

## PRODUÇÃO PISCÍCOLA ESCALONADA NO SEMIÁRIDO DO CEARÁ COM EXTERNALIDADES POSITIVAS.

Maria Enésia da Silva Neta<sup>1</sup> José de Jesus Sousa Lemos<sup>2</sup> José Newton Pires Reis<sup>3</sup>  
Sandra Maria dos Santos<sup>4</sup>

*\*Trabalho extraído da Dissertação de Mestrado em Economia Rural da primeira autora.*

- 1- Economista. Mestre em Economia Rural. Técnica da Secretaria do Desenvolvimento Agrário do Estado do Ceará. [enesianeta@gmail.com](mailto:enesianeta@gmail.com)
- 2 – Engenheiro Agrônomo, Doutor em Economia Rural e Pós-Doutor em Economia dos Recursos Naturais e do Meio Ambiente. Professor Titular do Departamento de Economia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. [lemos@ufc.br](mailto:lemos@ufc.br); [lemoslabsar@gmail.com](mailto:lemoslabsar@gmail.com)
- 3 – Engenheiro Agrônomo, Doutor em Economia Aplicada. Professor Titular do Departamento de Economia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. [newton@ufc.br](mailto:newton@ufc.br)
- 4 – Economista, Doutora em Economia. Professora Titular do Departamento de Economia Aplicada da Faculdade de Economia Contabilidade e Atuarias da Universidade Federal do Ceará. [smsantosufc@gmail.com](mailto:smsantosufc@gmail.com)

**RESUMO:** O presente artigo avalia os efeitos da produção escalonada (produção de peixes e vísceras) de tilápia no Açude Castanhão, Jaguaribara, Ceará, no que concerne aos resultados econômicos e aos impactos ambientais. A pesquisa selecionou por sorteio aleatório 81 dos 300 piscicultores organizados em cooperativas ou não. Utilizou técnica de programação linear para minimizar os custos da produção escalonada trimestral de peixe e vísceras. Os resultados mostraram que é possível obter resultados econômicos satisfatórios se os agricultores adotarem o escalonamento encontrado na pesquisa. Adicionalmente a pesquisa mostra que a retirada e a venda em separado das vísceras para a produção de biodiesel, além de proporcionar renda adicional para os criadores, poupa o ambiente de contaminação considerável, tanto de águas de superfície, como de subsolo e ainda de contaminação terrestre.

**Palavras-chave:** Piscicultura; Eficiência Econômica; Externalidades ambientais positivas.

### FISH STAGGERED PRODUCTION IN CEARA SEMIARID WITH POSITIVE EXTERNALITIES.

**ABSTRACT:** This paper evaluates the effects of the staggered production (production of fish and offal) of tilapia in Castanhão Dam, Jaguaribara, Ceará, with regard to economic results and environmental impacts. The survey selected by random drawing 81 of 300 fish farmers organized in cooperatives or not. Linear programming technique used to minimize the costs of the quarterly staggered production of fish and offal. The results showed that it is possible to obtain satisfactory economic results if farmers adopt the schedule found in the search. Furthermore the survey shows that the withdrawal and the sale separately from the offal for biodiesel production, plus additional income to the fishers saves considerable contamination of the environment, both surface and underground water as well terrestrial contamination.

Keywords: Fish farming; Economic efficiency; positive environmental externalities.

## 1. Introdução

O Ceará é o estado brasileiro que detém, relativamente, a maior área e a maior população no semiárido atualmente reconhecido pelo Governo Federal. No total, 150 dos 184 municípios cearenses estão no Semiárido (MINTER, 2005). A instabilidade de produção provocada pelas condições climáticas se define como um importante fator que induz a emigração dos agricultores cearenses para cidades de médio e grande porte.

O governo cearense criou, no ano de 2004, um programa de piscicultura associativa em tanques rede, baseado na inserção de famílias de pescadores e produtores agrupados em organizações associativas e residentes nas proximidades dos açudes públicos. Esses projetos têm múltiplos objetivos, dentre eles os de fomentar renda e ocupação, minimizando os riscos associados às dificuldades hídricas, tendo em vistas que nesses reservatórios se acumulam volumes consideráveis de água nos anos de boa precipitação pluviométrica e procede-se o seu uso racional em tempos de escassez, para que o recurso sempre fique disponível para os seus usos variados: humano, animais, irrigação e aquicultura, como se pratica no Açude Público Padre Cícero que é mais conhecido como Açude Castanhão, situado no município de Jaguaribara, Ceará (OLIVEIRA, 2008).

Os piscicultores do Açude Castanhão executam despescas quatro vezes ao ano, num intervalo de três meses. Isto permite um fluxo de rendas trimestral, quatro vezes ao ano, para as famílias envolvidas nas atividades. Contudo, os piscicultores ainda não dispõem de informações seguras que lhes possibilitem programar a sua produção trimestral, tendo em vistas que há variações dos custos dos insumos ao longo dos trimestres, bem como dos preços dos peixes, nas épocas das despescas. Além disso, aqueles sujeitos sociais não detêm ainda de forma quantificada o potencial econômico que representa a retirada das vísceras dos peixes, antes de vendê-los, e transformá-los em biodiesel. Até porque esta ainda não é uma prática usual. Atualmente, grande quantidade dessas vísceras tem destinos inadequados que provocam contaminação do meio ambiente, portanto externalidades negativas, quando poderiam ser transformadas em fontes de renda monetária e de preservação da qualidade do ambiente naquele município (SCITOVSKY, 1954). Além disso, depois de transformadas em biodiesel o resíduo é uma massa amorfa e inodora que os poucos piscicultores que já adotam a prática chamam de “borra”. Esse resíduo é atualmente enterrado, mas avalia-se que pode se transformar em adubo orgânico, carecendo de estudos para que isso se torne viável. (COOPERATIVA DE PRODUTORES DO CURUPATI PEIXE LTDA, 2016).

Este trabalho tem como objetivo geral estabelece um planejamento de produção e venda escalonados de tilápia (*Oreochromis niloticus*), com aproveitamento econômico das

vísceras, para os piscicultores da Cooperativa Piscícola do Açude Castanhão no município de Jaguaribara, um dos municípios do Ceará inseridos no semiárido brasileiro.

Os objetivos específicos da pesquisa são:

a – identificar a alocação economicamente eficiente dos recursos, na perspectiva de produção com custo mínimo por piscicultor, com a produção escalonada de tilápia durante o ano no Açude Castanhão situado no município de Jaguaribara, semiárido cearense;

b – avaliar o resultado econômico potencial da venda em separado das vísceras dos peixes produzidos de forma escalonada para a transformação em biodiesel;

c – quantificar o montante de resíduos provenientes das vísceras dos peixes que não serão depositados no ambiente do açude e de suas adjacências, mediante a coleta e venda em separado das vísceras e a sua transformação em biodiesel;

d – simular de forma comparativa os potenciais resultados com o planejamento que se realiza neste estudo *vis a vis* a forma como é praticada atualmente a produção e a venda da tilápia no Açude Castanhão.

## 2. Metodologia

A área de estudo desta pesquisa compreende as comunidades piscícolas, localizada no município de Jaguaribara, na região do Médio Jaguaribe, no semiárido cearense. O município dista 250 km da capital. A sua população é de 10.399 habitantes, sendo 7.212 (69,4%) na zona urbana. A área do município é de 668,29 km<sup>2</sup> (IBGE, 2016).

Com a construção do Açude Castanhão, a cidade de Jaguaribara teve de ser deslocada para dar lugar a um espelho d'água de 325 km<sup>2</sup>. Ao analisar o Castanhão é observado que os projetos de piscicultura podem acarretar externalidades positivas e negativas. As positivas estão associadas à garantia da segurança alimentar, geração de renda e promoção da inclusão social. As externalidades negativas são os associados ao a degradação ambiental, como decorrência da colocação das vísceras dos peixes tratados à beira do açude ou em outros locais inadequados.

Neste trabalho avaliou-se a possibilidade das vísceras dos peixes coletados pelos piscicultores das Cooperativas se transformarem em fonte de renda, porque podem ser convertidas em biodiesel e serem comercializadas nesse mercado. Para cada quilograma de peixe, aproximadamente 100 gramas são de vísceras. Essas vísceras, se processadas, se transformam em biodiesel a uma taxa de conversão de um para três. Os restantes dois terços desses resíduos processados se transformam numa borra inodora, rica em matéria orgânica que poderia ser utilizada como adubação orgânica em lavouras de hortaliças ou de fruteiras.

## 2.1. Método analítico

O estudo usou dados primários e dados secundários. A natureza da pesquisa é do tipo estudo de caso: piscicultura praticada no Açude Castanhão no município de Jaguaribara, Ceará. Para fazer o levantamento dos dados primários foi realizada uma pesquisa de campo. Delimitou-se uma amostra estatística de tamanho “n” pela equação:

$$n \geq (z^2 \sigma^2) / d^2; \quad (1)$$

em que:

$z$  = abscissa da distribuição da normal padronizada, fixando um nível de confiança  $\alpha$ ;

$\sigma$  = desvio padrão do custo associado à produção de tilápia no Açude Castanhão;

$d$  = erro amostral que afere a máxima diferença permitida entre a média populacional e a média que se obtém com a amostra (FÁVERO et al., 2009; KADAM, BHALERAO, 2010).

Contudo, se a população de onde se extrairá a amostra for finita e de tamanho  $N$ , como é o caso do presente estudo, a equação (1) toma a forma definida na equação (2) como se depreende dos trabalhos de (COCHRAN, 1977; FÁVERO et al., 2009):

$$n \geq (z^2 \sigma^2 \cdot N) / \{d^2(N-1) + (z^2 \sigma^2)\} \quad (2)$$

## 2.2. Alocação Econômica na Produção Piscícola no Vale do Jaguaribe

Uma fonte de renda dos piscicultores, ainda não plenamente incorporada ao cotidiano da produção é a venda das vísceras para serem transformadas em biodiesel. Buscou-se investigar como seria a nova composição do portfólio anual de custo mínimo, estabelecendo-se limites mínimos para a renda bruta anual, dos piscicultores, caso adotassem a prática de retirar as vísceras e as vendessem em separado.

No estudo foi utilizada como referência de renda bruta mínima a ser auferida pelos piscicultores o valor de um salário mínimo mensal em 2014 (R\$ 724,00) ou R\$ 8.688,00 por ano. Como as vísceras representam aproximadamente 10% do peso vivo da tilápia, assume-se como valor a ser remunerado anualmente, como decorrência da venda separada dessas vísceras, uma renda mínima de pelo menos este percentual (10%) do salário mínimo anualizado (R\$ 868,80) por família.

Assim, a programação de minimização de custos adotada nesta pesquisa estabelece dois padrões de remuneração mínima em produção escalonada trimestral. Para a criação de peixe, a remuneração trimestral mínima projetada será de três salários mínimos mensais ou R\$ 2.172,00. Para a retirada e venda das vísceras se estabelece uma remuneração mínima por trimestre de R\$217,20 ou dez por cento do salário mínimo trimestral.

Os custos envolvidos na produção de tilápia no Castanhão envolvem a compra de

rações, medicamentos, vacinas, depreciação de gaiolas e remuneração de mão de obra quando contratada para alguns poucos serviços específicos, tendo em vistas que predomina a mão de obra familiar.

O modelo de programação linear (PL) utilizado na pesquisa consistiu em definir uma função-objetivo (Z) visando à obtenção de um plano ótimo de cultivo de custo mínimo, compatível com as necessidades mínimas de produção renda trimestral e anual dos piscicultores (LANZER, 1982; SCHULZE, 1998; GALE, 2007, TUTULMAZ, 2014).

Definem as seguintes variáveis de decisão

i)  $X_1$  = produção de tilápia no primeiro trimestre; ii)  $X_2$  = produção de tilápia no segundo trimestre; iii)  $X_3$  = produção de tilápia no terceiro trimestre; iv)  $X_4$  produção de tilápia no quarto trimestre.

Além disso, assume-se que os custos de produzir as vísceras separadamente estão associados às produções:  $Y_1$ ,  $Y_2$ ,  $Y_3$  e  $Y_4$ , respectivamente para o primeiro, segundo, terceiro e quarto trimestre. As unidades de medidas dos peixes e das vísceras é o quilograma (kg).

Assume-se ainda custos unitários por quilograma de peixe produzido,  $c_i$  ( $i = 1,2,3,4$ ) para a produção de tilápia no primeiro, segundo, terceiro e quarto trimestre, respectivamente. Supõe-se ainda custos unitários por quilograma de vísceras de  $w_j$  ( $j = 1, 2, 3, 4$ ). Os custos unitários  $c_i$  e  $w_j$  são aferidos em reais (R\$) de 2014

Com base nestas informações elabora-se o programa de PL para a produção escalonada (trimestral) de tilápia e vísceras, mediante a minimização da seguinte função de custo total:

$$Z_{ij} = \{(c_1X_1 + c_2X_2 + c_3X_3 + c_4X_4) + (w_1Y_1 + w_2Y_2 + w_3Y_3 + w_4Y_4)\} \quad (3)$$

Assume-se como  $p_i$  ( $i = 1,2,3,4$ ) o preço médio por quilograma da tilápia em despesa escalonada, respectivamente para o primeiro, segundo, terceiro e quarto trimestre. Define-se ainda  $r_j$  ( $j = 1, 2, 3, 4$ ) como os preços médio do quilograma das vísceras na produção trimestral escalonada de tilápia, respectivamente para o primeiro, segundo, terceiro e quarto trimestre. Os preços de tilápia e das vísceras são aferidos em valores (R\$) de 2014. Com estas informações se estabelecem as seguintes restrições ao problema de PL:

i) Restrição de renda mínima associada à produção e despesa escalonada de tilápia:

$$p_1X_1 + p_2X_2 + p_3X_3 + p_4X_4 \geq \text{R\$}8.688,00. \quad (4)$$

Na equação (4) o valor do lado direito é o salário mínimo anualizado.

ii) Restrição associada à retirada das vísceras para venda em separado:

$$r_1Y_1 + r_2Y_2 + r_3Y_3 + r_4Y_4 \geq \text{R\$}868,80. \quad (5)$$

Na equação (5) o total do lado direito representa dez por cento do valor anualizado do salário mínimo.

iii) Restrição associada à combinação da produção de tilápia e retirada das vísceras para venda em separado no primeiro trimestre:

$$(p_1X_1 + r_1Y_1) \geq R\$2.389,20. \quad (6)$$

Na equação (6) o valor do lado direito totaliza a receita mínima da venda de peixe no primeiro trimestre, equivalente a três salários mínimos (R\$2.172,00), acrescido da renda proveniente da venda das vísceras, que equivale a dez por cento deste montante (R\$271,20). Estes também foram os limites inferiores de restrição de renda para os lados direitos das restrições representadas pelas equações (7), (8) e (9).

iv) Restrição associada à combinação da produção de tilápia e retirada das vísceras para venda em separado no segundo trimestre:

$$(p_2X_2 + r_2Y_2) \geq R\$2.389,20. \quad (7)$$

v) Restrição associada à combinação da produção de tilápia e retirada das vísceras para venda em separado no terceiro trimestre:

$$(p_3X_3 + r_3Y_3) \geq R\$2.389,20. \quad (8)$$

vi) Restrição associada à combinação da produção de tilápia e retirada das vísceras para venda em separado no quarto trimestre:

$$(p_4X_4 + r_4Y_4) \geq R\$2.389,20. \quad (9)$$

vii) Restrição associada à produção mínima trimestral de peixes:

$$X_i \geq 440,00 \text{ Kg, em que } i = 1,2,3,4. \quad (10)$$

Neste caso a quantidade mínima estabelecida para a produção de peixe foi estimada considerando que o preço médio observado na pesquisa de campo na venda da tilápia foi de R\$4,94/ Kg.

viii) Restrição associada à produção mínima trimestral de vísceras:

$$Y_j \geq 44,00, \text{ em que } j = 1, 2, 3, 4. \quad (11)$$

### 3. Resultados e discussão

A pesquisa de campo foi realizada no ano de 2014. Aquele foi um ano de seca no Ceará em que o Açude Castanhão já se encontrava com um armazenamento de água bastante aquém da sua capacidade máxima de 7,5 bilhões de metros cúbicos. Em abril daquele ano o açude acumulava somente 2,5 bilhões de metros cúbicos, que representava apenas 37,0% da sua capacidade de armazenamento (PEREIRA et al, 2014).

Das 300 famílias que estavam envolvidas nas atividades no ano de 2014 selecionaram-se, aleatoriamente, 81. Saíram também dos piscicultores componentes desta amostra as informações dos preços por quilograma de peixe vendido que irão fazer parte das restrições associadas ao problema PL utilizado no estudo. O nível fiducial da pesquisa é de 95% e o desvio “d” é de 3%.

Para realizar o manejo na produção da tilápia são utilizados no sistema de tanque-rede, materiais e equipamentos, tais como: balanças, puçás, baldes, balaios, engradados, kit de análise de água, termômetro, oxímetro, pHmetro, disco de secchi, freezer, cordas, arames, facas, computador (uso no escritório da Cooperativa). Outros equipamentos utilizados são: balsas de apoio; Caiaques e/ou canoas (muitas necessárias a utilização de pequenos motores conhecidos pelos piscicultores como “rabetas”); ainda tem as estruturas de flutuação, amarração e delimitação do cultivo (Pesquisa de Campo, 2015).

A comercialização do pescado é feita de forma direta “*in natura*”. Os principais compradores são restaurantes locais e empresas de Fortaleza. O preço médio trimestral, por quilo de peixe, varia de R\$ 4,81 a R\$ 5,15 (Pesquisa de Campo, 2015).

### 3.1. Perfil dos piscicultores que foram pesquisados no Açude Castanhão.

A média de idade dos piscicultores é de 44,3 anos, sendo que o mais jovem possuía 25 anos e o mais idoso tinha 80 anos na época da pesquisa. A faixa etária modal ficou entre 25 e 40 anos (51,9%). Este fato demonstra que a maioria dos piscicultores entrevistados são considerados jovens-adultos. No total os 81 piscicultores utilizaram 1255 tanques redes proporcionando uma média de 16 por piscicultor. A dimensão de cada tanque rede é de três metros de largura, três de comprimento e dois de profundidade.

### 3.2 Minimização dos custos de produção piscícola no Açude Castanhão.

Os coeficientes técnicos associados aos custos e venda de quilograma produzidos de tilápia e vísceras estão mostrados na Tabela 1

Tabela 1: Variáveis de Decisão e Custos Unitários por Trimestre da Tilápia e das Vísceras produzidas no Açude Castanhão em 2014.

	Variáveis de Decisão							
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>
Custos Unitários (R\$)	3,57	3,82	3,81	3,64	3,57	3,82	3,81	3,64

Fonte: Resultados encontrados a partir dos dados da pesquisa de campo.

Na Tabela 2 apresenta-se a matriz dos coeficientes técnicos (preços/kg) associados às restrições do PL. Ainda na Tabela 2 apresentam-se os limites inferiores de cada uma das restrições (lado direito de cada uma delas).

Tabela 2: Matriz dos coeficientes técnicos (preços / Kg) da tilápia e das vísceras, e valores mínimos associados a cada uma das restrições impostas pelo PL.

Coeficientes técnicos (preço por Kg vendido)

Restrições	Variáveis de Decisão								Limite Inferior ( $\geq$ )
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	
1	4,81	5,15	5,14	4,91	0	0	0	0	8688,00
2	0	0	0	0	4,81	5,15	5,14	4,91	868,80
3	4,81	0	0	0	4,81	0	0	0	2389,20
4	0	5,15	0	0	0	5,15	0	0	2389,20
5	0	0	5,14	0	0	0	5,14	0	2389,20
6	0	0	0	4,91	0	0	0	4,91	289,20
7	1	0	0	0	0	0	0	0	440,00
8	0	1	0	0	0	0	0	0	440,00
9	0	0	1	0	0	0	0	0	440,00
10	0	0	0	1	0	0	0	0	440,00
11	0	0	0	0	1	0	0	0	44,00
12	0	0	0	0	0	1	0	0	44,00
13	0	0	0	0	0	0	1	0	44,00
14	0	0	0	0	0	0	0	1	44,00

Fonte: Resultados encontrados a partir dos dados da pesquisa de campo.

Os resultados encontrados com modelo de PL utilizado estão apresentados na Tabela 3. Estas evidências sugerem que, se o objetivo dos criadores de tilápia for produzir de forma escalonada com as despescas acontecendo a cada três meses, retirando as vísceras para venda em separado, a combinação média ideal é produzir 451,56 quilogramas de peixe no primeiro trimestre; 455,15 quilogramas peixe no segundo trimestre; 591,60 quilogramas de peixe no terceiro trimestre e 442,36 quilogramas de peixe no quarto trimestre. A produção de vísceras se distribui da seguinte forma: 45,16 quilogramas no primeiro trimestre; 45,52 quilogramas no segundo trimestre; 59,16 quilogramas no terceiro trimestre e 44,24 quilogramas no quarto trimestre. Nas condições em que é praticada a produção de tilápia no açude Castanhão por aquele grupo de piscicultores o custo mínimo anual por cooperado, em valores de 2014, seria de R\$7.286,89 (Tabela 3).

Tabela 3 – Resultados encontrados na Programação de Produção Escalonada de Tilápia e Vísceras no Açude Castanhão.

Variável de Decisão	Produção Ideal (Kg/Trim Família)	Coeficientes Técnicos	Custo mínimo trimestral (R\$)
X <sub>1</sub>	451,56	3,57	1612,07
X <sub>2</sub>	455,15	3,82	1738,67
X <sub>3</sub>	591,60	3,81	2254,00
X <sub>4</sub>	442,36	3,64	1610,19
Y <sub>1</sub>	45,16	3,57	16,26
Y <sub>2</sub>	45,52	3,82	17,30



Y <sub>3</sub>	59,16	3,81	22,48
Y <sub>4</sub>	44,24	3,64	15,93
Custo Mínimo Anual Projetado			7.286,89

Fonte: Resultados encontrados a partir dos dados da pesquisa de campo.

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados encontrados para os valores projetados com as restrições de rendas e os valores alcançados como decorrência da proposta de otimização de alocação de recursos desta pesquisa. Observa-se que se a produção e venda for apenas dos peixes (primeira restrição) a renda alcançada em produção escalonada seria de R\$ 9,728,24.

Na segunda restrição apresenta-se o que seria o resultado da receita com a venda das vísceras, que proporcionaria a renda anual de R\$972,95. Somando-se as duas rendas observa-se que o total anual potencial da venda de peixes com vísceras seria de R\$10.702,39. (Tabela 4).

Tabela 4: Receitas mínimas programadas, alcançadas e folga em relação ao mínimo planejado

Restrições (1)	Valor mínimo programado (R\$) (2)	Valor alcançado na pesquisa (R\$) (3)	Folga (R\$) (4) = (3) – (2)	Acréscimo percentual do valor alcançado em relação ao mínimo programado (4)/(2) * 100
Primeira	8688,00	9728,24	1040,24	12,0
Segunda	868,80	972,95	104,15	12,0
Terceira	2389,20	2389,82	0,62	0,0
Quarta	2389,20	2578,45	189,25	7,9
Quinta	2389,20	3344,91	955,71	40,0
Sexta	289,20	289,21	0,01	0,0

Fonte: Resultados encontrados a partir dos dados da pesquisa de campo.

Os resultados alcançados na pesquisa e mostrados na Tabela 4 sugerem que todas as restrições de renda mínima foram atendidas. E confirmam que a produção de peixes com a retirada das vísceras para venda em separado pode ser uma alternativa econômica importante para os piscicultores que trabalham no Açude Castanhão (Tabela 4).

### 3.3. Potencialidades da programação efetuada em preservar o ambiente.

Os resultados decorrentes do potencial de produção de tilápia no Açude Castanhão sem contaminar o seu espelho d'água, as suas margens ou as áreas adjacentes parecem se constituir numa das grandes conquistas e contribuições deste trabalho. Este trabalho tenta mostrar que há a possibilidade de ser encontrado um destino mais nobre para essas vísceras que ainda podem prover renda monetária para os piscicultores. São estes resultados potenciais que estão mostrados na Tabela 5.

Das evidências mostradas na Tabela 5 depreende-se que, dentro da programação estabelecida nesta pesquisa a produção anual de peixe das 300 famílias envolvidas seria de 582,2 toneladas, distribuídos assim: 135,5 toneladas no primeiro trimestre; 136,5 toneladas no segundo; 177,5 toneladas no terceiro; e 132,7 toneladas no quarto trimestre. A produção total de vísceras seria de 58,22 toneladas que, na forma em que a produção e a venda são atualmente processadas, praticamente iria ser depositada em valas, enterradas, colocadas nas margens do Açude ou em algum outro local inadequado.

Tabela 5: Quantidades produzidas de peixes, vísceras, biodiesel e resíduos (borra) pelos piscicultores do Açude Castanhão de acordo com a Programação efetuada na pesquisa.

Trimestre	Quantidade produzida de Peixe por família (Kg)	Quantidade total de peixe produzida nos 300 produtores (Kg)	Produção de Peixe por Tanque (Kg/Tanque)	Quantidade total de vísceras produzida pelos 300 produtores (Kg)	Quantidade total de Biodiesel que seria produzido pelas 300 famílias (Litros)	Quantidade Total de resíduo (borra) produzido pelas 300 famílias (Kg)
Primeiro	451,56	135468,00	107,9	13546,80	4515,60	9031,20
Segundo	455,15	136545,00	108,8	13654,50	4551,50	9103,00
Terceiro	591,60	177480,00	141,4	17748,00	5916,00	11832,00
Quarto	442,36	132708,00	105,7	13270,80	4423,60	8847,20
<b>TOTAIS</b>	<b>1940,67</b>	<b>582201,00</b>	<b>463,9</b>	<b>58220,10</b>	<b>19406,70</b>	<b>38813,40</b>

Fonte: Resultados encontrados a partir dos dados da pesquisa de campo.

Na programação feita na pesquisa, essas vísceras se transformariam em 19.406,70 litros de biodiesel que seriam fontes adicionais relevantes de renda para as 300 famílias. Do processamento das vísceras para serem transformadas em biodiesel sobraria um resíduo não poluente, conhecido como “borra” num total de 38,8 toneladas. Os poucos piscicultores que já trabalham nesta perspectiva informaram que atualmente essa borra é enterrada

#### 4. Considerações finais

A pesquisa mostrou que a produção escalonada de peixes no Açude Castanha tem um potencial relevante de formatação de renda mais promissora para os criadores de tilápia no Açude. Essa alternativa desnudada na pesquisa sugere que, se em vez de venderem os peixes da forma que são coletados, extraírem as vísceras e as venderem separado, podem usufruir renda adicional não desprezível.

Considerando a forma como atualmente é praticada a piscicultura no Açude Castanhão, e a produção potencial segundo a programação efetuada nesta pesquisa, iria gerar para as 300 famílias envolvidas um total de 19406,70 quilogramas de vísceras que seriam

depositadas em valas, enterradas, ao ar livre, ou nas margens do açude. Em qualquer uma dessas formas com evidentes externalidades ambientais negativas.

Seguindo a programação efetuada nesta pesquisa as vísceras coletadas antes da venda dos peixes produziram 19.406,70 litros de biodiesel. Sobraria um resíduo inodoro chamado de “borra” que pode ser avaliada a sua capacidade de ser transformado em ração para aves ou adubação orgânica. Em qualquer uma dessas alternativas, além de poupar o ambiente de contaminação, ainda seria responsável por fonte adicional de renda. A programação efetuada na pesquisa geraria zero de externalidade negativa.

### Referências

CARVALHO, O. Nordeste semiárido: transformação de potencialidades em possibilidades econômicas. IN: Semiárido. Brasília. Câmara dos Deputados. 2010. P. 143-176.

COCHRAN, W. G. **Sampling techniques** New York: John Wiley & Sons . 3rd ed. 1977.

COOPERATIVA DE PRODUTORES DO CURUPATI PEIXE LTDA, **Piscicultura no Açude Castanhão**. Jaguariabara, Ceará. 2016 (Manuscrito n.p.).

FÁVERO, L.P.; BELFIORE, P.; SILVA, F.L.; CHAN, B.L. Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões. São Paulo, SP. Campus. 2009.  
<<https://www.econstor.eu/bitstream/10419/63141/1/323440673.pdf>>. Acesso em 13. jul. 2016

GALE, D. Linear Programming and the Simplex Method. **Notices of the AMS**. Volume 54, Number 3. March, 2007. Disponível em: <<http://www.ams.org/notices/200703/fea-gale.pdf>>. Acesso em 13. jul. 2016

KADAM, P.; BHALERAO, S. Sample size calculation. **International Journal of Ayurveda Research**. Volume 1. Jan-Mar, 2010. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2876926/>>. Acesso em 13 jul. 2016.

LANZER, E. **Programação Linear: Conceitos e Aplicações**. Rio de Janeiro. Instituto de Planejamento Econômico Social-IPEA. 1982.

MINTER: MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Nova delimitação do Semiárido brasileiro**. Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional, Brasília: mar. 2005.

OLIVEIRA, G. G. **Políticas públicas para a aquíicultura no Estado do Ceará: uma comparação dos governos estaduais de 1998 a 2008**. 2008, 85p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca), Universidade Federal do Ceará.

PAGE JR, J.M. Technical Efficiency and Economic Performance: Some Evidence from Ghana. **Oxford Economic Papers**. New Series, Vol. 32, No. 2 (Jul., 1980), pp. 319-339. Disponível em: [http://www.jstor.org/stable/2662688?origin=JSTOR-pdf&seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](http://www.jstor.org/stable/2662688?origin=JSTOR-pdf&seq=1#page_scan_tab_contents). Consulta em 20/07/2016.

PEREIRA, F.A.C., LUNA, R.M., STUDART, T.M.C., ROCHA, J.T., CYSNE, A.P.

Complexo Industrial e Portuário do Pecém (Ce): Diagnóstico E Perspectivas Do Seu Sistema Hídrico. In: **XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**. Natal, RN.

4 – 7 de novembro de 2014. Disponível em:

<http://www.abrh.org.br/xiisrhn/anais/papers/PAP018444.pdf>. Consulta em 15/0/2016.

SCHULZE, M.A. Linear programming for optimization. **Perspective Scientific Instruments, Inc.** 1998. Disponível em: <<https://www.markschulze.net/LinearProgramming.pdf>>. Acesso em 14 jul. 2016.

SCITOVSKY, T. Two concepts of external economies. **The Journal of Political Economy**. Vol 62; N°2. P. 143-151. 1954. Disponível em:

<http://www.colorado.edu/economics/morey/externalitylit/scitovsky-jpe1954.pdf>. Consulta em 19/07/2016.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. S. **Limnologia aplicada à aquicultura**. Jaboticabal: FUNEP. 1995. 70 pag.

TUTULMAZ, O. The Relationship of Technical Efficiency with Economical or Allocative Efficiency: An Evaluation. **Quest Journals Journal of Research in Business and Management** Vol. 2 N° 9. pp: 01-12. 2014.