



Análise econômico-financeira da construção de tanques circulares para a aquicultura

Economic and financial analysis for construction of aquaculture circular

Josenildo de Souza e Silva, Luís Gustavo Oliveira & Anísio Pereira-Neto

Curso de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Piauí - UFPI

E-mail: josenildopeixe@gmail.com

Recebido 2 de novembro de 2017 / Aceito 4 de abril de 2018 / 7 de junho de 2018

Resumo Entendendo a realidade do nordeste brasileiro quanto à escassez de água e a demanda de produção de alimentos, o desenvolvimento da aquicultura em sistema de circulação de água fechado se apresenta como alternativa positiva para a produção de pescado com menor custo, uso racional de água, diminuição do aporte de resíduos, transformação dos detritos em fertilizantes para agricultura e edificações de tanques menos onerosos. Nesse contexto a presente pesquisa atuou com o método hipotético-dedutivo, experimentação e o uso de técnicas econométricas para analisar a viabilidade econômico-financeira da construção de tanques e o desenvolvimento da aquicultura em sistema de circulação de água. Os maiores custos na produção ocorreram na construção das estruturas de cultivo e variaram de 18% (lona) a 30% (placas) do total do empreendimento. A razão variou entre 26% a 29% dos investimentos totais e a mão de obra se apresentou como o terceiro maior custo, porém os tanques de forma foram 5% mais barato, em função da redução de 3 dias de força de trabalho ao longo de sua montagem. Foram encontrados *ILs* positivos apenas para os tanques de placas e forma de concreto com índices superiores a taxa *Selic*. Os tanques de lona e piscina foram inviáveis em todos os indicadores analisados e os de placa e forma de concreto, viáveis economicamente. O equipamento de forma de concreto mostrou maior valor da *TIR* (38%) e *VAL/VLP* (R\$ 38.189,53) e consequentemente, melhor atratividade econômica.

Palavras-chave: custos, tanques, piscicultura, sistema, circulação.

Abstract Understanding the Brazilian northeast reality regarding water scarcity and the demand for food production, the development of aquaculture in a closed system with water circulation presents as a positive alternative for the production of fish with lower cost, rational water use, reduction of waste inputs, transformation of debris into fertilizers for agriculture, and lower-cost tank constructions. In this context, the present acted with a hypothetical-deductive method, experimentation and the use of econometric techniques to analyze the costs and economic-financial viability for the tank construction and aquaculture development in a water circulation system. The highest production costs occurred for the structures construction and varied from 18% (canvas) to 30% (slabs) of the total project costs. The ration varied between 26% to 29% of the total investments, and the labor presented as the third highest cost, however the form tanks presented 5% more inexpensive, due to the reduction of 3 days of workforce along its constructions. Only positive *ILs* were found for plates and concrete tanks with its index values above the *Selic* ones. The canvas and pool tanks were not feasible in all analyzed indicators and those of plate and concrete form, were economically achievable. The concrete form equipment showed higher value of *IRR* (38%) and *VAL / VLP* (R \$ 38,189.53) and, consequently, better economic attractiveness.

Key words: costs, tanks, fish farming, system, circulation

Introdução

Aquicultura é a produção de organismos com *habitat* predominantemente aquático, em cativeiro, em qualquer um de seus estágios de desenvolvimento. A produção de peixes, moluscos, crustáceos e algas, envolve a geração de trabalho (famílias, empregados, compradores, prestadores de serviços).

O aumento da produção mundial de pescado para consumo superou a taxa de crescimento da população nas últimas cinco décadas, em 2013 atingiu a média de 3,2% o dobro do crescimento demográfico, a tendência é que os dados capturados entre 2014 e 2015, mostrem números que superam os 20 kg *per capita*, destaca-se dentre as causas do crescimento da aquicultura no mundo (FAO, 2016).

O Brasil produziu perto de 2 milhões de toneladas de pescado, em 2013, dos quais 800 mil toneladas foram oriundas da aquicultura, dos quais 481600 toneladas foram obtidas pela aquicultura continental, o Piauí contribuiu com mais de 8 mil toneladas de pescado, MPA (2014). As espécies mais produzidas no Piauí foram o Tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816) e a tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), as mesmas que Lopes (2012), aponta como as que representam 67% da produção nacional da aquicultura continental.

Dentre os desafios da aquicultura para a sustentabilidade, estão o de otimizar custos de produção, usar o mínimo possível de água, reusar água, diminuir as externalidades dos insumos e minimizar a produção de resíduos. Nesta perspectiva o sistema de produção de aquicultura em recirculação *Recirculating Aquaculture System* (RAS) vem se apresentando como opção para empreendimentos sustentáveis e como solução para o desenvolvimento da atividade em regiões semiáridas.

A aquicultura em sistema de circulação de água (ASCA) opera com filtragem contínua mecânica e biológica para reciclar nutrientes e oxigenar a água. Atua na remoção de resíduos sólidos, amônia e CO₂, com técnicas socioambientais ao longo do cultivo, tais como cultivo de alimento natural vivo, tais como cladóceros, algas e microcrustáceos para alimentar o processo. Propicia ainda, a utilização dos resíduos como fertilizantes ricos em nitrogênio, fosforo e potássio para uso na agricultura integrada.

O sistema de aquicultura em circulação tem sido estudado quanto á qualidade da água e produção de peixes por Zhang et al (2011), e a sustentabilidade ambiental por Martins et al (2010), quanto aos sobre os fatores que afetam a sobrevivência e crescimento do pescado por Jones (2011). Também encontramos pesquisas que tratam do acúmulo de substâncias nos tanques e/ou filtros. Há também estudos sobre o desenvolvimento embrionário e larval de espécies cultivadas, o caso das pesquisas de Martins et al (2009), já Piedrahita (2003) analisou a redução do potencial impacto ambiental dos efluentes e Lin et al (2003) se concentrou no uso da técnica para evidenciar o potencial de áreas alagados.

De uma forma geral, a ASCA atribui grande importância ao design do tanque porque otimizam energia por não ter ângulos retos, permite o acompanhamento dos os movimentos de rotação e translação da terra ampliando a potência e pressão da bomba que permite a circulação e oxigenação. Kubitzka (2006) relata que os mais comuns são os tanques circulares e octogonais, que facilitam a concentração dos resíduos sólidos no dreno central. Conforme Helfrich e Libey (2015) os tanques circulares ou ovais com drenos centrais são mais fácil de limpar e circular a água ao contrário dos os retangulares.

Entendendo a realidade da escassez de água no nordeste brasileiro e a demanda de produção de alimentos, o uso da aquicultura em sistema fechado com circulação de água se apresenta com alternativa concreta para a produção de pescado com menor custo, uso racional de água, diminuição do aporte de resíduos, transformação dos detritos em fertilizantes para agricultura e edificações de tanques com tecnologias simplificada menos oneroso do que os convencionais viveiros escavados e tanques-rede.

Nesse contexto, o trabalho objetivou avaliar a viabilidade econômico-financeira da construção de tanques para piscicultura com formato circular em sistema fechado de circulação de água.

Materiais e métodos

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Estudo foi realizado na Fazenda São Francisco, comunidade Cacimbão, Zona Rural de Parnaíba-PI, localizada a Latitude 02° 58' 14" Sul e Longitude 041° 44' 15" Oeste, domínio de 1,7 hectares pertencentes a agricultores familiares, dos quais 1000 m² está sendo utilizado como *Unidade de Tecnologias Socioambientais* em parceria com a Universidade Federal do Piauí (UFPI), fica distante 9,8 km do Campus Ministro Reis Velloso - CMRV sede da referida universidade no município.

A propriedade vem produzindo alimentos utilizando princípios agroecológicos, tendo como principais produtos: criação de galinha caipira e galinha-da-angola, pato e peru, para corte e produção de ovos, criação de bovino, para produção de leite, horta suspensa (cebolinha, coentro, couve manteiga, rúcula e ervas medicinais), e a criação de tilápia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), em sistema de circulação de água.

MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

No período de novembro de 2014 a maio de 2015, focado na utilização de tecnologias socioambientais, o experimento atuou na construção dos tanques para cultivo de peixes em sistema de circulação que ocorreu em junho de 2015 e foi concluído o seu segundo ciclo em abril de 2016. As estruturas de cultivo foram edificadas em formato circular para aproveitar as forças físicas que atuam na movimentação terrestre (rotação e translação), a chamada força de Coriolis. O desenho permitiu o uso de técnicas mais simples e de menor custo para oxigenação e renovação de água, também permitiu a realização da drenagem dos detritos oriundos dos resíduos alimentares e excreção dos animais, contribuindo com a qualidade da água e o desenvolvimento dos animais.

Para a construção dos tanques foram utilizados materiais de fácil obtenção na região, encontrados na comunidade e entorno da cidade, com objetivo diminuir custos e aumentar a vida útil, foram construídos quatro protótipos de tanques: reciclável/lona piscina adaptada à aquicultura tanque de placas de concreto e de molde de concreto (Figura 1).



Figura 1. Etapas de construção tanques em sistema de recirculação d'água A e B, com piscina adaptada à aquicultura sobre placas de concreto; C e D em molde de concreto E e F.

Para se analisar os custos de produção, desempenho, custo-benefício e viabilidade dos tanques para aquicultura, estabelecemos dois ciclos de cultivo de seis meses cada, para permitir a coleta de dados da construção e do desenvolvimento do cultivo em 16 estruturas consideradas unidades amostrais, e seus valores Tabelas 1 e 2.

As dimensões dos tanques obtiveram raio variando de (1,65 m a 2,0 m), a altura de lâmina d'água de (0,75 m a 1 m); e volume de (6,4 m a 11,3 m), como mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Dimensionamento dos tanques.

| Tanque | Raio (m) | Altura (m) | Volume (m ³) |
|----------|----------|------------|--------------------------|
| Lona | 2 | 0,75 | 9,4 ± 9,0 |
| Piscina | 1,65 | 0,75 | 6,4 ± 6,0 |
| Placas | 1,9 | 1 | 11,3 ± 11,0 |
| Concreto | 1,9 | 1 | 11,3 ± 11,0 |

Tabela 2. Valores de aquisição dos tanques.

| Tanque | Valor Unitário (R\$) | Quantidade | Investimento (R\$) |
|-----------------------|----------------------|------------|--------------------|
| Lona | 506,51 | 4 | 2.026,04 |
| Piscina | 915,71 | 4 | 3.662,84 |
| Placas de concreto | 1.584,40 | 4 | 5.937,60 |
| Concreto em molde | 1.227,40 | 4 | 4.909,60 |
| Total do investimento | | | 16.536,08 |

O objetivo é apoiar a aquicultura em sistema de circulação testando diversas opções de construção de tanques, permitindo uma análise de desempenho, custos e viabilidade econômica desses equipamentos.

Na Tabela 3 é possível visualizar a relação dos materiais utilizados e quantidade para construção do tanque de lona.

MÉTODO E TÉCNICAS ECONOMETRICAS

Optamos por utilizar o pluralismo metodológico, associando o método hipotético dedutivo, com levantamento de problema de pesquisa e definição de hipótese, associado à experimentação com delineamento amostral e o uso de técnicas econométricas para analisar os custos e a viabilidade econômico-financeira ao longo de um universo temporal.

Para definir o delineamento amostral para analisar os custos e viabilidade econômico-financeira presente e futura dos tanques em cultivo de tilápia do Nilo em sistema de circulação de água, montamos um desenho experimental casualizado, utilizando 4 tipos de tanques (tratamentos) com 4 repetições, perfazendo 16 estruturas de cultivo considerada como uma unidade experimental.

O sistema hidráulico e de tratamento de água foram iguais para todos, composto por filtragem mecânica e biológica. Os materiais utilizados para estas funções foram à concha de marisco, cerâmicas e cordas de nylon, ambos encontrados gratuitamente na região. A concha de marisco além de fazer a filtragem da água do cultivo e tiveram a função de corrigir o pH, parâmetro que deve ser controlado perto do indicador 7 para o bom desenvolvimento dos organismos cultivados. A cerâmica é encontrada com facilidade na região efervescência local da construção civil e a cultura histórica local de produção de cerâmica, com isto gerando resíduos que neste caso é aproveitado no tratamento da água dos tanques de piscicultura com circulação de água.

Com relação à corda de nylon, no mercado local o valor unitário médio de 22,00 BRL /Kg, mas como a localidade fica numa região litorânea (66 km de faixa litorânea) local de incidência de pesca artesanal costeira que produz resíduos de cordas de nylon, estas arrebentam com a tensão dos aparelhos de pesca e das embarcações, depositando-se como resíduos sólidos abundantes na costa praieira. Com isso permitiu a diminuição dos custos de produção, além de proporcionar uma contribuição ambiental de transformação de lixo em material filtrante para os filtros do sistema.

Tabela 3. Materiais utilizados e quantidades para construção do tanque de lona.

| Itens | Unidade | Quantidade |
|------------------------------------|---------|------------|
| Vara (madeira da região de 4 m) | Unid. | 8 |
| Estacote | Unid. | 160 |
| Estacas | Unid. | 16 |
| Fio pendente | m | 15 |
| Tomada Fêmea | Unid. | 1 |
| Tomada Macho | Unid. | 1 |
| Registro esfera de 40 mm | Unid. | 1 |
| Registro esfera de 50 mm | Unid. | 1 |
| Joelho 90° de 50 mm soldável | Unid. | 1 |
| Bucha redutora (50X40 mm) soldável | Unid. | 1 |
| Cano de 50 mm esgoto | m | 3 |
| Mangueira de 25 mm | m | 1,5 |
| Fita isolante | Unid. | 1 |
| T de 25 mm soldável | Um | 1 |
| Durapox | Um | 1 |
| T de 40 mm esgoto | Um. | 1 |
| Joelho de 25 mm soldável | Um | 1 |
| Cimento | Kg | 12,5 |
| Tela de galinheiro (1X2,4 m) | m | 1 |
| Cano de 25 mm soldável | m | 1,5 |
| Tape de 25 mm soldável | Um | 1 |
| Plástico de estufa (8X8m) | m | 8 |
| Bomba com vazão de 2000l/h | Um. | 2 |

Para contribuir com a circulação e a oxigenação da água foram utilizadas duas bombas com vazão de 1950 L/h, com 25 mm diâmetro na sucção, saída de 20 mm de diâmetro e 1 bar de pressão. A água do cultivo foi bombeada de um poço com profundidade de 25 m e com salinidade de 5 ppt. Pela elevada salinidade essa água é imprópria para o consumo humano, mas como a Tilápia suporta salinidade de 0 ppt até 30 ppt foi possível desenvolver o cultivo.

Os tanques foram abastecidos com água e alevinos, o sistema de circulação leva a água por gravidade através de um dreno central, capturando a água com mais resíduos e de baixo teor de oxigênio até o filtro, que realiza uma etapa mecânica para absorver as maiores partículas dos resíduos do cultivo e biológica com conchas que tem a função de absorver os detritos e nivelar o pH da água. Passada pela filtragem, a água volta para o tanque por bombeamento pelo cano de 25 mm contendo micro furos, que atua para circular e oxigenar o sistema (Figura 2).

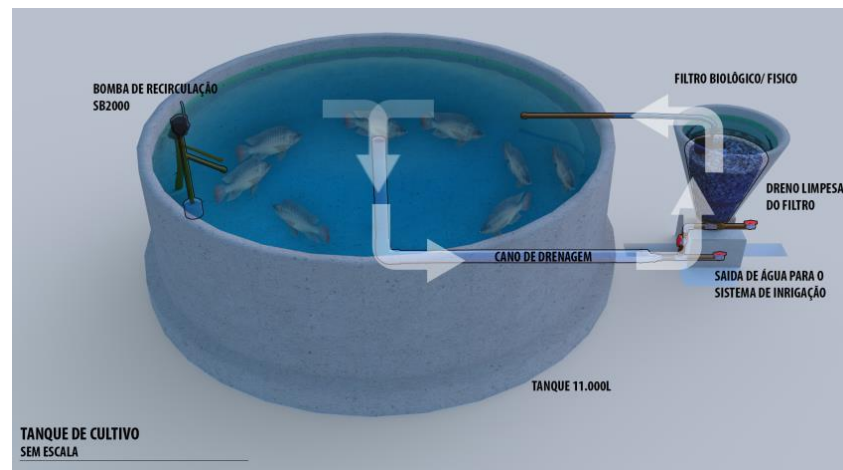


Figura 2. Esquema de um tanque para aquicultura em sistema de circulação de água.

Para análise de rendimento dos tanques em cultivo utilizamos os índices econômicos baseados em Lazzarini-Neto (1995):

a) Receita bruta (RB): Receita esperada para determinada produção por hectare para um preço de venda pré-definido, ou efetivamente recebido, ou seja: $RB = \dot{P}r \times Pu$

Quando: Pr = produção da atividade por unidade de área; Pu = preço unitário do produto;

b) Lucro operacional (LO) - Diferença entre a RB e o COT por hectare. O indicador do resultado do lucro operacional mede a lucratividade no curto prazo, mostrando as condições financeiras e operacionais da atividade. Desse modo tem-se: $LO = \dot{R}B - COT$

c) Índice de lucratividade (IL) - Relação entre o LO e a RB , em porcentagem. Medida importante de rentabilidade da atividade agropecuária, uma vez que mostra a taxa disponível de receita da atividade após o pagamento de todos os custos operacionais. Então: $IL = \frac{LO}{RB} \times 100$

d) Ponto de nivelamento (PN): determina qual é a produção mínima necessária para cobrir o custo, dado o preço de venda unitário $PN = \frac{CF}{RT - CV}$

Para cálculo dos indicadores econômico-financeiros para tomada de decisão de viabilidade de empreendimentos nos baseamos em Seijo *et al.*, (1997):

a) Valores atuais líquidos - (VAL) – Utilizado para tomada de decisão sobre um investimento, se positivo o empreendimento adicionou ganhos ao empreendimento, deve ser determinado segundo um horizonte temporal $\sum \frac{BT(t) - CT(t)}{(1+d)^t}$

Quando: $BT(t)$ e $CT(t)$ são os benefícios e custos total no tempo t respectivamente. É importante notar que a decisão vai depender essencialmente da escolha de taxa de desconto d .

Os VAL indicam o futuro do empreendimento, quanto a viabilidade ou inviabilidade, utilizado para a tomada de decisão sobre o investimento. Quando positivo é viável, quanto maiores forem seus resultados, indica elevação do ganho de cifras monetárias, quando o valor se apresenta menor que zero não se obtém ganhos financeiros;

b) A Taxa interna de retorno (TIR) - Taxa de desconto hipotética aplicada a um fluxo de caixa, faz com que os valores das despesas, trazidos ao valor presente, seja igual aos valores dos retornos dos investimentos, também trazidos ao valor presente $\sum \frac{BT(t) - CT(t)}{(1+\rho)^t} = 0$

Sendo ρ a TIR .

c) Relação Benefício-Custo ($R_{b/c}$) - Representa a relação entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos $\frac{VPB}{VPC} = \frac{\sum \frac{BT(t)}{(1+d)^t}}{\sum \frac{CT(t)}{(1+d)^t}}$

Quando: VPB e VPC são os valores presente dos benefícios e custos respectivamente.

O B/C , este quanto maior que 1 (um) terá grande chance de ser lucrável e menor 1 do ponto de vista econômico é inviável e quando for igual a 1 apenas se manter com possibilidade de ter prejuízo no futuro.

Para efeito de análise, utilizamos como referência mínima de atratividade, a Taxa Selic (14,25%) de maio de 2016 para um universo temporal de oito anos.

Resultados e Discussões

Os valores distintos de custo de construção de cada tanque em função de suas características e materiais utilizados, são relatados na Tabela 4. Especificamente verificamos uma diferença de (977,89 BRL) entre o tanque de menor custo, o de lona (506,51 BRL) e o de maior valor, o de placas de concreto (1.227,40 BRL).

Tabela 4. Materiais utilizado para a construção do tanque adaptado com piscina.

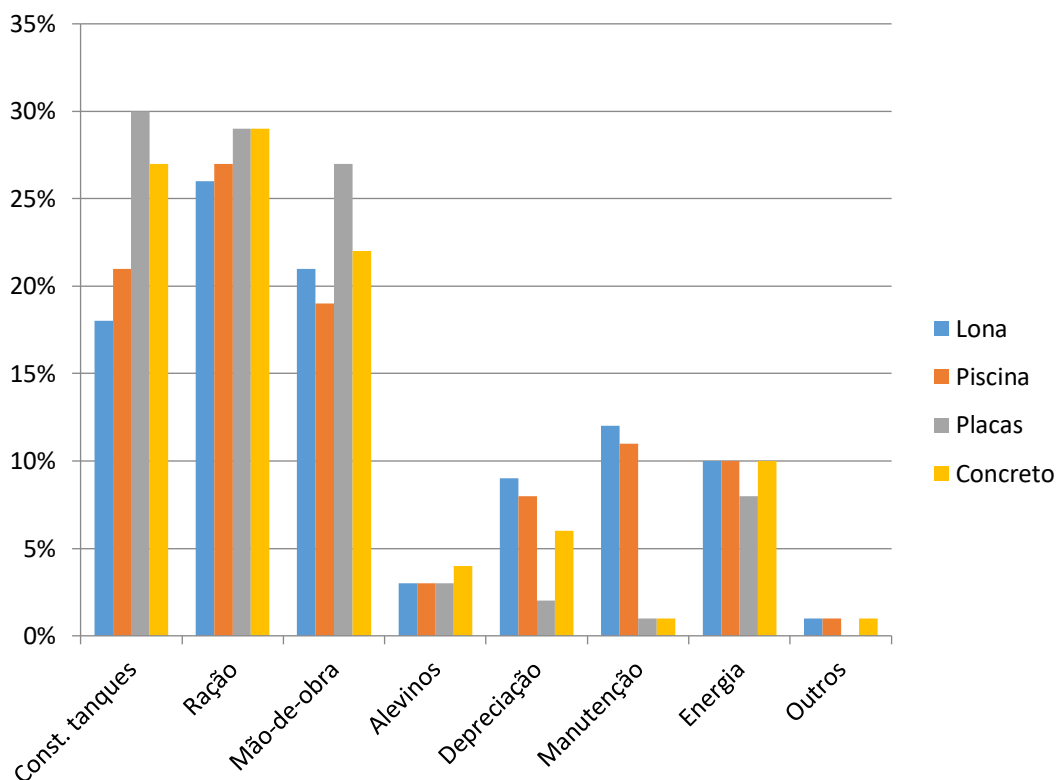
| Itens | Unidade | Quantidade |
|------------------------------------|---------|------------|
| Fio pendente | m | 15 |
| Tomada Fêmea | Unid. | 1 |
| Tomada Macho | Unid. | 1 |
| Registro esfera de 40 mm | Unid. | 1 |
| Registro esfera de 50 mm | Unid. | 1 |
| Joelho 90° de 50 mm soldável | Unid. | 1 |
| Bucha redutora (50X40 mm) soldável | Unid. | 1 |
| Cano de 50 mm esgoto | m | 3 |
| Mangueira de 25 mm | m | 1,5 |
| Fita isolante | Unid. | 1 |
| T de 25 mm soldável | Unid. | 1 |
| Durapox | Unid. | 1 |
| T de 40 mm esgoto | Unid. | 1 |
| Joelho de 25 mm soldável | Unid. | 1 |
| Cimento | Kg | 12,5 |
| Tela de galinheiro (1X2,4 m) | m | 1 |
| Cano de 25 mm soldável | m | 1,5 |
| Tape de 25 mm soldável | Unid. | 1 |
| Piscina de 5.500 litros | Unid. | 1 |
| Bomba com vazão de 2000l/h | Unid. | 2 |

Os custos de implantação dos tanques variaram de 18% a 30% dos custos do empreendimento, a ração flutuou entre 26% a 29% das inversões totais. A mão de obra se apresentou como o terceiro custo, cabe destacar que os tanques de placas e de forma foram edificados em concreto com malha de ferro, praticamente o mesmo material, porém o que foi construído apoiado por uma forma se apresentou 5% mais barato, mostrando uma economia de 357,00 BRL em função da redução de três dias de força de trabalho ao longo de sua montagem. Como mostram a Tabela 5 e a Figura 3.

A ração por ser um custo variável, se relaciona diretamente com a produção, na medida em que houver na estratégia produtiva aumentará o uso do alimento e o custo, na prática ração para possibilitar o ganho um quilograma (1 kg) animal, a chamada taxa de conversão alimentar, ficou 1,65 Kg/ração para quilo de peixe, semelhante a encontrada por Kubitzka (2006) também com tilápia do Nilo que foi de 1,5 Kg de ração para 1 Kg de peixe. Como os custos fixos não se influenciam diretamente pelo aumento da intensidade das estratégias de produtivas, não encontramos evidências de associação ou possibilidade de poder ser vinculado a quaisquer mecanismos de produção.

Tabela 5. Materiais de construção do tanque de placa de concreto.

| Itens | Unidade | Quantidade |
|-------------------------------------|---------|------------|
| Cimento | Saco | 11 |
| Tela de arame para laje de concreto | Unid. | 2 |
| Tijolo de oito furo* | Unid. | 100 |
| Areia amarela | Lata | 6 |
| Areia lavada | Lata | 40 |
| Areia grossa | Lata | 72 |
| Brita N° 2 | Lata | 15 |
| Vedacit de litro | Unid. | 1 |
| Arrame pré-cozido | kg | 0,25 |
| Mão-de-obra | Dária | 3,5 |
| Cano de 100 mm esgoto | m | 3 |
| Joelho de 100 mm esgoto | Unid. | 1 |
| Redução de 100 mm/50 mm | Unid. | 1 |
| Registo de 50 mm | Unid. | 1 |

**Figura 3.** Custos de produção dos modelos de tanques.

A receita bruta (*RB*) se manteve entre a movimentação financeira de 27.648,00 BRL (piscina) e 40.320,00 BRL (placas e concreto) (Tabela 6). O preço final da tilápia no mercado local é de 10,00 BRL o quilograma, preço que foi pago aos peixes do experimento.

Cabe destacar que o pescado foi negociado na Fazenda para a população da comunidade do entorno. O planejamento de negociação da produção para o mercado de ciclo curto mostrou vantagens no ganho financeiro se comparada às tradicionais vendas de pescado, pois identificamos que os atravessadores locais pagam apenas 6,50 BRL/kg em média por quilo da espécie trabalhada.

Tabela 6. Materiais de construção de tanque de uma única peça de concreto.

| Itens | Unidade | Quantidade |
|--------------------------------------|----------------|-------------------|
| Cimento | Saco | 8 |
| Areia amarela | Lata | 18 |
| Tijolo de 8 furo | Unid. | 150 |
| Areia grossa | Lata | 52 |
| Areia lavada | Lata | 12 |
| Arrame pré-cozido | Kg | 0,25 |
| Tela de construção de laje (2,45x6m) | Unid. | 2 |
| Brita (N° 2) | Lata | 24 |
| Vedacit de 3,6 l (impermeabilizante) | Unid. | 0,5 |
| Argamassa | Pacote | 1 |
| Cano de pvc 100 mm esgoto | Metro | 3 |
| Joelho de 90° pvc 100 mm esgoto | Unid. | 1 |
| Mão-de-obra | Diária | 2 |
| Redução de 100 mm/50 mm | Unid. | 1 |
| Registo de 50 mm | Unid. | 1 |

Com relação ao lucro operacional (*LO*) apenas a piscina apresentou resultado negativo com menos de 2.354,13 BRL, com índice de lucratividade (*IL*) de -9%. Os demais modelos de tanques apresentaram valores positivos. Embora o tanque de lona tenha mostrado o *IL* positivo, evidenciou-se em situação tênue, apresentando apenas 0,4% levando a aferir que o investimento está apenas se mantendo, não permitindo ganhos para o empreendedor.

Sabendo que os indicadores como *RB*, *LO*, *IL* e Ponto de Nivelamento *PN* são ferramentas que mostram a situação presente do empreendimento de forma instantânea sem a dimensão e projeção temporal, não permitindo uma projeção do desempenho futuro, utilizamos os indicadores de rentabilidade *TIR*, *VAL* e *B/C*, para verificar como se comporta o desempenho dos tanques ao longo do tempo e sua viabilidade.

A *TIR* apresentou o tanque de concreto como melhor opção com valor de (38%), seguido pelo de placas (28%) e o menor valor verificado foi o tanque de piscina que fez (28%). Com relação ao $R_{B/C}$ o tanque piscina foi de (0,92), o de placa e concreto apresentaram (1,22), já o de lona foi igual a (1). Com relação a *VAL* os tanques de lona e piscina se mostraram negativos (- 10.004,87; - 37.970,00 respectivamente), já os de placas e forma de concreto apresentaram indicadores positivos (33.125,82; 38.189,53 respectivamente). O tanque de forma de concreto obteve o maior índice de *VAL*, mostrando que cobre mais rápido do que os demais o investimento inicial, bem como a remuneração mínima exigida pelo investidor, gerando excedente de ganho financeiro, mais recursos do que os outros tanques, para um nível risco equivalente, uma vez que a taxa de atualização foi à mesma para todos e reflete o custo de oportunidade de capital.

Na análise de rentabilidade utilizamos índices de tomada de decisão, como o *IL*, verificamos que Sabbag *et al.*, (2007), utilizou para verificar o desempenho do sistema de cultivo de peixes em tanque-rede na cidade Ilha Solteira/SP, o que resultou em (22,57%), mostrando-se rentável estando bem acima do valor da taxa *Selic* (14,25%). Os *ILs* encontrados no estudo foram de (- 0,9%), (0,4%), (18%) e (18%) para tanques de lona, piscina, placas e concreto respectivamente. Comparando com a taxa referência de empreendimento (14,25%), os dois primeiros tanques se tornam inviável para o empreendedor, já os tanques de placa e concreto se mostram viáveis com ganhos superiores a média dos investimentos de fundos fixos na atualidade.

Vitela *et al.*, (2013) ao relatar a viabilidade econômico-financeira de projeto de piscicultura em tanques escavados, encontrou o *IL* inferior ao indicador de viabilidade utilizado, que neste caso a taxa mínima de atratividade era de (8,19%). Nessa perspectiva, fazendo um paralelo com o trabalho em pauta, tendo como base de atratividade mínima da *Selic* de (14,5%) para análise de viabilidade de tanques circulares em sistema de circulação, apenas os de placa e de forma de concreto se mostraram viáveis.

Os pesquisadores Furlaneto & Esperancini (2009) ao estudar a viabilidade econômica de projetos de implantação de piscicultura em viveiros escavados obtiveram a *TIR* um pouco superior a taxa *Selic* (14,25%) atual, na pesquisa em pauta, os tanques utilizando o mesmo indicador de viabilidade para comparar as diferentes estruturas de cultivo, a *TIR* mostrou valores diferentes para todos os modelos (-28%), (-1%), (29%) e (38%) para estrutura de lona, piscina, placas e concreto respectivamente. Os tanques de lona e piscina se mostraram inviáveis, apresentando resultados negativos e muito inferiores a taxa de referência. Já os tanques de placa e concreto, apresentaram taxas positivas e bastante elevadas, evidenciando que rapidamente se obtém o valor de um investimento (valor presente) com os seus respectivos retornos futuros.

A investigação encontrou resultados positivos dos *VAL* apenas para os tanques de placas (33.125,82 BRL) e de forma de concreto (38.189,53 BRL), mostrando-se viáveis e com maiores ganhos do que os encontrados Furlaneto & Esperancini (2009) e de que Vitela *et al.*, (2013) que obteve índice de *VAL* de (16.706,41), ambos para tanques escavados. Os *VAL* são tidos como instrumento que determina o valor presente de pagamentos futuros, descontados a taxa de juros referencial (no caso *Selic*), menos o custo do investimento inicial, permitiu aferir o os tanques de placas e de forma de concreto são viáveis, porém o de forma de concreto é o que adiciona maiores ganhos ao cultivo de peixes em sistema de circulação de água.

Considerações finais

O estudo dos custos de produção, rendimento e viabilidade econômico-financeira do desenvolvimento da aquicultura em tanques circulares em sistema de circulação de água, nos levou a algumas considerações finais, das quais destacamos que:

- a) Encontramos valores distintos de custo de construção de cada tanque em função de suas características e materiais utilizados;
- b) os custos de implantação dos tanques variaram de 18% (lona) a 30% (placas) das inversões do empreendimento;
- c) a ração absorve de 26% a 29% dos investimentos totais;
- d) a mão de obra se apresentou como o terceiro maior custo, o tanque forma de concreto apresentou 5% mais barato que o de placas nesse quesito, mostrando uma economia de 357,00 BRL em função da redução de 3 dias de força de trabalho ao longo de sua montagem;
- e) os *ILs* encontrados no estudo foram de (- 0,9%), (0,4%), (18%) e (18%) para tanques de lona, piscina, placas e concreto respectivamente, os dois últimos acima da taxa referência de empreendimento a *Selic* de (14,25%);
- f) os tanques de lona e piscina se mostraram inviáveis em todos os indicadores analisados;
- g) os tanques de placa e forma de concreto são viáveis economicamente;
- h) o tanque de forma de concreto se apresentou com maior valor da *TIR* (38%) e *VAL/VLP* (38.189,53 BRL) e conseqüentemente, a melhor taxa de atratividade econômico-financeira;
- i) o tanque de forma de concreto cobre mais rápido os custos do investimento inicial que os demais, bem como a remuneração mínima exigida pelo investidor, gerando excedente de ganho financeiro, promove maior ganho financeiro para o mesmo nível risco e reflete o melhor desempenho de custo de oportunidade de capital.

Referências

- Furlaneto, F. P. B. & Esperancini, M. S. T. (2009). Estudo da viabilidade econômica de projetos de implantação de piscicultura em viveiros escavados. *Informações Econômicas*. 2(9): 5-11, 39.
- Helfrich, L. A. & Libey, G. *Fish Farming in Recirculating Aquaculture Systems (RAS)*. Disponível em: <http://www.aces.edu/dept/fisheries/aquaculture/documents/recirculatingVT.pdf>.
- Kubitza, F. (2006). Sistemas de Recirculação: Sistemas fechados com tratamento e reuso da água. *Panorama da Aquicultura*. Maio/junho, 15-22.
- Lazzarini-Neto, S. (1995). *Controle da produção e custos*. São Paulo: SDF Editores.
- Lopes, J. C. O. (2012). *Técnico em Agropecuária - Piscicultura*. Teresina: EDUFPI.
- Martins, C.I.M.; Eding, E.H.; Verdegem, M.C.J.; Heinsbroek, L.T.N.; Schneider, O.; Blancheton, J.P.; Orbcastel, E. R. & Verreth, J.A.J. (2010). New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. *Aquacultural Engineering*, 43(3): 83-93.
- Ministério da Pesca e Aquicultura-MPA (2011). *Boletim estatístico da pesca e aquicultura*. Brasília.
- Oliveira, R. C. (2009). *O panorama da aquicultura no Brasil: a prática com foco na Sustentabilidade*. *Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*.
- Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação-FAO (2016). *O estado mundial da pesca e aquicultura*. Roma: FAO.
- Sabbag, O.J; Rozales, R. R; Tarsitana, 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 Agronegócio*. 3(2): 86-100.
- Seijo, J.C.; Defeo, O. & Salas, S. (1997). *Bioeconomía pesquera. Teoría, modelación y manejo*. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 368. Roma: FAO
- Vitela, M. C.; Araújo, K. D.; Machado, L. S. & Machado, M. R. R. Análise da viabilidade econômico-financeira de projeto de piscicultura em tanques escavados. *Custos e Agronegócio*. n. 3, p. 154-173, v. 9. 2013. Disponível em: <http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero3v9/>.
- Zhang, S.Y; Wu H.B., Liu, X. G. Tao, Y.H & Liu, H. (2011). An integrated recirculating aquaculture system (RAS) for land-based fish farming: The effects on water quality and fish production. *Aquacultural Engineering*, 45(3): 93-102.