



Núcleo de Meio Ambiente
Universidade Federal do Pará
Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá
Belém, Pará, Brasil

<https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas>

Gabrielle Batista Dalazen

Universidade Federal do Oeste do Pará
gabrielledalazen@gmail.com

Eliandra de Freitas Sia

Universidade Federal do Oeste do Pará
eliandra.sia@hotmail.com

Carlos Mikael Mota

Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Pará
mikael.mota@ifpa.edu.br

Jardson Rocha Bentes

Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Pará
jardsonifpa@gmail.com

Igor Bartolomeu Alves de Barros

Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Pará
igobarto@hotmail.com

Recebido em: 2019-11-22

Avaliado em: 2020-08-10

Aceito em: 2020-08-10

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO SISTEMA DE AQUAPONIA FAMILIAR EM SANTARÉM, OESTE DO PARÁ

RESUMO: Objetivou-se analisar a viabilidade econômica da implantação de um módulo de sistema aquapônico de cunho familiar no oeste paraense. Para a estimativa do custo de produção, foi empregada a estrutura de custo operacional proposta pelo Instituto de Economia Agrícola - IEA. Para avaliação de investimento foram considerados três cenários (preço de comercialização da alface R\$ 2,00, 2,50 e 3,00), e as análises financeiras elaboradas por meio de cálculos de volumes de investimentos necessários para a instalação da aquaponia mediante a entrada das receitas e das despesas. Dentre os custos de implantação, 59,44% está vinculado à montagem do sistema aquapônico e 40,60% destinado à construção da estufa de produção vegetal. A mão de obra e a energia elétrica foram os itens que mais remuneraram o custo de produção, com 32,58 e 30,62%, respectivamente. Além disso, para todos os cenários os índices de viabilidade apontam que a atividade é atrativa para investimentos, com Taxa Interna de Retorno entre 11,06 e 53,55%, Valor Presente Líquido variando de R\$ 213,06 e 16.788,39 e Tempo de Retorno do Investimento entre 2 a 8 anos. Diante disso, o sistema analisado mostrou-se viável do ponto de vista econômico nos três cenários propostos, entretanto, sugere-se a formulação de políticas públicas que busquem reduzir os valores das taxas com energia elétrica para o pequeno produtor, com a intenção de estimular o desenvolvimento dessa atividade, promover maior geração de renda e aumentar a produção de alimentos de forma sustentável no estado do Pará.

PALAVRAS-CHAVE: Alface, Custo de produção, Investimento, Indicadores Econômicos, *Colossoma macropomum*.

ECONOMIC EVALUATION OF FAMILY AQUAPONICS SYSTEM IN SANTARÉM, WESTERN PARÁ

ABSTRACT: This study aimed to analyze the economic viability of the implantation of a family aquaponic system module in western Pará. To estimate the cost of production, we used the operating cost structure proposed by the Institute of Agricultural Economics - IEA. For investment evaluation, three scenarios were considered (lettuce commercialization price R\$ 2.00, 2.50 and 3.00), and the financial analyzes prepared through calculations of investment required for the installation of aquaponics through revenue and expenditure entries. Among the implementation costs, 59,44% is linked to the assembly of the aquaponic system and 40,60% to the greenhouse construction. Labor and electricity were the items that most compensated the cost of production, with 32.58 and 30.62%, respectively. In addition, for all scenarios, the viability indices indicate that the activity is attractive for investments, with Internal Rate of Return between 11,06 and 53,55%, Net Present Value ranging from R\$ 213,06 and 16.788,39 and Return on Investment from 2 to 8 years. Given this, the system analyzed proved to be economically viable in all three proposed scenarios, however, we suggest the development of public policies that seek to reduce electricity costs for the small producer, intending to stimulate the development of this activity, increasing the income and food production in a more sustainably way in the state of Pará.

KEYWORDS: Lettuce, Production cost, Investment, Economic Indicators, *Colossoma macropomum*.

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL SISTEMA DE ACUAPONIA FAMILIAR EN SANTARÉM, PARÁ OCCIDENTAL

RESUMEN: El objetivo de este estudio fue analizar la viabilidad económica de la implementación de un módulo de sistema acuapónico de naturaleza familiar en el oeste de Pará. Para estimar el costo de producción, se utilizó la estructura de costos operacionales propuesta por el Instituto de Economía Agrícola - IEA. Para la evaluación de investimentos, se consideraron tres escenarios (precio de comercialización de la lechuga R\$ 2,00, 2,50 y 3,00), y los análisis financieros elaboradas mediante cálculos de los volúmenes de investimentos necesarios para la instalación de acuaponía a través de ingresos de lucros y gastos. Entre los costes de implementación, el 59,44% está vinculado al montaje del sistema acuapónico y el 40,60% destinado a la construcción del invernadero de producción vegetal. La mano de obra y la electricidad fueron los artículos que pagaron más el costo de producción, con un 32,58 y un 30,62%, respectivamente. Además, para todos los escenarios los índices de viabilidad indican que la actividad es atractiva para investimentos, con Tasa Interna de Retorno entre 11,06 y 53,55%, Valor Presente Neto que oscila entre R\$

213,06 y 16.788,39 y Tiempo de Retorno del Inversión de 2 a 8 años. Por lo tanto, el sistema analizado demostró ser factible desde el punto de vista económico en los tres escenarios propuestos, sin embargo, se sugiere la formulación de políticas públicas que busquen reducir los valores de las tarifas con electricidad para el pequeño productor, con la intención de estimular el desarrollo de esta actividad, promover una mayor generación de rentas y aumentar la producción de alimentos de manera más sostenible en el estado de Pará.

PALABRAS CLAVES: Lechuga, Costo de producción, Inversión, Indicadores económicos, *Colossoma macropomum*.

INTRODUÇÃO

Com as projeções de crescimento demográfico sugerida pelo Departamento de Dinâmica Populacional dos Assuntos Econômicos e Sociais, em 2050 a população mundial superará os 9,8 bilhões de habitantes, o que representa a necessidade de um aumento considerável na produção alimentícia. Contudo, a necessidade não se restringe somente à produção de mais alimentos, como também, à qualidade e sustentabilidade desses, devido às imposições feitas pelos consumidores que apresentam, atualmente, um pensamento consciente em relação à importância da segurança alimentar e a preservação do meio ambiente.

Nessa ótica, os produtores tendem a adaptar-se, não somente à demanda

dos consumidores, mas também às recomendações impostas por leis como a 13.186 de 11 de novembro de 2015, que estimula a adoção de práticas de consumo e de técnicas de produção ecologicamente sustentáveis (BRASIL, 2015). Neste âmbito, têm-se o modelo de produção aquapônico como alternativa, que atende os princípios do desenvolvimento sustentável, baseado no tripé econômico-social-ambiental (TYSON et al., 2011; LENNARD; GODDEK, 2019). Logo, essa atividade constitui-se uma alternativa promissora à integração da atividade agrícola, onde se realiza a produção de espécies aquáticas associados a espécies vegetais. A interação entre os sistemas de aquicultura e hidroponia possibilita que as plantas possam se nutrir a partir de procedentes da água onde se criam

organismos aquáticos (HUNDLEY; NAVARRO, 2013).

A aquaponia tem como uma de suas vertentes a reciclagem total da água e nutrientes, mitigando, ou até mesmo inibindo, o desperdiço de água se compararmos com a aquicultura e agricultura convencional, ou até mesmo com sistemas hidropônicos, visto que esse último se faz necessário a renovação da solução de nutrientes (CARNEIRO et al., 2015; LENNARD; GODDEK, 2019). Herbert e Herbert (2008) relatam que o sistema de aquaponia possui alguns benefícios comparados aos sistemas convencionais de cultivo: água e ração são aproveitadas integralmente; redução de ameaças químicas e biológicas, além do máximo aproveitamento dos sedimentos orgânicos gerados (TYSON et al., 2011). Nesse sentido, a aquaponia destaca-se como uma técnica de produção em sistema fechado de cultivo, que atende a demandas de sustentabilidade frente ao baixo consumo de água e aproveitamento de resíduos sólidos.

As espécies de peixes a serem utilizadas em sistema de aquaponia devem apresentar tolerância a altas densidades de estocagem e ao manejo, rusticidade, resistência e boa conversão alimentar (CARNEIRO et al., 2015). Agregando estes requisitos, o tambaqui (*Colossoma macropomum*), espécie nativa da região amazônica, é caracterizado como um dos peixes de água doce mais utilizados na criação no Brasil. Dentre os vegetais, a alface (*Lactuca sativa*) é uma boa alternativa para esse modelo de sistema, pois se adapta facilmente em variados locais, suporta grande quantidade de água nas raízes e aceita diferentes métodos de introdução de nutrientes sem apontar carência nutricional, além de ser uma das folhosas mais produzidas e consumida dentre os brasileiros (LONDERO; AITA, 2000).

Para o sucesso de um empreendimento, é imprescindível a avaliação dos possíveis riscos que possam, futuramente, vir a comprometer a atividade. Portanto, cabe ao empreendedor identifica-los, traçando métodos para contornar ou minimizá-los.

Para tanto, é indispensável o diagnóstico da cadeia produtiva da atividade a qual se almeja investir, mensurando o custo de produção e a rentabilidade do empreendimento, pois são estes fatores determinantes para a tomada de decisões (BRABO et al., 2016a).

Embora este modelo de produção mostre-se viável quanto à sustentabilidade, informações relativas à viabilidade econômica ainda são escassas. Segundo Sátiro et al. (2018), a falta dessas informações, gera um entrave para a disseminação do modelo, uma vez que os produtores desconhecem as variáveis essenciais que os auxiliam na tomada de decisões de um empreendimento, podendo influenciar no sucesso do mesmo. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo analisar os custos e a rentabilidade de um sistema de aquaponia para módulos familiares de produção no município de Santarém, Pará.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo teve como modelo de produção o setor de Aquaponia

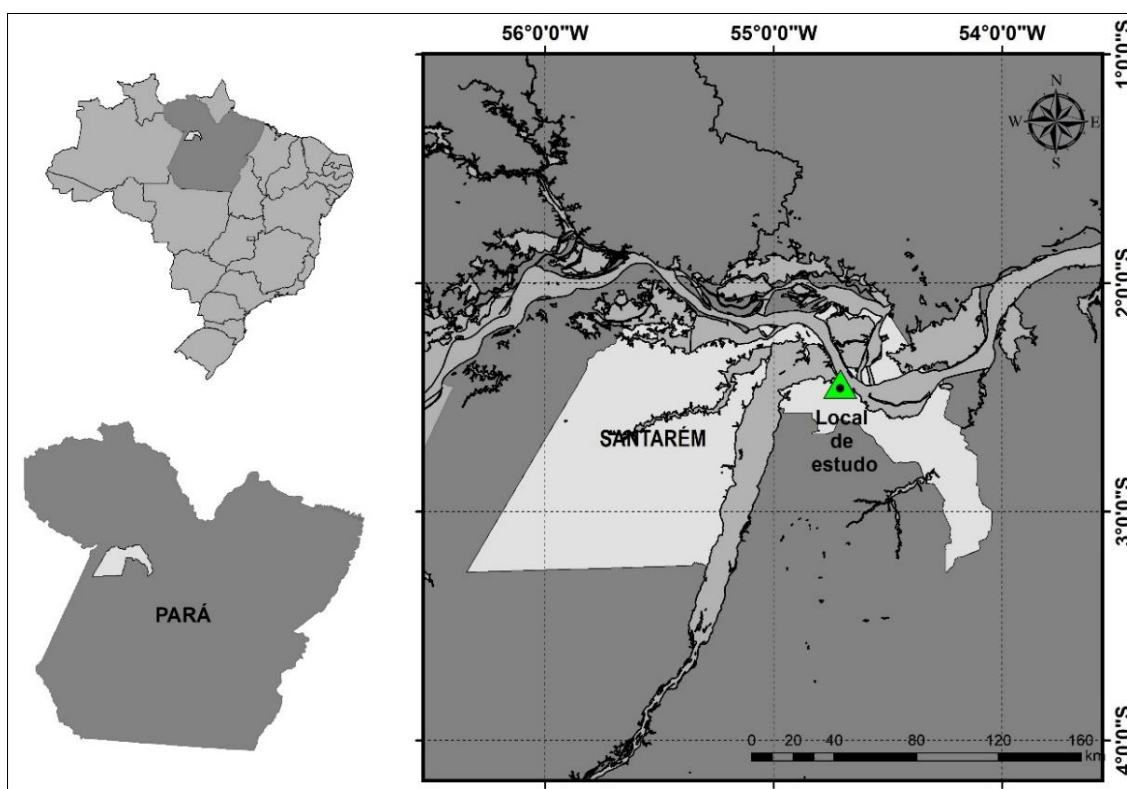
localizado no Complexo Agropecuário, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - IFPA/Campus Santarém, localizado no município de Santarém, estado do Pará (Latitude: 2°26'24,20"S, Longitude: 54°42'32,84"O, 45m altitude (Figura 1).

Para levantamento dos dados, foi considerado o manejo produtivo realizado por Bentes et al. (2019), onde a hortaliça utilizada no sistema aquapônico foi a alface roxa (*Lactuca sativa L. var. pira roxa*), adquiridas em sistema de produção tradicional, nas proximidades da sede municipal de Santarém, sendo o tambaqui (*Colossoma macropomum*) a espécie de peixe proposta para ser cultivada em conjunto com a hortaliça, conforme os autores supracitados. A proporção considerada nesse sistema foi de 60 peixes para 198 mudas de alfaces por ciclo desta hortaliça. Além disso, o ciclo de produção da *L. sativa* teve duração de 30 dias, de modo que para cada ciclo anual de produção de tambaqui, foi considerado 11 ciclos da cultura agrícola em questão (BRABO et al.,

2016b; BENTES et al., 2019). A fase de cultivo da hortaliça considerada no presente trabalho foi de crescimento final, quando as mudas apresentam cerca de 3 semanas de crescimento

entre as fases de germinação e berçário, com diâmetro de caule de $4,02 \pm 0,28$ mm e número de folhas de $4 \pm 0,29$.

Figura 1. Mapa de Localização do município de Santarém-PA e do Complexo Agropecuário, setor de produção aquapônico, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Santarém.



Fonte: Elaborado pelo autor. Dados digitais: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

Foram realizadas coleta de dados no município de Santarém para levantamento dos preços dos insumos (ração, mudas, juvenis, calcário, quelato de ferros, cloreto de potássio, fosfato

bicalcico, kit de qualidade de água, embalagens), salários, diárias, taxas, energia elétrica, preço de mercado das hortaliças e peixes, e custo dos equipamentos.

Para levantamento dos dados da estrutura, foi considerado a construção de uma estufa de produção agrícola de 66m² (12m de comprimento x 5,5m de largura) e o sistema de aquaponia, localizado no IFPA/Campus Santarém, com três caixas d'água (1.000 litros cada) para produção do pescado, sistema de filtragem (biofiltro e decantador), e bancada com 9 m² em sistema de canaletas com capacidade aproximada de 198 plantas por ciclo de produção, bem como todo o sistema hidráulico (bombas e encanamento) e mão de obra necessária para construção de tais estruturas. A construção dessas estruturas seguiu o modelo de aquaponia familiar descrito por Carneiro et al. (2015).

Para a estimativa do custo de produção, foi empregada a estrutura de custo operacional proposta por Brabo et al. (2016a), com os seguintes itens: Custo Operacional Efetivo (COE), Custo Operacional Total (COT), Custo Total de Produção (CTP). Além dos custos, foram avaliados os indicadores de lucratividade, conforme cálculos

definidos por Martin et al. (1998): Receita Bruta (RB), Lucro Operacional (LO), Lucro Operacional Mensal (LOM), Margem Bruta (MB) e Índice de Lucratividade (IL).

Os itens que foram considerados para o cálculo do CTP foram os insumos, o consumo de energia elétrica que foi determinando a quantidade de kWh por dia durante um ciclo de produção vegetal e este extrapolado para todos os 11 ciclos de produção (sendo considerado o valor do kWh a R\$ 0,51953, conforme as tarifas cobradas pela central de energia elétrica estadual, para imóveis rurais). Além disso, o valor da mão de obra que foi calculada considerando o valor da hora trabalhada de R\$ 3,98 (valor relativo ao salário mínimo atual, R\$ 954,00), multiplicada pelo número horas trabalhadas diariamente, ao longo do ciclo, sendo estimado que o produtor destinará uma hora por dia para manutenção do sistema aquapônico.

A análise de investimento foi elaborada a partir de um fluxo de caixa feito com base em planilhas de investimento, despesas operacionais

(saída) e receitas (entradas), para um horizonte de planejamento de 10 anos, conforme os seguintes indicadores: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Período de Retorno do Capital (PRC) (Brabo et al. 2016b). A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) adotada para avaliação do VPL foi de 4,25%, referente a valor da taxa Selic na época do estudo. A depreciação foi calculada diminuindo 10% do valor do bem e dividido pela sua vida útil de cada item (MATSUNAGA et al. 1976; MARTIN et al. 1998; BRABO et al. 2016a). Além disso, foram analisados três cenários diferentes, considerando o preço da alface de R\$2,00, 2,50 e 3,00 e o quilo do peixe a R\$ 9,00, conforme pesquisas valores levantados no mercado. Vale ressaltar que para estas análises foi considerada uma perda da produção de alface de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O custo estimado para a implantação do sistema de aquaponia composto por 3 caixas d'água de 1 m³ cada, com sistemas de decantação e filtragem,

junto a bancada de produção agrícola de 9 m², somado a uma estufa de produção vegetal de 66 m², representaram o valor de R\$ 5.012,35. Deste, 59,44% está vinculado à montagem do sistema aquapônico, e 40,56%, destinado à construção da estufa de produção vegetal, conforme apresentado na Tabela 1.

O custo de implantação tem impacto direto na rentabilidade dos empreendimentos (BRABO et al., 2015; SILVA et al., 2018), logo alternativas que procurem minimizá-lo podem tornar esta atividade ainda mais atrativa. Nesse contexto, e por se tratar de atividade de cunho familiar, algumas alternativas podem ser sugeridas para minimização dos custos de implantação, como utilização de materiais mais acessíveis como o bambu impermeabilizado, para construção das bancadas de produção agrícola, além do mesmo material poder ser utilizado na construção propriamente dita da estufa (VEIGA et al., 2011; SILVA et al., 2014). Além disso, por se tratar de um empreendimento de pequeno porte, os gastos com a mão de

obra da construção podem ser reduzidos pela própria força de trabalho da unidade familiar, uma vez que, através de instituições governamentais que oferecem o serviço de assistência

técnica gratuita, o produtor pode ser auxiliado na construção da estufa e do sistema aquapônico, assim como no manejo deste.

Tabela 1. Custo de Implantação de um módulo familiar de produção em sistema aquapônico em Santarém, Oeste do Pará, 2019.

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)	%
1. Sistema de Aquaponia					
Malha Hidráulica*	-	-	-	1073,07	21,41
Caixa d'água - 1000L	Unid.	3	210,00	630,00	12,57
Mídia cerâmica	Litro	40	10,75	430,00	8,58
Bomba de aerção - 1000L/h	Unid.	3	70,00	210,00	4,19
Tambores – 200L	Unid.	2	100,00	200,00	3,99
Caibro - 5 metros	Unid.	9	20,00	180,00	3,59
Outros Custos**	-	-	-	136,08	2,71
Bomba - 1500 L/h	Unid.	1	120,00	120,00	2,39
Subtotal				2.979,15	59,44
2. Estufa de produção vegetal					
Esteio (10 x 10 cm de 5 m)	Unid.	10	70,00	700,00	13,97
Mão de obra (carpinteiro e ajudante)	Diária	3	150	450,00	8,98
Sombrite 50% de 2,5m	Metro	56	4,50	252,00	5,03
Plástico agrícola 8m largura	m ²	10	25,00	250,00	4,99
Tábua de caixaria de 6m	Unid.	6	20,00	120,00	2,39
Tubo de metal - 1 polegada	Unid.	5	18,00	90,00	1,80
Suporte pra arco de estufa	Unid.	6	15,00	90,00	1,80
Outros Custos***	-	-	-	81,20	1,62
Subtotal				2.033,20	40,6
Total				5.012,35	100,00

Fonte: Elaborado pelo autor; *Tê 20mm; Tê 50 mm; Adaptador rosqueavel, 20 mm; tubo de PVC soldável, 20 mm; tubo de PVC, 50 mm; tubo de PVC, 75 mm; CAP de PVC, 20 mm; CAP de PVC, 50 mm; CAP de PVC, 75 mm; Flange de PVC, 50mm; Joelho de PVC, 20mm; Joelho de PVC, 50 mm; Joelho de PVC, 75 mm; redução de PVC, 75/50 mm; registro de PVC, 20 mm; Vara de PVC para esgoto, 50 mm; **Arame 16mm; Bóia; Parafusos com rosca; Conduíte elétrico; Brita; ***Prego de 2 polegada; Arame, 16 BWG de espessura; Parafuso com rosca 8cm.

Atualmente os tanques de concreto armado e ferro-cimento podem ser uma alternativa promissora para construção do sistema, junto a redução dos custos com implantação. De fato, Silva et al. (2018) avaliando a viabilidade econômica da construção de tanques circulares para a aquicultura em sistemas de recirculação, mostra que tanques construídos com placas de concreto armado apresentam índices mais atrativos para o sistema. Outra possibilidade seria a construção de tanques elevados de argila, revestidos com lona, sendo uma excelente alternativa (GUILHERME et al., 2019). Apesar disso, levantamentos de custos para seu uso na aquaponia ainda são restritos, o que pode servir de motivo para realização de novos estudos.

Dentre os itens que compõe os custos de produção, a mão de obra e a energia elétrica, foram os que apresentaram maiores contribuições, 32,58% e 30,62%, respectivamente (Tabela 2). De fato, Granja (2018) avaliando a viabilidade econômica de implantação de uma aquaponia,

verificou que a mão de obra correspondeu a um percentual de 46,48% em relação ao total do custo de produção, sendo o item com maior contribuição dentro desse custo. Entretanto, como o presente trabalho está no bojo de uma produção familiar, os custos com mão de obra são todos direcionados para o produtor, ou seja, incrementando sua renda.

A energia elétrica, é um fator primordial para a viabilidade técnico/econômica do sistema de aquaponia, uma vez que a água precisa ficar em constante recirculação e o suprimento de oxigênio para os peixes é fundamental (LENNARD; GODDEK, 2019). O presente trabalho mostrou que este insumo é um dos maiores que compõem o custo de produção, logo um dos principais itens a serem analisados pelo produtor quanto a atratividade desta atividade. Resultados semelhantes foram encontrados por Kodama et al. (2011), uma vez que também foi verificado que este item é um dos que mais remunera o custo de produção em sistemas de recirculação.

Tabela 2. Custo de produção de um módulo familiar de produção em sistema de aquapônico em Santarém, Oeste do Pará, 2019.

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)	%
Mão de obra	Hora	330	3,98	1.311,75	32,58
Energia Elétrica	kWh	825	0,59	1.232,69	30,62
Ração	kg	90	3,20	288,00	7,15
Embalagem	Unid.	2178	0,12	261,36	6,49
Mudas	Unid.	2178	0,11	239,58	5,95
Kit de Oxigênio	Unid.	144	0,41	59,04	1,47
Kit de NH ₃	Unid.	48	0,85	40,68	1,01
Kit de Alcalinidade	Unid.	12	1,08	12,96	0,32
Kit de pH	Unid.	12	0,67	08,04	0,20
Alevinos	Unid.	60	0,10	06,00	0,15
Depreciação anual	-	-	-	535,29	13,30
Outros custos*	-	-	-	30,53	0,76
Total				4.025,92	100,00

Fonte: Elaborado pelo autor. *Outros custos: Ferro, fosforo, potássio e calcário.

De longe tem-se como objetivo deste trabalho discutir as principais causas que influenciam no alto custo da energia elétrica no estado do Pará, entretanto é importante ressaltar que este estado tem a maior tarifa cobrada pela eletricidade entre as unidades da federação e ao mesmo tempo é um dos maiores exportadores deste insumo (BORGES et al., 2017), nesse sentido, a tarifa cobrada pela central de energia estadual é uma importante variável que influencia na atratividade

da aquaponia. Diante do exposto, é recomendável a elaboração de políticas públicas que objetivem a redução dessas tarifas para o produtor familiar, com a intenção de estimular o desenvolvimento dessa atividade, promover maior geração de renda e aumentar a produção de alimentos de forma mais sustentável no estado do Pará.

O fluxo de caixa é uma importante ferramenta que permite avaliar o retorno do investimento realizado ao longo de

um horizonte de planejamento. Para o presente estudo, o mesmo apresentou saldo positivo do terceiro ao décimo ano, considerando o preço da alface de R\$ 2,50 (Tabela 3). Em meio aos custos de produção e indicadores econômicos, o período de retorno de capital variou de 2 a 8 anos (Tabela 4), considerando o preço da alface a R\$ 2,00, 2,50 e 3,50, e o quilo do peixe a R\$ 9,00. Partindo do pressuposto que não existe um período de retorno ideal para um empreendimento, mas sim uma limitação de aporte de capital em relação ao empreendedor, quanto menor for o tempo de retorno, maior será a facilidade de manter o fluxo de caixa sob controle (SEBRAE, 2017). Assim como em nossos achados, Granja (2018) avaliando a viabilidade econômica da aquaponia, em sistemas de maior escala de produção, encontrou valores de período de retorno de investimento entre 2 e 4 anos. Esta variável é menor em

atividades com maior escala de produção e com alto valor do produto comercializado, de fato isso pode ser comprovado pela produção de matrinxã (*B. amazonicus*) em canais de igarapé, onde o retorno é de 1,1 ano (BRABO et al. 2015). Além do mais, para o presente trabalho o menor valor de retorno de investimento foi quando o preço da alface equivaleu a R\$ 3,00. Sendo assim, a valorização de produtos de atividades de cunho mais sustentáveis, como é o caso da aquaponia, devem ser estimulados, uma vez que esta atividade diminui a dependência da terra, da água e minimiza os descartes de efluentes para o meio ambiente (LENNARD; GODDEK, 2019). Logo, o valor agregado referente a diminuição do impacto que esta atividade gera, pode refletir no preço do produto final, tendo como consequência um estímulo ao produtor a continuar nesta atividade.

Tabela 3. Fluxo de caixa simples do sistema aquapônico familiar em Santarém, Oeste do Pará, 2019, considerando o preço da alface a R\$ 2,50.

Ano	Entrada	Saída		Fluxo líquido (R\$)	Saldo (R\$)
	Receita (R\$)	Investimento (R\$)	Custo Total de Produção (R\$)		
0	0	5.012,35	0	0	
1	5.712,75	-	4.025,92	1.686,84	- 3.325,51
2	5.712,75	-	4.025,92	1.686,84	- 1.638,67
3	5.712,75	-	4.025,92	1.686,84	48,17
4	5.712,75	-	4.025,92	1.686,84	1.735,01
5	5.712,75	-	4.025,92	1.686,84	3.421,85
6	5.712,75	-	4.025,92	1.686,84	5.108,68
7	5.712,75	-	4.025,92	1.686,84	6.795,52
8	5.712,75	-	4.025,92	1.686,84	8.482,36
9	5.712,75	-	4.025,92	1.686,84	10.169,20
10	5.712,75	-	4.025,92	1.686,84	11.856,04
Total	57.127,50	-	40.259,2	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 4. Custo de Produção e indicadores econômicos em três cenários diferentes de um módulo familiar de produção aquapônica em Santarém, Oeste do Pará, 2019, em três cenários diferentes.

Indicadores Econômicos	Preço da Alface		
	R\$ 2,00	R\$ 2,50	R\$ 3,00
Custo Operacional Efetivo - COE (R\$)	2.178,47	2.178,47	2.178,47
Custo Operacional Total - COT (R\$)	2.714,76	2.714,76	2.714,76
Custo Total de Produção - CTP (R\$)	4.025,91	4.025,91	4.025,91
Receita Bruta (R\$)	4.678,20	5.712,75	6.747,30
Lucro Operacional (R\$)	1.964,04	2.998,59	4.033,14
Lucro Operacional Mensal (R\$)	163,67	249,88	336,09
Margem Bruta (%)	72,36	110,48	148,60
Índice de Lucratividade (%)	41,98	52,49	59,77
Valor Presente Líquido - VPL (R\$)	213,06	8.500,73	16.788,39
Taxa Interna de Retorno - TIR (%)	11,06	31,47	53,55
Período de Retorno de Capital (anos)	8	3	2

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em todos os cenários a TIR obtida foi maior do que a TMA considerada nesta pesquisa, 4,25% referente a valor da taxa Selic na época do estudo. Sendo assim, o sistema pode ser considerado economicamente viável quando a TIR for superior à TMA (KODAMA, 2015). Dentre um dos cenários viáveis analisados por Granja (2018), para a aquaponia, foi encontrada valores de TIR entre 35,35 e 71,18%. Em nossos achados, o cenário com preço da alface a R\$ 2,00 apresentou TIR próximo ao valor da TMA, sendo o menos atrativo, nesse contexto a redução dos valores do preço da alface para menos de R\$ 2,00 pode inviabilizar a rentabilidade desta atividade. Assim como em nossos achados, Baganz et al. (2020) evidenciou a alta sensibilidade da rentabilidade do sistema aquapônico ao preço do vegetal comercializado no mercado, sendo assim para nosso estudo deve-se evitar a venda da alface por um valor inferior a R\$ 2,00.

O Lucro obtido mensal variou de R\$ 163,67 a 336,09 (Tabela 4), no entanto

o mesmo não considera a remuneração do produtor de R\$ 1.311,75 por ciclo completo de produção (Tabela 2), logo se enfatiza que este poderá ter uma renda de R\$ 119,25 a mais por mês trabalhado, quando utilizar sua própria mão de obra. Além do mais considerou-se que o produtor destina uma hora do seu dia para manutenção do sistema, logo as horas remanescentes podem ser destinadas a outras atividades que permitam a diversificação da produção e incremento de sua renda.

CONCLUSÃO

A aquaponia em sistema de produção familiar no município de Santarém-PA é um investimento economicamente viável, apresentando indicadores de rentabilidade atrativos. Recomenda-se a atividade para o produtor, visto que é uma atividade que gera lucros e permite que o investimento realizado seja pago em um razoável período de tempo.

Apesar da atratividade desta atividade, recomenda-se para melhoria

e desenvolvimento da aquaponia, a diminuição das tarifas de energias por parte do governo, principalmente no que se trata de empreendimentos rurais de cunho familiar, uma vez que é um dos custos que mais contribui para o encarecimento do custo de produção e diminuição da lucratividade e rentabilidade da aquaponia, no estado do Pará.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Fomento a Trabalhos de Conclusão de Curso – PROTCC nº 10/2018, PROPPIT/UFOPA, pelo financiamento.

REFERÊNCIAS

BAGANZ, G.; BAGANZ, D.; STAAKS, G.; MONSEES, H.; KLOAS, W. Profitability of multi-loop aquaponics: Year-long production data, economic scenarios and a comprehensive model case. **Aquaculture Research**. p.1–14. 2020. <https://doi.org/10.1111/are.14610>

BENTES, J. R.; LIMA, J. M.; DALAZEN, G. B.; MOTA, C. M.; BARROS, I. B. A.; SILVA, A. A.; SAI, E. F.; AGUIAR, E. C.; RODRIGUES, R. R. Produção de alface (*Lactuca sativa* L.) em sistema aquapônico sob diferentes fertilizantes foliares 2019. In: VIII JORNADA

CIENTÍFICA E SEMANA INTEGRADA BO INSTITUTO FEDERAL DO PARÁ – CAMPUS SANTARÉM. **Anais** [...] Santarém: SCSI, 2019.

BORGES, F. Q.; RODRIGUES, I. M.; OLIVEIRA, A. S. P. Paradoxo da energia elétrica no estado do Pará: um estudo dos fatores que contribuem às altas tarifas residenciais (2005–2014). **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**. p. 21, 2017.

BRABO, M. F.; VERAS, G. C.; CAMPELO, D. A. V.; COSTA, J. W. P.; RABELO, L. P. **Piscicultura no estado do Pará: Custo de produção e indicadores econômicos**. Bragança: Universidade Federal do Pará, 2016a, 24 p.

BRABO, M.F.; FRANÇA, F.A.; PAIXÃO, D.J.M.R.; COSTELA, M.W.M.; CAMPELO, D.A.V.; VERAS, GALILEU CROVATTO. Avaliação econômica da produção de espécies alternativas à tilápia em pisciculturas no nordeste paraense. **Informações Econômicas**, SP, v. 46, n. 2, p. 16 - 23, 2016b.

BRABO, M. F.; VILELA, M. R. P.; REIS, T.S.; DIAS, C.L.; BARBOSA, J.; VERAS, G.C. Viabilidade econômica da produção familiar de matrinxã em canais de igarapé no estado do Pará, 2014. **Informações Econômicas**, SP, v. 45, n. 4. 2015.

BRASIL. Lei nº 13.186, de 11 de novembro de 2015. **Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, edição 216, n. 8, p. 1, 12 nov. 2015.**

CARNEIRO, P. C. F.; MORAIS, C. A. R. S.; NUNES, M. U. C.; MARIA, A. N.;

- FUJIMOTO, R. Y. **Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. p. 27.
- GRANJA, R. P. **Análise de viabilidade econômica de implantação de uma aquaponia no município de Santa Cruz das Palmeiras - SP**. Pirassununga, 2018. 75p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018. <https://doi.org/10.11606/D.74.2019.tde-25042019-163035>
- GUILHERME, L. C.; SOBREIRA, R. S.; OLIVEIRA, V. Q. **Sisteminha Embrapa - UFU – FAPEMIG: Sistema Integrado de Produção de Alimentos - Módulo1: tanque de peixes**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2019.
- HERBERT, S.; HERBERT, M. **Aquaponics in Australia - The integrations of Aquaculture and Hydroponics**. Australia: Mudgee NSW, 2008. v.2, 141 p.
- HUNDLEY, G. C.; NAVARRO, R. D. Aquaponia: a integração entre piscicultura e a hidroponia. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 3, n. 2, 2013. <https://doi.org/10.21206/rbas.v3i2.218>.
- KODAMA, G.; ANNUNCIACÃO, W. F.; SANCHES, E. G.; GOMES, C. H. A. M.; TSUZUKI, M. Y. Viabilidade econômica do cultivo do peixe palhaço, *Amphiprion ocellaris*, em sistema de recirculação. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 37, n. 1, p. 61 - 72, 2011.
- KODAMA, G. (2015). **Viabilidade financeira em sistema de aquaponia**. Brasília, 2015. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- LENNARD, W.; GODDEK, S. Aquaponics: The Basics. In: GODDEK, S.; JOYCE, A.; KOTZEN, B.; BURNELL, G. M. (Org.) **Aquaponics Food Production Systems: Combined Aquaculture and Hydroponic Production Technologies for the Future**. Gewerbestrasse: Springer, Cham, 2019, p. 619. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6>
- LONDERO, F. A. A.; AITA, A. Comercialização de alface hidropônica. In: SANTOS, O. **Hidroponia da Alface**. Santa Maria: UFSM, 2000, p.145 - 152.
- MARTIN, N. B.; SERRA, S.; OLIVEIRA, M. D. M.; ANGELO, J. A.; OKAWA, H. Sistema integrado de custos agropecuários - CUSTAGRI. **Informações Econômicas**, v.28, n.1, p.7 - 27. 1998.
- MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N.; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I.A. 1976. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, v.23, p.123 - 139, 1976.
- DESAPD, Department of Economic and Social Affairs Population Dynamics. World Population Prospects 2019. Disponível em: <<https://population.un.org/wpp/>> Acesso em: 18 nov. 2019.

SÁTIRO, T. M.; NETO, K. X. C. R.; DELPRETE, S. E. Aquaponia: sistema que integra produção de peixes com produção de vegetais de forma sustentável. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**. v.11, p.17, 2018. <https://doi.org/10.18817/repesca.v11i1.1513>

SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Qual o prazo ideal para o retorno do investimento?** 2017. Disponível em <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/qual-o-prazo-ideal-para-o-retorno-do-investimento,475a634e2ca62410VgnVCM100000b272010aRCRD>. Acesso em: 15 nov. 2019.

SILVA, R. B.; CAMPOS, L. O.; FEITOSA, M. A. S.; SOUSA, T. C. O. Uso do bambu na bioconstrução de estufas. In: V Jornada de Iniciação Científica e Extensão do Instituto Federal de educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins. **Anais [...]** Palmas, V JICE©, 2014.

SILVA, J. S.; OLIVEIRA, L. G.; PEREIRA-NETO, A. Análise econômico-financeira da construção de tanques circulares para a aquicultura. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources** v.6, p.50 - 60, 2018. <https://doi.org/10.2312/Actafish.2018.6.150-60>

TYSON, R. V., TREADWELL, D. D.; SIMONNE, E. H. Opportunities and challenges to sustainability in aquaponic systems. **Horttechnol**, v.21, p.6 - 13, 2011.

<https://doi.org/10.21273/HORTTECH.21.1.6>

VEIGA, J. C. B.; LIMA, N.; OLIVEIRA, V. M. **Estufa Ecológica uso do Bambu em Bioconstruções**. Curitiba: CPRA, 2011.