

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS – UFGD
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM AGRONEGÓCIOS
MESTRADO EM AGRONEGÓCIOS**

**FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE PARA
PRODUTORES DE ALEVINOS NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL**

WHANDERSON SANTOS RODRIGUES

**DOURADOS/MS
2016**

WHANDERSON SANTOS RODRIGUES

**FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE PARA
PRODUTORES DE ALEVINOS NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados – Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia, para obtenção do Título de Mestre em Agronegócios.

ORIENTADORA: Prof^a Dr^a Juliana Rosa Carrijo Mauad.

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Omar Jorge Sabbag.

DOURADOS/MS
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

R696f Rodrigues, Whanderson Santos

Ferramentas de Avaliação da Sustentabilidade para Produtores de Alevinos no Estado de Mato Grosso do Sul / Whanderson Santos Rodrigues -- Dourados: UFGD, 2016.

96f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Juliana Rosa Carrijo Mauad

Co-orientador: Omar Jorge Sabbag

Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia, Universidade Federal da Grande Dourados.
Inclui bibliografia

1. Aquicultura. 2. Software. 3. DEA. 4. Alevino. 5. Rural. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS – UFGD
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM
AGRONEGÓCIOS
MESTRADO EM AGRONEGÓCIOS**

WHANDERSON SANTOS RODRIGUES

**FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE PARA
PRODUTORES DE ALEVINOS NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL**

BANCA EXAMINADORA

ORIENTADORA: Prof^a. Dr^a. Juliana Rosa Carrijo Mauad – UFGD

Dr. Luís Antonio Kioshi Aoki Inoue – EMBRAPA

Prof. Dr. Clandio Favarini Ruviaro - UFGD

Fevereiro de 2016

WHANDERSON SANTOS RODRIGUES

**FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE PARA
PRODUTORES DE ALEVINOS NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL**

Esta dissertação foi julgada e aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Agronegócios com área de Concentração em Agronegócios e Desenvolvimento no Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da Universidade Federal de Grande Dourados.

Dourados (MS), ____ de _____ de _____.

Prof. Clandio Favarini Ruviaro
Coordenador do Programa

Banca Examinadora:

Prof^a. Juliana Rosa Carrijo Mauad, Dr^a. (Orientadora)
Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD

Luís Antonio Kioshi Aoki Inoue, Dr.
EMBRAPA Agropecuária Oeste (Dourados / MS)

Prof. Clandio Favarini Ruviaro, Dr.
Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD

DEDICATÓRIA:

A minha família, pela imensa compreensão, colaboração e suporte diante de tantos momentos difíceis que se passaram ao longo deste desafio científico.

AGRADECIMENTOS:

Primeiramente, agradeço a Deus pela sua proteção sobre toda a minha família durante essa jornada. Por ter me concedido vida e saúde para suportar o desgaste físico e emocional e crescer nas adversidades. Obrigado Senhor.

A minha esposa Fabiane, que durante todo o meu período de ausência, cuidou com todas as suas forças dos nossos negócios e principalmente da nossa família. Sem o seu apoio seria impossível realizar esta conquista.

Aos meus filhos Gladson e Fabrício, que foram pacientes e compreensíveis com as ausências deste pai. Que esta conquista sirva de exemplo para a vida acadêmica e profissional de cada um de vocês.

Agradeço a minha querida amiga Tuti, que foi fiel companheira desde a preparação para a entrada no programa de mestrado até o dia da última revisão desta dissertação. Sua presença foi fundamental para manter minha sanidade mental e espiritual.

À minha orientadora Professora Juliana, pela paciência e compreensão nos momentos difíceis de recaída diante de tanto o que fazer e nada a produzir. Obrigado pela liberdade que me foi concedida para que eu trilhasse o meu próprio caminho de luz e junção de tantos pontos perdidos.

Ao meu co-orientador Professor Omar Jorge Sabbag, que não mediu esforços para compartilhar todo o seu conhecimento que tanto abrilhantou este trabalho.

Agradeço ao Professor Clandio, que foi um grande amigo e incentivador para a construção de um trabalho acadêmico baseado em um problema relevante para a sociedade através do método.

Agradeço ao Dr. Luís, pela aceitação em participar da banca, cedendo do seu precioso tempo para dar as contribuições fundamentais para a qualidade desta pesquisa.

Agradeço aos meus colegas de curso, pela amizade e companheirismo.

Aos demais professores e técnicos da FACE, pelo apoio e incentivo.

Agradeço a todos os colaboradores da minha empresa Softgran, que não mediram esforços em enfrentar os problemas dos nossos clientes, mesmo com minha longa ausência das operações diárias.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desta pesquisa.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi apresentar um conjunto de ferramentas para avaliação da sustentabilidade de atividade produtivas rurais utilizando uma amostra de produtores de alevinos do Estado de Mato Grosso do Sul (MS), Brasil. Em um primeiro momento, foi elaborado uma investigação utilizando-se o método EVAD que através da coleta e tabulação de dados relacionados as dimensões econômica, social, ambiental e institucional permitiu a elaboração do ranking de sustentabilidade da amostra pesquisada através do calculo do Índice de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura (IDSA). Posteriormente utilizou-se a metodologia de Análise Envoltória de Dados para retornos constantes de escala, com orientação *input* para avaliar o grau de eficiência ambiental com relação ao uso dos recursos de produção. As variáveis consideradas foram área de exploração em hectares, quantidade de funcionários e salário pago por funcionário (*input*) e o IDSA (*output*). Os resultados mostraram que 20% dos produtores empregaram de maneira racional os insumos, servindo como referência para as demais unidades e que 80% dos produtores operam com ineficiência de escala, devido, sobretudo, a presença de retornos crescentes, refletindo a ineficiência na alocação dos recursos. O próximo passo foi desenvolver o software SASP Rural (Software de Avaliação da Sustentabilidade Produtiva Rural) que tem como objetivo medir a sustentabilidade de uma amostra de produtores rurais a partir da definição de dimensões e variáveis que representa a sustentabilidade do sistema de produção investigado. Através de critérios de avaliação, normatização e ponderação o software gera informações compiladas e apresentadas através de indicadores e índices compostos que permite a definição de planos de ação personalizados e a definição de prioridades para melhorar os indicadores de sustentabilidade de atividades agropecuárias.

Palavras-chaves: Aquicultura, software, DEA, alevino, rural.

ABSTRACT

The objective of this study was to present a set of tools for assessing the sustainability of rural productive activity using a sample of producers of fingerlings in the state of Mato Grosso do Sul (MS), Brazil. At first, an investigation using the EVAD method by collecting and tabulating data relating to the economic, social, environmental and institutional allowed the preparation of the sample sustainability ranking searched through the Index Development Sustainable Aquaculture (IDSA). Subsequently used the Data Envelopment Analysis (DEA) methodology for constant returns to scale, with input orientation to assess the level of environmental efficiency with regard to the use of production resources. The variables considered were exploration area in hectares, number of employees and wages paid per employee (input) and the IDSA (output). The results showed that 20% of producers employed rationally inputs, serving as a reference for the other units and that 80% of producers operate inefficiently scale, due mainly to the presence of increasing returns, reflecting the inefficiency in the allocation of resources. The next step was to develop the Rural SASP software (Software Evaluation of Rural Productive Sustainability) that aims to measure the sustainability of a sample of farmers from the definition of dimensions and variables that is the sustainability of the production system investigated. Through evaluation criteria, normalization and weighting the software generates information compiled and presented through indicators and composite indices that allows the definition of customized action plans and setting priorities to improve the sustainability of agricultural activities indicators.

Key-words: aquaculture, software, DEA, fingerlings, rural.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Variáveis indicadoras de sustentabilidade por dimensão.	22
Quadro 2: Fórmula para calculo final do IDSA a partir dos subíndices de sustentabilidade.	23
Quadro 3: Escala para Avaliação Qualitativa para calculo do Índice de Sustentabilidade.	24
Quadro 4: Variáveis indicadoras de sustentabilidade por dimensão.	57
Quadro 5: Escala para Avaliação Qualitativa para calculo do Índice de Sustentabilidade	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estado de Mato Grosso do Sul (MS), Brasil.....	20
Figura 2: Módulos do software SASP Rural.....	53
Figura 3: Roteiro de investigação de projetos de sustentabilidade no software SASP Rural.....	59
Figura 4: Formulário Principal SASP Rural.....	60
Figura 5: Entidade / Participantes Projeto Sustentabilidade Alevinagem em Mato Grosso do Sul.....	61
Figura 6: Critérios de Avaliação – Projeto Sustentabilidade Alevinagem em Mato Grosso do Sul.....	62
Figura 7: Critério Sustentabilidade Aquicultura.....	62
Figura 8: Critério Insumos Manejo – Sustentabilidade Alevinagem em Mato Grosso do Sul.....	63
Figura 9: Amostra do Projeto Sustentabilidade Alevinagem em Mato Grosso do Sul. .	64
Figura 10: Dimensões e Variáveis – Projeto Sustentabilidade Alevinagem Mato Grosso do Sul.....	65
Figura 11: Ciclo de Avaliação – Projeto Sustentabilidade Alevinagem em Mato Grosso do Sul.....	66
Figura 12: Avaliação Qualitativa e Quantitativa – Projeto Sustentabilidade Alevinagem Mato Grosso do Sul.....	67
Figura 13: Módulo Relatório Avaliação de Sustentabilidade Software SASP Rural.....	68
Figura 14: Relatório Detalhado Sustentabilidade das Amostras – Projeto Sustentabilidade Alevinagem Mato Grosso do Sul.....	69
Figura 15: Exemplo Gráfico Radar – Projeto Sustentabilidade Alevinagem Mato Grosso do Sul.....	70
Figura 16: Ranking de Sustentabilidade – Projeto Sustentabilidade Alevinagem em Mato Grosso do Sul.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Ranking Final IDSA de cada unidade produtora de alevinos.....	26
Tabela 2: Análise Nível Escolaridade X Tempo de Experiência com Aquicultura.	27
Tabela 3: Tabulação das Variáveis Estruturais.....	27
Tabela 4: Tabulação das variáveis sociais.	28
Tabela 5: Tabulação das variáveis ambientais.	29
Tabela 6: Tabulação das variáveis econômicas e financeiras.	30
Tabela 7: Tabulação das variáveis institucionais.	34
Tabela 8: Lista de parâmetros para calculo dos Scores de Eficiência da Análise Envoltória de Dados.	36
Tabela 9: Estatística descritiva das variáveis de estudo das unidades piscícolas do estado de Mato Grosso do Sul, 2015.	36
Tabela 10: Principais parâmetros estatísticos dos escores de eficiência técnica com retornos constantes, variáveis de escala e de eficiência de escala das unidades piscícolas do estado de Mato Grosso do Sul, 2015.	37
Tabela 11: Distribuição absoluta e relativa correspondente às medidas técnica e de escala dos produtores de alevinos do estado de Mato Grosso do Sul, 2015.....	38
Tabela 12: Resultado final do escore de eficiência de escala de 10 fazendas produtoras de alevinos usando o modelo CCR, orientado a <i>inputs</i> , 2015.	39

LISTA DE ANEXOS

Anexo A - Questionário Levantamento de Dados.....	93
---	----

SUMARIO

Conteúdo

CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. OBJETIVOS.....	5
2.1 Objetivos Gerais	5
2.2 Objetivos Específicos	5
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
3.1 Evoluções do Conceito de Sustentabilidade.....	6
3.2 Ferramentas Para Medir a Sustentabilidade de Sistemas Produtivos Agrícolas	6
3.3 Frameworks de Sustentabilidade para a Aquicultura	9
3.4 Sustentabilidade da Aquicultura no Brasil	11
3.5 Tendências de Ferramentas de Sustentabilidade da Aquicultura - Análise Envoltória de Dados (DEA) e Indicadores de Sustentabilidade.....	12
3.6 Sustentabilidade através de uma abordagem participativa e interdisciplinar	14
CAPÍTULO II.....	16
RANKING DE SUSTENTABILIDADE E EFICIÊNCIA TÉCNICA DE FAZENDAS PRODUTORAS DE ALEVINOS	17
Resumo	17
1. Introdução.....	18
2. Materiais e Métodos	20
3. Resultados e Discussões	26
5. Conclusões.....	40
6. Referências	42
CAPÍTULO III	46
SASP RURAL: SOFTWARE DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE PRODUTIVA RURAL	47

Resumo	47
1. Introdução.....	48
2. Materiais e Métodos	52
3. Resultados e Discussões	59
4. Conclusões.....	72
5. Referências	74
Capítulo IV	76
CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES	77
LISTA DE REFERÊNCIAS.....	84

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO GERAL

O consumo de peixe é responsável por alimentar mais de 4,5 bilhão de pessoas a redor do mundo, atendendo em média 15% da necessidade de proteína animal, além de possuir propriedades nutricionais únicas, contribuindo de forma significativa para saúde humana, além disso, quando produzido de forma sustentável, é um dos melhores conversores alimentares em alimento de alta qualidade com uma pegada de carbono menor em comparação com outros sistemas de produção, ao mesmo tempo é responsável de forma substancial pela renda e pela segurança alimentar de 10% da população mundial (BENÉ *et al.* 2015).

A aquicultura tem o potencial de promover a inclusão social agindo como um multiplicador econômico, principalmente nas zonas rurais marginais, podendo fornecer contribuições importantes para a redução da pobreza local e fomento da econômica nacional através do desenvolvimento do comércio, aumento das receitas e geração de renda e ainda melhorar os índices de segurança alimentar (WORLDFISH, 2011).

Neste sentido, a atividade de produção de alevinos esta no início da cadeia de produção da aquicultura e a eficiência e qualidade dos produtores de alevinos é crucial para o restante da cadeia produtiva. A produção de alevinos no Brasil é um dos grandes desafios do desenvolvimento da aquicultura nacional. A aquisição de alevinos de baixa qualidade causa instabilidade na produção e conseqüentemente acarreta grandes impactos negativos em todos os elos da cadeia produtiva aquícola (PADUA *et al.* 2012). Apesar deste relevante problema enfrentado pelos produtores nacionais, as oportunidades de mercado são imensas. A demanda mundial de alimentos crescerá 70% nas próximas três décadas, dessa forma 2,3 bilhões de novas pessoas até 2050 com uma capacidade de consumo per capita duas vezes maior do que na atualidade terão necessidade de adquirir alimentos para a sua sobrevivência (FAO, 2009). Para atender a esta nova demanda de mercado, a produção de alimentos deverá dobrar o que exigirá mudanças significativas nos meios de produção principalmente considerando os níveis de produtividade e os impactos ambientais provenientes dos sistemas produtivos da atualidade (FOLEY *et al.* 2011).

O desafio de aumentar a produção de alimentos de forma sustentável surge como um dos maiores problemas já enfrentados pela humanidade e as soluções para esta problemática devem ser pensadas de forma interdisciplinar e participativa. A quebra de barreiras das disciplinas, com o intuito de provocar uma revolução nas ciências sociais, naturais e principalmente, exigindo a adoção de novas tecnologias que contribuam para a redução dos impactos ambientais e incentive a adoção de métodos de manejo integrado e sistemas agroflorestais é uma das estratégias a serem adotadas (GODFRAY *et al.* 2010). Para isto, é necessária a construção de ferramentas de gestão que possam apoiar os processos de tomadas de decisão de toda e qualquer cadeia produtiva considerando os aspectos relacionados ao aumento da produtividade, desenvolvimento econômico e gestão ambiental (FOLEY *et al.* 2011).

Neste cenário, a aquicultura assume um importante papel como fonte de proteína e contribui diretamente para a segurança alimentar mundial desde que desenvolvida e praticada de forma sustentável. O consumo mundial de pescado aumentou regularmente nas últimas décadas, em 1960 o consumo per capita era de 9,9 Kg, já em 2012 aumentou significativamente para 19,2 kg. No Brasil, o consumo por pessoa é em média 17,3 kg por ano, bem acima dos 12 quilos/pessoa/ano recomendado pela Organização Mundial de Saúde (IBGE, 2010; FAO, 2014; MPA, 2014).

Para atender esta demanda, o crescimento da produção mundial da aquicultura tem aumentado a uma taxa média de 3,2% ao ano nas últimas cinco décadas. Em 2012, a produção total atingiu 158 milhões de toneladas sendo 91,3 milhões a partir da pesca e 66,6 milhões a partir da aquicultura continental que é a atividade de produção de organismos aquáticos de forma artificial, entretanto todo esse expressivo crescimento tem exigido cada vez mais planejamento estratégico com foco no desenvolvimento sustentável considerando aspectos ambientais, econômicos e sociais (FAO, 2011; 2014).

No ano de 2014, a produção total da piscicultura brasileira foi de 474,33 mil toneladas movimentando R\$ 3,87 bilhões, o que representou um aumento de 20,9% em relação ao volume registrado no ano anterior. Deste volume, o estado de Mato Grosso do Sul produziu 4,97 mil toneladas que movimentou R\$ 25,28 milhões, colocando o estado em 19º lugar no ranking de produção nacional, que representa aproximadamente 1% da produção total (IBGE, 2015). A observação das estatísticas de produção aquícola do estado de Mato Grosso do Sul não é compatível com o seu potencial produtivo.

Resende (2007) afirma que a região é beneficiada por características naturais que lhe conferem grande potencial de desenvolvimento da piscicultura devido à localização geográfica do Pantanal que se encontra presente em grande parte das fronteiras estaduais com uma planície alagável de aproximadamente 140.000 km², além de abrigar variada quantidade de espécies de peixes nativos. Porém os problemas enfrentados pela atividade, a falta de apoio institucional, os entraves ambientais e falta de cooperação do setor o coloca em uma posição pouco relevante frente à produção nacional.

Apesar de todo o potencial e crescimento apresentado pela aquicultura nos últimos anos, dependendo da forma como os processos são realizados a atividade pode gerar impactos altamente negativos para o meio ambiente. Klinger e Naylor (2012) destacam vários trabalhos que estudaram os impactos negativos provocados pela aquicultura de água doce e marinha tais como poluição dos ecossistemas aquáticos, excesso de alimentação em sistemas de produção de pescado em cativeiro, uso de herbicidas e outros produtos químicos (BUSCHMANN *et al.*, 2008; DAVID *et al.*, 2008; SARÀ *et al.*, 2011), destruição dos habitats costeiros e dos ecossistemas para construção de infraestrutura de aquicultura (STOKSTAD, 2010), salinização das águas subterrâneas e de aquíferos (PÁEZ-OSUNA, 2001), uso de grande quantidade de água doce (VERDEGEM *et al.*, 2006), transmissão de doenças parasitárias para populações selvagens (TORANZO *et al.* 2005; KRKOSEK *et al.*, 2007; ROCHA *et al.*, 2009) e esgotamento das populações de peixes selvagens entre outros (NAYLOR *et al.* 2005; CASAL, 2006; SILVA *et al.* 2009).

Conforme Frankic e Hershner (2003) a sustentabilidade da aquicultura deve se basear na maximização dos benefícios e minimização dos impactos negativos sobre o ambiente natural e social. Neste sentido, as preferências comerciais e de consumo tendem a influenciar fortemente o setor, com exigências claras para a produção de produtos seguros e de qualidade. Subasinghe *et al.* 2009 afirma que como consequência tem havido uma forte regulamentação do setor envolvendo todos os elos da cadeia exigindo a adoção de melhores práticas de gestão e participação dos produtores nos processos de tomada de decisão de forma a garantir a sustentabilidade da atividade, porém essas tendências não se aplicam a todas as regiões, sendo percebidas mais nos países em que a aquicultura já esta bem desenvolvida.

Ao analisar a cadeia produtiva da aquicultura brasileira, a atividade de produção de alevinos está logo no início do processo. A adoção de práticas de gestão sustentáveis e manejo sanitário adequado em fazendas-berçário são fundamentais para o sucesso da cadeia como um todo e dentro deste contexto surge a problemática deste trabalho.

O presente trabalho está dividido em dois capítulos. O primeiro capítulo terá como objetivo apresentar um ranking de sustentabilidade partir de um conjunto de fazendas produtoras de alevinos no estado de Mato Grosso do Sul utilizando a metodologia de programação matemática linear Análise Envoltória de Dados. No segundo capítulo será apresentado um protótipo de software para apoiar a investigação de projetos de sustentabilidade de sistemas produtivos rurais. Posteriormente, o fechamento da dissertação apresentará as considerações finais sobre o estudo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

O objetivo principal deste trabalho é apresentar métodos e ferramentas tecnológicas que permitam a mensuração do nível de sustentabilidade das unidades produtoras de alevinos no estado de Mato Grosso do Sul considerando os aspectos econômicos, sociais, ambientais e institucionais bem como a eficiência técnica em relação ao uso dos recursos de produção.

2.2 Objetivos Específicos

Investigar junto aos produtores de alevinos do estado de Mato Grosso do Sul informações referente ao: perfil profissional, infraestrutura, práticas de manejo e de gestão que sirva para mensurar o nível de sustentabilidade nas dimensões econômicas, ambientais, sociais e institucionais da propriedade rural. Definir os índices de sustentabilidade e elaborar um ranking de eficiência utilizando o método de Análise Envoltória de Dados (DEA), permitindo assim uma análise da fronteira de eficiência de cada Unidade Tomadora de Decisão (DMU) pesquisada.

Criar um protótipo de software baseado nas metodologias adotadas neste trabalho que sirva de ferramenta para a investigação da sustentabilidade de atividades produtivas rurais considerando o conceito de dimensão, indicadores e índices compostos de desempenho.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Evoluções do Conceito de Sustentabilidade

A importância do conceito de desenvolvimento sustentável tem chamado a atenção de toda a sociedade. A primeira definição relevante foi apresentada pelo Relatório de “Brundlant” que definiu o desenvolvimento sustentável como “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades.” (WCED, 1987). A partir de então, varias metodologias surgiram para medir e colocar em prática os princípios da sustentabilidade. Inicialmente o foco principal foi sobre a sustentabilidade das empresas. A importância da construção de quadros teóricos que promovessem o desenvolvimento sustentável considerando a participação efetiva da sociedade foi discutida pela WBCSD (1997). Ramachandran (2000) apresentou uma compilação sobre a evolução do conceito de sustentabilidade e metodologias para se calcular indicadores a partir de diversas fontes de dados.

Com o início do século XXI, novas ferramentas para promover a sustentabilidade foram surgindo através do envolvimento da comunidade científica e com o apoio do governo e organizações não governamentais tais como o *Global Reporting Initiative* (GRI, 2002a, b) e a proposta de desenvolvimento de padrões de sustentabilidade para as empresas (OECD, 2002). Nestas iniciativas estavam implícitas a importância da criação de framework teórico e adoção de abordagem participativa e interdisciplinar na definição de indicadores de sustentabilidade.

3.2 Ferramentas Para Medir a Sustentabilidade de Sistemas Produtivos Agrícolas

Os esforços para medir a sustentabilidade tem se concentrado ao longo do tempo na identificação das variáveis corretas que devem ser monitoradas. Nambiar *et al.* (2001) apresentaram um trabalho onde a sustentabilidade da agricultura foi medida a partir de indicadores biofísicos, químicos, econômicos e sociais. Com base nos indicadores de cada dimensão foi proposto um índice de sustentabilidade agrícola (ASI) calculado a partir de 22 variáveis entre as quais a produtividade agrícola, a qualidade do solo, a biodiversidade, ganho médio salarial, etc. Os resultados mostraram a

possibilidade de o índice ter a vantagem de ser utilizado para comparar a sustentabilidade de diferentes regiões produtoras.

A comparação de sistemas de produção agrícola convencional comparado com o sistema de produção orgânico é apresentada no trabalho de Rigby *et al.* (2001). Os autores calcularam um índice chamado Indicador de Sustentabilidade da Agricultura na Prática (ISAP) que é composto somente de variáveis classificadas na dimensão ambiental relacionadas principalmente aos insumos de produção como: tipo da semente utilizada, manejo do solo, controle de pragas, controle de ervas daninhas, etc. Em suas conclusões os autores destacam que este tipo de índice deve ser utilizado para comparar riscos relacionados a diferentes tipos de métodos e não para analisar quantitativamente os impactos ambientais.

Zhen *et al.* (2005) realizaram uma pesquisa com 270 famílias produtoras agrícolas localizadas no norte da China, considerada o celeiro produtivo do país, onde foram analisadas variáveis relacionadas à dimensão econômica, social e ambiental tais como: produtividade das culturas, receita líquida agrícola, segurança alimentar, profundidade do lençol freático, uso eficiente da água, etc. Os resultados mostraram que apesar das atividades poderem ser consideradas economicamente viáveis, houve um alto custo ambiental no que se refere aos recursos naturais com vários problemas relacionados à salinização do solo, contaminação de produtos químicos, diminuição do lençol freático, etc.

Em Zham *et al.* (2008), os autores apresentam o resultado de investigação do nível de sustentabilidade utilizando o método IDEA (Indicadores de Sustentabilidade Agrícola). O uso do método foi aplicado na análise de 65 estudos de casos franceses representando diferentes zonas produtivas. Os autores destacaram que a utilidade prática do método deve se basear na adaptação das variáveis ao contexto local das pesquisas para aumentar a efetividade da investigação.

Dantsis *et al.* (2010) apresentam uma base teórica que fundamente a elaboração de indicadores de resultados considerando as dimensões econômicas, sociais e ambientais. Para isso foi construído um framework para medir a sustentabilidade de sistemas agrícolas a partir da Teoria de Valor Multiatributo (MAVC), na qual critérios específicos orientam a construção dos 21 indicadores de desempenho em cada dimensão. Os autores destacaram que apesar da metodologia adotada exigir algumas

simplificações no processo de coleta de dados, os resultados permitem que a ferramenta seja utilizada para medir de forma imediata a situação de determinado sistema de produção de acordo com os objetivos da pesquisa, sendo uma opção complementar a outros métodos de análise.

Gómez-Limón e Sanchez-Fernandez (2010) apresentaram um trabalho que teve como objetivo comparar o nível de sustentabilidade entre sistemas produtivos de arroz. Utilizaram 16 indicadores de desempenho, os quais foram separados nas dimensões sociais, ambientais e econômicos que ao final foram agregados em nove diferentes tipos de índices de sustentabilidade. Para definir o valor das variáveis, os autores entrevistaram 16 especialistas em diferentes áreas (pesquisadores, representantes públicos e técnicos agrícolas). Concluíram que a divisão das variáveis em subíndices de sustentabilidade pode ajudar outros elos da cadeia produtiva acompanhar de perto as políticas de desenvolvimento sustentável. Porém, Roy e Chan (2011) criticam a estratégia de investigação *top-down* onde somente especialistas são ouvidos. Os autores sugerem a utilização de métodos de avaliação da sustentabilidade elaborados com a participação efetiva de todas as partes interessadas, fundamentado em uma sólida base teórica e construído de forma interdisciplinar e com a participação ativa dos produtores.

Segundo a OCED-JRC (2008) a construção de um framework deve ser o primeiro passo para mensurar o nível de sustentabilidade de sistemas produtivos, o qual deve ser considerado a base teórica que servirá de guia para a escolha e combinação dos indicadores e variáveis que serão utilizados na composição dos índices.

Para van Cauwenberg *et al.* (2007), ao longo do tempo várias ferramentas foram desenvolvidas com o objetivo de avaliar a sustentabilidade de sistemas agrícolas como por exemplo *Life Cycle Assessment* (LCA), *Cost Benefit Analysis* (CBA), *Environmental Impact Assessment* (EIA), *Sustainability Standards with Principles, Criteria and Indicators* (PC&I). Para os autores, todos os métodos podem usar os mesmos indicadores porém o procedimento de coleta de dados e a aplicação dos resultados é que diferem. Neste sentido, com base no método PC&I, van Cauwenberg *et al.* (2007) apresentam o framework SAFE – (Avaliação da Sustentabilidade da Agricultura e do Meio Ambiente). A construção dos indicadores utilizando o SAFE é realizado a partir de uma visão holística de todo o processo considerando as dimensões econômicas, sociais e ambientais. O método PC&I do SAFE inicia com a definição do

conjunto de princípios e critérios para posteriormente propor os indicadores juntamente com os valores de referência que serão utilizados no processo de monitoramento da sustentabilidade.

3.3 Frameworks de Sustentabilidade para a Aquicultura

O assunto sobre a sustentabilidade na aquicultura ganhou visibilidade com o artigo publicado por Naylor *et al.* (2000) no qual os autores afirmam que apesar da importância da aquicultura para equilibrar a pressão sobre estoques da pesca oceânica, o uso excessivo de farinha de peixe na composição da alimentação das espécies carnívoras cultivadas em cativeiro poderia gerar impactos biológicos consideráveis sobre o meio ambiente. Esta reflexão dos autores contribuiu para trazer a discussão da sustentabilidade para o mercado consumidor e desde então, grandes esforços tem sido feito para adoção de práticas sustentáveis aplicadas na aquicultura.

Como resposta a mudança de comportamento do consumidor frente às questões sobre a sustentabilidade da aquicultura, foi realizado em novembro de 2005 um workshop na Bélgica com a participação das associações de consumidores, organizações não governamentais, cientistas de diversas disciplinas e representantes de toda a cadeia produtiva da aquicultura. O resultado foi o trabalho intitulado “Definindo Indicadores Para o Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura na Europa” (CONSENSUS, 2005). O mérito deste trabalho foi a inédita participação de todas as partes interessadas no desenvolvimento sustentável da aquicultura. A partir de então várias pesquisas foram direcionadas para esta temática.

Baseado na previsão de que a demanda global por carne de peixe irá dobrar nos próximos 30-50 anos Pullin *et al.* (2007) apresentaram a problemática de como garantir que esse crescimento ocorra sem provocar impactos ambientais. Como solução, os autores apresentam um conjunto de indicadores relacionados a várias dimensões como melhoramento genético, conversão alimentar, pegada ecológica, emissões de gases de efeito estufa, uso de espécies exóticas, uso racional da água e vários outros mais. Ainda sugerem que seus indicadores sejam utilizados como base para a formulação de políticas públicas de incentivo do desenvolvimento da aquicultura.

Continuando a busca por indicadores de sustentabilidade para a aquicultura, BOYD *et al.* (2007) realizaram uma pesquisa focada especificamente sobre o manejo e práticas de gestão que contribuam para o uso mais racional dos recursos naturais envolvidos nos sistemas de produção aquícolas. Os assuntos estão relacionados à alimentação, sistemas de instalação, gerenciamento de resíduos, uso eficiente da água, energia, terra, etc. É interessante observar que o resultado do seu trabalho apresenta uma importante resposta a problemática apresentada por Naylor *et al.* (2000) no início da década, com detalhes relevantes para um manejo integrado e sustentável.

Em 2008, foi lançado o guia “EVAD - Guia para a Co-Construção de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável na Aquicultura” (LAZARD *et al.* 2008). Este guia foi o resultado de um projeto de pesquisa realizado entre o ano de 2005 e 2008 por cinco institutos franceses (CIRAD, IFREMER, INRA, IRD e Université de Montpellier 1). A inovação do material foi reunir as metodologias de desenvolvimento sustentável relacionado à produção de alimentos pesquisados até a época, compilar e usar para investigar regiões diferentes geograficamente e com sistemas de produção distintos. O guia apresenta uma abordagem participativa para a construção de indicadores de sustentabilidade considerando as dimensões econômicas, sociais, ambientais e institucionais. A vantagem do método segundo os autores é o maior comprometimento de todas as partes envolvidas com os indicadores de sustentabilidade estabelecidos, valorizando uma abordagem participativa e interdisciplinar para a promoção do desenvolvimento sustentável da aquicultura.

Lazard *et al.* (2010) realizaram um estudo utilizando o guia EVAD que teve como objetivo apresentar um conjunto de tipologias sistêmicas que permitissem a investigação das condições de sustentabilidade de atividades piscícolas que diferem em termos de sua natureza geográfica, técnicas de cultivo e sistemas de gestão utilizando uma abordagem participativa. Os resultados mostraram que é possível investigar a sustentabilidade de sistemas aquícolas utilizando diferentes variáveis discriminatórias que ao final podem ser agrupadas através dos princípios de sustentabilidade definidos dentro das diferentes tipologias analisadas.

Mais recentemente Lazard *et al.* (2014) apresentaram os resultados de pesquisa oriundo de diferentes sistemas de produção localizados na África, França, Indonésia, Filipinas e Mar Mediterrâneo e com a participação de todas as partes interessadas no

desenvolvimento dos indicadores sustentáveis. O objetivo foi buscar um consenso dos indicadores de sustentabilidade relevantes para todos os *stakeholders*. O resultado mostrou quais sistemas de produção são mais propensos ao desenvolvimento sustentável e a importância da abordagem participativa no processo.

Em pesquisa mais recente, Diana *et al.* (2013) apresentam os fundamentos importantes para abordar a complexidade de uma aquicultura sustentável. Para os autores o foco deve ser para o desenvolvimento de melhores práticas de gestão, estratégias regionalizadas com maior participação local, desenvolvimento de técnicas de gestão de risco e criação de programas de incentivo a produção sustentável utilizando ferramentas e indicadores de sustentabilidade.

Klinger e Naylor (2012) realizaram uma revisão abrangente das dimensões e complexidades envolvidas na sustentabilidade da aquicultura mundial. Os autores descreveram os principais desafios e algumas soluções para a produção sustentável de pescado. Afirmam que os esforços devem ser direcionados para a melhoria dos sistemas de produção, estratégias eficientes de alimentação e seleção/melhoria das espécies cultivadas. A intensificação da produção agrícola e os problemas ambientais resultantes devem ser enfrentados com uso de tecnologia e melhoria nos processos de produção.

3.4 Sustentabilidade da Aquicultura no Brasil

No Brasil, já é possível encontrar algumas contribuições científicas para o desenvolvimento sustentável da aquicultura. Nascimento e Araujo (2008) realizaram estudo sobre a sustentabilidade da produção de tilápias em tanque rede no município de Jaguaribaca-CE. Concluíram que a dimensão social foi a mais relevante entre os índices de sustentabilidade em razão da atividade aquícola contribuir significativamente para aumento do poder de renda dos piscicultores.

Valenti *et al.* (2011), fizeram uma revisão sobre como medir a sustentabilidade da aquicultura. Os autores apresentaram um conjunto de variáveis e indicadores de sustentabilidade para as dimensões econômicas, ambientais e o bem estar animal. É proposto que os indicadores apresentados podem ser transformados em índices compostos através atribuição de valores e cálculo de médias aritméticas, chegando-se a um índice de sustentabilidade. Destaca-se a necessidade dos indicadores propostos

serem testados e melhorados ao longo do tempo para que reflita realmente a sustentabilidade da aquicultura em todas as dimensões e dentro de cada contexto analisado.

Seixas *et al.* (2011) apresentaram uma inovadora forma de promover o desenvolvimento sustentável através do uso da tecnologia da informação. Os autores desenvolveram um software que permite monitorar indicadores de sustentabilidade relacionados a qualidade da água e técnicas de manejo de produção através do uso da biometria. Estes indicadores contribuem para disseminar as boas práticas de manejo da aquicultura é que auxiliem o produtor a monitorar métodos menos agressivos ao meio ambiente ao longo do processo de produção.

Matias (2012) utilizou como referência a metodologia adotada por Nascimento e Araujo (2008) juntamente com o guia EVAD (Lazard *et al.* 2008) e, realizou uma investigação através de um estudo de caso com dois grupos de aquicultores em reservatórios de água de domínio da união no Ceara. Ao final foi calculado um índice aritmético que permitiu concluir que a atividade aquícola desenvolvida estava enquadrada como de média sustentabilidade.

David *et al.* (2014), realizou um estudo que avaliou a sustentabilidade de um sistema de aquicultura de policultivo com camarão e tilápias, o qual utilizava dois diferentes tipos de substratos. Foi criando um conjunto de indicadores com base no uso dos recursos ambientais para medir a sustentabilidade considerando a eficiência na utilização dos recursos, a poluição liberada para o meio ambiente e o risco da espécie cultivada. Os indicadores foram calculados de forma aritmética para apresentar o sistema mais sustentável e apresentados em formato de gráficos radiais como evidência do melhor sistema de produção.

3.5 Tendências de Ferramentas de Sustentabilidade da Aquicultura - Análise Envoltória de Dados (DEA) e Indicadores de Sustentabilidade

Tem sido crescente a utilização de novas ferramentas para avaliações no âmbito do agronegócio. Dentre elas pode-se citar a Análise Envoltória e Dados (DEA) criada por Charnes, Cooper & Rhodes (1978). DEA é uma metodologia bem estabelecida utilizada para avaliar a eficiência relativa de um conjunto de entidades chamadas

unidades de tomada de decisão (DMU), onde é realizado a investigação relativa de múltiplos *outputs e inputs* dentro do processo de produção com base no modelo de programação linear matemática (ZHOU *et al.* 2006). Em vasta pesquisa bibliográfica realizada por Gomes (2008) sobre o uso do DEA na agricultura e pecuária, foram encontradas 158 referências ao modelo publicadas em periódicos científicos, confirmando a relevância do método para o agronegócio.

A medição do desempenho ambiental através da DEA tem sido aplicada em diferentes áreas: eficiência energética (Zhou *et al.* 2008). Ecoeficiência agrícola (Tadeo *et al.* 2011) onde os autores mostraram a importância dos programas de extensão rural oferecidos pelas universidades para aumentar a eficiência dos produtores rurais.

Martinez *et al.* (2011) realizaram um estudo de avaliação da sustentabilidade envolvendo 163 propriedades rurais localizadas no planalto espanhol utilizando como metodologia o DEA juntamente com a Tomada de Decisão Multicritérios. Como resultado, os autores concluíram que indicadores relevantes são aqueles colhidos localmente e baseado no ambiente ecológico a ser preservado e a escolha da metodologia se mostra acertada diante de outras técnicas de investigação como por exemplo a de gráficos radiais.

Samuel-Fitwi *et al.* (2012) apresentam um conjunto de ferramentas para auxiliar o desenvolvimento sustentável da aquicultura. Entre as várias opções discutidas, os autores sugerem o uso da Análise Envoltória de Dados juntamente com indicadores de sustentabilidade para a elaboração de rankings de eficiências entre diferentes unidades de produção piscícolas.

Na aquicultura, Lozano *et al.* (2009) utilizaram DEA para avaliar o desempenho operacional de sistemas de produção de mexilhões em jangadas na Espanha. Os indicadores identificados permitiram medir a eficiência operacional e os impactos ambientais. A aplicação do DEA permitiu a análise da eficiência relativa de cada unidade de produção sendo possível identificar a melhor configuração produtiva e a definição de metas de eficiência com base nos alvos de desempenho e modelos de produção que consomem menos recursos e possuem maior produtividade.

Song *et al.* (2012) em um artigo de revisão, destacaram a necessidade de pesquisas utilizando modelos matemáticos robustos como DEA com foco na avaliação

da eficiência ambiental. No artigo, os autores descreveram como DEA pode ser utilizado para avaliar sistemas de produção que tem como resultados *outputs* indesejáveis como é o caso das categorias de impacto ambiental, a qual inclui a eutrofização e acidificação das águas, aquecimento global, poluição do ar, entre outros. Ao final, relacionaram potenciais oportunidades de pesquisa utilizando DEA para que se alcance a eficiência ambiental.

3.6 Sustentabilidade através de uma abordagem participativa e interdisciplinar

Segundo Singh *et al.* (2009), a construção de indicadores de sustentabilidade deve ser realizada envolvendo todas as comunidades interessadas e baseado em um quadro teórico coerente. A sustentabilidade é mais do que uma agregação de questões importantes, sendo assim os indicadores devem ser criados considerando todas as interligações e dinâmicas envolvidas em todo o sistema sendo necessária uma visão holística do problema. Para Moldan *et al.* (2012), a discussão de limites ambientais e indicadores de sustentabilidade envolvidos nos processos de produção devem extrapolar as barreiras tradicionais das disciplinas e ter um envolvimento da sociedade de um modo geral. A sustentabilidade do todo depende da ajuda mutua e reciprocidade entre as partes permitindo que a humanidade continue a viver dentro das limitações do ambiente biofísico.

Para Kastenhofer *et al.* (2011) os trabalhos sobre sustentabilidade têm falhado em fornecer recomendações concisas para a sociedade e para os gestores públicos. Para os autores as recomendações devem ser construídas em um contexto explicitamente interdisciplinar e elaboradas com base em exercícios que envolvam todas as partes interessadas. Rametsteiner *et al.* (2011) afirmam que a criação de indicadores de sustentabilidade relevantes na prática deve emergir a partir da discussão técnica científica juntamente com a participação da dimensão sócio-política normativa da região. Além da fusão do conhecimento de diferentes áreas de pesquisa, é fundamental a participação de especialistas representando a dimensão social e política.

Dentro deste contexto de discussão dos fundamentos da sustentabilidade, começa a surgir os trabalhos integrados e interdisciplinares para tratar a questão do desenvolvimento sustentável da aquicultura.

Este trabalho tem como objetivo apresentar métodos e ferramentas tecnológicas que permitam a mensuração do nível de sustentabilidade das unidades produtoras de alevinos no estado de Mato Grosso do Sul que incorpore as tendências metodológicas de pesquisa interdisciplinar, participativa e com rigor científico na apuração dos dados.

CAPÍTULO II

RANKING DE SUSTENTABILIDADE E EFICIÊNCIA TÉCNICA DE FAZENDAS PRODUTORAS DE ALEVINOS

Whanderson Santos Rodrigues, Juliana Rosa Carrijo Mauad, Omar Jorge Sabbag.

Resumo

Este estudo tem como objetivo analisar o nível de sustentabilidade dos produtores de alevinos no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. Inicialmente, avaliou-se o nível de sustentabilidade considerando as dimensões sociais, ambientais, econômicas e institucionais. Para cada dimensão foi calculada subíndices com base nos critérios de avaliação de 25 variáveis. Ao final foi calculado um Índice de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura (IDSA) para cada unidade de produção investigada. Posteriormente utilizou-se a metodologia de Análise Envoltória de Dados para retornos constantes de escala, com orientação *input* para avaliar o grau de eficiência ambiental com relação ao uso dos recursos de produção. As variáveis consideradas foram área de exploração em hectares, quantidade de funcionários e salário pago por funcionário (*input*) e o IDSA (*output*). Os resultados mostraram que 20% dos produtores empregaram de maneira racional os insumos, servindo como referência para as demais unidades e que 80% dos produtores operam com ineficiência de escala, devido, sobretudo, a presença de retornos crescentes, refletindo a ineficiência na alocação dos recursos.

Palavras Chaves: Aquicultura, DEA, sustentável, eficiência, ambiental.

Abstract

This study aims to analyze the level of sustainability of producers of fingerlings in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. Initially, we evaluated the level of sustainability taking into account the social, environmental, economic and institutional dimensions. For each dimension was sub-indices calculated based on the evaluation criteria of 25 variables. At the end it was calculated Sustainable Development Index Aquaculture (IDSA) for each production unit investigated. Subsequently used the Data Envelopment Analysis methodology for constant returns to scale, with input orientation to assess the degree of environmental efficiency with regard to the use of production resources. The variables considered were exploration area in hectares, number of employees and wages paid per employee (input) and the IDSA (output). The results showed that 20% of farmers employed rationally inputs, serving as a reference for the other units and that 80% of producers operate inefficiently scale, due mainly to the presence of increasing returns, reflecting the inefficiency in the allocation of resource.

Keywords: Aquaculture, DEA, sustainable, efficiency, environmental.

1. Introdução

O maior desafio das próximas décadas será atender a demanda mundial de alimentos sem prejudicar o sistema ambiental do planeta. Os sistemas agrícolas já são hoje as maiores forças de degradação ambiental e considerando a previsão do crescimento populacional, a demanda por alimentos irá dobrar até 2050 (GODFRAY *et al.* 2010; FOLLEY *et al.* 2011). Neste cenário a aquicultura se apresenta como uma importante fonte de proteína. A produção mundial aquícola tem crescido a uma taxa de 3,2% ao ano nas últimas cinco décadas e este crescimento destaca o Brasil na aquicultura mundial por reunir condições ambientais e produtivas favoráveis para o desenvolvimento da indústria piscícola nacional (FAO, 2011; FAO, 2014; MENDES, 2013).

O desafio para o país será o desenvolvimento sustentável da produção considerando os potenciais impactos ambientais negativos da atividade (KLINGER e NAYLOR 2012) e a adoção de ferramentas de gestão que possam contribuir para o aumento sustentável de médio a longo prazo da produção são fundamentais para a competitividade da indústria. Neste sentido, o estado de Mato Grosso do Sul apresenta características ideais para o desenvolvimento da aquicultura com aproximadamente 140.000 Km² de planície alagável além de abrigar uma grande quantidade de espécies de peixes nativos, porém ocupa a 19ª posição do ranking nacional de produção aquícola que representa 1% da produção nacional (RESENDE, 2007; DUTRA, 2014; IBGE, 2015) Dessa forma a reflexão deve ser feita em relação à quais ferramentas podem ser adotadas para promover o desenvolvimento sustentável da atividade com foco na análise da eficiência ambiental e operacional dos produtores.

A adoção de framework teórico juntamente com métodos robustos de análise dos impactos ambientais, econômicos e sociais das atividades produtivas esta por trás dos esforços para a promoção do desenvolvimento sustentável. Os aspectos sociais da sustentabilidade devem ser incorporados com a análise eficiência operacionais e o desempenho ambiental para que a alocação de recursos possam ser otimizada, minimizando assim os impactos ambientais (SAMUEL-FITWI *et al.* 2012).

A junção de técnicas que possa mensurar a sustentabilidade considerando os insumos e recursos de produção das atividades agrícolas investigadas podem contribuir

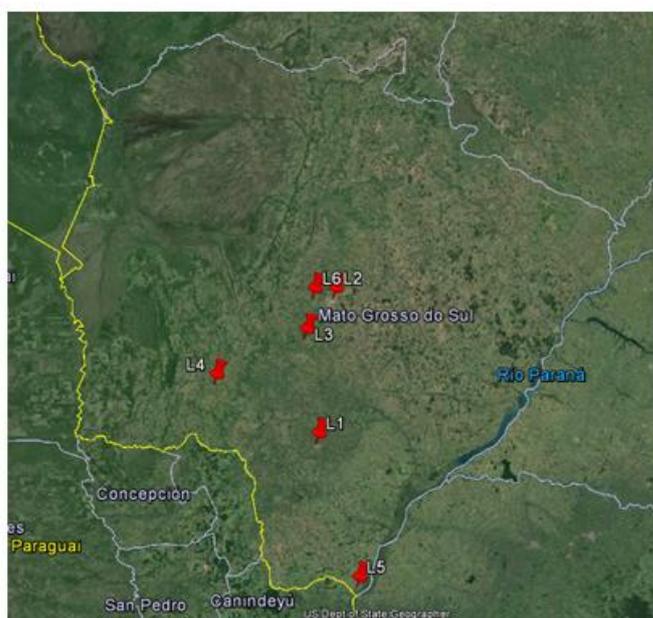
para a elaboração de planos de ação focados no desenvolvimento sustentável e duradouro da atividade. A metodologia Análise Envoltória de Dados (DEA) pode ser utilizada como técnica para ajudar as empresas com o planejamento estratégico dando suporte aos gestores com informações para os processos de tomada de decisão na busca por eficiência, inclusive na aquicultura (SABBAG & COSTA, 2015). DEA é uma metodologia bem estabelecida criada por Charnes, Cooper & Rhodes (1978) usada para avaliar a eficiência relativa de um conjunto de entidades chamadas de Unidades Tomadoras de Decisão (DMU). Neste sentido a técnica de programação linear Análise Envoltória de Dados (DEA) pode contribuir rumo à sustentabilidade técnica/econômica agrícola. Gomes (2008) encontrou em sua revisão 158 trabalhos publicados em periódicos científicos utilizando o método DEA aplicados na agricultura e pecuária.

O presente trabalho tem como objetivo analisar o nível de sustentabilidade dos produtores de alevinos do estado de Mato Grosso do Sul com inferências sobre o grau de eficiência ambiental diante dos fatores produtivos econômicos utilizados no processo de produção.

2. Materiais e Métodos

A pesquisa foi realizada no Estado de Mato Grosso do sul, considerando como unidade amostral todos os produtores de alevinos de MS ativos no momento do estudo em questão. No total foram avaliados dez produtores distribuídos em seis municípios para a elaboração do ranking de sustentabilidade dos produtores de alevinos ao longo do ano de 2015.

As visitas foram previamente agendadas e com a autorização do produtor todas foram devidamente gravadas. Os dados foram coletados através de questionário semiestruturado (Anexo A). O questionário esta estruturado com as seguintes informações: i) Informações Gerais; II) Histórico Profissional; III) Tipo e Nível de Relacionamento Externo; IV) Métodos de Gestão / Informações Econômicas; v) Sistemas de Produção; vi) Estratégias de Marketing; vii) Projetos Individuais e Coletivos.



Legenda dos Municípios Pesquisados	
Nº	Descrição do Município
L1	Dourados - MS
L2	Campo Grande - MS
L3	Sidrolândia - MS
L4	Jardim - MS
L5	Mundo Novo - MS
L6	Terenos - MS

Figura 1: Estado de Mato Grosso do Sul (MS), Brasil.

Fonte: Google Earth

A partir da análise e tabulação dos dados, foi calculado o índice de sustentabilidade de cada unidade produtora de alevinos no estado através da metodologia adotada por Matias (2012), o qual utilizou as dimensões econômica, social, ambiental e institucional como referência para a montagem dos indicadores que permitiu a realização de inferências sobre o nível de sustentabilidade de cada propriedade rural.

Para cada dimensão foi criado um conjunto de indicadores que representou os princípios de sustentabilidade especificados. No total foram criados 25 indicadores de sustentabilidade divididos para cada dimensão (Quadro 1) com os seus critérios de avaliação. A dimensão social contém seis variáveis e foi responsável por calcular o Subíndice Social (SSS). A dimensão ambiental contém nove variáveis e foi responsável por calcular o Subíndice Ambiental (SSA). A dimensão econômica contém seis variáveis e foi responsável por calcular o Subíndice Econômico (SSE). Por último tem-se a dimensão institucional que engloba quatro variáveis e é responsável por calcular o Subíndice Institucional (SSI).

Cada indicador foi avaliado com uma escala correspondente, a qual varia de um (pior “score”), três (nível intermediário) e cinco (melhor “score”). A média aritmética através da soma de cada nota dividida pelo número total de variáveis determinou o cálculo de cada subíndice para cada dimensão.

VARIÁVEIS SOCIAIS (SSS)	NÍVEL		
	1 (um)	3 (três)	5 (cinco)
Uso de EPI por Parte dos Funcionários	Não	As Vezes	Sim
Benefícios Extras aos Funcionários	Não	As Vezes	Sim
Investimentos em Projetos Sociais	Abaixo da Média	Na Média	Acima da Média
Média de Funcionários Fixos por HÁ	Abaixo da Média	Na Média	Acima da Média
Água Disponibilizada para Consumo Humano	Não Tratada	Filtrada	Tratada
Média Salarial de Funcionários	Abaixo da Média	Na Média	Acima da Média
VARIÁVEIS AMBIENTAIS (SSA)	NÍVEL		
	1 (um)	3 (três)	5 (cinco)
Licenciamento Ambiental	Não	Em Processo	Sim
Risco de Contaminação Química	Sim	Médio	Não
Risco de Eutrofização	Sim	Médio	Não
Viabilidade sem Energia Elétrica ou Fóssil	Não	Médio	Sim
Controle de Plantas Espontâneas	Herbicidas	Herbicidas + Capina	Capina
Uso de Insumos no Manejo	Químicos	Químicos + Orgânicos	Orgânicos
Manejo Preventivo	Não Realiza	As Vezes	Realiza Regularmente
Risco de Escape de Espécies Exóticas	Sim	Médio	Não
VARIÁVEIS ECONÔMICAS (SSE)	NÍVEL		
	1 (um)	3 (três)	5 (cinco)
Capacidade de Investimento	Baixo	Média	Alto
Produção Anual / HÁ	Fraco	Média	Alto
Selos de Certificação	Não Possui	Em Processo	Possui
Nível de Endividamento	Acima da Média	Na Média	Abaixo da Média
Margem de Lucro Bruta	Abaixo da Média	Na Média	Acima da Média
Taxa de Investimento	Abaixo da Média	Na Média	Acima da Média
VARIÁVEIS INSTITUCIONAIS (SSI)	NÍVEL		
	1 (um)	3 (três)	5 (cinco)
Participação Entidades de Apoio	Fraco	Médio	Alto
Relacionamento em Entidades de Pesquisa/Extensão	Fraco	Médio	Alto
Controles Internos de Gestão	Manual	Planilhas	Software de Gestão
Desenvolvimento de Pluriatividades	Abaixo da Média	Na Média	Acima da Média

Quadro 1: Variáveis indicadoras de sustentabilidade por dimensão.

Fonte: Elaborado pelos autores.

2.1 Cálculo do Índice de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura (IDSA)

Após obter as notas de cada subíndice foi realizado o cálculo do IDSA de cada propriedade rural. A fórmula para o cálculo está presente no Quadro 2, onde cada subíndice recebeu uma ponderação para então calcular o IDSA final. Apesar do método permitir ponderar pesos diferenciados para as dimensões, optou-se por manter uma ponderação igual para todos os subíndices. Esta decisão de manter a mesma ponderação para todas as dimensões se dá embasado no método EVAD (LAZARD et al. 2008) que sustenta a metodologia desta pesquisa. O mesmo propõe que este tipo de discussão seja decidido em conjunto com todas as partes interessadas, (produtores rurais, técnicos, fornecedores, etc) para que se chegue a um consenso das dimensões mais importantes. Porém, como a reunião de todas as partes se apresenta inviável diante das questões geográficas e limitações financeiras deste projeto, optou-se por dar um peso igual a todas as variáveis.

Sendo assim, o cálculo do IDSA segue a seguinte fórmula:

$$\text{IDSA} = \frac{\sum(1s + 1a + 1e + 1i)}{4}$$

Onde:

1s = SSS (Subíndice de Sustentabilidade Social)

1a = SSA (Subíndice de Sustentabilidade Ambiental)

1e = SSE (Subíndice de Sustentabilidade Econômica)

1i = SSI (Subíndice de Sustentabilidade Institucional)

Subíndice	Valor Absoluto	Ponderação	Valor Ponderado
Social	1s	* 1	1s
Ambiental	1a	* 1	1a
Econômico	1e	* 1	1e
Institucional	1i	* 1	1i
Subtotal	-	-	$\sum(1s + 1a + 1e + 1i)$
IDSA = Subtotal / 4	-	4	$\sum(1s + 1a + 1e + 1i) / 4$

Quadro 2: Fórmula para cálculo final do IDSA a partir dos subíndices de sustentabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores adaptado de Matias (2012).

Após o cálculo do IDSA foi adotado a escala descrita por Matias (2012) para mensurar de forma qualitativa o nível de sustentabilidade (Quadro 3).

Nível de Sustentabilidade	Índices
Baixo nível de sustentabilidade	$1 \geq \text{IDSA} < 2,5$
Médio nível de sustentabilidade	$2,5 \geq \text{IDSA} < 4,0$
Alto nível de sustentabilidade	$4,0 \geq \text{IDSA} < 5,0$

Quadro 3: Escala para Avaliação Qualitativa para cálculo do Índice de Sustentabilidade.

Fonte: Matias (2012).

2.2 Ranking e Sustentabilidade Utilizando Análise Envoltória de Dados

Após cálculo do Índice de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura (IDSA), o próximo passo foi aplicar a Análise Envoltória de Dados para elaboração de um ranking de eficiência para mensurar a sustentabilidade de cada unidade produtora de alevinos considerando a relação Sustentabilidade x Recursos de Produção Alocados o que permitiu a realização de inferências sobre a eficiência técnica sustentável de cada propriedade rural.

Desta forma, foi utilizada a orientação *input* (minimização de insumos disponíveis), tendo-se três inputs (área de exploração em hectares, quantidade de funcionários e salário pago/funcionário) e um *output* (correspondente ao índice de sustentabilidade IDSA), de forma a otimizar a gestão sustentável das unidades correspondente à área produtiva em relação ao nº funcionários. Por meio do uso do método de programação linear matemática para cada DMU será obtido a proporção entre o índice IDSA e os recursos alocados na produção.

Foi utilizado o software DEAP 2.1 (COELLI, 1996) para calcular os indicadores DEA. Adotou o modelo CCR para as medidas de eficiência técnica de cada DMU, pressupondo inicialmente os retornos constantes à escala. Sequencialmente, essas medidas foram decompostas em uma medida de pura eficiência e uma medida de eficiência de escala, pressupondo-se retornos variáveis, quando, então foi identificadas as faixas de retornos de escala em que os piscicultores operam. Tal abordagem constituiu a equação $EE = ETRC / ETRV$, em que EE é a medida de eficiência de escala; ETRC é a medida de eficiência técnica no modelo com retornos constantes, e ETRV é a medida de eficiência técnica no modelo com retornos variáveis. As ineficiências de escala

ocorreram quando os produtores operaram nas faixas de retornos crescentes ou decrescentes, ou seja, fora da escala de produção correta (RODRIGUES *et al.* 2010).

3. Resultados e Discussões

Os resultados dos cálculos do subíndice de cada dimensão e o Índice Final de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura (IDSA) para cada fazenda investigada estão dispostos na tabela 1. Os resultados demonstram que 70% da amostra esta classificada com média sustentabilidade e 30% como baixa sustentabilidade. As dimensões que mais influenciaram a nota final para baixo foram a institucional, a social, a econômica e por ultimo a ambiental.

Tabela 1: Ranking Final IDSA de cada unidade produtora de alevinos.

Unidade Produtiva	Ranking	Indice SSS	Indice SSA	Indice SSE	Indice SSI	Indice IDSA Final	Avaliação Qualitativa
		Social	Ambiental	Economica	Institucional		
UP-E	1º	3,67	3,50	3,67	4,50	3,83	Média Sustentabilidade
UP-J	2º	3,00	3,25	3,67	3,00	3,23	Média Sustentabilidade
UP-H	3º	2,67	3,25	3,67	3,00	3,15	Média Sustentabilidade
UP-G	4º	2,67	4,00	3,00	2,50	3,04	Média Sustentabilidade
UP-A	5º	2,67	3,00	2,33	3,00	2,75	Média Sustentabilidade
UP-F	6º	3,00	5,00	2,00	1,00	2,75	Média Sustentabilidade
UP-C	7º	2,67	2,75	2,67	2,50	2,65	Média Sustentabilidade
UP-I	8º	2,00	2,75	2,67	1,00	2,10	Baixa Sustentabilidade
UP-B	9º	2,33	2,75	2,00	1,00	2,02	Baixa Sustentabilidade
UP-D	10º	1,67	2,50	2,67	1,00	1,96	Baixa Sustentabilidade
Médias		2,64	3,28	2,84	2,25	2,75	

Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação ao nível de sustentabilidade das propriedades rurais, os resultados de desempenho das unidades classificadas como média sustentabilidade corroboram com os resultados encontrados por Matias (2012), apesar das diferenças amostrais de ambas as pesquisas. Como resultado, foram realizadas as inferências sobre o nível de sustentabilidade das propriedades rurais.

3.1 Inferências Sobre o Nível de Sustentabilidade

Em razão da atividade de reprodução de alevinos serem considerada de alta complexidade, a primeira informação levantada foi em relação ao nível de expertise dos entrevistados. Os resultados apresentados na tabela 2 indicaram que 80% dos entrevistados possuem graduação ou pós graduação e que o tempo médio de experiência dos produtores é de 20 anos.

Tabela 2: Análise Nível Escolaridade X Tempo de Experiência com Aquicultura.

Variáveis	Com Graduação	Sem Graduação
Nível de Escolaridade	80%	20%
Tempo Médio de Experiência Com Piscicultura	21 Anos	22 Anos

Fonte: Dados da pesquisa.

Também foram tabuladas as informações relacionadas à Infraestrutura de produção dos produtos tabela 3 onde se analisou a estrutura de produção dedicada a alevinagem.

Tabela 3: Tabulação das Variáveis Estruturais.

Variáveis	Valores
Tamanho Total da Lâmina D'Água dedicada a alevinagem	107,3 Hectares
Estrutura Agrícola Adotada	Tanques com Recirculação = 80% Raceways com troca da água = 10% Tanques com bombeamento = 10%
Integração com outras atividades	Integração com suinocultura = 10% Não realização integração = 90%

Fonte: Dados da Pesquisa.

As variáveis sociais estão listadas na tabela 4 e os resultados mostram que 50% da amostra não dependem exclusivamente da reprodução de alevinos e que a atividade emprega em média 2,6 funcionários por HÁ com uma média salarial em torno de R\$ 1.092,00. Além do mais, 90% das propriedades possuem mais de um membro da família envolvida com a atividade.

Tabela 4: Tabulação das variáveis sociais.

Variáveis	Valores
Envolvimento dos Membros da Família	Empresas Familiares - 90% Empresa não familiar - 10%
Nível de Dependência de Outras Atividades	Produtores que possuem outras atividades para complementar a renda = 50% Depende somente da piscicultura como fonte de renda = 50%
Média de Funcionários por Há/Lâmina D'Água	2,6 Funcionários / Há
Média Salarial dos Funcionários	R\$ 1.092,00 por Funcionário
Investimento em Projetos Sociais	Realiza algum tipo de investimento em projetos sociais = 20% Não realiza nenhum tipo de investimento = 80%
Perfil da Mão de Obra Contratada	Somente mão de obra braçal = 60% Mão de obra braçal/técnica (veterinário, zootecnistas, etc) = 40%
Tipo de água disponibilizada para consumo humano	Poço artesiano = 70% Poço normal = 30%
Benefício Extras aos Colaboradores	Oferece Verba por Produtividade = 50% Não paga nenhum tipo de benefício extra = 50%
Disponibilidade de Kits de EPI	Empresas que Disponibiliza Kit EPI - 90%

Fonte: Dados da pesquisa.

No aspecto social uma deficiência que aparece de forma recorrente nas entrevistas esta relacionado à dificuldade dos produtores de alevinos de contratar e manter mão de obra qualificada para o trabalho. Os produtores sustentam que a permanência dos trabalhadores na propriedade rural tem se tornado um desafio muito grande, mesmo com o pagamento de salários acima média. Neste sentido, seria relevante a realização de ações e planos de capacitação da mão de obra em paralelo com a adoção de mecanismos de investigação das necessidades intrínsecas e extrínsecas dos trabalhadores rurais para elaboração de planos de fixação da mão de obra no local de trabalho (WARBURTON *et al.* 2014).

As principais variáveis ambientais estão sintetizadas na tabela 5 com destaque para a informação sobre o licenciamento ambiental onde 40% da amostra declararam não possuir ou não estar com o licenciamento em dia em razão da morosidade e alto custo envolvido no processo.

Tabela 5: Tabulação das variáveis ambientais.

Variáveis	Valores Encontrados
Situação do Licenciamento Ambiental	Possui licenciamento atualizado = 63% Possui licenciamento vencido/em andamento = 25% Não possui licenciamento ambiental = 13%
Possui estrutura de tratamento de efluentes e resíduos gerados durante o processo de produção	Possui estrutura Própria = 60% Não possui estrutura = 40%
Nível de Adoção de Práticas Preventivas de Manejo	Adota práticas Preventivas = 60% Não adota práticas preventivas = 40%
Uso de Produtos Químicos	Uso produtos químicos não regulamentados = 80%
Principais produtos químicos não regulamentados utilizados no processo de produção	Formol e Verde Malaquita
Risco de Escape de espécies exóticas para a natureza	Assumem que há risco de escape = 50%
Nível de Reaproveitamento de água	A água é reaproveitada para outras atividades = 20%

Fonte: Dados da Pesquisa.

Entre os produtores rurais, foi identificado um sentimento generalizado sobre os entraves burocráticos envolvidos no processo de licenciamento ambiental. Dias et al. (2016) destacam o papel fundamental do licenciamento ambiental na manutenção dos recursos naturais, na garantia da viabilidade técnica, econômica e sócio ambiental da atividade. Sendo assim Dotti et al. (2012) sugerem que a falta de informação no processo de licenciamento é uma das grandes razões para o problema, porém este deve ser um trabalho que envolve a criação de grupos de apoio interdisciplinares para desenvolver projetos de licenciamento adaptados à pequena propriedade rural.

Outro fator relevante do aspecto ambiental identificado esta relacionado ao uso de insumos e produtos químicos no manejo. Neste sentido, 80% da amostra afirmou fazer uso de produtos não regulamentados em situações extremas quando não há outra opção para combater patologias específicas. Para os produtores existem poucos medicamentos no mercado específico para as condições ambientais do estado de Mato Grosso do Sul. Num primeiro momento, a sugestão é o investimento na disseminação de informações técnicas junto aos produtores que promovam o manejo preventivo relacionado a fatores nutricionais e aspectos fitoterápicos que possam aumentar a imunidade e resistência dos

peixes (TAVECHIO et al. 2009). Porém, também é de reconhecimento dos produtores a importância de pesquisas científicas relacionadas à melhoria genética das espécies de peixes cultivadas no estado. Klinger e Naylor (2012) sustentam que esforços têm sido realizados para a produção de espécies geneticamente modificadas com foco principalmente na adaptação e conversão alimentar, porém o grande desafio da ciência está na produção de espécies mais resistentes a patologias e ambientes de produção específicos haja vista a complexidade do e alto custo processo. Outra frente de pesquisa promissora está relacionada ao manejo preventivo de doenças através de vacinas produzidas por plantas geneticamente modificadas que serviriam de alimentos para os peixes. Clarke et al. (2013) destacam que o uso desenfreado de antibióticos na aquicultura levou ao desenvolvimento de bactérias resistentes além da poluição do lençol freático e do solo e as principais vantagens das vacinas para peixes está relacionado ao baixo custo para o produtor, segurança de aplicação e alta escala de produção.

As variáveis econômicas e financeiras estão reunidas na tabela 6. Os resultados demonstram que apesar das diferentes capacidades de investimentos 70% tem expectativa de aumentar a sua produção nos próximos anos apesar do cenário econômico atual.

Tabela 6: Tabulação das variáveis econômicas e financeiras.

Variáveis	Valores
Capacidade de Investimento	Não possui capacidade de investimento = 30% Média capacidade de investimento = 40% Alta capacidade de investimento = 30%
Principais custos da atividade	1º Lugar: Ração 2º Lugar: Mão de Obra 3º Lugar: Outros Insumos
Principais Regiões de Atuação Comercial	Os mais importantes: MS, PR, GO, MT, SP, etc. Exportação: Bolívia / Paraguai
Principais Canais de Comercialização	Revendedores e venda direta = 60% Somente revendedor = 10% Somente venda direta = 30%
Adoção de Selos de Qualidade	Nenhuma empresa possui qualquer tipo de certificação.
Expectativas de Investimento nos próximos anos	Tem expectativa de crescimento e tem feito investimentos = 70% Não tem expectativa de investimento/crescimento = 30%

Fonte: Dados da pesquisa.

Segundo os produtores, um dos principais entraves econômicos para atividade está relacionado ao custo de aquisição da ração. Para eles, este insumo ocupa o primeiro lugar no ranking e representa aproximadamente 60% do custo final. Atualmente no estado há somente uma única fábrica de ração e, para os produtores, é considerada uma ração de baixa qualidade principalmente para a utilização na alevinagem, apesar de haver relato de produtores que encomendam ração com formulação específica para este fornecedor. Além do mais, segundo os produtores, há uma perda de competitividade do alevino sul-mato-grossense quando comercializado fora do estado em razão do alto valor da alíquota do Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) praticada internamente que afeta tanto a aquisição de ração de outros estados como também o valor a recolher do tributo sobre a operação de venda.

Em relação à participação total do custo da ração no custo final, os resultados corroboram com os valores encontrados por Hermes (2009) que alerta sobre as consequências da concentração de fornecimento de ração nas mãos de um único fabricante do insumo mais importante utilizado no processo de produção, podendo tornar o Sistema Agroindustrial (SAG) vulnerável e até inviabilizar a atividade econômica em razão do nível de dependência dos produtores rurais. Além disso, a qualidade da ração é fundamental para os índices de produtividade final. Oliva-Teles (2012) em sua revisão, destaca a importância de uma dieta adequada para evitar sinais de deficiência imunológica, manter o sistema animal equilibrado e com saúde através de uma dieta composta por nutrientes fortificados adequados como aminoácidos, ácidos graxos essenciais, vitaminas e sais minerais contribuindo substancialmente para a condição de saúde dos animais e resistência a doenças, promovendo desta forma um manejo preventivo.

Mas não são somente os fatores externos que influenciam o custo final de produção. Outra frente de trabalho que pode ser realizada é no sentido do produtor fazer a lição de casa para diminuir o custo de produção e agregação de valor ao produto final. Para lidar com o alto custo de produção da aquicultura, estratégias de manejo e gestão bioeconômicas integradas podem ser implementadas com base em indicadores relacionados à taxa de crescimento, sobrevivência e conversão alimentar com foco na demanda do mercado. Neste sentido, Kankainen et al. (2012) apresentam um modelo integrado de gerenciar os custos de produção considerando o impacto de variáveis como crescimento, sobrevivência, a qualidade da alimentação e a conversão alimentar na

rentabilidade final contribuindo para uma gestão mais racional baseado no padrão de qualidade demandada pelo mercado.

Outra inferência relevante é sobre o potencial de criação de selos de certificação de qualidade para a aquicultura sul-mato-grossense. Os resultados observados indicam a inexistência de qualquer iniciativa de certificação no estado e somente 30% da amostra considera relevante o processo de certificação de alevinos. Neste sentido, os produtores podem adotar dois tipos de certificação.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define o processo de certificação como um conjunto de atividades desenvolvidas por organismos, independente da relação comercial, com o objetivo de atestar publicamente, por escrito, que determinado produto, processo ou serviço está em conformidade com os requisitos especificados que podem ser nacionais, internacionais ou estrangeiros podendo ser realizada através de normalizações, auditoria e inspeções, selos, rotulagem e rastreabilidade (PESSOA et al. 2002).

Figueiredo e Leal (2008) destacam que os produtores tem a sua disposição a certificação para o mercado e a certificação sanitária. A certificação de mercado tem como objetivo aproveitar as oportunidades de mercado e comercialização, garantindo que o produto esta livre de doenças que possam causar prejuízos e impacto econômico para a produção, podendo desta forma, agregar valor ao produto adquirido pelo consumidor. Por outro lado, a certificação sanitária tem como meta atender fins legais e obrigatórios sendo normalmente realizada pelos órgãos governamentais de fiscalização.

Segundo a OECD (2011) o processo de certificação da aquicultura com foco mercadológica é complexo e pode envolver diversos fatores relacionados a sustentabilidade bem como questões sociais e éticas. O primeiro passo é uma harmonização da expectativa de sustentabilidade que será estabelecida e neste ponto, tem que haver um envolvimento direto de todas as partes interessadas para que os objetivos sejam alcançados.

A tabela 7 apresenta os principais dados da dimensão institucional tabulados. Uma inferência relevante observada se refere ao nível de cooperativismo dos produtores rurais onde 75% da amostra atualmente não se encontram associado a alguma entidade de apoio. Mesmo entre os associados, a participação efetiva na prática é muito baixa, sem observação de resultados concretos para a cadeia como um todo. Este resultado evidência a importância da elaboração de planos para fortalecer a aquicultura estadual através do incentivo a formação de associações e cooperativas e entender os problemas a serem superados.

Segundo a FAO (2012), a organização dos produtores em cooperativas contribui para a redução da pobreza, melhora a segurança alimentar e cria novas oportunidades de emprego para a sociedade. Além do mais, em especial os pequenos produtores, quando se organizam em cooperativas, beneficiam-se diretamente do acesso facilitado à recursos naturais como terra e água, informação técnica e estratégica, comunicação, conhecimento, mercados e obtenção de insumos, além de tornar o planejamento estratégico e as tomadas decisões mais assertivas. Um ponto crítico da organização em cooperativas se dá em razão do potencial de aprendizado através da transferência regular de conhecimento por vias da extensão rural. Neste sentido, Rosa et al. (2012) apresentam exemplos de instrumentos de educação cooperativa focados na capacitação e formação dos cooperados e no apoio a organização do quadro social que podem gerar benefícios diretos ao cotidiano dos trabalhadores rurais. Na mesma linha, Ferreira e Silva (2015) apresentam uma metodologia de formação de cooperativas que aborda como os princípios do cooperativismo devem ser trabalhados na formação de associações e cooperativas. Em especial o princípio da educação, formação e informação que tem como objetivo garantir que os membros possam efetivamente contribuir para o desenvolvimento de suas cooperativas e entender as vantagens da cooperação.

Um segundo ponto crítico observado se refere a quanto os centros de pesquisa estão longe dos produtores rurais. Os resultados indicaram que 63% da amostra não possui atualmente nenhum tipo de projeto em andamento com centros de pesquisas com foco na solução de problemas específicos ou no processo de inovação tecnológica. Esse distanciamento segundo os produtores se deve principalmente a não continuidade de projetos que são iniciados. Houve relato de insatisfação de alguns produtores com as visitas de pesquisadores que vão até as propriedades rurais e depois de coletar os dados

literalmente desaparecem, não chegando a resultado prático algum e gerando desta forma um descontentamento e conseqüentemente a criação de certas barreiras para a realização de novas parcerias.

Tabela 7: Tabulação das variáveis institucionais.

Variáveis	Valores
Associação com Entidades de Apoio	Esta associado a alguma entidade = 25% Já esteve associado = 25% Não esta associado = 50%
Parceria com Centros de Pesquisa	Possui projetos de pesquisa ativos = 38% Já realizou projetos de pesquisa em parceria = 25% Nunca realizou projetos de pesquisa em parceria = 38%
Ferramentas adotadas para controle de custos	Controles realizados manualmente = 40% Controles realizados por planilhas = 40% Controles realizados por software = 20%
Exploração de Pluriatividades Sustentáveis (Turismo ecológico, atividades recreativas, etc)	Não é explorado por nenhuma empresa.
Principais Fontes de Apoio Técnico	Com outros produtores/parceiros = 60% Em Centros de pesquisa = 20% Em laboratórios especializados = 10% Contratação de Consultores especializados = 10%

Fonte: Dados da pesquisa.

3.2 Inferências Sobre a Eficiência Técnica Sustentável

Segundo Singh et al. (2012), é fundamental que os métodos medição ambiental considerem de forma conjunta os aspectos ambientais, econômicos e sociais juntamente com uma rigorosa análise estatística buscando desta forma gerar dados confiáveis e com rigor científico a serem observados. Neste sentido, após o cálculo do IDSA de cada unidade produtiva, foi elaborado o ranking de sustentabilidade utilizando a Análise Envoltória de Dados (DEA) buscando desta forma a realização de inferências sobre a eficiência técnica a partir de bases sustentáveis dos produtores de alevinos.

A aplicação da análise envoltória de dados (DEA) é uma técnica que tem origem no campo da pesquisa operacional e seu objetivo é montar um ranking de eficiência a partir de um conjunto de unidades produtivas considerando sua produtividade bem como os insumos e tecnologia utilizado no processo de produção. A Análise Envoltória de Dados é uma metodologia bem estabelecida desenvolvida por Charnes, Cooper & Rhodes (1978) que tem como principal objetivo avaliar a eficiência econômica relativa das organizações considerando múltiplos insumos e produtos no processo de análise. A utilização de DEA para analisar a sustentabilidade de atividades agrícolas pode contribuir de forma significativa para aumentar a eficiência técnica/econômica das propriedades rurais e também tornar suas produções mais sustentáveis (GOMES, 2008; SHOU *et al.* 2006).

A Tabela 8 apresenta os dados das 10 DMU's que foram utilizados no cálculo pela orientação *input* (minimização dos insumos disponíveis), tendo-se três *inputs*: área de exploração em hectares (I1), quantidade de funcionários (I2) e salário pago/funcionário (I3); e um *output*: correspondente ao índice de sustentabilidade IDSA (O1); buscando desta forma a otimizar a gestão sustentável das unidades correspondentes à área produtiva em relação ao nº de funcionários.

Tabela 8: Lista de parâmetros para cálculo dos Scores de Eficiência da Análise Envoltória de Dados.

DMU	Fator Terra (I1)	Fator Mão de Obra (I2)	Fator Capital (I3)	IDSA (O1)
	HÁ's Lâmina D'Água	Qtd Funcionários Fixos	Salário por Funcionário	(IDSA)
UP-A	11,00	2,00	1.200,00	2,75
UP-B	15,00	1,00	930,00	2,02
UP-C	9,00	2,00	930,00	2,65
UP-D	3,00	1,00	1.400,00	1,96
UP-E	5,00	3,00	1.000,00	3,83
UP-F	1,80	1,00	930,00	2,75
UP-G	14,00	2,00	1.300,00	3,04
UP-H	30,00	10,00	1.300,00	3,15
UP-I	2,50	1,00	1.000,00	2,10
UP-J	16,00	3,00	930,00	3,23

Fonte: Dados da pesquisa.

A estatística descritiva das variáveis de análise de eficiência das propriedades piscícolas é apresentada na Tabela 9. Os resultados apresentam uma média de 2,6 funcionários, com amplitude de 9 entre as DMU's, em função do tamanho da área de cultivo, variável entre 1,8 e 30 ha, bem como à proporcionalidade dos salários pagos, apresentando um desvio padrão de R\$ 187,07, justificando-se assim a amplitude de R\$ 470,00, para um índice IDSA entre 1,96 e 3,83.

Tabela 9: Estatística descritiva das variáveis de estudo das unidades piscícolas do estado de Mato Grosso do Sul, 2015.

Variáveis	Unidade	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Área (fator terra) (I1)	ha	10,73	8,63	1,8	30
Funcionários (fator mão de obra) (I2)	unid.	2,6	2,71	1	10
Salário pago (fator capital). (I3)	R\$	1.092,00	187,07	930,00	1.400,00
Índice IDSA (O1)	-	2,74	0,59	1,96	3,83

Fonte: dados da pesquisa.

Nesta investigação de eficiência, o Índice de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura (IDSA) será considerado como a produtividade de cada unidade produtora de alevinos, porém nem sempre a produtividade pode indicar o produtor mais eficiente. Considerar os insumos gastos neste tipo de investigação se aproxima mais do conceito de produtividade que segundo Soares Mello *et al.* (2005) é obtida a partir da razão entre o que foi produzido e o que foi gasto para produzir. Sendo assim investigações de eficiência que considerem somente a produtividade podem ser equivocadas por não considerar outros indicadores importantes como, por exemplo, mão de obra e alimentação que quando gerenciados de maneira eficiente podem gerar um aumento da produtividade diante da razão entre a produtividade e os insumos consumidos (GOMES *et al.* 2003).

A Tabela 10 apresenta a estatística dos *scores* de eficiência técnica com retornos constantes (CCR), variáveis de escala (BCC) e de Eficiência Técnica. Observa-se que em média, os escores de eficiência técnica do modelo CRS demonstram que os piscicultores podem diminuir 16,4% do uso de seus recursos aplicados sem comprometer o índice de sustentabilidade. Isso indica que os insumos estão sendo alocados de forma ineficiente.

Tabela 10: Principais parâmetros estatísticos dos escores de eficiência técnica com retornos constantes, variáveis de escala e de eficiência de escala das unidades piscícolas do estado de Mato Grosso do Sul, 2015.

Estatísticas descritivas	Eficiência técnica		Eficiência de escala
	CCR	BCC	
Mínimo	0,658	0,715	0,777
Máximo	1	1	1
Média	0,836	0,934	0,896
Desvio Padrão	0,115	0,110	0,075
Coeficiente de Variação (%)	13,78	11,80	8,38

Fonte: dados da pesquisa.

Já para o modelo com retornos variáveis de escala, para que os piscicultores ineficientes possam fazer parte da fronteira de retornos variáveis, é necessário que se

reduza em aproximadamente 6,6% na utilização de tais recursos. No tocante à eficiência média de escala, nota-se que há a possibilidade destes aumentarem suas escalas de produção em 10,4%.

As participações absolutas e relativas dos piscicultores nas medidas de eficiência técnica para os modelos em que se empregam retornos constantes à escala (CCR) e retornos variáveis à escala (BCC), assim como a eficiência de escala, são apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11: Distribuição absoluta e relativa correspondente às medidas técnica e de escala dos produtores de alevinos do estado de Mato Grosso do Sul, 2015.

Medidas de eficiência	Eficiência Técnica				Eficiência de escala	
	CCR		BCC		fi	%
	fi	%	fi	%		
< 0.50	-	-	-	-	-	-
$0.50 \leq e < 0.75$	2	20	1	10	-	-
$0.75 \leq e < 1$	6	60	2	20	8	80
$e = 1$	2	20	7	70	2	20
Total	10	100	10	100	10	100

Fonte: dados da pesquisa.

Como se pode verificar, quando se adota o modelo com retornos constantes à escala 20% estão na faixa entre 0.50 e 0.74 e 60% dos piscicultores apresentaram escores de eficiência acima de 0.75. Por outro lado, apenas duas unidades demonstraram ter nível máximo de eficiência, refletindo em 20% de a amostra demonstrar empregar de maneira totalmente racional os insumos do processo produtivo, servindo como referência para os demais piscicultores no modelo CCR.

Já com relação ao modelo com retornos variáveis à escala (BCC), por caracterizar maior flexibilidade em função da convexidade da fronteira de eficiência, 70% atingiram eficiência máxima; entretanto, há indícios de que este percentual não enquadra na faixa de retornos constantes, inferindo que o problema destes não está associado à utilização excessiva de insumos, mas sim à escala inadequada de produção. Portanto, outros 30% apresentaram escores de eficiência de escala inferiores à unidade,

comparativamente aos que obtiveram escore máximo de eficiência de escala, não apresentando problemas quanto à escala de produção.

O ranking final de eficiência das dez unidades produtoras de alevinos a partir da análise da Eficiência de Escala estão apresentados na tabela 12. Os resultados mostram que 20% da amostra apresentaram um desempenho superior com relação às demais unidades piscícolas.

Tabela 12: Resultado final do escore de eficiência de escala de 10 fazendas produtoras de alevinos usando o modelo CCR, orientado a *inputs*, 2015.

Categoria	Ranking	Fazendas (DMUs)	Escore de Eficiência
Grupo de Fazendas Eficientes	1°	UP-E	1
	1°	UP-F	1
Grupo de Fazendas Ineficientes	2°	UP-J	0,939
	3°	UP-A	0,925
	4°	UP-H	0,920
	5°	UP-G	0,894
	6°	UP-I	0,854
	7°	UP-C	0,849
	8°	UP-D	0,808
	9°	UP-B	0,777

Fonte: Dados da pesquisa.

Como 80% dos piscicultores apresentam ineficiência de escala, torna-se relevante identificar se essa ineficiência pode ser resultante da presença de retornos crescentes ou decrescentes à escala. Os resultados aplicados pelo software indicaram uma predominância de retornos crescentes de escala em 70% dos produtores, encontrando-se abaixo da escala ótima de produção, tornando-se factível o potencial uso dos fatores produtivos para ser condizente aos resultados do IDSA. Assim, podem otimizar os fatores de produção para alguma variável, como por exemplo a mão de obra, de forma a melhorar os IDSA obtidos.

Pode-se observar ainda que 20% dos piscicultores apresentaram escore de eficiência igual à unidade no modelo com retornos constantes de escala, ou seja, empregaram de maneira racional os insumos, servindo como referência para as demais

unidades piscícolas em análise. A partir desses dados, infere-se que as DMU's 5 e 6 (UP-E e F) caracterizam-se como pares de excelência em relação as demais unidades ineficientes. Segundo Ferreira e Gomes (2009), o destaque de um DMU como parceiro de excelência esta relacionado a quantidade de vezes que o mesmo aparece como eficiente (quando os valores de lâmbida resultante é diferente de zero). O próximo passo é definir os alvos dos DMU's ineficientes.

Para Gomes *et al.* (2005), os alvos das variáveis fornecem informações ao produtor sobre a ineficiência e o que deve ser feito para alcançar a eficiência, ou seja, representam um valor referencial mínimo até o qual o empreendedor poderia reduzir os valores atuais correspondentes às variáveis. Para alcançar a eficiência, o produtor deve verificar em que etapa do processo produtivo, dado o conjunto de variáveis analisadas, há gargalos que prejudicam os resultados. Neste contexto, algumas possíveis estratégias deveriam ser aplicadas às unidades ineficientes. Por exemplo, com relação à menor eficiência obtida pelo método CCR, correspondente à DMU 8 (UP-H), com apenas 65,8% de eficiência obtida, refletindo que para alcançar a eficiência, deve otimizar o conjunto de variáveis mais expressivas (como o fator terra e mão de obra) de forma a alcançar os alvos. Em outras palavras, deve-se reduzir de 30 para 14,6 ha e de 10 para 2,8 funcionários, na proporção de 5,2 ha/funcionário, ou seja, conclui-se maior eficiência no gerenciamento de maior área coberta por menor número de funcionários, diferentemente da situação inicial neste caso de 3 ha/funcionário, para propiciar melhor controle no manejo produtivo.

5. Conclusões

A principal contribuição desta pesquisa esta relacionada à demonstração do nível sustentabilidade em conjunto com a eficiência técnica atual e ideal dos produtores de alevinos do estado de Mato Grosso do Sul bem como a descrição das ferramentas que podem ser utilizadas para o desenvolvimento da aquicultura estadual sobre bases sustentáveis considerando a análise da eficiência ambiental de cada unidade produtiva conjugada com a análise da eficiência de uso dos recursos de produção. Este tipo de análise pode contribuir para a definição de prioridades de ação em conjunto para cada dimensão econômica, ambiental, social e institucional e desta forma contribuir para a gestão estratégica do setor.

O estudo da eficiência mostrou que os produtores eficientes são aqueles que conseguem produzir mais com menor quantidade de insumos, entretanto os resultados indicam que existe ineficiência técnica relativa na produção de alevinos no estado de Mato Grosso do Sul, independente do índice IDSA mensurado.

Constata-se que 80% das unidades piscícolas opera com ineficiência de escala, devido, sobretudo, à presença de retornos crescentes, o que reflete na ineficiência na alocação dos recursos, dificultando o aumento no nível de eficiência do indicador de sustentabilidade, por meio de melhor utilização em relação à quantidade dos insumos.

6. Referências

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

CLARKE, J. L.; WAHEED, M. T.; LOSSL, A. G.; MARTINUSSEN, I.; DANIELL, H. How can plant genetic engineering contribute to cost-effective fish vaccine development for promoting sustainable aquaculture?. **Plant Molecular Biology**, v. 83, p.33-40, 2013.

COELLI, T. **A guide to DEAP version 2.1. A data envelopment analysis computer program**. Centre for efficiency and productivity analysis, Department of econometrics, University of new England, Australia, 1996

DIAS, E. F.; MAUAD, J. R. C.; SILVA, L. F.; GARCIA, R. G.; SGAVIOLI, S. Entraves e Perspectivas da Legislação Sanitária para o Desenvolvimento da Cadeia da Piscicultura em Dourados/MS. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 7, p. 1-12, 2016.

DOTTI, A.; VALEJO, P. A. P.; RUSSO, M. R. Licenciamento Ambiental na Piscicultura com Enfoque na Pequena Propriedade: Uma Ferramenta de Gestão Ambiental. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 3, n. 1, p. 6-16, 2012.

DUTRA, F. M. Análise da estrutura, conduta e desempenho da cadeia produtiva do peixe no município de Dourados/MS. Dissertação (Mestrado) –Universidade Federal da Grande Dourados, 2014. 103p.

FAO. **Aquaculture Planning: Policy formulation and implementation for sustainable development**. Rome. 2011. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/012/i1601e/i1601e00.pdf>>

FAO. **Agricultural cooperatives: paving the way for food security and rural development**. 2012. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/016/ap431e/ap431e.pdf>>

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2014**. Roma: 2014. 223 Pg

FIGUEIREDO, H. C. P.; LEAL, C. A. G. Sanidade Aquícola: Certificação Sanitária na Aquicultura. **Panorama da Aquicultura**. Ed. 107. 2008. Disponível em: <http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/Revistas/107/Sanidade107.asp>. Acessado em: Fevereiro/2016.

FERREIRA, G. M. V.; SILVA, D. F. **Educação Cooperativista**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2015. 65p.

FOLEY, J.; RAMANKUTTY, N.; BRAUMAN, K. A.; CASSIDY, E. S.; GERBER, J. S.; JOHNSTON, M.; MUELLER, N. D.; O'CONNELL, C.; RAY, D. K.; WEST, P. C.; BALZER, C.; BENNETT, E. M.; CARPENTER, S. R.; HILL, J.; MONFREDA, C.; POLASKY, S.; ROCKSTRÖM, J.; SHEEHAN, J.; SIEBERT, S.; TILMAN, D.; ZAKS, D. P. Solutions for a cultivated planet. **Nature**, v. 478, p. 337–342, oct. 2011. DOI:10.1038/nature10452

GODFRAY, H. C. J. *et al.* Food Security: the challenge of feeding 9 billion people. **Science**, v. 327, p. 812-818, feb. 2010. DOI: 10.1126/science.1185383

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. 39p. (Documentos, 28).

GOMES, E.G.; MANGABEIRA, I.A.C.; SOARES DE MELLO, J.C.C.B. Análise de envoltória de dados para avaliação de eficiência e caracterização de tipologias em agricultura: um estudo de caso. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.43, p.607-631, 2005.

GOMES, E. G. Uso de Modelos DEA em agricultura. Revisão de literatura. **ENGEVISTA**, v. 10, n. 1, p. 27-51, 2008.

HERMES, C. A. **Sistema agroindustrial de tilápia na região de Toledo-PR e comportamento de custos e receitas**. 2009. 141 f. Tese (Doutorado em Aquicultura), UNESP, Campus Jaboticabal, Jaboticabal. 2009.

KANKAINENA, M.; SETALAA, J.; BERRILLB, I. K.; RUOHONENC, K. NOBLED, C.; SCHNEIDERE, O. How to measure the economic impacts of changes in growth, feed, efficiency and survival in aquaculture. **Aquaculture Economics & Management**, v. 16, p. 341-364, 2012.

KLINGER, D.; NAYLOR, R. Searching for Solutions in Aquaculture: Charting a Sustainable Course. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 37, p. 247-276, 2012.

LAZARD, J.; REY-VALETTE, H.; CLÉMENT, O.; AUBIN, J.; MATHÉ, S.; CHIA, E.; LEGENDRE, M.; CARUSO, D.; MIKOLASEK, O.; BLANCHETON, J.P.; SLEMBROUCK, J.; BARUTHIO, A.; RENÉ, F.; LEVANG, P.; MORISSENS, P. **Guide To The Co-Construction Of Sustainable Development Indicators In Aquaculture**. EVAD Research Project, Cirad, Ifremer, INRA, IRD, UM1: 2008. Desktop Publishing: Scribus. Montpellier cedex 5 – France. 144p.

MATIAS, J. F. N. **Análise da sustentabilidade da aquicultura em águas de domínio da União, nos parques aquícolas do Reservatório do Castanhão, estado do Ceará:**

estudo de caso. 2012. 127 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Pesca), Universidade Federal do Ceará, Ceará. 2012.

MENDES, L. H. Brasil na rota da aquicultura mundial. **Valor Econômico**, 08 fev. 2013. Acesso <<http://www.valor.com.br/empresas/3000532/brasil-na-rotadadaaquicultura-mundial>>. Acesso em: 10 Dez.2015.

MPA - MINISTERIO DA PESCA E AQUICULTURA. **Programa e Ações MPA 2012.** Acessado em: Jun/2014.

OECD. Fisheries and Aquaculture Certification. 2011. Disponível em: http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/agriculture-and-food/fisheries-and-aquaculture-certification_9789264119680-en#page1. Acessado em: Fevereiro/2016.

OLIVA-TELES, A. Nutrition and health of aquaculture fish. **Journal of Fish Diseases**, v. 35, p. 83-108, 2012.

PESSOA, M. C. P. Y.; SILVA, A. S.; CAMARGO, C. P. Qualidade e certificação de produtos agropecuários. **Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica**, 2002, 191p. (Texto para Discussão, 14).

RESENDE, E. K. **As perspectivas da piscicultura em Mato Grosso do Sul.** Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 4p. ADM – Artigo de Divulgação na Mídia, n.110. 2007. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/ADM110>>. Acesso em: 26 jul. 2014

RODRIGUES, M. H. S et al. **Análise de eficiência dos produtores de leite do município de Rolim de Moura no estado de Rondônia.** Campo Grande/MS. 48º Congresso da SOBER, 2010. Disponível em: <<HTTP://www.sober.org.br/palestra/15/949.pdf>>. Acesso em: 15. Set.2014.

ROSA, P. F.; AMODEO, N. B. P.; SOUZA, D. N. A importância dos trabalhos de educação cooperativista para a extensão rural. **Revista Cooperativismo y Desarrollo**, v. 20, n. 101, p. 11-27, 2012.

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

SAMUEL-FITWI, B.; WUERTS, S.; SCHROEDER, J. P.; SCHULZ, C. Sustainability assessment tools to support aquaculture development. **Journal Of Cleaner Production**. v. 32, p. 183-192, sep. 2012.

SOARES DE MELLO, J.C.C.B.; MEZA, L.A.; GOMES,E.G.; BIONI NETO, L. Curso de análise de envoltória de dados. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA**

OPERACIONAL (SBPO), 37., 2005, Gramado, RS. Anais... Gramado, RS: UEM,2005. CD-ROM.

TAVECHIO, W. L. G.; GUIDELLI, G.; PORTZ, L. Alternativas para a Prevenção e o Controle de Patógenos em Piscicultura. **Boletim do Instituto da Pesca**. v. 35,p. 335-341, 2009.

WARBURTON, J.; MOORE, M. L.; CLUNE, S. J.; HODGKIN, S. P. Extrinsic and intrinsic factors impacting on the retention of older rural healthcare workers in the north Victorian public sector: a qualitative study. **Rural and Remote Health**, v. 14, n. 3, p. 1-16, 2014.

ZHOU, P.; POH, K. L.; ANG, B. W.A non-radial DEA approach to measuring environmental performance. **European Journal of Operational Research**, v. 178, p. 1-9, jun. 2006.

CAPÍTULO III

SASP RURAL: SOFTWARE DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE PRODUTIVA RURAL

Whanderson Santos Rodrigues, Juliana Rosa Carrijo Mauad, Omar Jorge Sabbag.

Resumo

A mensuração do nível de sustentabilidade ambiental de atividades produtivas rurais é crucial para melhorar a sustentabilidade da agricultura e mitigar os efeitos sobre o clima da terra. Embora exista um grande número de frameworks para medir a sustentabilidade das atividades produtivas rurais, uma ferramenta de software que avalie de forma panorâmica as dimensões de sustentabilidade, gerando relatórios, gráficos e indicadores são particularmente úteis para melhorar desempenho. Este artigo apresenta a construção de um software que tem como objetivo medir a sustentabilidade de uma amostra de produtores rurais a partir da definição de dimensões e variáveis que representa a sustentabilidade do sistema de produção investigado. Através de critérios de avaliação, normatização e ponderação o software gera informações compiladas apresentadas através de indicadores e índices compostos que permite a definição de planos de ação personalizados e a definição de prioridades para melhorar os indicadores de sustentabilidade.

Palavras chaves:

Software, sustentabilidade, framework, aquicultura.

Abstract

Measuring the level of environmental sustainability of rural productive activities is crucial for improving the sustainability of agriculture and mitigate the effects on the Earth's climate. Although there is a large number of frameworks to measure the sustainability of rural productive activities, a software tool to evaluate panoramic way the dimensions of sustainability, generating reports, charts and indicators are particularly useful to improve performance. This paper presents the construction of software that aims to measure the sustainability of a sample of farmers from the definition of dimensions and variables representing the sustainability of the investigated production system. Through evaluation criteria, normalization and weighting the software generates compiled information presented through indicators and composite indexes that allows the definition of personalized action plans and setting priorities to improve the sustainability indicators.

Keywords: *Software, sustainability, framework, aquaculture.*

1. Introdução

Até 2050, a demanda global de alimentos vai dobrar considerando os níveis atuais de consumo per capita e projetando o crescimento e o aumento da renda da população mundial. O impacto deste cenário no meio ambiente vai depender de como a produção de grãos e carne vai aumentar. A criação de ferramentas que promovam a troca de informações e tecnologias será um dos pilares da agricultura sustentável. O compartilhamento de conhecimento e de informações será fundamental para que ocorra o aumento de produção de alimentos e a diminuição dos efeitos negativos sobre o clima (TILMAN *et al.* 2011).

A urgência de respostas frente às mudanças climáticas exige estratégias de pesquisa integrada juntamente com políticas e ações localizadas. Há uma demanda urgente de ferramentas e bancos de dados para lidar com as incertezas das alterações climáticas e da produção agrícola. As mudanças necessárias passam pela elaboração de estratégias que integre ferramentas e tecnologias com o envolvimento direto dos produtores rurais, o setor público, o setor privado e toda a sociedade civil (VERMEULEN *et al.* 2012). A criação de frameworks teóricos e indicadores esta no centro do esforço para alcançar uma produção sustentável de alimentos.

Os indicadores de sustentabilidade e os índices compostos estão cada vez mais sendo reconhecidos como uma importante ferramenta para a elaboração de estratégias de países e empresas rumo ao desenvolvimento sustentável com foco das dimensões sociais, econômicas e ambientais por permitir a conceituação de fenômenos, a identificação de tendências e por facilitar a comunicação de informações altamente complexas. Neste contexto que surge os frameworks teóricos de desenvolvimento sustentável que tem como objetivo a construção de indicadores e índices compostos de sustentabilidade através da normatização, da ponderação e da agregação das variáveis de medição (SINGH *et al.* 2012).

O objetivo deste artigo será o desenvolvimento de um software que tem como meta a construção de um banco de dados com informações que permita avaliar o nível de sustentabilidade de atividades produtivas rurais. Esta ferramenta será construída a partir de uma revisão bibliográfica sobre a evolução das metodologias de avaliação da sustentabilidade envolvendo a definição de indicadores e índices compostos aplicados

na atividade rural. Ao final o software será testado em um estudo de caso envolvendo 10 (dez) produtores de alevinos do estado de Mato Grosso do Sul, permitindo desta forma a argumentação sobre a pertinência deste tipo de ferramenta frente ao desenvolvimento sustentável da aquicultura do estado.

1.1 Evolução das Metodologias de Avaliação da Sustentabilidade

O relatório de “Brundlant” apresentou a primeira definição relevante sobre o desenvolvimento sustentável que dizia: “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades.” (WCED, 1987). Desde então muitas metodologias ter surgido para lidar com a questão do desenvolvimento sustentável. A construção de quadros teóricos que promovessem o desenvolvimento sustentável com a participação efetiva da sociedade foi discutida pela WBCSD (1997). As ferramentas e indicadores para medir a sustentabilidade das empresas na prática foi apresentado por Ramachandran (2000). A delimitação de dimensões e indicadores de sustentabilidade (GRI, 2002a, b) e a definição de métricas e métodos padronizados (OECD, 2002) foram surgindo como resposta a demanda crescente mundial sobre o assunto moldando assim a direção rumo ao gerenciamento da sustentabilidade nas indústrias. Neste cenário começou a surgir os frameworks de sustentabilidade específicos para cada tipo de atividade com a apresentação de um arcabouço teórico que guiava a construção de indicadores e índices compostos utilizados para medir a sustentabilidade.

Em paralelo a essa discussão da sustentabilidade, Booyesen (2002) apresentou um guia de como construir índices compostos de desenvolvimento que agregue as dimensões sociais, políticas e econômicas no processo de medição. Neste sentido, o autor aborda as técnicas de normatização, agregação e ponderação envolvendo este tipo de índice. A justificativa para uso deste tipo de indicador esta na inestimável contribuição para gerar apelo político em torno das medições. Esse tipo de técnica passou a fazer parte dos frameworks de avaliação da sustentabilidade que foram sendo lançados ao longo da década e aplicados para calcular indicadores de sustentabilidade compostos abrangendo as dimensões sociais, econômicas, ambientais e institucionais.

Azapagic (2004) apresentou o delineamento da construção de um framework composto de indicadores de sustentabilidade desenvolvidos para a indústria de mineração a partir da definição dos interesses de cada *stakeholder* dentro da empresa e dos principais tópicos de sustentabilidade considerando as dimensões econômicas, ambientais e sociais. Porém, um dos problemas das metodologias apresentadas até aquele momento era a dificuldade de padronizar as medidas dos indicadores de forma a facilitar a interpretação das informações e a comparação com os indicadores de outras companhias. Neste sentido, Krajnc e Glavic (2005) apresentaram um trabalho que demonstrava como lidar com diferentes unidades de medidas dos indicadores e como trabalhar com a normatização dos subindicadores das dimensões sociais, ambientais e econômicas e ao final de calcular um índice composto de desenvolvimento sustentável chamado pelos autores de ICSD. Mas o problema com a definição dos indicadores agora estava relacionado a subjetividade da escolha dos índices. A construção de indicadores compostos envolve fazer escolhas. Isto introduz problemas de incerteza como a seleção de dados, a imprecisão dos dados, métodos de imputação de dados, normalização de dados, esquemas de ponderação, os valores dos pesos e métodos de agregação (KEY, 2005).

Como forma de levar a discussão do desenvolvimento sustentável para dentro das empresas, diminuir a subjetividade e contribuir para que as práticas operacionais fossem afetadas pelos objetivos de sustentabilidade, Labuschagne *et al.* (2005) apresentam um estudo que permitiria às organizações definir suas operações diárias com base em critérios de sustentabilidade. Segundo os autores, essa abordagem permitiria que metas de desenvolvimento sustentável fossem elaboradas sob medida para parques industriais específicos, principalmente para países em desenvolvimento, aumentando a eficácia dos esforços e das ferramentas de medição. Ao final os autores propõem a integração dos métodos com técnicas de avaliação monetária para integrar resultados e apoiar os processos de tomada de decisão. Neste sentido Bebbington *et al.* (2007) apresentaram um trabalho que busca aproximar a contabilidade dos indicadores e índices compostos de forma a mensurar de forma mais robusta os custos/benefícios dos projetos de desenvolvimento sustentável dentro das organizações.

1.2 Frameworks de Sustentabilidade de Atividades Produtivas Rurais

Paralela a toda essa evolução de pensamento sobre a sustentabilidade, foram surgindo vários trabalhos que apresentavam frameworks específicos para avaliar a sustentabilidade de atividades produtivas rurais. No centro de todas estava o esforço de se criar um indicador de sustentabilidade composto que representasse o nível de sustentabilidade das dimensões estudadas.

Um Índice de Sustentabilidade Agrícola (ASI) foi proposto por Nambiar *et al.* (2001). Os autores mediram a sustentabilidade a partir de indicadores biofísicos, químicos, econômicos e sociais a partir de 22 variáveis entre as quais a produtividade agrícola, a qualidade do solo, a biodiversidade, ganho médio salarial, etc. Um Indicador de Sustentabilidade da Agricultura na Prática (ISAP) foi calculado por Rigby *et al.* (2001) em um estudo de comparava um sistema de produção agrícola convencional com um sistema orgânico. O foco do estudo foi principalmente relacionado a dimensão ambiental onde os insumos utilizados serviram de base para a construção dos indicadores. Utilizando o método IDEA (Indicadores de Sustentabilidade Agrícola) Zham *et al.* (2008) investigaram 65 estudos de casos franceses representando diferentes zonas produtivas. Os autores destacaram a importância de se elaborar variáveis dentro do contexto local das pesquisas. Matias (2012) investigou através de um estudo de caso dois grupos de aquicultores em reservatórios de água de domínio da união no Estado do Ceara no Brasil. O autor calculou o Índice Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura (IDSA) que serviu de referência para mensurar o nível de sustentabilidade dos produtores da região a partir das dimensões econômicas, sociais, ambientais e institucionais.

A avaliação da sustentabilidade em pequenas propriedades pode ser realizado através de frameworks teóricos projetados especificamente para este fim. Neste sentido surgem ferramentas como o MESMIS. A ferramenta permite avaliar a sustentabilidade através de uma análise de seis etapas multicritério com foco principalmente na gestão dos recursos naturais, realizada de forma participativa e interdisciplinar. As etapas do método estão divididas no processo de caracterização do sistema, identificação dos pontos críticos e a seleção dos indicadores específicos e partir da coleta de informações são realizadas análises qualitativa e quantitativa dos dados que vão gerar indicadores

relacionados às dimensões econômicas, sociais e ambientais (LÓPEZ-RIDAURA *et al.* 2002).

Segundo van Cauwenberg *et al.* (2007) ao longo do tempo varias ferramentas e metodologias foram sendo apresentadas pela comunidade científica com o objetivo de avaliar a sustentabilidade de sistemas agrícolas tais como *Life Cycle Assessment (LCA)*, *Cost Benefit Analysis (CBA)*, *Environmental Impact Assessment (EIA)*, *Sustainability Standart with Principles, Critéria and Indicators (PC&I)*. Para o autor, todos os métodos utilizam os mesmos indicadores, o que vai mudar será o procedimento de coleta de dados e a aplicação dos resultados. O autor ainda apresenta um Framework SAFE - Avaliação da Sustentabilidade da Agricultura e do Meio Ambiente. A proposta é a construção dos indicadores a partir de uma visão holística de todo o processo considerando as dimensões econômicas, sociais e ambientais.

2. Materiais e Métodos

A construção do protótipo de software será realizada através de módulos que juntos permitiram a avaliação do nível de sustentabilidade de propriedades rurais pesquisadas. O Software será chamado de SASP Rural – Sistema de Avaliação Sustentabilidade Produtiva Rural. A teoria base por trás desta ferramenta esta nos trabalhos de Krajnc e Glavic (2005) e van Cauwenberg *et al.* (2007) onde um conjunto de variáveis são distribuídas para as dimensões de sustentabilidade a serem estudadas e após a coleta de dados, baseado nos critérios de avaliação, são classificadas dentro de uma escala de sustentabilidade. Esta metodologia permite que seja calculado um indicador de sustentabilidade composto que permite comparar cada unidade produtividade estudada e ser feito inferências sobre os valores observados.

2.1 Tecnologia de Desenvolvimento e Plataforma de Uso

O Software SASP Rural será desenvolvido para rodar sobre a plataforma Windows da Microsoft. Será utilizado a linguagem de programação Delphi 7 juntamente com o banco de dados SQL Firebird versão 2.1.

2.2 Distribuição dos Módulos do SASP Rural

O núcleo do software SASP Rural será composto de 12 módulos operacionais conforme descrito na Figura 2. Juntos os módulos serão responsáveis por armazenar e processar as informações relacionadas aos indicadores de sustentabilidade que serão tratados em cada projeto de investigação.

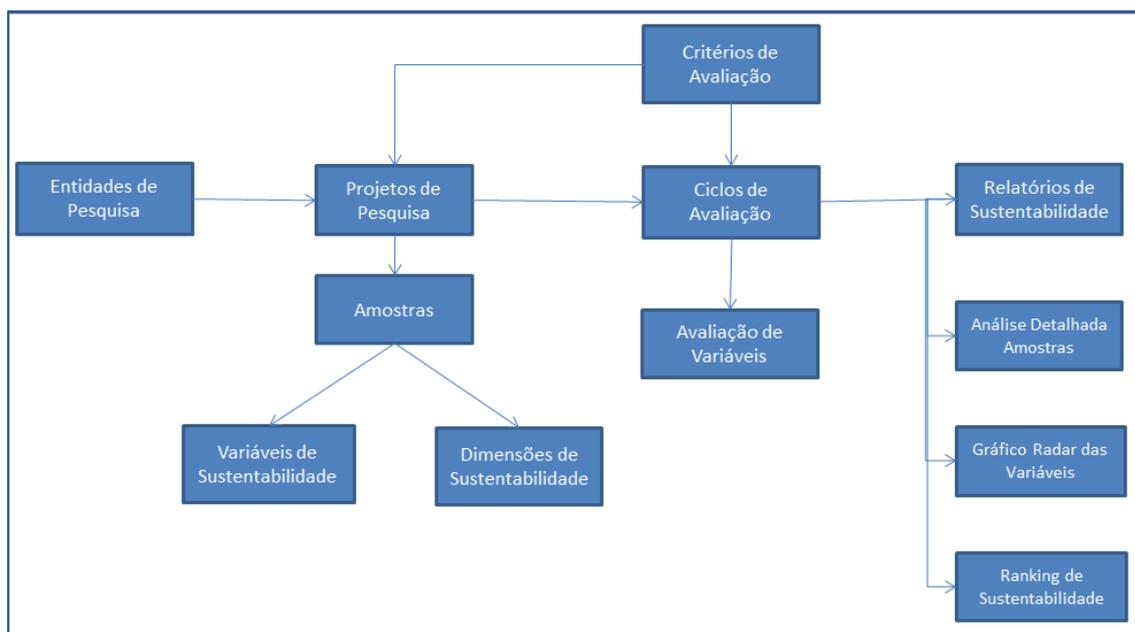


Figura 2: Módulos do software SASP Rural.

Fonte: Elaborado pelos autores.

2.2.1 Módulo - Cadastro de Entidade/Pesquisadores de Pesquisa

Este módulo de pesquisa terá como objetivo permitir a montagem de um cadastro dos grupos de pesquisas em torno de um projeto de investigação. No cadastro de entidade será possível especificar os dados cadastrais da mesma bem como os pesquisadores envolvidos em determinados projetos de pesquisa.

2.2.2 Módulo - Cadastro de Critérios de Investigação

Este módulo tem como objetivo a montagem dos critérios qualitativos e quantitativos a serem utilizados na análise da sustentabilidade de determinado projeto.

Cada critério poderá ser composto por um ou mais índices de avaliação. Cada índice poderá ter uma pontuação mínima e máxima a ser dada a uma variável ou projeto investigado.

2.2.3 Módulo - Cadastro de Projeto de Pesquisa

Este módulo terá como objetivo a montagem de projetos que estarão sujeitos a investigação do nível de sustentabilidade. Dentro do projeto de pesquisa os responsáveis pela investigação poderão definir a Amostra da Pesquisa, as Dimensões de Sustentabilidade e as Variáveis a serem investigadas.

A amostra pode representar por exemplo o conjunto de propriedades produtivas rurais que serão investigadas. As dimensões de sustentabilidade representa os aspectos de sustentabilidade a ser considerado em um projeto de investigação tais como econômica, ambiental e social. As variáveis serão os indicadores de sustentabilidade para cada dimensão.

2.2.4 Módulo – Ciclo de Avaliação

Este módulo tem como objetivo principal avaliar o nível de sustentabilidade de determinado projeto em determinado momento. Um projeto pode ser avaliado durante um ou mais ciclos de avaliação. Em cada ciclo de avaliação as variáveis de cada amostra serão investigadas e através dos critérios de avaliação, será registrado o nível de sustentabilidade da mesma através de critérios qualitativos e quantitativos. Após a avaliação de todas as amostras, deverá ser calculado o nível de sustentabilidade de cada variável, dimensão, amostra e projeto.

2.2.5 Módulo - Relatório de Sustentabilidade – Análise Detalhada da Amostra

Neste módulo será processado o nível de sustentabilidade de cada amostra a partir do cálculo das notas e índices de cada variável e dimensão investigada. O cálculo será realizado considerando as configurações dos projetos de sustentabilidade tais como peso e critérios de avaliação. Ao final será exibido ao usuário a nota de desempenho de cada variável e dimensão que juntas irão indicar o nível de sustentabilidade da amostra.

2.2.6 Módulo - Relatório de Sustentabilidade – Gráfico Radar

Como forma de permitir uma investigação focada em prioridades, o sistema irá gerar Gráficos em formato Radar com o desempenho de cada variável investigada. Este gráfico irá contribuir para que a equipe de investigadores possa selecionar as variáveis com pior desempenho de sustentabilidade e desta forma facilitar a elaboração de planos de ação personalizados para melhorar o índice de sustentabilidade do projeto.

2.2.7 Módulo - Relatórios de Sustentabilidade – Ranking de Sustentabilidade

Este módulo terá como objetivo a montagem de um ranking de sustentabilidade considerando o índice final de sustentabilidade de cada amostra. O ranking irá mostrar os resultados em formato gráfico de barras e em formato de tabela com a posição de cada amostra no ranking geral.

2.3 Estudo de Caso Projeto de Investigação Sustentabilidade Alevinagem

Como forma de apresentar os resultados do SASP Rural, será apresentado um projeto de investigação do nível de sustentabilidade dos produtores de alevinos no estado de Mato Grosso do Sul. Esta investigação reuniu 10 (dez) produtores rurais localizados em diversos municípios do estado. Esses produtores foram visitados durante o ano de 2015 e através de entrevista gravada, foi coletado os dados através de questionário semiestruturado conforme modelo no Anexo A. O questionário está estruturado com as seguintes informações: i) Informações Gerais; II) Histórico Profissional; III) Tipo e Nível de Relacionamento Externo; IV) Métodos de Gestão / Informações Econômicas; v) Sistemas de Produção; vi) Estratégias de Marketing; vii) Projetos Individuais e Coletivos.

A partir da análise e tabulação dos dados, será calculado o índice de sustentabilidade de cada unidade produtora de alevinos no estado utilizando a metodologia adotada por (MATIAS, 2012) onde foi investigado a sustentabilidade das dimensões econômica, social, ambiental e institucional. Para cada dimensão foi criado um conjunto de indicadores que representará os princípios de sustentabilidade especificados. No total serão criados 25 indicadores de sustentabilidade divididos para cada dimensão. Todas as variáveis se encontram no Quadro 4 separadas por dimensão e com os seus critérios de avaliação. A dimensão social irá conter seis variáveis e será responsável por calcular o Subíndice Social representado pela sigla SSS. A dimensão ambiental irá conter nove variáveis e será responsável por calcular o Subíndice Ambiental representado pela sigla SSA. A dimensão econômica irá conter seis variáveis e será responsável por calcular o Subíndice Econômico representado pela sigla SSE. Por último teremos a dimensão institucional que irá conter quatro variáveis e será responsável por calcular o Subíndice Institucional representado pela sigla SSI. Cada indicador poderá ser avaliado com uma escala que varia de um (pior “score”), três (nível intermediário) e cinco (melhor “score”). A média aritmética através da soma de cada nota dividida pelo número total de variáveis irá determinar o cálculo de cada subíndice de cada dimensão.

VARIÁVEIS SOCIAIS (SSS)	NÍVEL		
	1 (um)	3 (três)	5 (cinco)
Uso de EPI por Parte dos Funcionários	Não	As Vezes	Sim
Benefícios Extras aos Funcionários	Não	As Vezes	Sim
Investimentos em Projetos Sociais	Abaixo da Média	Na Média	Acima da Média
Média de Funcionários Fixos por HÁ	Abaixo da Média	Na Média	Acima da Média
Água Disponibilizada para Consumo Humano	Não Tratada	Filtrada	Tratada
Média Salarial de Funcionários	Abaixo da Média	Na Média	Acima da Média
VARIÁVEIS AMBIENTAIS (SSA)	NÍVEL		
	1 (um)	3 (três)	5 (cinco)
Licenciamento Ambiental	Não	Em Processo	Sim
Risco de Contaminação Química	Sim	Médio	Não
Risco de Eutrofização	Sim	Médio	Não
Viabilidade sem Energia Elétrica ou Fóssil	Não	Médio	Sim
Controle de Plantas Espontâneas	Herbicidas	Herbicidas + Capina	Capina
Uso de Insumos no Manejo	Químicos	Químicos + Orgânicos	Orgânicos
Manejo Preventivo	Não Realiza	As Vezes	Realiza Regularmente
Risco de Escape de Espécies Exóticas	Sim	Médio	Não
VARIÁVEIS ECONÔMICAS (SSE)	NÍVEL		
	1 (um)	3 (três)	5 (cinco)
Capacidade de Investimento	Baixo	Média	Alto
Produção Anual / HÁ	Fraco	Média	Alto
Selos de Certificação	Não Possui	Em Processo	Possui
Nível de Endividamento	Acima da Média	Na Média	Abaixo da Média
Margem de Lucro Bruta	Abaixo da Média	Na Média	Acima da Média
Taxa de Investimento	Abaixo da Média	Na Média	Acima da Média
VARIÁVEIS INSTITUCIONAIS (SSI)	NÍVEL		
	1 (um)	3 (três)	5 (cinco)
Participação Entidades de Apoio	Fraco	Médio	Alto
Relacionamento em Entidades de Pesquisa/Extensão	Fraco	Médio	Alto
Controles Internos de Gestão	Manual	Planilhas	Software de Gestão
Desenvolvimento de Pluriatividades	Abaixo da Média	Na Média	Acima da Média

Quadro 4: Variáveis indicadoras de sustentabilidade por dimensão.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao final será calculado um índice composto de sustentabilidade que será analisado de forma qualitativa seguindo a escala adotada por Matias (2012) conforme descrito no Quadro 5.

Nível de Sustentabilidade	Índices
Baixo nível de sustentabilidade	$1 \geq \text{IDSA} < 2,5$
Médio nível de sustentabilidade	$2,5 \geq \text{IDSA} < 4,0$
Alto nível de sustentabilidade	$4,0 \geq \text{IDSA} < 5,0$

Quadro 5: Escala para Avaliação Qualitativa para cálculo do Índice de Sustentabilidade

Fonte: Matias (2012).

3. Resultados e Discussões

3.1 Instalação e uso do software

A Figura 3 descreve o roteiro a ser seguido para a elaboração de projetos de investigação no software SASP Rural. São 5 fases e 17 passos que devem ser realizados sequencialmente. A primeira fase é responsável pelo download e instalação do software. A segunda fase é responsável pela construção dos cadastros básicos dos projetos de pesquisa. A terceira fase é responsável pelo cadastro montagem e configuração dos projetos de pesquisa que são investigados. Na quarta fase será realizado criado os ciclos de investigação de cada projeto e na quinta fase são gerado os relatórios e gráficos referentes aos ciclos de avaliação dos projetos.

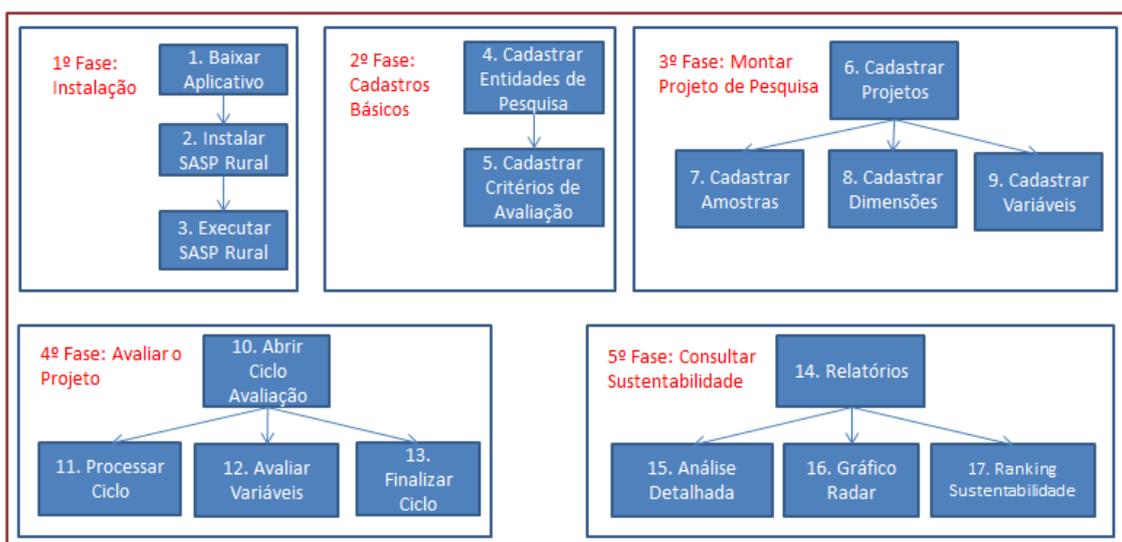


Figura 3: Roteiro de investigação de projetos de sustentabilidade no software SASP Rural.

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.1.1 Instalação do SASP Rural

Para baixar o aplicativo, acesse o endereço http://www.softgran.com.br/sasp/sasp_rural_setup.rar e copie o arquivo para uma pasta no computador.

Em seguida descompacte e execute o arquivo salvo `sasp_install.exe` e siga o assistente de instalação clicando sempre em Avançar. Na primeira tela será solicitado a escolha do idioma do instalador. Na segunda tela será exibido um formulário de Boas Vindas. Na terceira tela será solicitado a confirmação do Local de Destino da Instalação. Na quarta tela será exibido o nome da Pasta do Menu Iniciar que será criado. Na quinta tela será permitido ao usuário escolher se deseja criar um atalho do aplicativo SASP Rural na área de trabalho. Na sexta e ultima tela será solicitado que o usuário confirme suas escolhas e em seguida clicar no botão Instalar para que seja iniciada a instalação.

Se a instalação ocorrer tudo bem, será exibido a tela de Instalação com Sucesso com a opção de abrir o Software SASP após a conclusão. Neste momento será exibido o formulário de principal do SASP Rural conforme a Figura 4.



Figura 4: Formulário Principal SASP Rural.

Fonte: SASP Rural

3.2 Elaboração dos Cadastros Básicos

A próxima fase é realizar os cadastros básicos de Entidades de Pesquisa e Critérios de Avaliação. Nesta fase serão criados os cadastros de entidades de pesquisa e critérios de avaliação.

3.2.1 Cadastro de Entidades de Pesquisa

No cadastro de entidades de pesquisa, foi definido a unidade responsável pelo projeto de pesquisa bem como os pesquisadores envolvidos no processo. A Figura 5 apresenta a estrutura do cadastro.

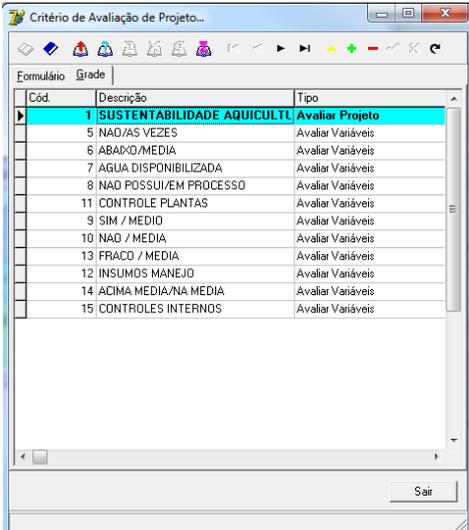
Cód	Nome	Tipo	Telefone	Celular
3	Prof. Dr. Omar Jorge Sabba	Pesquisador		
1	Wlanderson S. Rodrigues	Estudante		
2	Prof. Dra. Juliana R. C. Mau	Professor		

Figura 5: Entidade / Participantes Projeto Sustentabilidade Alevinagem em Mato Grosso do Sul

Fonte: SASP Rural.

3.2.2 Cadastro de Critérios de Avaliação

Para o projeto de investigação, foram criados doze (12) critérios de avaliação. A Figura 6 mostra todos os critérios de avaliação que foram criados para o projeto.

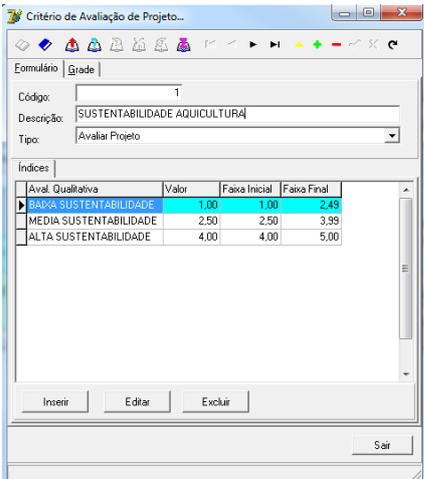


Cód.	Descrição	Tipo
1	SUSTENTABILIDADE AQUICULT.	Avaliar Projeto
5	NÃO/AS VEZES	Avaliar Variáveis
6	ABAIXO/MÉDIA	Avaliar Variáveis
7	ÁGUA DISPONIBILIZADA	Avaliar Variáveis
8	NÃO POSSUI/EM PROCESSO	Avaliar Variáveis
11	CONTROLE PLANTAS	Avaliar Variáveis
9	SIM / MÉDIO	Avaliar Variáveis
10	NÃO / MÉDIA	Avaliar Variáveis
13	FRACO / MÉDIA	Avaliar Variáveis
12	INSUMOS MANEJO	Avaliar Variáveis
14	ACIMA MÉDIA/NA MÉDIA	Avaliar Variáveis
15	CONTROLES INTERNOS	Avaliar Variáveis

Figura 6: Critérios de Avaliação – Projeto Sustentabilidade Alevinagem em Mato Grosso do Sul

Fonte: SASP Rural.

Como exemplo, a Figura 7 apresenta o principal critério de avaliação do projeto chamado Sustentabilidade Aquicultura utilizado por Matias (2012). Este critério possui três faixas de pontuação que vão indicar se o projeto tem baixa, média ou alta sustentabilidade.



Aval. Qualitativa	Valor	Faixa Inicial	Faixa Final
BAIXA SUSTENTABILIDADE	1,00	1,00	2,49
MÉDIA SUSTENTABILIDADE	2,50	2,50	3,99
ALTA SUSTENTABILIDADE	4,00	4,00	5,00

Figura 7: Critério Sustentabilidade Aquicultura

Fonte: SASP Rural.

Na figura 8 também é apresentado como exemplo o critério chamado Insumos Manejo que será utilizada para analisar a variável responsável por identificar o tipo de insumo que é utilizado no manejo da produção.

Aval. Qualitativa	Valor	Faixa Inicial	Faixa Final
QUIMICOS	1,00	1,00	1,00
▶ QUIMICOS + ORGANICOS	3,00	3,00	3,00
ORGANICOS	5,00	5,00	5,00

Figura 8: Critério Insumos Manejo – Sustentabilidade Alevinagem em Mato Grosso do Sul.

Fonte: SASP Rural.

3.3 Criando Projetos de Investigação

Conforma a figura 9, é apresentado como ficou o cadastro das amostras da pesquisa. O nível de detalhamento das amostras irá depender das características da investigação. No caso deste projeto, optou-se por não identificar o nome das propriedades sendo assim, cada uma foi identificada com uma letra do alfabeto de forma aleatória.

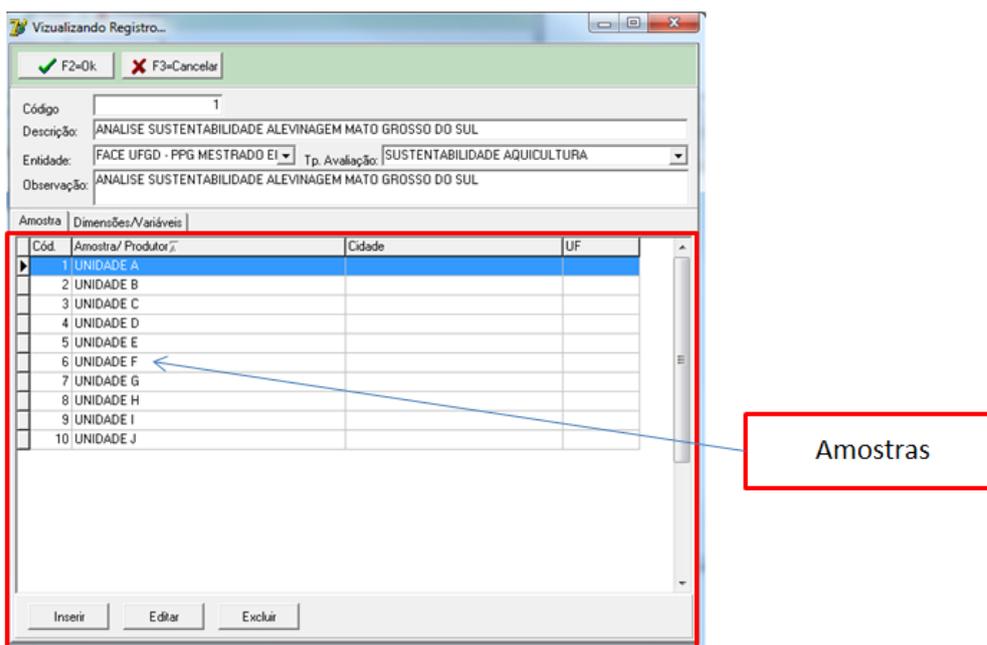


Figura 9: Amostra do Projeto Sustentabilidade Alevinagem em Mato Grosso do Sul.

Fonte: SASP Rural.

3.3.1 Dimensões e Variáveis do Projeto

Na Figura 10 é apresentado como ficou cadastrado das dimensões e as variáveis a serem investigadas. No projeto foram cadastradas as dimensões ambiental, econômica, social e institucional. Para cada dimensão foi especificada um conjunto de variáveis que foram investigadas.

The screenshot shows the 'Vizualizando Registro...' window with the following details:

- Código: 1
- Descrição: ANÁLISE SUSTENTABILIDADE ALEVINAGEM MATO GROSSO DO SUL
- Entidade: FACE UFGD - PPG MESTRADO EI
- Tp. Avaliação: SUSTENTABILIDADE AQUICULTURA
- Observação: ANÁLISE SUSTENTABILIDADE ALEVINAGEM MATO GROSSO DO SUL

The 'Dimensões' table is highlighted with a red box and contains the following data:

Cód.	Descrição	Peso
1	AMBIENTAL	1,00
2	ECONOMICA	1,00
3	SOCIAL	1,00

The 'Variáveis das Dimensões' table is also highlighted with a red box and contains the following data:

Cód.	Descrição	Peso	Tp. Avaliação
1	Licenciamento Ambiental	1,00	NAD POSSUI/EM PROCESSO
2	Risco de Contaminação Química	1,00	SIM / MEDIO
3	Risco de Eutrofização	1,00	SIM / MEDIO
4	Viabilidade sem Energia Elétrica ou Fóssil	1,00	NAD / MEDIA
5	Controle de Plantas Espontâneas	1,00	CONTROLE PLANTAS
6	Uso de Insumos no Manejo	1,00	INSUMOS MANEJO
7	Manejo Preventivo	1,00	NAD/AS VEZES

Red arrows point from the text boxes to the highlighted data in the tables.

Figura 10: Dimensões e Variáveis – Projeto Sustentabilidade Alevinagem Mato Grosso do Sul.

Fonte: SASP Rural.

3.4 Criando Ciclos de Avaliação de Projetos

Após a montagem do projeto, o próximo passo é realizar rodadas de investigação das variáveis através da coleta de dados a campo. Desta forma, cada dimensão de cada amostra será escolhida para que seja feito a análise das suas variáveis. A Figura 11 apresenta o formulário de ciclo de avaliação com a opção de Avaliar Dimensão.

The screenshot shows a software window titled "Vizualizando Registro...". It contains the following elements:

- Relatórios:** Buttons for "F2=Ok", "F3=Cancelar", and "Finalizar".
- Form Fields:** "Código: 1", "Data: 20/12/2015", "Status: Aberto", and "Projeto: ANÁLISE SUSTENTABILIDADE ALEVINAGEM MATO GROSSO DO SUL".
- Processar:** A button to process the data.
- Amostra Pesquisada:** A table with columns "Cód.", "Amostra/ Produtor", and "Nota Final".
- Dimensões:** A table with columns "Código", "Descrição", and "Nota Dimensão".
- Buttons:** A button labeled "Avaliar Dimensão" is located at the bottom left of the window.

Cód.	Amostra/ Produtor	Nota Final
1	UNIDADE A	2,75
2	UNIDADE B	2,02
3	UNIDADE C	2,71
4	UNIDADE D	1,96
5	UNIDADE E	3,83
6	UNIDADE F	2,75
7	UNIDADE G	3,04
8	UNIDADE H	3,15

Código	Descrição	Nota Dimensão
1	AMBIENTAL	2,75
2	ECONOMICA	2,00
3	SOCIAL	2,33
4	INSTITUCIONAL	1,00

Figura 11: Ciclo de Avaliação – Projeto Sustentabilidade Alevinação em Mato Grosso do Sul.

Fonte: SASP Rural.

3.4.1 Avaliação de Variáveis

Após a escolha da Amostra/Dimensão, o próximo passo é avaliar as variáveis que compõe a mesma. A Figura 12 apresenta um exemplo de avaliação de uma variável pertencente a Amostra B que compõe a dimensão ambiental. O usuário pode realizar uma avaliação aberta bem como uma avaliação qualitativa e quantitativa.

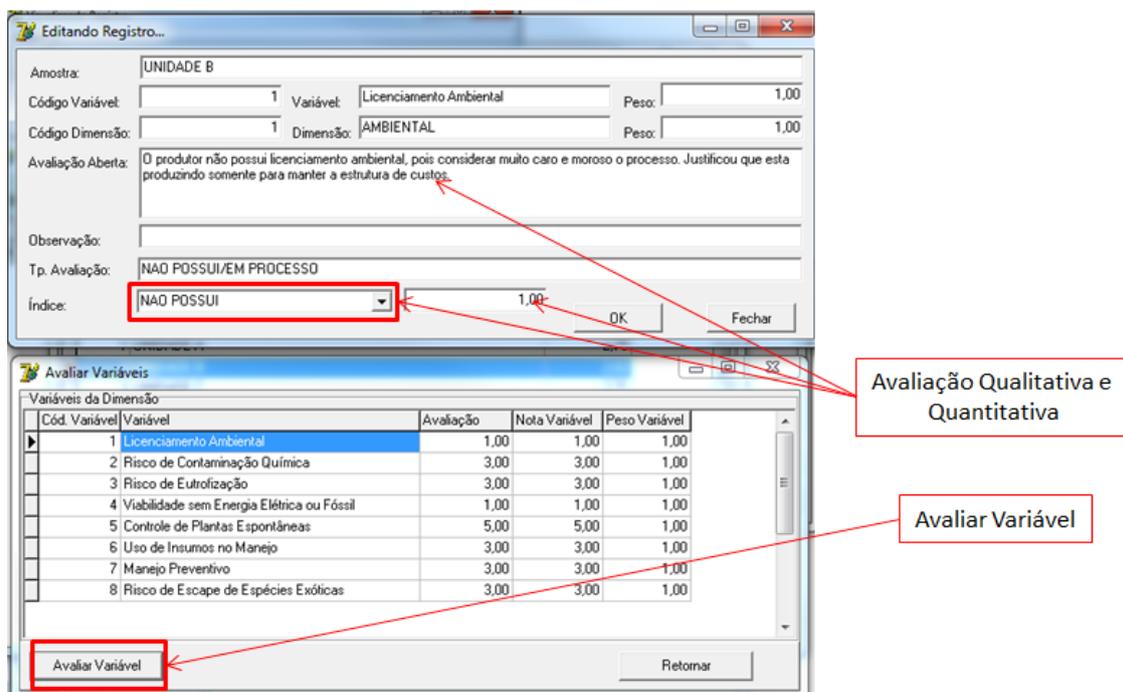


Figura 12: Avaliação Qualitativa e Quantitativa – Projeto Sustentabilidade Alevinagem Mato Grosso do Sul.

Fonte: SASP Rural.

3.5 Relatórios de Sustentabilidade SASP Rural

A Figura 13 apresenta os principais recursos do SASP Rural para gerar relatórios e gráficos sobre o resultado de investigação dos projetos de sustentabilidade. São basicamente quatro possibilidades de visões dos indicadores de sustentabilidade:

- Relatório Detalhado de Análise das Amostras:** Relatório que descreve detalhadamente o desempenho de cada variável e de cada dimensão a partir dos critérios escolhidos durante um determinado ciclo de avaliação.
- Gráfico Radar das Variáveis:** Gráfico radar das variáveis por dimensão baseado nas notas de desempenho calculadas das mesmas.
- Ranking de Sustentabilidade de Amostras:** Ranking de todas as amostras a partir do cálculo do Índice Composto de Sustentabilidade processado a partir dos critérios de avaliação das variáveis e dimensões.
- Opção Processar Médias de Todas as Amostras:** Este recurso tem como objetivo permitir que seja gerado os relatórios considerando as médias de desempenho de todas as amostras. Seu principal benefício é permitir a análise das informações agregadas e descrever o nível de sustentabilidade de toda a atividade.

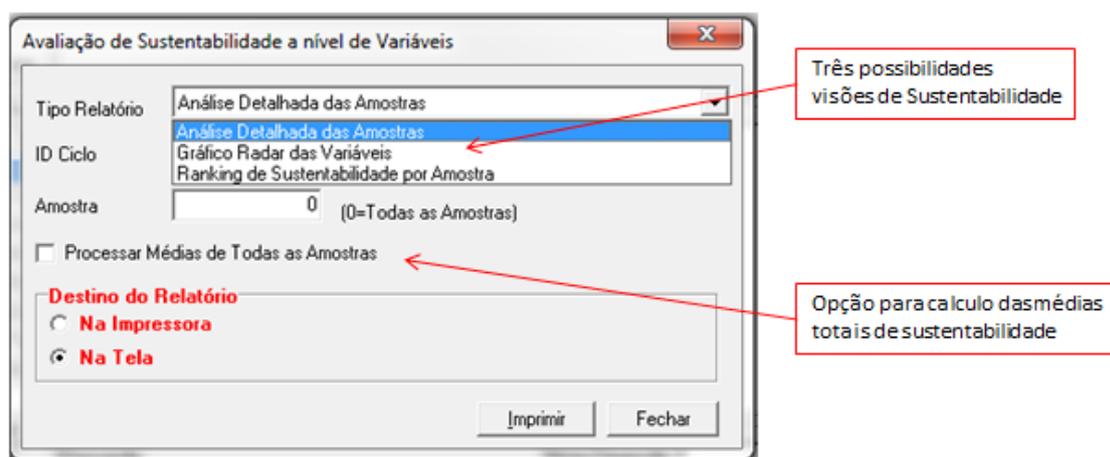


Figura 13: Módulo Relatório Avaliação de Sustentabilidade Software SASP Rural.

Fonte: SASP Rural.

3.5.1 Relatório Detalhado de Análise das Amostras

Neste relatório é possível analisar a sustentabilidade das amostras por dimensão/variável. A Figura 14 apresenta o resultado de processamento do projeto.

SASP RURAL - Software de Análise da Sustentabilidade de Atividades Rurais			
Relatório Detalhado de Análise das Amostras			
ANÁLISE SUSTENTABILIDADE ALEVINAGEM MATO GROSSO DO SUL			
AMOSTRA: UNIDADE A		- 1	
NOTA AMOSTRA: 2,75	AVALIAÇÃO: MÉDIA SUSTENTABILIDADE		
DATA CICLO: 20/12/2015			
DIMENSÃO: AMBIENTAL			
NOTA DIMENSÃO: 3,00	AVALIAÇÃO: MÉDIA SUSTENTABILIDADE		
Variável:-----		Avaliação	Nota
1 - Licenciamento Ambiental		SIM POSSUI	5,00
2 - Risco de Contaminação Química		MEDIO	3,00
3 - Risco de Eutrofização		MEDIO	3,00
4 - Viabilidade sem Energia Elétrica ou Fóssil		NAO	1,00
5 - Controle de Plantas Espontâneas		HERBICIDA + CAPINA	3,00
6 - Uso de Insumos no Manejo		QUÍMICOS + ORGANICOS	3,00
7 - Manejo Preventivo		AS VEZES	3,00
8 - Risco de Escape de Espécies Exóticas		MEDIO	3,00
DIMENSÃO: ECONOMICA			
NOTA DIMENSÃO: 2,33	AVALIAÇÃO: BAIXA SUSTENTABILIDADE		
Variável:-----		Avaliação	Nota
1 - Capacidade de Investimento		ABAIXO DA MEDIA	1,00
2 - Produção Anual / Há		MEDIA	3,00
3 - Selos de Certificação		NAO POSSUI	1,00
4 - Nível de Endividamento		ABAIXO DA MEDIA	5,00
5 - Margem de Lucro Bruta		NA MEDIA	3,00
6 - Taxa de Investimento		ABAIXO DA MEDIA	1,00
DIMENSÃO: SOCIAL			
NOTA DIMENSÃO: 2,67	AVALIAÇÃO: MÉDIA SUSTENTABILIDADE		
Variável:-----		Avaliação	Nota
1 - Uso de EPI por Parte dos Funcionários		AS VEZES	3,00
2 - Benefícios Extras aos Funcionários		NAO	1,00
3 - Investimentos em Projetos Sociais		ABAIXO DA MEDIA	1,00
4 - Média de Funcionários Fixos por Há		NA MEDIA	3,00
5 - Água Disponibilizada para Consumo Humano		FILTRADA	3,00
6 - Média Salarial de Funcionários		ACIMA DA MÉDIA	5,00
DIMENSÃO: INSTITUCIONAL			
NOTA DIMENSÃO: 3,00	AVALIAÇÃO: MÉDIA SUSTENTABILIDADE		
Variável:-----		Avaliação	Nota
1 - Participação Entidades de Apoio		ALTO	5,00
2 - Relacionamento em Entidades de Pesquisa/Extensão		MEDIA	3,00
3 - Controles Internos de Gestão		PLANILHAS	3,00
4 - Desenvolvimento de Pluriatividades		ABAIXO DA MEDIA	1,00
SASP Rural Versão Acadêmica - Todos os direitos reservados.			

Figura 14: Relatório Detalhado Sustentabilidade das Amostras – Projeto Sustentabilidade Alevinagem Mato Grosso do Sul.

Fonte: SASP Rural.

3.5.2 Relatório Gráfico Radar

A Figura 15 apresenta um exemplo do gráfico radar gerado pelo SASP Rural considerando a dimensão ambiental da amostra Unidade A.

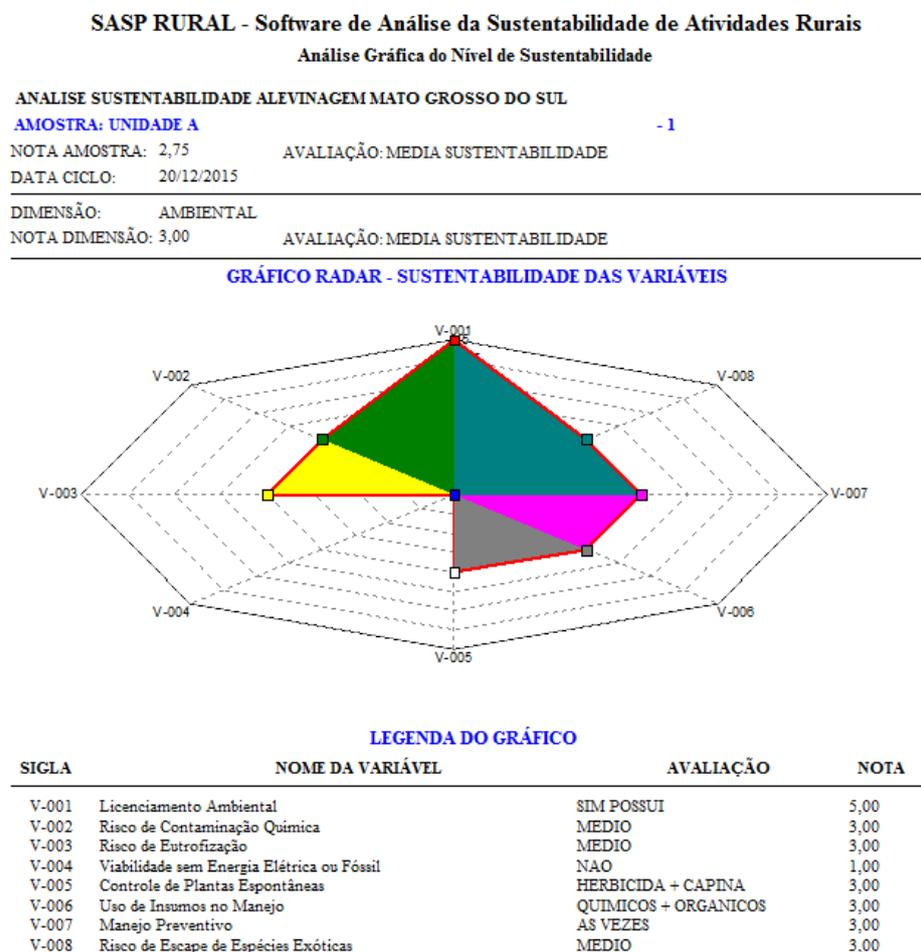


Figura 15: Exemplo Gráfico Radar – Projeto Sustentabilidade Alevinagem Mato Grosso do Sul.

Fonte: SASP Rural.

3.5.3 Relatório Ranking de Sustentabilidade de Amostras

Como forma de classificar as amostras conforme a nota final de sustentabilidade calculada para cada unidade produtiva, o SASP Rural apresenta o relatório Ranking de Sustentabilidade. Ele é montado a partir da classificação das unidades produtivas conforme a pontuação obtida a partir das avaliações das variáveis. O resultado é mostrado na Figura 16.

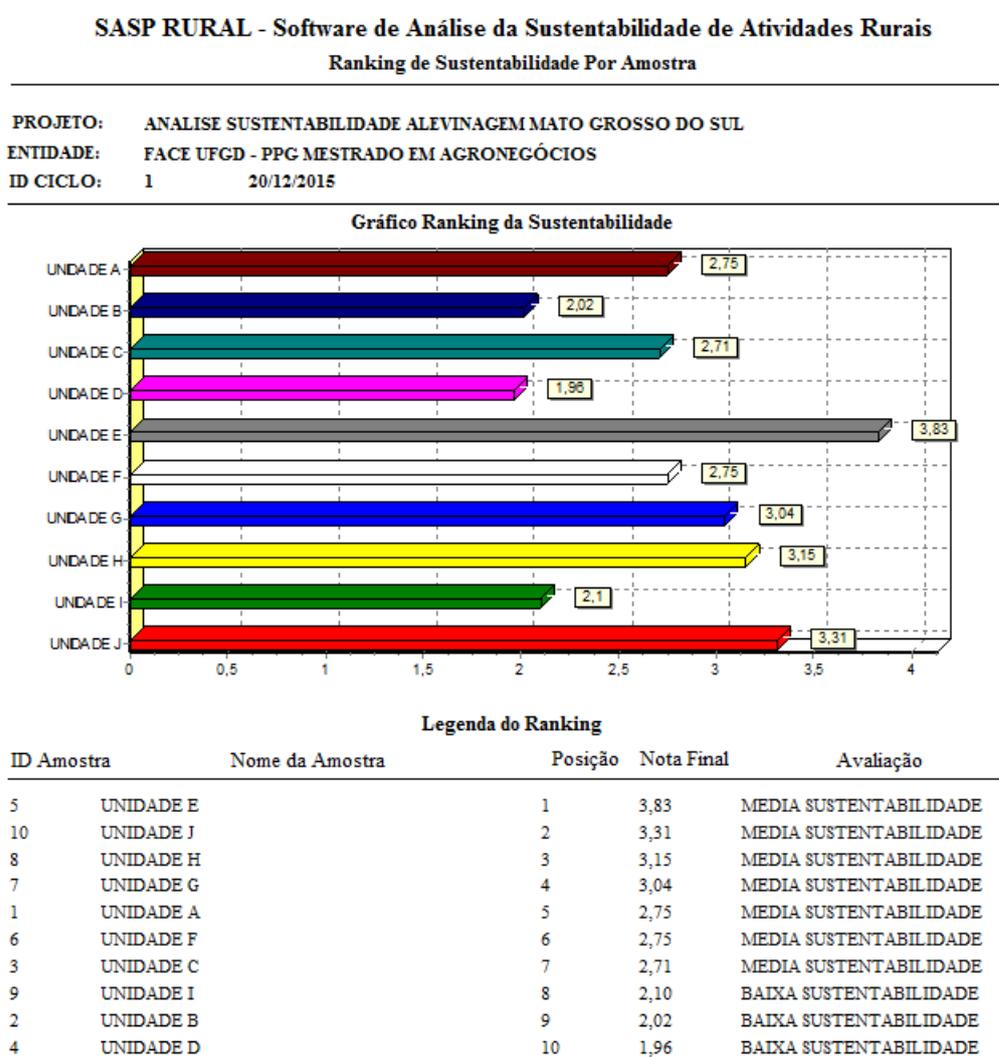


Figura 16: Ranking de Sustentabilidade – Projeto Sustentabilidade Alevinagem em Mato Grosso do Sul.

Fonte: SASP Rural.

4. Conclusões

As alterações climáticas a nível global tem chamado a atenção da humanidade para a importância do desenvolvimento de uma agricultura sustentável. Estudos tem mostrado o quanto a produção de alimentos pode impactar negativamente o meio ambiente e neste cenário, a criação e o compartilhamento de ferramentas e tecnologias que contribuam para melhorar os indicadores sustentáveis de produção agrícola são cruciais para a sobrevivência da humanidade nas próximas décadas. A utilização de frameworks, indicadores e índices compostos juntamente com a construção de bancos de dados com informações sobre o nível de sustentabilidade dos produtores rurais, se apresenta como uma importante ferramenta rumo ao desenvolvimento sustentável. Neste sentido, a construção do software proposto neste artigo pode contribuir para a elaboração de um banco de dados com informações sobre o nível de sustentabilidade de uma diversidade de atividades produtivas rurais bem como o calculo de indicadores e índices compostos que permitem investigar e direcionar planos de ação rumo a produção sustentável com base nas dimensões e variáveis de estudo. Esta metodologia permite a elaboração de relatórios e gráficos detalhados sobre quais pontos dentro das dimensões de sustentabilidade estudadas precisam de ações específicas melhorar seu desempenho. Este processo de avaliação da sustentabilidade proporciona um método para que as organizações de agricultores comecem a avaliar seus próprios membros dentro de uma abordagem participativa e interdisciplinar, requisito este fundamental para que os planos de desenvolvimento sustentável saia dos conceitos teóricos e avance para o dia a dia dos produtores rurais e efetivamente impacte de forma positiva as alterações climáticas do planeta.

Como sugestão para novos recursos do software, sugere-se a inclusão de um módulo que utilizasse a programação linear através da Análise Envoltória de Dados para montar rankings de sustentabilidade dos produtores rurais (SONG *et al.* 2012). Este recurso permitiria que os produtores investigados fossem analisados com base na sua produtividade e nos insumos e recursos consumidos durante o processo de produção, mostrando qual a melhor combinação de produção/insumo é mais sustentável. Este recurso permitiria a definição de fronteiras de eficiência considerando os próprios

produtores rurais. Outra sugestão é que o software seja transferido para uma plataforma que permita o acesso *online* pelos pesquisadores, tornando possível o trabalho integrado de entidades de pesquisa na área de sustentabilidade.

5. Referências

AZAPAGIC, A. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 12, p. 639-662, 2004.

BEBBINGTON, J.; BROWN, J.; FRAME, B. Accounting technologies and sustainability assessment models. **Ecological Economics**, v. 61, p.224-236, 2007.

BOOYSEN, F. An overview and evaluation of composite indices of development. **Social Indicators Research**, v. 59, p. 115-151, 2002.

GRI – Global Reporting Initiative. **The Global Reporting Initiative – An Overview**. Global Reporting Initiative, Boston, USA, 2002a. Disponível em: www.globalreporting.org (2004).

GRI – Global Reporting Initiative. **Sustainability Reporting Guidelines 2002 on Economic and Social Performance**. Global Reporting Initiative, Boston, USA, 2002b. Disponível em: www.globalreporting.org (2004).

KEY. Knowledge Economy Indicators - Work Package 7, State of the Art Report on Simulation and Indicators, 2005.

KRAJNC, D.; GLAVIC, P. A Model for integrated assessment of sustainable development. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 43, p. 189-208, 2005.

LABUSCHAGNE, C.; BRENT, A. C.; VAN ERCK, R. P. G. Assessing the sustainability performances of industries. **Journal of Cleaner Production**, v. 13, p. 373-385, 2005.

LÓPEZ-RIDAURA, S.; MASERA, O.; ASTIER, M. Evaluating the sustainability of complex socio-environmental system. The MESMIS framework. **Ecological Indicators**, v. 2, p. 135-148, 2002.

MATIAS, J. F. N. **Análise da sustentabilidade da aquicultura em águas de domínio da União, nos parques aquícolas do Reservatório do Castanhão, estado do Ceará: estudo de caso**. 2012. 127 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Pesca), Universidade Federal do Ceará, Ceará. 2012.

NAMBIAR, M.; GUPTA, P.; FU, Q.; LI, S. Biophysical, chemical and socio-economic indicators for assessing agricultural sustainability in the Chinese coastal zone. **Agriculture, Ecosystem & Environment**, v. 87, n. 2, p. 209–214, 2001.

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development. **An Update of the OECD Composite Leading Indicators**. Short-term Economic Statistics Division, Statistics Directorate/OECD, 2002. Disponível em: <http://www.oecd.org> (2004).

RAMACHANDRAN, N. **Monitoring Sustainability: Indices and Techniques of Analysis**. Concept Publishing Company, 2000, New Delhi.

RIGBY, D.; WOODHOUSE, P.; YOUNG, T.; BURTON, M. Constructing a farm level indicator of sustainable agricultural practice, **Ecological Economics**, v. 39, p. 463–478, 2001.

SINGH, R. K.; MURTY, H. R.; GUPTA, S. K. DIKSHIT, A. K. An overview of sustainability assessment methodologies. **Ecological Indicators**, v. 15, p. 281-299, 2012.

TILMAN, D.; BALZER, C.; HILL, J.; BEFORT, B. L. Global food demanda and the sustainable intensification of agriculture. **PNAS**, v. 108, n. 50, p. 20260-20264, 2011.

VAN CAUWENBERGH N.; BIALA K.; BIELDERS C.; BROUCKAERT V.; FRANCHOIS L.; GARCIA CIDAD V.; HERMY M.; MATHIJS E.; MUYS B.;REIJNDERS J.; SAUVENIER X.; VALCKX J.; VANCLOOSTER M.; VAN DER VEKEN B.; WAUTERS E.; PEETERS A.SAFE - A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems, **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 120, p. 229–242, 2007.

VERMEULEN, S. J.; AGGARWAL, P. K.; AINSIDE, A.; ANGELONE, C.; CAMPBELL, B. M.; CHALLINOR, A. J.; HANSEN, J. W.; INGRAM, J. S. I.; JARVIS, A.; FRISTJANSON, P.; LAU, C; NELSON, G. C.; THORNTON, P. K.; WOLLENBERG, E. Options for support to agriculture and food security under climate change. **Environmental Science & Policy**, v. 15, p. 136-144, 2012.

WBCSD – World Business Council for Sustainable Development. **Signals of Change: Business Progress Toward sustainable Development**. Geneva, Switzerland. 1997.

WCED – World Commission on Environment and Development. **Our Common Future**. Oxford Univ. Press, Oxford. 1987.

ZHAM, F.; VIAUX, P.; VILAIN, L.; GIRARDIN, P.; MOUCHET, C. Assessing farm sustainability with the IDEA method from the concept of agriculture sustainability to case studies on farms, **Sustainable Development**, v. 16, n. 4, p. 271–281, 2008.

Capítulo IV

CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Nesta dissertação o objetivo principal foi demonstrar o uso de um framework juntamente com a Análise Envoltória de Dados para elaborar um ranking de eficiência ambiental e operacional dos produtores de alevinos presentes no estado de Mato Grosso do Sul. A mensuração da sustentabilidade de atividades produtivas passa primeiramente pela escolha de um framework adequado que sirva como base teórica para a seleção e combinação dos indicadores e variáveis que serão utilizadas na apuração dos índices compostos que servirão de base para os resultados da investigação (OCDR-JRC, 2008). O uso da Análise Envoltória de Dados (DEA) juntamente com indicadores de sustentabilidade mostra como a eficiência operacional influencia e impacta o meio ambiente permitindo que seja feita inferências sobre a redução do impacto com o aumento da eficiência ou também a identificação ineficiências operacionais (SAMUEL-FITWI *et al.* 2012).

Seguindo a metodologia de Matias (2012), o resultado foi o cálculo de um indicador chamado Índice de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura (IDSA) que agrega a análise das variáveis de cada dimensão estudada. Em seguida, este índice foi utilizado para analisar a eficiência ambiental e operacional de cada produtor utilizando a Análise Envoltória de Dados (DEA). A junção destas duas ferramentas permitiu que fosse feita interessantes discussões e inferências dos resultados encontrados e se mostrou como uma das possíveis ferramentas que podem ser adotadas para o desenvolvimento sustentável da aquicultura estadual.

Porém, durante a nossa investigação muitos outros dados foram levantados sobre a situação da aquicultura estadual, e acreditamos que esta discussão pode trazer resultados práticos o setor produtivo. Nesta seção será apresentada uma análise de parte dos dados qualitativos coletados a luz do Plano de Desenvolvimento da Aquicultura Brasileira (PDA) – 2015/2020 elaborado pelo MPA (2015). Este plano tem como meta alcançar até 2020 a produção de 2 milhões de toneladas de pescado no Brasil através da aquicultura e servir de parâmetro na execução de políticas públicas de planejamento e ordenamento da aquicultura nacional de forma a ampliar e efetivar ações que vão orientar o desenvolvimento sustentável da aquicultura brasileira.

Sendo assim, nesta seção serão comparados os resultados desta pesquisa com os parâmetros descritos no PDA, para que os resultados finais possam servir de inspiração para a elaboração de um PDA elaborado sob medida para o Estado de Mato Grosso do Sul e contribuir para que o estado faça parte efetivamente do plano de desenvolvimento da aquicultura nacional.

Esta análise será realizada do ponto de vista das dimensões de sustentabilidade econômica, ambiental, social e institucional e os entraves ou oportunidades de melhoria identificadas em cada dimensão serão descritos e comparado com as ações estabelecidas para alcançar as metas de crescimento da produção aquícola nacional até 2020.

Índice de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura (IDSA)

A discussão qualitativa dos dados coletados em cada dimensão será realizada a luz do desempenho de cada subíndice calculado no capítulo II deste trabalho. Será apresentada a nota média obtida a partir dos dados de todas as fazendas investigadas.

PDA Estadual para a Dimensão Social

A análise da dimensão social levou em consideração os princípios relacionados a melhoria da qualidade de vida do empregador e colaboradores, a contribuição com a segurança alimentar e ao fortalecimento dos investimentos sociais dos produtores de alevinos. A nota final média obtida por essa dimensão foi de 2,66; o que caracteriza como média sustentabilidade.

Foi detectado que para este índice passar para a faixa de alta sustentabilidade será necessário enfrentar os problemas relacionados principalmente a qualificação e a permanência na fazenda dos colaboradores contratados pelos produtores. A grande reclamação dos produtores entrevistados é sobre a dificuldade de contratar pessoas com conhecimento mínimo necessário para lidar com a alevinagem e, além disso, quando contrata o tempo de permanência na empresa é muito baixo. Foi observado que a média salarial paga a esses colaboradores é de R\$ 1.092,00.

Neste sentido, no PDA nacional MPA (2015), é feita referência à duas ações que podem contribuir com soluções para este problema:

- a) Apoiar o setor na capacitação de produtores, técnicos e trabalhadores no tocante à difusão das Boas Práticas de Manejo e Medidas de Biossegurança;
- b) Realização de ações de intercâmbio e ações formativas com produtores, gestores e técnicos da região.

Como sugestão para expandir esta ação, seria relevante que dentro de algumas dessas ações juntamente com os planos de capacitação da mão de obra, houvesse em paralelo a troca de conhecimento com os produtores para que seja adotado mecanismos de investigação das necessidades intrínsecas e extrínsecas dos trabalhadores rurais (WARBURTON *et al.* 2014). Estes esforços iriam poderiam contribuir para a criação de planos de retenção da força de trabalho rural. As demandas identificadas poderiam ser vinculadas aos níveis de produtividade esperado pelos produtores rurais. Esta iniciativa poderia contribuir para reter um perfil de mão de obra mais qualificada que conseqüentemente seria mais bem remunerada, contribuindo para o aumento da produtividade final, a melhoria da qualidade de vida de colaboradores e produtores e com o aumento da taxa de retenção da equipe de trabalho.

PDA Estadual para a Dimensão Ambiental

A análise da dimensão ambiental levou em consideração os princípios relacionados à garantia de suporte e capacidade dos recursos naturais, aumento do viés ecológico, proteção da biodiversidade e do bem estar animal. A nota final obtida por esta dimensão foi de 2,77; o que caracteriza como média sustentabilidade.

Nesta dimensão para que fosse possível melhorar o subíndice de sustentabilidade, os principais problemas a serem superados pelos produtores estão relacionados ao processo de licenciamento ambiental das unidades produtivas, a necessidade de melhoramento genético de espécies nativas e a falta de tecnologia de manejo relacionada a sanidade dos animais. A falta de insumos regulamentados para lidar com questões de sanidade da aquicultura faz com que os produtores tenham que recorrer a tratamentos alternativos em casos extremos.

Para lidar com os entraves da dimensão ambiental foram encontrado no MPA (2015) as seguintes ações:

- a) Realizar trabalhos junto aos governos estaduais e seus Órgãos Estaduais de Meio Ambiente (OEMA), com o intuito de agilizar e simplificar os processos de licenciamento ambiental para a aquicultura;
- b) Apoiar o setor na capacitação de produtores, técnicos e trabalhadores no tocante à difusão das Boas Práticas de Manejo e Medidas de Biossegurança;
- c) Apoiar a realização de pesquisas na área de genética, nutrição, reprodução, controle de enfermidades, novas tecnologias de produção, gestão e comercialização das unidades produtivas;

As ações acima descritas encontradas no MPA (2015) se apresentam em consonância com os principais problemas ambientais do desenvolvimento da aquicultura estadual. Diminuir a morosidade do licenciamento ambiental, capacitar os produtores, técnicos e trabalhadores e investir em pesquisa para os problemas de produção e gestão são fatores críticos para a sustentabilidade da aquicultura.

PDA Estadual para a Dimensão Econômica

A análise da dimensão econômica levou em consideração os princípios relacionados a aumentar a capacidade de lidar com as incertezas, promover uma produção de longo prazo e desenvolver estratégias que promovam a qualidade do produto entregue ao consumidor. A nota final obtida deste subíndice foi de 3,00; que caracteriza como média sustentabilidade.

O primeiro problema encontrado nesta dimensão se refere ao desconhecimento dos produtores alevinos de linhas de financiamento específicas para a aquicultura. Somente 20% da amostra tinham acesso a linhas de crédito para expansão da produção aquícola. O restante desconhecia totalmente qualquer tipo de financiamento específico para a aquicultura. Neste sentido uma das ações descritas no MPA (2015) se refere ao esforço de realizar um trabalho junto às instituições financeiras para facilitar o acesso ao crédito para a cadeia produtiva da aquicultura. Porém vale ressaltar que tem de haver um esforço burocrático para disponibilizar as linhas de financiamento nas instituições financeiras bem como um esforço de comunicação para que os produtores do estado, em

especial os produtores de alevinos do estado que estão no começo da cadeia possam ser informados e beneficiados.

Outro problema da dimensão econômica está relacionado a aquisição de ração dentro do estado. Segundo os produtores a ração hoje representa 60% do custo total de produção. Foi identificado também que a 80% dos produtores adquire ração de outros estados por considerar que a ração produzida aqui é de baixa qualidade e alto custo. Apesar de o estado ser um importante produtor de matéria prima para a ração, hoje existe somente uma fábrica localizada no município de Dourados. Esta limitação força os produtores a comprar a ração de outros estados mas o valor da alíquota de ICMS interna faz com que o custo final se torne mais caro do que o custo para os produtores de alevinos de outros estados, o que acaba afetando a competitividade do setor. No Plano de Desenvolvimento da Aquicultura 2015-2020 (MPA, 2015) não está descrito políticas específicas para este problema, porém há ações para incentivar o fomento do encadeamento produtivo envolvendo micros, pequenos, médios e grandes produtores de forma a viabilizar o acesso às tecnologias e linhas de crédito. No caso específico de Mato Grosso do Sul se o estado deseja desenvolver a aquicultura, tem que haver um plano de ação específico para lidar com este problema, seja incentivando a fabricação de ração de qualidade a custo competitivo dentro do estado ou revendo a política tributária para a ração adquirida em outros estados.

O terceiro problema está relacionado a dificuldade dos produtores comercializar a sua produção. Segundo os produtores, a legislação sanitária de alguns municípios do estado não permite a comercialização diretamente para o consumidor, exigindo que o peixe seja abatido em algum frigorífico. Esses mesmos produtores afirmam que existe uma dificuldade muito grande de negociar com os frigoríficos do estado em razão do valor ofertados para a compra do peixe. Para os produtores, os valores ofertados não cobrem o custo de produção. Porém foi identificado no levantamento que 80% dos produtores não controlam os seus custos apropriadamente. Sendo assim sugerimos que o esforço para resolver este problema deve passar pela abertura de novos canais de comercialização e também por programas de qualificação junto aos produtores relacionado a gestão financeiros dos custos envolvendo o momento correto da comercialização da sua produção.

As conclusões sobre os principais problemas desta dimensão estão relacionado a baixa capacidade de investimento dos produtores, desconhecimento de linhas de crédito específicas para aquicultura, alto custo de produção em razão da alíquota de ICMS estadual comparado com os estados vizinhos, dificuldade de comercialização da produção, inexistência de programas de certificação de qualidade, ineficiência na gestão dos custos de produção.

Para lidar com estes problemas, pode-se encontrar no MPA (2015) as seguintes ações:

- a) Realizar trabalhos junto às instituições financeiras para facilitar o acesso ao crédito para a cadeia produtiva da aquicultura;
- b) Fomentar o encadeamento produtivo como forma de fortalecer a participação e a integração dos micros, pequenos, médios e grandes produtores, tendo em vista viabilizar o acesso às tecnologias e, especialmente, aos créditos para investimentos, custeio e comercialização dos seus produtos;

Recomendações Finais

O desenvolvimento da aquicultura no estado de Mato Grosso do Sul depende diretamente do apoio do poder público. Neste sentido, no PDA (MPA, 2015) é descrito a intenção da criação de Distritos Industriais Aquícolas (DIA). O objetivo desta iniciativa é maximizar o funcionamento de uma cadeia aquícola regional através da criação de centros de gestão que integre fornecedores e consumidores. Até 2020 a meta é criar 5 unidades deste tipo, porém o estado de Mato Grosso do Sul não será beneficiado. Esta seria uma iniciativa importante que poderia ser apoiada pelo governo e pelos gestores municipais. Pensar na criação de distritos industriais regionais com planos estratégicos que leve em consideração as aptidões econômicas e ambientais de cada região como o tamanho da lamina d'água, a proximidade com fornecedores de matéria prima e centros de pesquisa, a logística de distribuição por exemplo poderia tornar a atividade atraente para investidores e produtores rurais. Assim como há os distritos industriais de carne e grãos espalhadores por vários municípios do estado. A tecnologia da informação juntamente com a extensão rural poderia ser utilizada para

integrar produtores, entidades de pesquisa e frigoríficos facilitando o processo de gerenciamento, a assistência técnica e a previsão da produção potencializando o crescimento da atividade com lucro para empresários e produtores rurais e que vai gerar retorno para o estado através dos impostos sobre a circulação de mercadorias. Sendo assim resta aos gestores públicos refletir sobre o potencial do estado e junto com produtores, associações e principalmente as entidades de pesquisa elaborar estratégias sustentáveis para o desenvolvimento da aquicultura estadual.

LISTA DE REFERÊNCIAS

ABREU E FILHO, J. C. F. de; SOUZA, C. P. de; GONÇALVES, D. A.; CURY, M. V. Q. **Finanças Corporativas**. – 2ª Edição. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2003.

AZAPAGIC, A. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 12, p. 639-662, 2004.

BEBBINGTON, J.; BROWN, J.; FRAME, B. Accounting technologies and sustainability assessment models. **Ecological Economics**, v. 61, p.224-236, 2007.

BENÉ, C.; BARANGE, M.; SUBASINGHE, R.; PINSTRUP-ANDERSEN, P.; MERINO, G.; HEMRE, G.; WILLIAMS, M. Feeding 9 billion by 2050 – Putting Fish back on the menu. **Food Security**. v.7, p. 261-274, 2015.

BOOYSEN, F. An overview and evaluation of composite indices of development. **Social Indicators Reserarch**, v. 59, p. 115-151, 2002.

BOYD, C. E.; TUCKER, C.; MCNEVIN, A.; BOSTICK, K.; CLAY, J. Indicators of resource use efficiency and environmental performance in fish and crustacean aquaculture. **Reviews in Fisheries Science**, v.15, p. 327-360, 2007.

BUSCHMANN, A.H.; HERNÁNDEZ-GONZÁALEZ, M.C.; ARANDA, C.; CHOPIN, T.; NEORI, A.; HALLING, C.; TROELL, M. **Mariculture waste management**. In Encyclopedia of Ecology, ed. SE Jorgensen, BD Fath, p. 2211–17. Oxford, UK: Elsevier, 2008.

CASAL, C. Global documentation of fish introductions: the growing crisis and recommendations for action. **Biological Invasions**, v. 8, p. 3–11, jan. 2006.

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

CLARKE, J. L.; WAHEED, M. T.; LOSSL, A. G.; MARTINUSSEN, I.; DANIELL, H. How can plant genetic engineering contribute to cost-effective fish vaccine development for promoting sustainable aquaculture?. **Plant Molecular Biology**, v. 83, p.33-40, 2013.

CONSENSUS. 2005. **Defining indicators for sustainable aquaculture development in Europe**. Europium Community. <http://www.euraquaculture.info/>. Acessado em: 15 de Abril de 2015.

COELLI, T. **A guide to DEAP version 2.1. A data envelopment analysis computer program**. Centre for efficiency and productivity analysis, Department of econometrics, University of new England, Australia, 1996

DAVID, C.P.C.; STA. MARIA, Y.Y.; SIRINGAN, F.P.; REOTITA, J.M.; ZAMORA, P.B.; VILLANOY, C. L.; ZOMBRITO, E. Z.; AZANZA, R. V. Coastal pollution due to

increasing nutrient flux in aquaculture sites. **Environmental Geology**, v. 58, n. 2, p. 447-454, 2008.

DANTSIS, T.; DOUMA, C.; GIOURGA, C.; LOUMOU, A.; POLYCHRONAKI, E.A. methodological approach to assess and compare the sustainability level of agricultural plant production systems, **Ecological Indicators**, v. 10, n. 2, p. 256–263, 2010.

DAVID, F. S. ;Proença, D. C. ; Valenti, W. C. .Nitrogen balance in multi-spatial and multi-trophic systems with Nile tilapia and Amazon river prawn. In: World Aquaculture Adelaide 2014, 2014, Adelaide. **World Aquaculture Adelaide 2014 - Meeting Abstract**, 2014.

DIANA, J.S.; EGNA, H.S.; CHOPIN, T.; PETERSON, M.S.; CAO, L.; POMEROY, R.; VERDEGEM, M.; SLACK, E.T.; BONDAD-REANTASO, M.G.; CABELLO, F. Responsible Aquaculture in 2050: Valuing Local Conditions and Human Innovations Will Be Key to Success. **Bioscience**, v. 63, n. 4, p. 255-262, apr. 2013.

DIAS, E. F.; MAUAD, J. R. C.; SILVA, L. F.; GARCIA, R. G.; SGAVIOLI, S. Entraves e Perspectivas da Legislação Sanitária para o Desenvolvimento da Cadeia da Piscicultura em Dourados/MS. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 7, p. 1-12, 2016.

DOTTI, A.; VALEJO, P. A. P.; RUSSO, M. R. Licenciamento Ambiental na Piscicultura com Enfoque na Pequena Propriedade: Uma Ferramenta de Gestão Ambiental. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 3, n. 1, p. 6-16, 2012.

DUTRA, F. M. Análise da estrutura, conduta e desempenho da cadeia produtiva do peixe no município de Dourados/MS. Dissertação (Mestrado) –Universidade Federal da Grande Dourados, 2014. 103p.

FAO. **Aquaculture Planning: Policy formulation and implementation for sustainable development**. Rome. 2011. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/012/i1601e/i1601e00.pdf>>

FAO. **Agricultural cooperatives: paving the way for food security and rural development**. 2012. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/016/ap431e/ap431e.pdf>>

FAO. **La agricultura mundial em la perspectiva del año 2050**. 2009. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/La_agricultura_mundial.pdf>. Acesso em: 05 outubro 2014.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2014**. Roma: 2014. 223 Pg

FERREIRA, G. M. V.; SILVA, D. F. **Educação Cooperativista**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2015. 65p.

FIGUEIREDO, H. C. P.; LEAL, C. A. G. Sanidade Aquícola: Certificação Sanitária na Aquicultura. **Panorama da Aquicultura**. Ed. 107. 2008. Disponível em: <http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/Revistas/107/Sanidade107.asp>.

Acessado em: Fevereiro/2016.

FITWI, S. B.; WUERTS, S.; SCHROEDER, J. P.; SCHULZ, C. Sustainability assessment tools to support aquaculture development. **Journal Of Cleaner Production**. v. 32, p. 183-192, sep. 2012.

FOLEY, J.; RAMANKUTTY, N.; BRAUMAN, K. A.; CASSIDY, E. S.; GERBER, J. S.; JOHNSTON, M.; MUELLER, N. D.; O'CONNELL, C.; RAY, D. K.; WEST, P. C.; BALZER, C.; BENNETT, E. M.; CARPENTER, S. R.; HILL, J.; MONFREDA, C.; POLASKY, S.; ROCKSTRÖM, J.; SHEEHAN, J.; SIEBERT, S.; TILMAN, D.; ZAKS, D. P. Solutions for a cultivated planet. **Nature**, v. 478, p. 337–342, oct. 2011. DOI:10.1038/nature10452

FRANKIC, A.; HERSGNER, C. Sustainable aquaculture: developing the promise of aquaculture. **Aquaculture International**, v. 11, n. 6, p. 517-530, 2003.

GODFRAY, H. C. J. *et al.* Food Security: the challenge of feeding 9 billion people. **Science**, v. 327, p. 812-818, feb. 2010. DOI: 10.1126/science.1185383

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. 39p. (Documentos, 28).

GOMES, E.G.; MANGABEIRA, I.A.C.; SOARES DE MELLO, J.C.C.B. Análise de envoltória de dados para avaliação de eficiência e caracterização de tipologias em agricultura: um estudo de caso. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.43, p.607-631, 2005.

GOMES, E. G. Uso de Modelos DEA em agricultura. Revisão de literatura. **ENGEVISTA**, v. 10, n. 1, p. 27-51, 2008.

GÓMEZ-LIMÓN, J.A. e SANCHEZ-FERNANDEZ, G. Empirical evaluation of agricultural sustainability using composite indicators, **Ecological Economics**, v. 69, n. 5, p. 1062–1075, 2010.

GRI – Global Reporting Initiative. **The Global Reporting Initiative – An Overview**. Global Reporting Initiative, Boston, USA, 2002a. Disponível em: www.globalreporting.org (2004).

GRI – Global Reporting Initiative. **Sustainability Reporting Guidelines 2002 on Economic and Social Performance**. Global Reporting Initiative, Boston, USA, 2002b. Disponível em: www.globalreporting.org (2004).

HERMES, C. A. **Sistema agroindustrial de tilápia na região de Toledo-PR e comportamento de custos e receitas**. 2009. 141 f. Tese (Doutorado em Aquicultura), UNESP, Campus Jaboticabal, Jaboticabal. 2009.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal 2014**, v. 42, Brasil. Rio de Janeiro: IBGE; 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Aquisição alimentar domiciliar per capita**. Rio de Janeiro: IBGE; 2010.

KANKAINENA, M.; SETALAA, J.; BERRILLB, I. K.; RUOHONENC, K. NOBLED, C.; SCHNEIDERE, O. How to measure the economic impacts of changes in growth, feed, efficiency and survival in aquaculture. **Aquaculture Economics & Management**, v. 16, p. 341-364, 2012.

KASTENHOFER, K.; BECHTOLD, U.; WILFING, H. Sustaining Sustainability Science: The Role of established inter-disciplines. **Ecological Economics**, v. 70, p. 835-843, jan. 2011.

KLINGER, D.; NAYLOR, R. Searching for Solutions in Aquaculture: Charting a Sustainable Course. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 37, p. 247-276, 2012.

KRAJNC, D.; GLAVIC, P. A Model for integrated assessment of sustainable development. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 43, p. 189-208, 2005.

KRKOSEK, M.; FORD J.S.; MORTON, A.; LELE, S.; MYERS, R.A.; LEWIS, M.A. Declining wild salmon populations in relation to parasites from farm salmon. **Science**, v. 318, p.1772-1775, 2007.

LABUSCHAGNE, C.; BRENT, A. C.; VAN ERCK, R. P. G. Assessing the sustainability performances of industries. **Journal of Cleaner Production**, v. 13, p. 373-385, 2005.

LAZARD, J.; REY-VALETTE, H.; CLÉMENT, O.; AUBIN, J.; MATHÉ, S.; CHIA, E.; LEGENDRE, M.; CARUSO, D.; MIKOLASEK, O.; BLANCHETON, J.P.; SLEMBROUCK, J.; BARUTHIO, A.; RENÉ, F.; LEVANG, P.; MORISSENS, P. **Guide To The Co-Construction Of Sustainable Development Indicators In Aquaculture**. EVAD Research Project, Cirad, Ifremer, INRA, IRD, UM1: 2008. Desktop Publishing: Scribus. Montpellier cedex 5 – France. 144p.

LAZARD, J.; BARUTHIO, A.; MATHE, S.; REY-VALETTE, H.; CHIA, E.; CLÉMENT, O.; AUBIN, J.; MORISSENS, P.; MIKOLASEK, O.; LEGENDRE, M.; LEVANG, P.; BLANCHETON, J.; RENÉ, F. Aquaculture system diversity and sustainable development: fish farms and their representation. **Aquatic Living Resources**, v. 23, p. 187-198, 2010.

LAZARD, J.; REY-VALETTE, H.; AUBIN, J.; MATHE, S.; CHIA, E.; CARUSO, D.; MIKOLASEK, O.; BLANCHETON, J. P.; LEGENDRE, M.; RENÉ, F.; LEVANG, P.; SLEMBROUCK, J.; MORISSENS, P.; CLÉMENT, O. Assessing aquaculture sustainability: a comparative methodology. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, v.21, 2014.

LÓPEZ-RIDAURA, S.; MASERA, O.; ASTIER, M. Evaluating the sustainability of complex socio-environmental system. The MESMIS framework. **Ecological Indicators**, v. 2, p. 135-148, 2002.

LOZANO, S.; IRIBARREN, D.; MOREIRA, M. T.; FEIJOO, G. The link between operational efficiency and environmental impacts. A joint application of Life Cycle Assessment and Data Envelopment Analysis. **Science of The Total Environment**, v. 407, p. 1744-1754, 2009.

MATIAS, J. F. N. **Análise da sustentabilidade da aquicultura em águas de domínio da União, nos parques aquícolas do Reservatório do Castanhão, estado do Ceará: estudo de caso**. 2012. 127 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Pesca), Universidade Federal do Ceará, Ceará. 2012.

MARTINEZ, R. E.; LIMON, J. A. G.; TADEO, A. P. Ranking farms with a composite indicator of sustainability. **Agricultural Economics**, v. 42, p. 561-575, 2011.

MENDES, L. H. Brasil na rota da aquicultura mundial. **Valor Econômico**, 08 fev. 2013. Acesso <<http://www.valor.com.br/empresas/3000532/brasil-na-rotada-aquicultura-mundial>>. Acesso em: 10 Dez.2015.

MPA - MINISTERIO DA PESCA E AQUICULTURA. **Programa e Ações MPA 2012**. Acessado em: Jun/2014.

MPA, Ministério da Pesca e Aquicultura, **Balanco 2013**. Brasília, Julho. 2014. Disponível em <<http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Publicidade/Cartilha-Balan%C3%A7o-2013-Minist%C3%A9rio-Pesca-Aquicultura.pdf>>. Acesso em 29/01/2015.

MPA, Ministério da Pesca e Aquicultura, **Plano de Desenvolvimento da Aquicultura Brasileira – 2015/2020**. Disponível em: http://www.mpa.gov.br/files/docs/Outros/2015/Plano_de_Developmento_da_Aquicultura-2015-2020.pdf. Acessado em: 30/11/2015.

MOLDAN, B.; JANOUSKOVÁ, S.; HALK, T. How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets. **Ecological Indicators**, v. 17, p. 4-13, 2012.

NAMBIAR, M.; GUPTA, P.; FU, Q.; LI, S. Biophysical, chemical and socio-economic indicators for assessing agricultural sustainability in the Chinese coastal zone. **Agriculture, Ecosystem & Environment**, v. 87, n. 2, p. 209–214, 2001.

NASCIMENTO, S. C. O.; ARAÚJO, R. C. P.. Avaliação da sustentabilidade do projeto de piscicultura curupati-peixe no açude castanhão, Jaguaribara - Ce. *In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural - SOBER*, 46, Rio Branco-Acre, p.1-20, 20-23 jul. 2008.

NAYLOR, R.L.; GOLDBURG, R. J.; PRIMAVERA, J. H., KAUTSKY, N.; BEVERIDGE, M. C. M.; CLAY, J.; FOLKE, C.; LUBCHENCO, J.; MOONEY, H.; TROELL, M. Effects of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, v. 405, p. 1017-1024, 2000.

NAYLOR, R.; HINDAR, K.; FLEMING, I.A.; GOLDBURG, R.; WILLIAMS, S.; VOLPE, J.; WHORISKEY, F.; EAGLE, J.; KELSO, D.; MANGEL, M. Fugitive salmon: assessing the risks of escaped fish from net-pen aquaculture. *BioScience*, v. 55, p. 427–37, 2005.

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development. **An Update of the OECD Composite Leading Indicators. Short-term Economic Statistics Division**, Statistics Directorate/OECD, 2002. Disponível em: <http://www.oecd.org> (2004).

OCDE – JRC, Joint Research Centre, **Handbook on constructing composite indicators. Methodology and user guide**, OCDE, Paris. 2008.

OECD. Fisheries and Aquaculture Certification. 2011. Disponível em: http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/agriculture-and-food/fisheries-and-aquaculture-certification_9789264119680-en#page1. Acessado em: Fevereiro/2016.

OLIVA-TELES, A. Nutrition and health of aquaculture fish. *Journal of Fish Diseases*, v. 35, p. 83-108, 2012.

PADUA, S. B.; FILHO, R. N. M.; CRUZ, C. Alevinos Saudáveis: o ponto de partida para uma produção estável. *Panorama da Aquicultura*, v.22, n. 134, p. 30-37, 2012.

PÁEZ-OSUNA, F. The environmental impact of shrimp aquaculture: causes, effects, and mitigating alternatives. *Environmental Management*, v. 28, n. 1, p.131–140, jul. 2001.

PESSOA, M. C. P. Y.; SILVA, A. S.; CAMARGO, C. P. Qualidade e certificação de produtos agropecuários. **Brasília: Embrapa Informação Tecnológica**, 2002, 191p. (Texto para Discussão, 14).

PULLIN, R.S.V.; FROESE, R.; PAULY, D. Indicators for the sustainability of aquaculture. *In: BERT, T. M. (Ed.). Ecological and genetic implications of aquaculture activity*. Springer, New York: 2007, v. 6, p. 53-72.

RAMACHANDRAN, N. **Monitoring Sustainability: Indices and Techniques of Analysis**. Concept Publishing Company, 2000, New Delhi.

RAMETSTEINER, E.; PULZL, H.; OLSSON, J. A.; FREDERIKSEN, P. Sustainability Indicator Development – Science or Political Negotiation? **Ecological Indicators**, V. 11, P. 61-70, 2011

RESENDE, E. K. **As perspectivas da piscicultura em Mato Grosso do Sul**. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 4p. ADM – Artigo de Divulgação na Mídia, n.110. 2007. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/ADM110>>. Acesso em: 26 jul. 2014

RIGBY, D.; WOODHOUSE, P.; YOUNG, T.; BURTON, M. Constructing a farm level indicator of sustainable agricultural practice, **Ecological Economics**, v. 39, p. 463–478, 2001.

RODRIGUES, M. H. S et al. **Análise de eficiência dos produtores de leite do município de Rolim de Moura no estado de Rondônia. Campo Grande/MS**. 48º Congresso da SOBER, 2010. Disponível em: <<HTTP://www.sober.org.br/palestra/15/949.pdf>>. Acesso em: 15. Set.2014.

ROY, R. e CHAN, W. N. An assessment of agricultural sustainability indicators in Bangladesh: review and synthesis, **Environmentalist**, v. 32, p. 99–110, 2011.

ROCHA, R. M.; KREMER, L. P.; BAPTISTA, M. S.; METRI, R. Bivalve cultures provide habitat for exotic tunicates in southern Brazil. **Aquatic Invasions**, v. 4, p.195–205, 2009.

ROSA, P. F.; AMODEO, N. B. P.; SOUZA, D. N. A importância dos trabalhos de educação cooperativista para a extensão rural. **Revista Cooperativismo y Desarrollo**, v. 20, n. 101, p. 11-27, 2012.

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

SARÀ, G.; LO MARTIRE, M.; SANFILIPPO, M.; PULICANO, G.; CORTESE, G.; MAZZOLA, A.; MANGANARO, A.; PUSCEDDU, A. Impacts of marine aquaculture at large spatial scales: evidences from N and P catchment loading and phytoplankton biomass. **Marine Environmental Research** , v. 71, n. 5, p. 317-324, 2011.

SEIXAS, A. F. R.; PESSOA, M. C. P. Y.; LOSEKAN, M. E.; QUEIROZ, J. F.; INOUE, L. A. K. A. **Informatização de Indicadores para uso em práticas de manejo sustentável da aquicultura**. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 4., 2010, Campinas. Anais... Campinas: IAC: ITAL: APTA; Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2010. 1 CD-ROM.

- SILVA, S. S.; NGUYEN, T.T.T.; TURCHINI, G.M.; AMARASINGHE, U.S.; ABERY, N.W. Alien species in aquaculture and biodiversity: a paradox in food production. **AMBIO**, v. 38, p. 24–28, 2009.
- SINGH, R. K.; MURTY, H. R.; GUPTA, S. K.; DIKSHIT, A. K. An overview of sustainability assessment methodologies. **Ecological Indicators**, v. 9, p. 189-212, 2009.
- SINGH, R. K.; MURTY, H. R.; GUPTA, S. K. DIKSHIT, A. K. An overview of sustainability assessment methodologies. **Ecological Indicators**, v. 15, p. 281-299, 2012.
- STOKSTAD, E. Down on the shrimp farm. **Science**, v. 328, n. 5985, p. 1504-1505, jun. 2010.
- SUBASINGHE, R.; SOTO, D.; Jia, JS. Global aquaculture and its role in sustainable development. **Reviews in Aquaculture**, v. 1, n. 1, p. 2-9, mar. 2009.
- SOARES DE MELLO, J.C.C.B.; MEZA, L.A.; GOMES, E.G.; BIONI NETO, L. Curso de análise de envoltória de dados. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL (SBPO)**, 37., 2005, Gramado, RS. Anais... Gramado, RS: UEM, 2005. CD-ROM.
- SONG, M.; AN, Q.; ZHANG, W.; WANG, Z.; WU, J. Environmental efficiency evaluation based on data envelopment analysis: a Review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, p. 4465-4469, 2012.
- TADEO, A. J. P.; LIMÓN, J. A. G.; MARTÍNEZ, E. R. Assessing farming eco-efficiency: A Data Envelopment Analysis Approach. **Journal of Environmental Management**, v. 92, p. 1154-1164, 2011.
- TAVECHIO, W. L. G.; GUIDELLI, G.; PORTZ, L. Alternativas para a Prevenção e o Controle de Patógenos em Piscicultura. **Boletim do Instituto da Pesca**. v. 35, p. 335-341, 2009.
- TILMAN, D.; BALZER, C.; HILL, J.; BEFORT, B. L. Global food demanda and the sustainable intensification of agriculture. **PNAS**, v. 108, n. 50, p. 20260-20264, 2011.
- TORANZO, A. E.; MAGARINOS, B.; ROMALDE, J. L. A review of the main bacterial fish diseases in mariculture systems. **Aquaculture**, v. 246, p. 37–61, 2005.
- TURNES, V. A. **Sistema Delos: Indicadores Para o Processo de Desenvolvimento Local Sustentável**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós Graduação em engenharia de Produção. Florianópolis, 2004. 236p.
- VALENTI, W. C.; KIMPARA, J. M.; PRETO, B. L. Measuring aquaculture sustainability. **World Aquaculture**, v. 42, p. 26-30, 2011.

VAN CAUWENBERGH N.; BIALA K.; BIELDERS C.; BROUCKAERT V.; FRANCHOIS L.; GARCIA CIDAD V.; HERMY M.; MATHIJS E.; MUYS B.; REIJNDERS J.; SAUVENIER X.; VALCKX J.; VANCLOOSTER M.; VAN DER VEKEN B.; WAUTERS E.; PEETERS A. SAFE - A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems, **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 120, p. 229–242, 2007.

VERDEGEM, M.C.J.; BOSMA, R. H.; VERRETH, J. A. J. Reducing water use for animal production through aquaculture. **International Journal Water Resources Development**, v. 22, n. 1, p. 101-113, 2006.

WARBURTON, J.; MOORE, M. L.; CLUNE, S. J.; HODGKIN, S. P. Extrinsic and intrinsic factors impacting on the retention of older rural healthcare workers in the north Victorian public sector: a qualitative study. **Rural and Remote Health**, v. 14, n. 3, p. 1-16, 2014.

WBCSD – World Business Council for Sustainable Development. **Signals of Change: Business Progress Toward sustainable Development**. Geneva, Switzerland. 1997.

WCED – World Commission on Environment and Development. **Our Common Future**. Oxford Univ. Press, Oxford. 1987.

WorldFish. **Aquaculture, Fisheries, Poverty and Food Security**. 2011. n.65, 62 Pg.

ZHAM, F.; VIAUX, P.; VILAIN, L.; GIRARDIN, P.; MOUCHET, C. Assessing farm sustainability with the IDEA method from the concept of agriculture sustainability to case studies on farms, **Sustainable Development**, v. 16, n. 4, p. 271–281, 2008.

ZHEN, L.; ROUTRAY, J.; ZOEBISCH, M.; CHEN, G.; XIE, G.; CHENG, S. Three dimensions of sustainability of farming practices in the North China Plain: a case study from Ningjin County of Shandong Province, PR China, **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 105, n. 3, p. 507–522. 2005.

ZHOU, P.; POH, K. L.; ANG, B. W. A non-radial DEA approach to measuring environmental performance. **European Journal of Operational Research**, v. 178, p. 1-9, jun. 2006.

ZHOU, P.; ANG, B.W.; POH, K. L. A Survey of data envelopment analysis in energy and environmental studies. **European Journal of Operational Research**, v. 189, p. 1-18, 2008.

ANEXOS

Anexo A - Questionário Levantamento de Dados

I. Informações Gerais

1. Nome do Entrevistado:
2. Nome da Empresa:
3. Cargo Ocupado na Empresa:
4. Formação Profissional:

II. Histórico profissional

5. Tempo de experiência com piscicultura:
6. Tempo da existência da Empresa:
7. Como foi o início de criação da empresa?
8. É uma empresa familiar? outros membros da família fazem parte da empresa?
9. Qual a porcentagem de tempo dedicado a aquicultura?
10. Trabalha com outras atividades econômicas além da aquicultura?

III. Tipo e Nível do Relacionamento Externo

11. A empresa esta associada a algum tipo de entidade de apoio a aquicultura tais como cooperativas, associações, etc?
12. A empresa se envolve nas políticas de fomento da aquicultura na região? Cite exemplos?
13. A empresa desenvolve algum tipo de parceria com centros de pesquisa para melhorar seus processos de produção?
14. Qual o papel das associações/entidades de pesquisa na atividade realizada na empresa ao longo do tempo? A empresa já absorveu algum tipo de benefício através destas?
15. A empresa possui ou esta em andamento o licenciamento ambiental?
16. A empresa realiza apóia algum tipo de projeto social direcionado para o bem estar da comunidade? Se sim, quanto representa do faturamento?
17. Quando a empresa enfrenta algum tipo de problema técnico, onde procura buscar informações para lidar com a situação?

IV. Métodos de Gestão / Informações Econômicas

18. Por ordem de importância, quais são as atividades econômicas desenvolvidas na propriedade?
19. A empresa possui algum tipo de controle dos custos e receitas da atividade de alevinagem?
20. Qual a receita bruta anual média da propriedade com a produção de alevinos?
21. Quais são os principais custos da atividade? É possível definir aproximadamente quanto represente em percentual cada um deles na sua margem de lucro?

22. A empresa fez investimentos significativos nos últimos cinco anos na atividade? Qual o volume?
23. A empresa tem capacidade hoje de poupar algum recurso para investimentos futuros ou para lidar com fatores inesperados?
24. A empresa paga atualmente algum tipo de empréstimo obtido para atender as demandas do negócio? Quanto representa o pagamento do empréstimo na margem de lucro?
25. A empresa se beneficia de algum tipo de subsídio/incentivo que contribua para a estabilidade econômica da atividade?

V. Sistema de Produção

• Local de Produção e Tamanho da Unidade

26. Qual o tamanho de lamina d'água dedicada a produção de alevinos (por há)?
27. Quais as espécies de alevinos são produzidos na propriedade?
28. A propriedade possui infra-estrutura para tratamento dos efluentes e resíduos gerados no processo de produção?
29. A água utilizada no processo de produção é re-utilizada de alguma forma como por exemplo para irrigação?
30. É possível quantificar aproximadamente quanto se consome em tonelada por mês com a aquisição de ração?

• Manejo dos Recursos Ambientais

31. Que tipo de água é disponibilizada para consumo humano na propriedade (não tratada, filtrada, tratada)?
32. O processo de produção pode ser viabilizado sem uso de energia elétrica ou fóssil?
33. Como a empresa lida com o risco de eutrofização dos ambientes aquáticos naturais? Que estratégias são adotadas?
34. Como a empresa lida com o risco de contaminação química dos ambientes aquáticos? Que estratégias são adotadas?
35. Os cultivos podem ser realizados sem a destruição de algum tipo de cobertura vegetal?
36. Como é realizado o controle das plantas espontâneas (capina, aplicação de herbicidas, etc)
37. Que tipo de insumos são utilizados no processo de produção (adubos, fertilizantes, defensivos, outros)?
38. Existe algum tipo de manejo preventivo relacionado ao surgimento de doenças?
39. Quando os peixes apresentam algum tipo de doenças, que tipos de tratamentos são adotados?
40. Como a empresa lida com o risco de escape de espécies exóticas para natureza? O risco existe na propriedade?

- **Especialização e Local de Produção**

41. Qual o tipo de estrutura agrícola adotada (gaiolas de água doce, bacias com ou sem reciclagem, lagoas com ou sem reciclagem)?
42. Qual o sistema de produção adotado extensivo, semi-intensivo ou Intensivo?
43. Na propriedade é realizado algum tipo de integração com outros sistemas de exploração por exemplo suinocultura, avicultura, agricultura, etc.?
44. Quantos ciclos de produção são realizados anualmente?

- **Estrutura e Perfil da Força de Trabalho**

45. Quantos funcionários a empresa possui em contrato fixo de trabalho e temporário?
46. Qual a média salarial dos funcionários fixos?
47. Qual o perfil/formação da mão de obra contratada pela empresa?
48. Os funcionários recebem algum tipo de benefício extra tais como plano de saúde, etc?
49. Os funcionários se adaptam ao uso de Kits de EPI durante o trabalho?

VI. Estratégias de Marketing

50. Qual a área geográfica de atuação da empresa em ordem de importância?
51. Quais os canais de comercialização a empresa adota para escoar a sua produção?
52. A empresa possui ou tem intenção de adotar algum tipo de certificação de qualidade?
53. Onde a empresa mais investe para garantir a qualidade do seu produto final?
54. A empresa promove algum outro tipo de atividade como por exemplo turismo ecológico, atividades recreativas, etc com foco na geração de renda e desenvolvimento sustentável? Se sim, com que regularidade?

VII. Projetos Individuais e Coletivos

55. A empresa tem expectativa de aumentar a produção nos próximos anos?
56. Qual a expectativa de investimentos para os próximos anos?
57. A empresa tem participação em algum tipo de projeto juntamente com outras empresas ou associações para fomentar a aquicultura da região?
58. No seu ponto de vista, quais as principais dificuldades enfrentada pela aquicultura no estado de Mato Grosso do Sul e quais deveriam ser as iniciativas prioritárias a serem tomadas?

VIII. Ponderação das Dimensões

59. Com base na discussão realizada sobre a sustentabilidade da aquicultura e considerando as dimensões, ambientais, sociais econômicas e institucionais, em que ordem de importância você colocaria as mesmas em relação a sua piscicultura?

1º Lugar	
2º Lugar	
3º Lugar	
4º Lugar	