



Eje temático N° 5: Características, evolución y problemas de las diversas producciones agrarias: cereales, ganadería, lácteos, horticultura, vid, frutales, algodón, caña de azúcar, yerba, forestal, oleaginosas, etc. Análisis de casos. Tipos de explotaciones, precios, costos y rentabilidades.

Título: EFICIÊNCIA TÉCNICA DA TILAPICULTURA EM SÃO PAULO, BRASIL: APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

Autor/a/es: Omar Jorge Sabbag^{1*}, Silvia Maria Almeida Lima Costa¹, Renata Melon Barroso², Daercy Maria Monteiro de Rezende Ayroza³

Pertenencia institucional: ¹ Docentes do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócioeconomia (DFTASE). – FEIS/UNESP - campus de Ilha Solteira/SP, Brasil. Área: Economia e Gestão do Agronegócio.

² Médica Veterinária, doutora em Genética, analista da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO, Brasil.

³ Engenheira Agrônoma, Pesquisadora Científica - APTA Médio Paranapanema/SP, Brasil.

1* Autor para correspondência.

E-mails: ^{1*}sabbag@agr.feis.unesp.br; ¹smalcost@agr.feis.unesp.br; ²renata.barroso@embrapa.br; ³dadiroza@hotmail.com

RESUMO

A piscicultura brasileira possui grande expressividade para o desenvolvimento social e econômico. Neste sentido, o processo de gestão nas principais regiões produtoras de tilápia do país, dentre as quais em São Paulo, não se resume apenas gerar indicadores econômicos de viabilidade. Dentro desta temática, como proposta de mensurar o desempenho em sistemas produtivos, o presente trabalho objetivou avaliar a eficiência técnica dos polos produtores de Ilha Solteira e do Médio Paranapanema, de forma a gerar informações que contribuam efetivamente para ações que visem ganhos de competitividade no setor produtivo. Metodologicamente, para mensurar os escores de eficiência, utilizou-se a técnica não paramétrica de Análise Envoltória de Dados. Os resultados apontaram que a eficiência média global foi de 80% e 58% para Ilha Solteira e Médio Paranapanema, de forma que os piscicultores devem otimizar o uso de insumos em 20% e 42% respectivamente, relacionados sobretudo ao número de pessoas na atividade e salário pago, de forma proporcional à produção obtida. Conclui-se que os sistemas produtivos das regiões de São Paulo devem dar maior atenção à infraestrutura relacionada ao fator trabalho, assim como o desempenho comparativo entre unidades piscícolas contribui para otimizar o uso dos recursos, tornando o processo produtivo mais eficiente.

PALAVRAS-CHAVE: análise DEA, desempenho, gestão, tilápia.



1. INTRODUÇÃO

A piscicultura é atualmente um dos segmentos produtivos mais promissores no Brasil, movimentando cerca de R\$ 4 bilhões ao ano, que geram 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos (IBGE, 2014; MPA, 2014). Em 2014, a produção total da piscicultura brasileira foi de 474,33 mil toneladas, representando um aumento de 20,9% em relação à registrada no ano anterior. A espécie mais cultivada foi a tilápia, com 198,49 mil toneladas despescadas, que representaram 41,9% do total do pescado produzido no país (IBGE, 2014), sendo que a produção de tilápia vem atraindo cada vez mais investidores nacionais e internacionais, gerando expectativa no setor.

A avaliação da eficiência das pisciculturas é uma ferramenta de gestão que pode contribuir, tanto para fins estratégicos (comparação entre unidades produtivas), quanto para o planejamento (avaliação dos resultados de diferentes combinações de fatores) e para a tomada de decisão (como melhorar o desempenho atual). A melhoria da eficiência nos sistemas de produção pode ser obtida de diversas formas, dentre elas o manejo racional dos fatores de produção, como ração e mão de obra empregada.

A Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*) é um método aplicado para medir o grau de eficiência relativa de unidades produtivas que realizam a mesma atividade, quanto à utilização de seus recursos.

Desta forma, além de mensurar o desempenho organizacional, as medições de desempenho propiciam condições de melhoria para a tilapicultura, no tocante às mudanças sociais relativas aos sistemas produtivos e aos mercados, principalmente no que concerne a natureza mutável da competição e a criação de valor para o cliente (MACEDO, 2004).

Convém destacar que a baixa produtividade pode ser decorrente de combinações inadequadas no uso de fatores produtivos, o que causaria elevação de custos e, conseqüentemente, redução da competitividade em relação a outras atividades, ou quanto à capacidade de competir com produtos oriundos de outras regiões ou países (BRUNETTA, 2004).



De acordo com Macedo (2007), a análise de eficiência propõe uma nova percepção sobre a performance de unidades produtivas em São Paulo e pode ser útil como instrumento gerencial para melhoria dos objetivos e desempenho organizacional. Os resultados deste tipo de análise não são frequentemente obtidos por metodologias tradicionais de análise monocriteriais.

Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência técnica dos principais polos produtores de tilápia no sistema de tanques-rede do Estado de São Paulo (reservatório de Ilha Solteira e reservatórios do Médio Paranapanema), por meio da Análise Envoltória de Dados, de forma a gerar informações que contribuam para o aumento de competitividade desse setor produtivo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Eficiência em sistemas produtivos

O conceito de eficiência se refere ao desempenho de uma unidade de produção. De maneira geral, avaliações de produtividade e eficiência são muito focadas apenas na produtividade como indicador, e, segundo Gomes (2003) podem ser equivocados, por não considerarem outros recursos para a medida de eficiência, como mão de obra e insumos, variáveis relevantes para um ambiente produtivo.

Madalozzo (2003) afirma que produtores que tiverem a visão da importância da gestão aplicada aos recursos produtivos obterão maiores possibilidades de obter, além de produtividade mais alta, uma maior rentabilidade. Desta forma, os produtores devem combinar os principais fatores de produção, como terra, capital e mão de obra. Aqueles produtores que combinarem melhor estes recursos podem se tornar tecnicamente eficientes, condição primária para ser eficiente economicamente (FERREIRA; GOMES, 2004).

Com maior especificidade à produção de tilápias, Sabbag e Costa (2015) analisaram o desempenho de sistemas de produção na região de Ilha Solteira/SP, com inferências sobre o grau de eficiência produtiva e observaram os desperdícios de insumos de produção, fator



que explica, em maior proporcionalidade, a ineficiência das unidades analisadas, frente à contribuição de cada insumo nos sistemas de produção em tanques redes.

Para Lins et al. (2000), o conjunto de DMU's a ser avaliado deve ser homogêneo, devendo ter em comum a utilização dos mesmos *inputs* e *outputs*, realizarem as mesmas tarefas, com os mesmos objetivos, trabalhar nas mesmas condições de mercado e ter autonomia na tomada de decisões. A orientação insumo, proposta pelo modelo CCR (constante de escala) visa minimizar a utilização de insumos, mantendo-se constante o volume produzido. Segundo Kassai (2002), por meio da programação matemática define-se uma superfície não paramétrica com o desempenho das unidades produtivas de um dado grupo observado, nas quais as DMU's que estejam sobre essa superfície são consideradas *benchmarks* para as demais unidades.

Sendo assim, para medir a eficiência dos principais polos de tilápia no país, é preciso identificar quais os itens a considerar (aqueles que melhor representam o desempenho da atividade), e quais variáveis serão utilizadas, tendo esses itens como parâmetros, na busca pela identificação do grau de eficiência em que cada polo possui.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A amostragem das unidades produtivas foi do tipo intencional (MARCONI; LAKATOS, 1996). Com os dados gerados, abordou-se um método quantitativo de pesquisa descritiva e exploratória, através de observações, registros, análise e readequação de dados em situações em que demandam conhecimentos específicos em questão.

Em São Paulo, no reservatório da Ilha Solteira, estima-se uma produção de 450 mil toneladas/ano, com uma produtividade de 150 kg/ha, caso seja aproveitado o potencial de 1% da lâmina de água no reservatório, que inclui sete municípios da região de Santa Fé do Sul – dentre eles Ilha Solteira/SP - com a produção de pescados em sistemas de tanques-rede (SEAP, 2006).



Já na região do Médio Paranapanema, existem disponíveis cerca de 150 mil hectares de área alagada, em águas dos reservatórios das usinas hidrelétricas de Jurumirim e Chavantes, onde a criação de peixes no sistema de tanque-rede encontra-se em pleno desenvolvimento (AYROZA et. al., 2005), apontada como destaque em produtividade e produção de peixes criados no Estado de São Paulo (AYROZA et al., 2002).

Neste sentido, foram utilizados formulários com questões adaptadas ao objeto de investigação (MARCONI; LAKATOS, 2003), constituídos por uma série ordenada de perguntas, respondidas por escrito por piscicultores no 1º semestre de 2017, na presença do entrevistador. Anteriormente à aplicação destes em forma presencial, foi comunicada por e-mail ou contatos telefônicos a natureza da pesquisa, sua importância e a necessidade de obter respostas, de forma a despertar o interesse do receptor.

A escolha dos dois principais polos produtivos do Estado de São Paulo, com suas respectivas unidades para composição da amostragem, foi baseada na metodologia descrita por Wunsch (1995), segundo o qual a escolha deve levar em consideração a proposta do trabalho (problema específico), de maneira a fornecer ao pesquisador um panorama geral de orientação de desenvolvimento correspondente às análises de cada região. Portanto, as unidades piscícolas do sistema analisado foram definidas pelo pesquisador.

Nas duas principais regiões produtivas de São Paulo foram abordadas dez unidades produtivas (Reservatório de Ilha Solteira, com 11 amostras; e Médio Paranapanema, nos reservatórios de Canoas I e II, com 10 amostras). Desta forma, para que análise alcançasse resultados satisfatórios, de acordo com Ali e Seiford (1993), o número de unidades amostrais deveria ser, pelos menos, ser duas vezes maior que o número de insumos (*inputs* - X) e produtos (*outputs* - Y), ou seja, para um número de unidades maior que dois ($X + Y$), considerando o número de unidades piscícolas satisfatório, de forma a validar a análise DEA.

O desenvolvimento do trabalho pautou-se em uma caracterização de medida de eficiência, que faz com que a decisão ficasse orientada por um único indicador, construído a partir de abordagens de desempenho diferentes (análise multicriterial), facilitando o processo decisório. Ao invés de considerar vários índices para concluir a respeito do desempenho da



empresa ou da unidade sob análise do gestor, o referencial adotado se utiliza apenas da medida de eficiência do DEA, por meio de um método não paramétrico¹, com o auxílio do *software* DEAP 2.1 (*Data Envelopment Analysis Program*), apresentado por Coelli (1996).

A análise DEA foi proposta por Charnes et al. (1978), para avaliação de unidades homogêneas que possuam autonomia no processo de tomada de decisão (*Decision Making Units* – DMU's). A abordagem por DEA utiliza programação linear matemática para estimar a fronteira eficiente, sendo capaz de incorporar diversos *inputs* (fatores de produção, como capital, trabalho) e *outputs* (saídas, como produção obtida) para o cálculo da eficiência destas DMU's (GOMES; MANGABEIRA, 2004).

Para a determinação da eficiência técnica, o modelo DEA-CCR variável constante de escala apresenta mais discriminante em relação às DMU's eficientes e não eficientes. Neste caso, o modelo maximiza o quociente entre a combinação linear dos *outputs* e a combinação linear dos *inputs*, com a restrição de que, para qualquer DMU, esse quociente não pode ser maior que 1.

Conforme retrata Macedo (2007), quanto maior a relação $\Sigma \text{ outputs} / \Sigma \text{ inputs}$, maior a eficiência obtida (podendo esta variar de 0 a 100%). De forma geral, as organizações piscícolas possuem uma variedade de entradas e saídas, complexidade que pode ser incorporada para mensurar a eficiência, dada pela soma ponderada dos produtos em relação à soma ponderada dos insumos, conforme retrata Abreu et al. (2006).

Por meio do uso da programação linear matemática, para cada DMU obteve-se a proporção de todos os produtos em relação a todos os insumos, tal como, $u'yi / v'xi$, onde u é um vetor $M \times 1$ de pesos de produtos (y_i) e v é um vetor $K \times 1$ de pesos dos insumos (x_i). Para estimar os pesos ótimos especifica-se o problema de programação linear como:

$$\begin{aligned} & \text{Max } (u'yi / v'xi), \text{ sujeito a} \\ & u'yj / v'xi \leq 1, j=1,2,\dots,N, \text{ em que } u, v \geq 0 \text{ e } v'xi > 0 \end{aligned}$$

¹ A vantagem de utilizar um método não paramétrico (técnica de programação linear, que mede a variabilidade dos resultados de forma indireta) deve-se a simplificação deste, em relação às exigências e pressuposições com relação aos paramétricos, viabilizando assim, pesquisas de temas relevantes para as unidades piscícolas.



Isto envolve obter valores para u e v , tais que, a medida de eficiência da i -ésima DMU seja maximizada, sujeita à restrição de que todas as medidas de eficiência sejam menores ou iguais a 1. Para evitar isto, pode-se impor a restrição $v'x_i=1$, que recorre a:

$$\begin{aligned} & \text{Max } u, v (\mu'y), \text{ sujeito a } v'x_i=1, \\ & \mu'y_j - v'x_j \leq 0, j=1,2,\dots,N, \text{ em que } u, v \geq 0 \end{aligned}$$

sendo que a mudança de notação de u e v para μ e v reflete a transformação. Esta forma é conhecida como a forma do multiplicador do problema de programação linear. Desta forma, pode-se chegar a um modelo dual da formulação linearizada (forma envelope) da seguinte forma, para o modelo CCR:

$$\begin{aligned} & \min_{\theta, \lambda} \theta \\ & \text{sujeito a:} \\ & -y_i + Y\lambda \geq 0; \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0; \text{ e } \lambda \geq 0. \end{aligned}$$

sendo que θ é um escalar (escore de eficiência da orientação insumo), cujo valor é a medida de eficiência da i -ésima DMU. Se for igual a um, a DMU será eficiente; caso contrário, ineficiente. O λ é um vetor ($n \times 1$), cujos valores são calculados de maneira que se obtenha a solução ótima. Para uma unidade piscícola eficiente, os valores são iguais a zero; para uma ineficiente, indica os pesos dos polos produtores que são *benchmarks* (GOMES, 1999), ou seja, unidades de referência para as demais em análise.

Para o modelo utilizado, foram necessários estabelecer duas matrizes de dados, uma contendo os insumos utilizados pelos piscicultores (matriz X) e outra relacionada com produto (matriz Y). Assim, utilizaram-se cinco variáveis, correspondentes aos insumos ($k=4$), e uma relacionada com produtos ($m=1$), sendo os *Inputs*: a) Tamanho das propriedades (lâmina d'água), em ha (Fator de produção Terra); b) Número de pessoas envolvidas na atividade/unidade (Fator de Produção Mão de obra); c) custos de produção (R\$/kg); d) Salários pagos na atividade (R\$) – (Fator de Produção Capital) e *Output* a quantidade



produzida por ciclo (t). Os dados econômicos foram levantados *in loco* para cada polo abordado.

Desta forma, foi determinada a orientação *input* (minimização de insumos disponíveis, sem alteração no nível de produção), cujos resultados eventualmente permitem reduzir no processo de gestão da atividade os gastos com insumos correspondentes aos principais fatores de produção da atividade, considerando-se constante o produto. A orientação selecionada permite verificar se a produção obtida justifica a quantidade de recursos alocados.

Belloni (2000) retrata que o critério de eficiência na produção está associado aos conceitos de racionalidade econômica e de produtividade material, revelando ainda a capacidade da organização de produzir um máximo de resultados com o mínimo de recursos disponíveis para tal.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estatísticas descritivas das variáveis de análise de eficiência das propriedades piscícolas são apresentadas na Tabela 1. Os resultados mostram alta variabilidade entre as variáveis abordadas, sugerindo que possivelmente existem diferentes níveis de eficiência entre as unidades de produção. Destaca-se ainda que o diferencial de produtividade média em favor do polo do médio Paranapanema (66 toneladas acima da produtividade média de Ilha Solteira) não pode ser interpretado necessariamente como indicador de melhor eficiência; segundo Gomes et al. (2003), avaliações de produtividade como indicador podem ser equivocados, por não considerarem outros indicadores, dentre os quais os requerimentos de mão de obra exigidos nos sistemas produtivos.



Tabela 1. Estatística descritiva das variáveis de estudo, Ilha Solteira e Médio Paranapanema (Canoas I e II), 2017.

Variáveis	Unidade	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Ilha Solteira					
Tamanho (I1)	ha	6,59	4,31	2	14,5
Nº pessoas (I2)	Nº	8,6	5,6	3	20
Custo (I3)	R\$/kg	4,13	0,27	3,50	4,40
Salário (I4)	R\$/mês	1.472,73	219,50	1.200,00	1.800,00
Produtividade (O1)	t/ciclo	57	38	20	130
Médio Paranapanema					
Tamanho (I1)	ha	3,23	2,19	1	8
Nº pessoas (I2)	Nº	3,4	1,17	2	6
Custo (I3)	R\$/kg	4,36	0,31	3,80	4,75
Salário (I4)	R\$/mês	1.460,00	298,88	1.100,00	2.000,00
Produtividade (O1)	t/ciclo	123,1	93,59	20	267

Fonte: dados da pesquisa.

Os escores de eficiência pelo modelo CCR estão apresentados na Tabela 2, em que pode-se observar, considerando a média, que os piscicultores de Ilha Solteira podem reduzir em 19,6% o uso de seus recursos aplicados, sem comprometer a produtividade presente na produção de tilápias. Segundo o mesmo parâmetro, e com maior expressividade, pode-se indicar para os produtores do Médio Paranapanema a redução de 42,1% para alcançarem a eficiência máxima. Uma revisão na intensidade de uso de insumos possivelmente indicará que ajustes neste sentido envolverão reduções no número de pessoas atuantes.

Destaca-se que este modelo permite uma avaliação objetiva da eficiência global e identifica as fontes e estimativas das ineficiências identificadas (KASSAI, 2002).

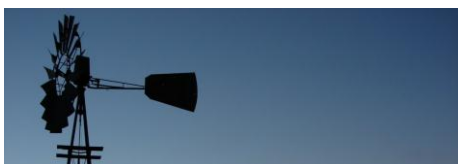


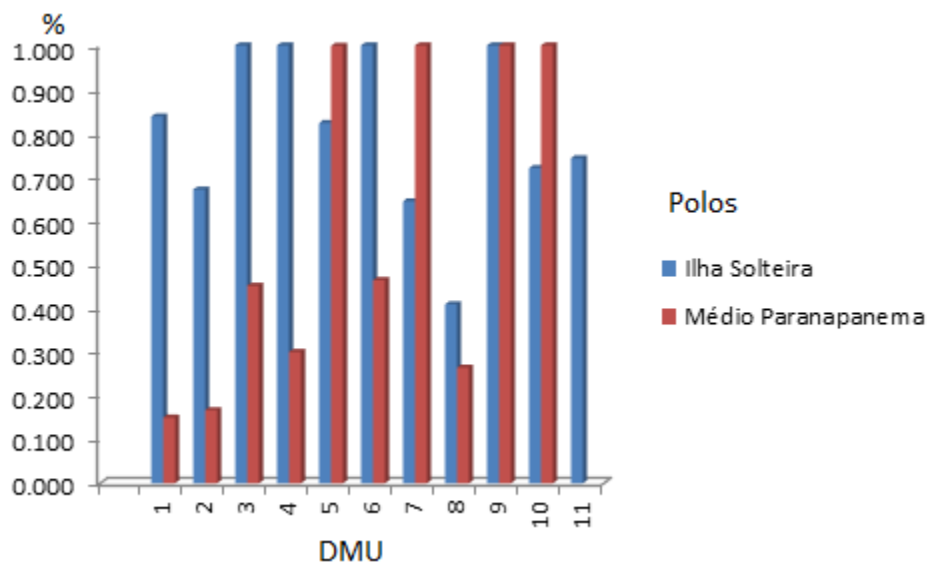
Tabela 2. Principais parâmetros estatísticos dos escores de eficiência técnica com retornos constantes, Ilha Solteira e Médio Paranapanema (Canoas I e II), 2017.

Estatísticas descritivas	Eficiência técnica	
	Ilha Solteira	Médio Paranapanema
	CCR	
Mínimo	0,409	0,150
Máximo	1,000	1,000
Média	0,804	0,579
Desvio Padrão	0,190	0,375
Coeficiente de Variação (%)	23,76	64,78

Fonte: dados da pesquisa.

De acordo com a Figura 1, a distribuição por DMU no modelo CCR-*input* é expressa por percentuais de eficiência técnica das unidades de produção, pode-se classificar como eficientes os produtores que tiveram melhor racionalização dos gastos, mantendo-se constante a produção obtida para cada unidade.

Figura 1. Distribuição da eficiência técnica, Ilha Solteira e Médio Paranapanema (Canoas I e II), 2017.



Fonte: dados da pesquisa.



De maneira geral, a média foi de 80% entre as unidades piscícolas para o polo de Ilha Solteira e de 58% para a região do Médio Paranapanema.

Na análise de *benchmark* para as unidades produtivas analisadas, identifica-se respectivamente que as DMU 3, 4, 5 e 9 são pares de excelência (*benchmarks*) para o reservatório de Ilha Solteira (36,3% da amostragem), assim como as DMU's 5, 9 e 10 são excelência para o reservatório do Médio Paranapanema – Canoas I e II (30%), e com a DMU 7 em 99%, em função da representatividade dos pesos atribuídos de cada DMU eficiente à distância da curva de fronteira de eficiência.

A Tabela 3 resume as diferenças entre os dados atuais e os alvos a serem atingidos, considerando-se os menores valores obtidos para os indicadores. Essa informação explica a diferença de desempenho entre as unidades piscícolas de menor desempenho atribuído entre as regiões paulistas, para que o gestor tenha referências na busca por formas de adequação e alcance dos objetivos necessários à cada DMU.

Por exemplo, a DMU 8, com menor eficiência global no polo de Ilha Solteira, deve reorientar seu planejamento para reduzir o uso de insumos de maneira proporcional à produção obtida, em aproximadamente 59% para o conjunto de *inputs* considerados.

Desta forma, os alvos indicam para a DMU 8 (Ilha Solteira) uma projeção para área de produção em 0,82 ha; redução de mão de obra para 4 pessoas; o enxugamento da área produtiva em espelho d'água permitirá reduções proporcionais no custo de produção por unidade (kg de pescado produzido) com potencial de reduções nas despesas com salários. Este conjunto de indicadores podem ser interpretados como indícios de que a produção piscícola nesta unidade não se enquadra na faixa de retornos constantes, inferindo que o problema não está associado à utilização excessiva de insumos, mas sim à escala inadequada de produção.



Tabela 3. Alteração dos valores atuais das variáveis com menor eficiência obtida das DMU's (Ilha Solteira e Médio Paranapanema – Canoas I e II), para que se tornem eficientes, 2017.

DMU	Variáveis (<i>Inputs</i>)	Valor Atual	Folgas	Alvo	$\Delta\%$
Ilha Solteira					
8 (0,409)	Tamanho (ha) - I1	2	-	0,819	59,1
	Nº pessoas - I2	10	-	4,094	
	Custo (R\$/kg) - I3	4,1	0,441	1,23	
	Salário (R\$/mês) - I4	1.500,00	191,194	422,977	
Médio Paranapanema					
1 (0,150)	Tamanho (ha) - I1	3	0,360	0,090	85
	Nº pessoas - I2	2	-	0,3	
	Custo (R\$/kg) - I3	4,00	0,227	0,322	
	Salário (R\$/mês) - I4	1.300,00	59,925	134,831	

Fonte: dados da pesquisa.

Já para a DMU 1, com a menor eficiência global para a região do Médio Paranapanema, o produtor em questão deve otimizar seus recursos ou fatores de produção em 85%, de forma a alcançar a eficiência máxima, considerando a mesma lógica de raciocínio para redução de cada variável input abordada de forma a atingir o alvo. Este fato em particular foi devido à menor produtividade obtida (20 t/ciclo), comparativamente à média do polo, em 123 toneladas, no qual o produtor obteve altas taxas de mortalidade aliado à problemas decorrentes de conversão alimentar, influenciado diretamente pelo padrão de qualidade da ração consumida no sistema de cultivo

Na mesma Tabela 3, as folgas referem-se às quantidades extras a serem reduzidas nos insumos (SURCO; 2004) após todos os insumos terem sido minimizados de maneira proporcional, refletindo maior expressividade às variáveis em questão, referentes ao descarte forte de insumos. Vale destacar que, na prática os sistemas produtivos embutem rigidez para reduções de componentes alguns itens de custos como salários; entretanto, o modelo reflete



a projeção de acordo com a eficiência obtida, ou seja, caso aumentasse a produção mantendo os mesmos valores atuais das variáveis *inputs* do referido estudo, proporcionalmente alcançaria o nível de eficiência desejado.

Estes resultados são relevantes sinalizar pontos a serem observados para a mudança das práticas de gestão das propriedades. Neste contexto, para um conjunto de atividades rotineiras de processo, algumas estratégias podem ser adotadas nas unidades piscícolas para contribuição na redução de custos operacionais, dentre as quais a capacitação e melhor aproveitamento de mão de obra nas etapas de cultivo de engorda de tilápias e melhor aproveitamento da área de cultivo das propriedades em questão, de forma a otimizar a produção frente aos principais fatores de produção utilizados, dentre os quais terra e trabalho.

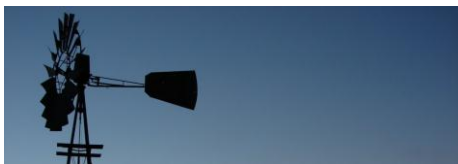
5. CONCLUSÕES

A análise de eficiência mostrou que as unidades produtoras de tilápia eficientes são aquelas que conseguem produzir melhor com menor quantidade de insumos em seu ciclo produtivo.

Os sistemas produtivos das regiões de São Paulo devem dar maior atenção à infraestrutura (área de produção) e fator trabalho, como variáveis de maior impacto na atividade em ambos os polos, tornando o processo produtivo mais eficiente.

6. AGRADECIMENTOS

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo), pelo apoio neste trabalho, através do auxílio à pesquisa vigente.



7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, U.G.P., P. S. L. LOPES, A. J. M. S. BAPTISTA, R. A. TORRES E E H. N. SANTOS. Avaliação da introdução de tecnologias no sistema de produção de gado de corte no Pantanal: análise de eficiência. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1242-1250 (supl.), 2006.

ALI, A. I., SEIFORD, L. M. The Mathematical Programming Approach to Efficiency Analysis. In: FRIED, H. O., LOVELL, C. A. K., SCHIMIDT, S. S. (Orgs.). **The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Application**. New York: Oxford University Press, 1993. cap. 3, p. 120-159.

AYROZA, L.M.S; FURLANETO, F.P.B; AYROZA, D.M.M.R; SUSSEL, F.R. Piscicultura no médio Paranapanema: situação e perspectivas. **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 2, n.2, 2005.

AYROZA, L.M.S.; ROMAGOSA, E.; SCORVO FILHO, J.D.; FRASCA FILHO, C.M. 2002. Desempenho da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, em tanques-rede, em represa rural. In: XII Simpósio Brasileiro De Aquicultura, 2002. **Anais...** Goiânia, 2002.

BELLONI, J. A. **Uma metodologia de avaliação da eficiência produtiva de Universidades Federais Brasileiras**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 2000.

BRUNETTA, M. R. **Avaliação da eficiência técnica e de produtividade usando análise por envoltória de dados: um estudo de caso aplicado a produtores de leite**. Dissertação (Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 101p, 2004.



CHARNES, A., COOPER, W.W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v.2, 1978, p.429-444.

COELLI, T. J. **A guide to DEAP version 2.1: a data envelopment analysis program**. Armidale, Austrália: University of New England. 1996, 49 p. (CEPA Working Papers, 08/96).

FERREIRA, A. H.; GOMES, A. P. Eficiência técnica no curto e no longo prazo em sistemas de produção de leite com gado holandês, mestiço e zebu. In: **Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural**. Vol. 42. Brasília: SOBER, 2004.

GOMES, E. G.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; BIONDI, L. N. **Avaliação de Eficiência por Análise de Envoltória de Dados: conceitos, aplicações à agricultura e integração com sistemas de informação geográfica**. - Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2003. 39 p. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 28).

GOMES, E. G. E MANGABEIRA, J. A. C. Uso de Análise Envoltória de Dados em Agricultura: o caso de Holambra. **Engevista**. v. 6, n. 1, 2004, p. 19-27.

GOMES, A. P. **Impactos das transformações da produção de leite no número de produtores e requerimentos de mão de obra e capital**. 1999. 161 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

IBGE. **Projeção da População do Brasil. 2014**. [Internet]. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 08 Ago 2017.



KASSAI, S. Utilização da análise por envoltória de dados (DEA) na análise de demonstrações contábeis. 2002. 318 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

LINS, M.P.E., MEZA, L.A. Análise envoltória de dados e perspectivas de integração no ambiente do Apoio à Decisão. UFRJ - RJ, 2000.

MACEDO, M. A. S. Indicadores de Desempenho: uma contribuição para o monitoramento estratégico através do uso de análise envoltória de dados (DEA). In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 7, São Paulo. *Anais do VII SIMPOI*. São Paulo: FGV-SP, 2004 (disponível em CD-ROM).

MACEDO, M. A. S, M. STEFFANELLO E C. A. OLIVEIRA. Eficiência combinada dos fatores de produção: aplicação de Análise Envoltória de Dados (DEA) à produção leiteira. **Revista Custos e Agronegócios on line.** v. 3, n. 2, 2007, p.59-86.

MADALOZZO, I. A. **A utilização de recursos e capacidades na gestão de propriedades rurais em diferentes faixas de lucratividade: uma abordagem sistêmica.** 2003. 163 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa:** planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1996.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.



MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA (MPA). **1º Anuário Brasileiro da Pesca e Aquicultura**. 2014. Disponível em: <http://formsus.datasus.gov.br/novoimgarq/16061/2489520_218117.pdf>. Acesso em: 21 Ago 2017.

SABBAG, O.J; COSTA, S.M.A.L. eficiência técnica da produção de tilápias em Ilha Solteira, SP: uma análise não paramétrica. **Boletim da Indústria Animal**, v.72, n.2, 2015, p.155-162.

SECRETARIA ESPECIAL DA AQUICULTURA E PESCA. **São Paulo dá salto na produção de pescados em cativeiro**. Brasília: SEAP, 2006. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/seap>>. Acesso em: 27 Out. 2008.

SURCO, D.F. **Desenvolvimento de uma ferramenta computacional para avaliação de eficiência técnica baseada em DEA**. Dissertação (Mestrado em Métodos numéricos em engenharia). UFPR. Curitiba, 2004. 129 f.

WÜNSCH, J. A. **Diagnóstico e tipificação de sistemas de produção e procedimento para ações de desenvolvimento regional**. 1995. 175 p. Dissertação (Mestrado) - Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.