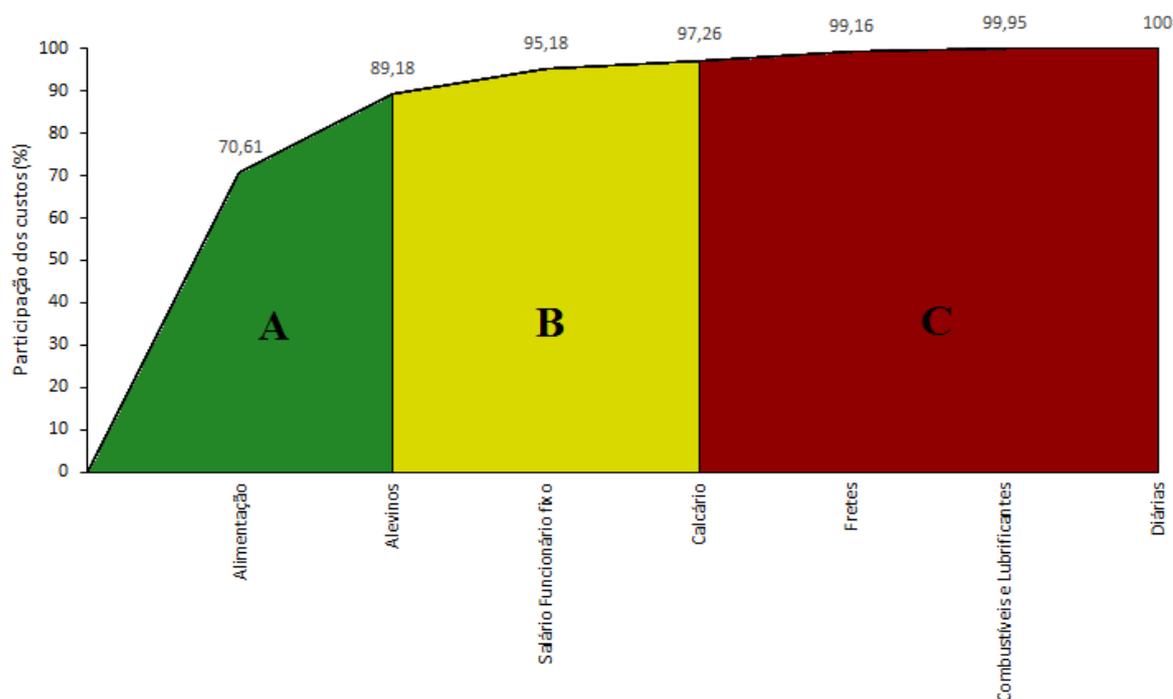


Figura 10. Curva ABC dos custos da Piscicultura produtora de pintado híbrido, sem aerador.

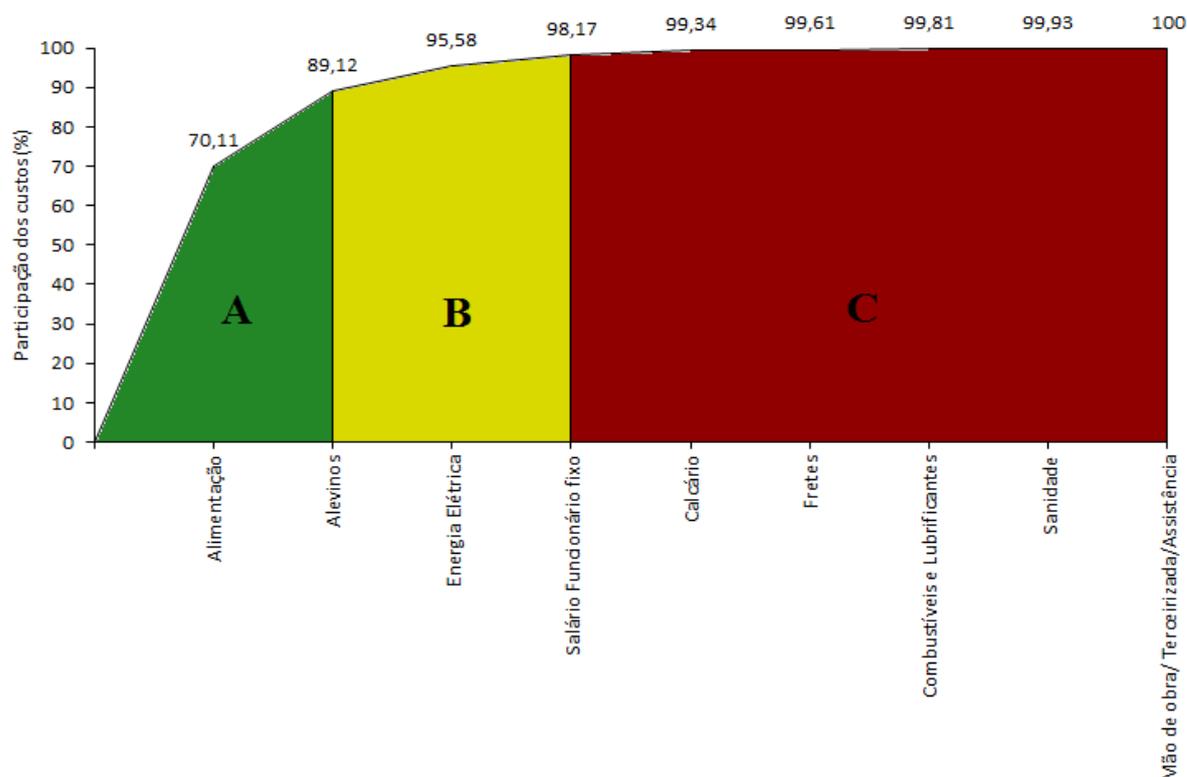


Figura 11. Curva ABC dos custos da Piscicultura produtora de pintado híbrido, com aerador.

O segundo item de maior relevância que compõe o custo é a compra de alevinos, sendo de 18,57% (sem aerador) e 19,01% (com aerador). Estes itens somados representam 89,18% (sem aerador) e 89,12% (com aerador) do custo total da produção das pisciculturas, ou seja, quase 90% de todo o custo de produção.

3.3. Avaliação Financeira

Os resultados obtidos para cada indicador econômico (Tabela 4), foram satisfatórios, sendo esta avaliação realizada apenas sobre os dados da piscicultura que fez o uso de aeradores levando-se em consideração os investimentos realizados com compra dos aeradores, implantação da rede elétrica e capital de giro em um ciclo de produção.

Tabela 4

Indicadores econômicos da viabilidade de investimento na produção de pintado híbrido com aeradores.

Indicadores	Sigla	Resultado
Índice de Lucratividade (R\$)	IL	2,35
Relação Benefício/Custo (R\$)	B/C	1,25
Payback Simples (anos)		2
Payback Descontado (anos)		2
Valor presente líquido (R\$)	VPL	837.800,00
Taxa interna de retorno (%)	TIR	83

Nota: Taxa de desconto: 25% a.a.

3.4. Análise de sensibilidade

Os resultados da análise de sensibilidade obtidos em ambas as pisciculturas em diferentes cenários (Tabela 5) mostram os possíveis aumentos e diminuição nas receitas de ambas as pisciculturas, ocasionados pelas oscilações no preço de venda dos peixes.

Tabela 5

Análise de sensibilidade das pisciculturas com aerador e sem aerador em produção de pintado híbrido, com diferentes preços de venda.

		Variações no preço de venda (R\$)				
		(6,43/kg)	(6,28/kg)	(6,14/Kg)	(5,99/kg)	(5,85/kg)
Receita Bruta (R\$)	CA	1.543.668,00	1.475.215,00	1.442.328,00	1.407.092,00	1.374.205,00
	SA	836.163,00	816.657,00	798.451,00	778.945,00	760.739,00
COE (R\$)	CA	976.338,00	976.338,00	976.338,00	976.338,00	976.338,00
	SA	494.368,00	494.368,00	494.368,00	494.368,00	494.368,00
EBITDA (R\$)	CA	567.330,00	498.877,00	465.990,00	430.754,00	397.867,00
	SA	341.795,00	322.289,00	304.083,00	284.577,00	266.171,00
Margem Bruta (%)	CA	36,8	33,8	32,3	30,6	29,0
	SA	40,9	38,5	38,1	36,5	35
Eficiência (%)	EBITDA (CA/SA)	166,0	154,8	153,2	151,4	149,4
	Margem Bruta (SA/CA)	111,2	116,7	117,9	119,3	120,9

Nota: CA- com aerador; SA- sem aerador; COE- Custo operacional efetivo;

A análise de sensibilidade realizada para piscicultura que fez uso de aerador (Tabela 6), onde ocorreram investimentos com rede elétrica, compra dos aeradores e capital de giro para manutenção da produção, apresenta o resultado do VPL e da TIR para os diferentes preços de venda. Constatou-se redução do VPL e TIR de acordo com a redução do preço de venda dos peixes.

Tabela 6

Análise de sensibilidade financeira da piscicultura com aerador em produção de pintado híbrido, com diferentes preços de venda.

Preço de venda (R\$/kg)	Com aerador	
	TIR (%)	VPL (R\$)
6,43	83	837.798,00
6,28	71	653.706,00
6,14	65	565.264,00
5,99	59	470.504,00
5,85	53	382.062,00

4. Discussão

A piscicultura sem aerador obteve uma produção de 13,1 toneladas/ha enquanto que a piscicultura com aeradores produziu no mesmo período 22,4 toneladas/ha. Esta é uma das vantagens ambientais quando se utiliza tecnologias que possibilitam uma produção com sustentabilidade, pois permitiu o aumento da produção na piscicultura com aerador sem

causar desmatamento de novas áreas, e por ser um sistema com baixa renovação de água, o consumo da mesma é somente para reposição do que evapora/infiltra.

O item de custo Frete apresenta valores diferentes nas duas pisciculturas. Esta diferença é explicada pela maior distância dos centros de compra de insumos e venda (frigorífico) que a piscicultura sem aerador apresenta. Este valor mostra a importância da localização da piscicultura e da necessidade de uma logística organizada de compra de insumos para se obter melhores preços na compra dos insumos.

As margens líquidas das duas propriedades (Tabela 3) são muito próximas, porém o lucro bruto com aeradores foi 106% maior do que sem aeradores, representando mais que o dobro da lucratividade. Isso foi possível através da inclusão dos aeradores na propriedade, possibilitando o aumento da biomassa na barragem, ou seja, foi possível produzir mais em uma mesma área. Embora os custos de produção aumentem com aeradores, intensificando a produção a receita também aumenta resultando em maior lucro.

Segundo Das et al. (2012), Pawar et al. (2009 e 2014) a aeração noturna (suplementar) melhora o crescimento e a sobrevivência dos animais em criações com altas densidades. Percebe-se que o uso de aerador é exigido para se proporcionar o aumento da biomassa e possibilitar condições adequadas de produção, no que diz respeito às taxas de oxigênio dissolvido, e com isso obter maior produtividade de espécies comerciais.

A piscicultura que usou aeradores apresentou uma média de 4,7 mg/L de oxigênio dissolvido durante o período de produção, mesmo com elevada densidade e 5,0 mg/L de oxigênio dissolvido na piscicultura que não usou aeradores. A mortalidade de peixe na unidade produtiva sem uso de aerador durante o período de produção foi de 15% e com uso de aeradores foi de 11%, justificando assim a importância em manter as condições ideais de produção. Em pesquisa realizada por Inoue et al. (2003), observaram que as taxas de oxigênio dissolvido foram satisfatórias nas densidades de 20 e 40 peixes/m² quando se utilizou aeradores ($5,6 \pm 0,5$ e $5,8 \pm 0,5$ mg O₂/L). Sem o uso de aeradores, as densidades de 20 e 40 peixes/m² ficaram próximos ao limite de oxigênio dissolvido, apresentando taxas de $4,3 \pm 0,7$ e $3,4 \pm 0,7$ mg O₂/L respectivamente.

Os gastos com energia elétrica (Tabela 3) com os aeradores foi de apenas 4,1% em relação a receita bruta, o que demonstra que com um baixo dispêndio financeiro é possível aumentar a produção e a lucratividade em uma mesma área. Ainda que se gaste mais na piscicultura que fez uso de aeradores, a proporcionalidade dos gastos em ambas as propriedades em relação às receitas são similares.

O custo com a alimentação das duas pisciculturas avaliadas está acima do encontrado no trabalho realizado por Coelho e Cyrino (2006), onde a ração foi o segundo item de maior expressividade, compondo 20,22% do custo total de produção. O custo com aquisição dos peixes, que neste caso foram juvenis, representou 48,73%, sendo adquiridos a R\$ 4,49 a unidade. Porém, segundo Scorvo Filho et al. (2010), dentre os insumos, o custo com ração é o relativamente mais caro, representando de 40 a 60% do custo total de produção e que por este motivo, é um dos itens que merecem uma atenção especial, sendo estes valores mais próximos ao encontrado no presente trabalho que foram de 70,61% e 70,11%, respectivamente no sem aerador e com aerador.

Em pesquisa realizada por Melo et al. (2010) com 17 operadores de piscicultura em Dourados – MS, chegaram a conclusão de que a ração é o insumo que apresenta potencial de diminuir os custos de produção, porém a maioria dos produtores nem sequer tem conhecimento dos seus custos dentro da propriedade para realizar uma gestão assertiva, e apenas 11% usam ração produzida com os subprodutos da soja e milho, oriundos de suas propriedades, diminuindo o custo deste item em até 50%. Vale ressaltar que, apesar da possibilidade de diminuir os custos de produção quando se trata do item ração, esta é de total

importância no desempenho dos animais, sendo assim necessário a manutenção do nível de qualidade da mesma.

Através da análise realizada pela Curva ABC é possível resaltar que na composição dos custos da piscicultura com uso de aeradores, o custo com energia elétrica correspondeu a 6,46% em relação ao custo operacional total (Figura 11), muito abaixo aos dois primeiros itens (ração e alevinos), ou seja, apesar de ser uma tecnologia que gerou um custo no valor de R\$ 63.105,00, o lucro bruto obtido pela piscicultura que usou aerador foi de R\$ 279.233,00 a mais que a piscicultura que não fez uso de aerador.

Custos semelhantes com a utilização de aeradores foram obtidos por Scorvo Filho et al. (1998), os quais ao avaliar os custos de produção de peixes redondos, carpa comum e tilápias em viveiros (dois aeradores de 2 HP por hectare), identificaram que o custo com energia elétrica representou respectivamente 8,16, 8,56 e 6,97%, do total dos custos com a produção, sendo estes valores próximos ao encontrado neste trabalho com uso do surubim avaliado no presente experimento.

Em outro trabalho realizado por Kumar et al. (2013), os custos de aeração encontrados representaram 15% do custo total de produção, estando abaixo dos custos com alevinagem e ração, reforçando a informação de que os custos com energia elétrica não são tão altos quando comparados aos outros custos com maior representatividade, além de gerar maior receita e aumentar a produção.

Mesmo com todas as oscilações do preço de venda para piscicultura com aeradores os investimentos apresentaram TIR e VPL satisfatórios (Tabela 6), mostrando que mesmo diante de cenário pessimista a atividade é lucrativa e apresenta baixo risco mediante o investimento. Esta viabilidade produtiva com uso de aeradores é reforçada através dos dados apresentados na Tabela 4, onde mesmo com o investimento (aeradores e rede elétrica) e um capital de giro para manter a atividade durante o período de produção, a propriedade com aeradores recupera o valor investido já no segundo ano de produção.

Um *payback* descontado de dois anos permite que o produtor recupere o investimento em um curto período de tempo, o que é satisfatório mediante os riscos apresentados pela atividade, seja por variações de preços no mercado, seja por riscos ambientais e sanitários, levando a perda dos animais.

Na piscicultura que fez uso de aeradores, a TIR foi elevada, muito além do que se observa em outros tipos de produção ou até mesmo em outros sistemas. Alguns estudos têm demonstrado que quanto mais se intensifica um sistema de produção de peixe, mais rentável se torna e apresenta maiores taxas internas de retorno como o resultado encontrado por Martin et al. (1995) com TIR de 56,2% na produção do bagre africano, Scorvo Filho et al. (1998) com TIR de 46,6% para produção de peixes redondos e Barros et al. (2016) com TIR de 37,3% com produção exclusiva de pintado.

Realizadas as análises de sensibilidade para os dois sistemas de produção (com e sem aeradores), observa-se que na piscicultura que fez uso de aeradores mesmo quando a venda dos peixes foram realizadas ao preço de R\$ 5,85/kg e sua margem bruta caindo para 29%, a eficiência do EBITDA foi 149,37% maior do que o da piscicultura que não usou aeradores.

Por outro lado, a piscicultura que não fez uso de aeradores, mesmo vendendo sua produção total de peixes a R\$ 6,43/kg e obtendo margem bruta de 40,9%, superior à margem da piscicultura que usou aeradores (36,8%), sua eficiência da margem bruta foi de apenas 111,2% enquanto que a eficiência do EBITDA da piscicultura que usou aerador foi 165,99%, superior ao da piscicultura que não usou aeradores.

A piscicultura com aerador no cenário pessimista, teve seu preço de venda reduzido em 9,02%. Com isso, sua receita apresentou uma redução de 29,87%. Na piscicultura sem aerador no cenário otimista, teve seu preço de venda elevado em 9,02% e assim, obteve uma

receita 28,94% superior. Mesmo com as oscilações realizadas, a piscicultura com aerador mostra-se com menor risco financeiro em todos os cenários.

5 Conclusão

A utilização de aeradores no sistema produtivo do surubim (*P. reticulatum* x *L. marmoratus*) em viveiros foi vantajosa, no que diz respeito à geração de receita e lucro, com baixo impacto no custo de produção e baixo risco financeiro do investimento.

Contribuição dos autores

Todos os autores participaram da preparação do artigo, de modo que os papéis de todos os autores são descritos a seguir:

Coleta e fornecimento dos dados: Darci Carlos Fornari. Análise dos dados: Rosiane Araujo Rodrigues Nass, Ricardo Carneiro Brumatti e Jayme Aparecido Povh. Escreveu o artigo: Rosiane Araujo Rodrigues Nass. Revisão do texto: Rosiane Araujo Rodrigues Nass, Ricardo Carneiro Brumatti, Jayme Aparecido Povh e Darci Carlos Fornari.

Além disso, todos os autores aprovaram o artigo final.

Agradecimentos

A CAPES, pelos recursos financeiros concedidos através da concessão da bolsa de Mestrado, ao Sr. Dilceu Rossato (Fazenda Luiz Eduardo) e ao Sr. Joni Favaro (Fazenda Cristo Rei).

Referências

- Avnimelech, Y., Mozes, N., Weber, B., 1992. Effects of aeration and mixing on nitrogen and organic matter transformations in simulated fish ponds. *Aquacultural Engineering*, 11: 157-169.
- Barros, A. F., Maeda, M. M.; Maeda, A.; Silva, A. C. C., Angeli, A. J., 2016. Custo de implantação e planejamento de uma piscicultura de grande porte no Estado de Mato Grosso, Brasil. *Arch. Zootec.* 65 (249): 21-28.
- Bett, C.; Vinatea, L., 2009. Combined effect of body weight, temperature and salinity on shrimp *Litopenaeus vannamei* oxygen consumption rate. *Brazilian Journal of Oceanography*. v. 57, n. 4, p. 305-314.
- Boechat, F. P., Rodrigues, d. A., Ribeiro, G. M., Freitas, R. R. de. Avaliação econômica de uma atividade piscícola de água doce no norte do Espírito Santo, Brasil. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*. (2015) 3 (2): 10-23.
- Ching, F. F., Akira, M., Yoshizumi, N., Keitaro, K., Wataru, S., Kenji, T., Shigeru, M., Shigeharu, S., 2016. Aeration rate adjustment at night to prevent sinking syndrome-related death in the tiger grouper *Epinephelus fuscoguttatus* (Perciformes:Serranidae) larvae. *Aquaculture Research*. N. 47, p. 165–175.
- Coelho, S. R. C., Cyrino, J. E. P., 2006. Custos na Produção Intensiva de Surubins em Gaiolas. *Informações Econômicas*, v.36, n.4, p. 7-14.
- Das, P. C., Jena, J., Mishra, B., Pati, B. K., 2012. Impact of aeration on the growth performance of silver barb, *Puntius gonionotus*, during fingerling rearing. *Journal of the World Aquaculture Society*, v.43, n.1, p. 128-134.
- Frankic, A., Hershner, C., 2003. Sustainable aquaculture: developing the promise of aquaculture. *Aquaculture International*, 11:517–530.
- Sofia - The State of World Fisheries and Aquaculture: Contributing to food security and nutrition for all. 2016. Rome. 200pp.
- Inoue, L. A. K. A., Senhorini, J. A., Zaniboni Filho, E., 2003. Growth of pacu juveniles in nightly aerated system. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. v. 25, n.1, p. 45-48.
- Labarrère, C. R., Faria, P. M. C., Teixeira, E. A., Melo, M. M., 2012. Eritrograma de híbridos de surubim (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *P. coruscans*) mantidos em diferentes densidades de estocagem. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.64, n.2, p.510-514.
- Lima, F. R. S. dos, Kavalcante, D. H. de, Rebouças, V. T., Sá, V. C. do, 2016. Interaction between afternoon aeration and tilapia stocking density. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. v. 18, n. 1, p. 23-30.

- Keskin, G. A., Ozkan, C., 2012. Multiple criteria ABC analysis with FCM clustering. *Journal of Industrial Engineering*. v. 2013. p. 1-7.
- Kumar, A; Moulick, S.; Mal, B. C., 2013. Selection of aerators for intensive aquacultural pond, *Aquacultural Engineering*, vol. 56, pp. 71-78.
- Melo, A. X. Souza, P. A. R., Sproesser, R. L., Campeão, P., 2010. A estratégia de dominação pelos custos na piscicultura sul-mato grossense: o caso da região de Dourados/MS. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*. v. 6, n. 1, p. 2-21.
- Martin, N. B., Scorvo Filho, J. D., Sanches, E. G., Novato, P. F. C., Ayrosa, L. M. S. da, 1995. *Informações Econômicas*, São Paulo. v. 25. n. 3. p. 9-47.
- Mercante, C. T. J., Martins, Y. K., Carmo, C. F. do, Osti, J. S., Pinto, C. S. R. M., Tucci, A, 2007. Qualidade da água em viveiro de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização diurna de variáveis físicas, químicas e biológicas, São Paulo, Brasil. *Bioikos*, pp. 78-88.
- Pawar, N. A., Jena, J. K., Das, P. C., Bhatnagar, D. D., 2009. Influence of duration of aeration on growth and survival of carp fingerlings during high density seed rearing. *Aquaculture*, v. 290, p. 263-268.
- Pawar, N., Jena, J. K., Das, P. C., 2014. Influence of aeration timings on growth, survival and production of *Labeo rohita* (Hamilton) fingerlings during high density seed rearing. *Fishery Technology*, v. 51, p. 1-7.
- Ravinder, H., Misra, R. B., 2014. ABC Analysis for inventory management: Bridging the gap between research and classroom. *American Journal Of Business Education*. v.7, n. 3. P. 257-264.
- Scorvo Filho, J. D., Frascá-Scorvo, C. M. D., Alves, J. M. C., Souza, F. R. A., 2010. A tilapicultura e seus insumos, relações econômicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p. 112-118.
- Scorvo Filho, J. D., Martin, N. B., Ayrosa, L. M. S. da, 1998. Piscicultura em São Paulo: custos e retornos de diferentes sistemas de produção na safra 1996/971. *Informações Econômicas*, São Paulo, v.28, n.3. p. 41-62.
- Seginer, I., 2009. Are restricted periods of over-stocking of recirculating aquaculture systems advisable? A simulation study. *Aquacultural Engineering*, vol. 41, pp. 194-206.
- Sipaúba-Tavares, L. H., Freitas, A. M., Braga, F. M. S, 1999. The use of mechanical aeration and its effects on water mass. *Rev. Bras. Biol.* vol.59, n.1, pp.33-42.
- Valenti, W. C., Kimpara, J. M., Preto, B. L. de, 2011. Measuring aquaculture sustainability. *World Aquaculture*, 42(3): 26-30.