

III-409 - MANEJO DO LODO DE TANQUE ESCAVADO EM PRODUÇÃO DE ALEVINOS DE TILÁPIA

Jorge Luiz Araújo da Silva⁽¹⁾

Médico Veterinário, Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), PRODEMA/PE - Programa de Pós-graduação em Rede em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Departamento de Geografia - UFPE. Consultor em Agronegócio da Guaraves Ltda.

Maria do Socorro Bezerra de Araújo⁽²⁾

Engenharia Química, Pós-Doutorado pela School of Environmental Sciences, University of Guelph, Canadá, Grupo de Pesquisa GEOAMBIENTAL, Professora Titular do PRODEMA/PE - Programa de Pós-graduação em Rede em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Departamento de Ciências Geográficas - (DCG) - UFPE.

Jorge Vitor Ludke⁽³⁾

Engenheiro Agrônomo, Doutor pela UFRGS, Pesquisador A da Embrapa Suínos e Aves - CNPSA, Concordia, SC. Núcleo Temático Produção de Suínos, Área de Atuação - Nutrição de Monogástricos.

Dário Costa Primo⁽⁴⁾

Biólogo especialista em Gestão Ambiental com Pós-Doutorado pela UFPE, Pesquisador na Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Energia Nuclear (DEN), UFPE.

Maria do Carmo Martins Sobral⁽⁵⁾

Engenheira Civil, Pós-Doutorado no Instituto de Tecnologia Ambiental da Universidade Técnica de Berlin, Professora Titular do Departamento de Engenharia Civil da UFPE. Docente Permanente do Mestrado e Doutorado em Engenharia Civil na Área de Concentração Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos da UFPE e do Mestrado e Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente- Rede PRODEMA da UFPE.

Endereço⁽¹⁾: Rua Expedicionário Sebastião Clementino, 56, Recife – PE, CEP: 50780-530 - Brasil - Tel: (81) 994284204, e-mail: jlasilva2@gmail.com

Endereço⁽²⁾: Departamento de Ciências Geográficas (DCG-UFPE), Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFCH), 3º, 5º e 6º andares - Avenida Acadêmico Hélio Ramos, s/n - Cidade Universitária, CEP: 50.740-530, Caixa Postal 7803 - Recife-PE.

Endereço⁽³⁾: Rua Antônio de Castro, 133, Bairro Casa Amarela, Recife - PE, CEP: 50060-070 - Brasil - Tel: (81) 32675905, e-mail: Jorge.ludke@embrapa.br

Endereço⁽⁴⁾: Av. Professor Luis Freire, 1000, Cidade Universitária, 50740-540 - Recife, PE - Brasil Departamento de Energia Nuclear, Universidade Federal de Pernambuco, Tel: (81) 2126.8251, e-mail: darioprino@gmail.com

Endereço⁽⁵⁾: Universidade Federal de Pernambuco - Centro de Tecnologia e Geociências - CTG, Departamento de Engenharia Civil, Rua Acadêmico Hélio Ramos, s/n Cidade Universitária, 50.740-530 Recife/PE – Brasil, Tel: (81) 2126.8219, e-mail: msobral@ufpe.br

RESUMO

A aquicultura brasileira está em franca evolução retratada pelas estatísticas. A sua expansão como atividade econômica que vai se estruturando, com maior adoção de tecnologias, em um processo de produção intensiva voltada para a escala comercial. No Brasil o desenvolvimento de uma cadeia produtiva da piscicultura organizada e sustentável ainda enfrenta imensos desafios e entraves tecnológicos também no quesito da gestão ambiental. O manejo do lodo dos tanques de recria e produção alevinos é um enorme desafio porque representa um passivo ambiental. O objetivo no presente trabalho é estruturar uma metodologia que consiga captar a realidade no entorno da atividade econômica com a atuação dos atores sociais e as instituições e os instrumentos que conduzem e controlam a atividade. Através da técnica de Análise de Constelação se estruturou uma alternativa que visa agregar valor ao passivo ambiental. O aproveitamento do lodo dos tanques escavados da produção dos alevinos com a sua incorporação em um adubo organomineral visando atender cultivos intensivos de melancia e meloeiro desenvolvidos no sertão em solo tipo Neossolo Quartzarênico. Após realizar a análise laboratorial e cálculo do total disponível, o dimensionamento e a análise de viabilidade econômica para a instalação da fábrica de adubo organomineral foram executados. A conclusão foi pela viabilidade econômica considerando os preços regionais correntes para todas as etapas da implantação do empreendimento.

PALAVRAS-CHAVE: Análise da composição do lodo, Análise de Constelação, Adubo Organomineral, Piscicultura, Redução do impacto ambiental, Valoração econômica de resíduo.

INTRODUÇÃO

A gestão dos resíduos sólidos em atividades da agropecuária no Brasil é uma demanda que se consolida com a implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos e é complementada com os Planos Estaduais de Resíduos Sólidos. No contexto da aquicultura brasileira a evolução, retratada pelas estatísticas, indica franca expansão como atividade econômica que vai se estruturando, com maior adoção de tecnologias, em um processo de produção intensiva voltada para a escala comercial. No Brasil o desenvolvimento de uma cadeia produtiva da piscicultura organizada e sustentável ainda enfrenta imensos desafios e entraves tecnológicos também no quesito da gestão ambiental. Na realidade da bacia hidrográfica do Rio São Francisco a CODEVASF estimula o investimento na piscicultura intensiva para geração de emprego e renda no semiárido nordestino principalmente através da consolidação de APLs - Arranjos Produtivos Locais que são formados na sua maioria por pequenos empreendimentos. Enquanto o modelo de produção intensiva de tilápia no Reservatório de Itaparica se consolida, a gestão ambiental neste cenário ainda precisa ser estabelecida e, no caso dos tanques escavados existe a necessidade de: medidas para melhorar a qualidade da água residuária através do manejo, uso controlado de drogas profiláticas e terapêuticas, controle de qualidade das rações, adoção de medidas gerais de biossegurança e manejo adequado do lodo sedimentado. Sampaio e Costa (2012) realizaram uma extensa avaliação, no Nordeste, para verificar as condições de certificação de pequenos empreendimentos aquícolas e concluíram que os principais obstáculos ou dificuldades encontradas para certificação dos produtores visitados são: a) o acesso à informação, b) obtenção das licenças ambientais junto aos órgãos ambientais competentes, c) a realização do monitoramento ambiental e d) gestão e adequação do empreendimento. E, também concluíram que o monitoramento ambiental dos recursos hídricos não é realizado de maneira efetiva devido à ausência dos equipamentos necessários e aos altos custos das análises. Segundo aqueles autores capacitações em diversas áreas, tais como gestão, meio ambiente e manejo dos resíduos sólidos são necessárias. Yacout et al. (2016) compararam sistemas intensivos com sistemas semi-intensivos de produção de tilápia através da Análise de Ciclo de Vida e constataram que nos sistemas intensivos o impacto ambiental em termos de potencial: de eutrofização (kg PO₄ eq) é duas vezes maior, aquecimento global (kg CO₂ eq) é 4 vezes menor, acidificação (kg SO₂ eq) é 3 vezes menor e a demanda total de energia (GJ eq) é 5 vezes menor. Segundo Rafiee e Saad (2005) na produção intensiva da tilápia com a aceleração e intensificação dos ciclos de nutrientes que fluem nos sistemas são gerados impactos ambientais afetando tanto a qualidade da água como a formação de lodos sedimentados no caso da produção em tanques escavados. Embora inúmeras publicações científicas façam a abordagem da concentração de nutrientes presentes nos sedimentos não existe unanimidade no destino a ser dado ao lodo. Queiroz e Boeira (2006) em uma abordagem superficial desconsideram o valor nutricional do lodo como potencial uso como fertilizante na produção agrícola. Até mesmo o lodo gerado em sistemas não intensivos de produção, segundo Muendo (2006), Muendo et al. (2006), Ihejirika et al. (2012) e Muendo et al. (2014), tem alto valor em nutrientes. São 300 kg de N, até 5 ton. de matéria orgânica, 1,1 kg de P disponível e 125 kg K trocável por hectare em um ciclo de produção de 135 dias para tilápia em engorda (Muendo et al. 2014). Isto corresponde ao potencial de adubação de 1,2 hectares com N e 1,5 hectares com K para a produção de milho enquanto a concentração de P é baixa e alcançaria apenas 1 % da exigência da cultura. Segundo Siddiqui e Al-Harbi (1999) no sistema intensivo de produção de tilápias submetidas à alimentação até a saciedade aproximadamente 21 a 22 % do N e 18 a 19% do P fornecidos via arraçoamento são retidos na produção considerando as fases de crescimento e engorda. Isto representa que até 78% do N e 82% do P inserido no sistema não são aproveitados pela tilápia e, potencialmente, se tornam passivo ambiental entrando na dinâmica de reciclagem dos nutrientes nos tanques escavados. Os autores concluíram que, considerando em base matéria seca, para um kg de ração foram produzidos 130 gramas de peixe e 870 g de resíduo o que significa que, com base em matéria seca, a conversão alimentar pode variar de 7,4 a 7,9 (equivalente a uma conversão alimentar expressa na base natural de 2,0 a 2,2). Os principais objetivos deste trabalho são: i) avaliar os impactos provenientes do manejo do sedimento dos tanques escavados da piscicultura na região de Itaparica/PE; ii) apresentar alternativas e critérios visando minimizar ou mitigar os problemas ambientais identificados no manejo do lodo; iii) utilizar o método análise de constelação para hierarquizar as alternativas prioritárias na opinião de alguns atores de diferentes setores da economia da região; iv) propor uma rota tecnológica para processamento e industrialização do lodo visando a produção de um adubo organo-mineral para comercialização considerando o potencial de formatar um plano de negócios.

MATERIAIS E MÉTODOS

Na elaboração de uma proposta viável para a gestão do lodo de tanques escavados às margens do reservatório de Itaparica foram utilizados os conceitos da análise de constelação. A revisão da literatura técnica já produzida sobre a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, sobre o Sub-Médio São Francisco, sobre o Reservatório de Itaparica e sobre as atividades de piscicultura às margens do rio desenvolvidas em Itacuruba permitiram identificar a necessidade da abordagem em sub-constelações refletindo um detalhamento sobre os tanques escavados. Dessa forma ao mesmo tempo em que se capta a realidade do reservatório de Itaparica também é possível detalhar em profundidade a gestão do lodo gerado nos tanques escavados.

Identificação dos impactos ambientais - A coleta de dados a campo com observações visuais e de informações com os principais operadores foi realizada durante as visitas regulares, bimestrais, realizadas na Vila do Coité, município de Itacuruba, entre os anos de 2012 a 2017. Foram realizadas entrevistas semi-estruturadas no qual o entrevistado aporta a sua experiência a partir do foco principal abordado permitindo respostas livres e espontâneas (Gill et al. 2008; Harrell e Bradley, 2009). As questões elaboradas levaram em conta o embasamento teórico, as observações visuais e informações obtidas sobre o manejo adotado nos tanques escavados. Foram conduzidas entrevistas informais com trabalhadores especializados, isto é, com prática no manejo dos alevinos nos tanques escavados, com responsáveis técnicos pela produção e com os administradores das entidades que exploram comercialmente a produção de alevinos (uma associação de jovens e uma cooperativa de pescadores). Após cada visita imediatamente as impressões visuais e as observações dos interlocutores eram registradas para futuros novos questionamentos com os entrevistados e posterior reavaliação e interpretação precisa. Assim, dessa forma, foi aplicado o método observador participante conforme descrito em Kawulich (2005), Mack et al. (2005) e Valladares (2007).

Apresentação de alternativas e critérios visando minimizar os problemas ambientais identificados a partir da opinião de alguns atores de diferentes setores da região, por meio da Análise de Constelação - O método da análise de constelação (Schön et al. 2007; Rodorff et al. (2013), Ohlhorst e Schön, 2015) foi empregado para caracterizar, descrever e classificar as relações entre atores (do setor privado, setor público e sociedade), tendo como base três eixos principais: o econômico, o ambiental e o social (Tripple Botton Line) definindo a aquicultura sustentável que contempla a intersecção dos três eixos segundo Edwards (1998). Metodologicamente, na análise de constelação, seguindo Rodorff et al. (2013), quatro etapas sequenciais foram estabelecidas para qualificar e analisar as múltiplas possibilidades com relação à gestão do lodo: a) etapa um - elaboração de uma delimitação prévia via mapeamento inicial das possibilidades; b) etapa dois - detalhamento e avaliação das opções existentes; c) etapa três - comparação das potencialidades de cada opção e reavaliação crítica da opção preferencial; d) etapa quatro - elaboração de um resumo dos resultados. Na etapa um foi realizada a identificação preliminar dos elementos centrais e suas relações através do estabelecimento de três questões: a) identificar os elementos centrais e o interesse central na abordagem, b) no foco da abordagem identificar como os elementos se relacionam e quais os conflitos e alianças que existem, c) identificar os princípios que determinam e regem os arranjos em torno da questão (a estrutura das relações). Na sequência foi realizada a escolha das opções a serem mapeadas com a identificação dos principais atores que apresentam relevância na questão. Na etapa dois foi realizada a análise individual dos interesses de cada ator e esta análise se fundamentou novamente em três questões centrais: a) ao considerar o desafio estabelecido, para cada um dos atores identificados, identificar quais são os elementos relevantes, b) Nesta circunstância identificar que papel cada ator se atribui e definir como é o seu desempenho com relação a este papel além de caracterizar como cada ator caracteriza o seu relacionamento com os outros elementos na constelação, c) identificar como cada ator interpreta a própria influência sobre os outros elementos da constelação e quais elementos preponderantes e influentes cada um dos atores leva em consideração. Na sequência foi identificado o elemento núcleo para a solução do desafio proposto que é aquele presente em todas as soluções mapeadas. Na etapa três foi realizada, com os atores, a reavaliação das possibilidades de gestão do lodo: a) para identificar se as opções foram corretamente interpretadas, se existe consenso entre os atores sobre as diferentes opções mapeadas. Neste estágio alterações necessárias para o consenso foram consideradas, b) para realizar a comparação das diferentes opções interpretando quais os elementos, estruturas e relacionamentos estão presentes em todas as opções. Neste momento foi verificado se os atores interpretaram de forma unanime a complexidade das estruturas de relacionamentos e se não existia ambiguidade nos conceitos, c) para fazer a análise das similaridades e das diferenças nas opções com a interpretação de quais elementos permitem estabelecer convergências e quais elementos são interpretados como obstáculos ou conflitos. Na etapa de reavaliação com os atores foram interpretadas e definidas as alternativas em função das similaridades e das diferenças.

Finalmente na etapa quatro foi elaborada uma compilação dos resultados. Os elementos identificados foram representados conforme a metodologia padrão da análise de constelação. As relações e interações entre os elementos da constelação foram estabelecidos em conformidade com a metodologia (figura 1). A contínua obtenção de informações locais, no ambiente focal para a gestão, foi através de consultas constantes aos principais atores envolvidos no manejo do lodo dos tanques escavados usados na produção de alevinos. A frequente presença no local associada aos diálogos com os principais atores foi essencial na construção de um modelo de gestão. A interação de uma equipe de técnicos com diferentes formações e vivências, conforme preconizado por Armstrong e Jackson-Smith (2013), nas questões de produção sustentável também foi essencial para desenhar e propor um modelo de gestão.

Elementos naturais	Elementos técnicos	Atores	Sinais e símbolos
Solo, lodo, vegetação natural, paisagem, relevo, água, tanques escavados.	Produção animal, aquicultura, produção vegetal, infraestrutura viária, indústria, comércio.	Pessoas, associações, cooperativas, empresários, instituições, etc...	Regras, leis, conceitos, comunicação, princípios, ideias, insegurança.....

Figura 1. Representação padrão dos tipos de elementos e seus representantes presentes na Análise de Constelação e sub-constelações.

A caracterização esquemática das possíveis relações e interações entre os elementos da constelação em conformidade com a simbologia adotada na Análise de Constelação está apresentada na tabela 1.

Tabela 1 – Tipo de relação entre os elementos da constelação e sua representação gráfica padronizada.

Tipo de relação	Descrição	Representação gráfica
Simple	Os elementos estão inter-relacionados.	_____
Direcionada/alvo	Um elemento atua sobre um ou mais outros elementos.	_____→
Indeterminada ou inexistente ou falta	A relação entre os elementos está indeterminada ou inexistente.	_____ ? _____
Incompatível	Dois ou mais elementos estão incompatíveis.	_____ _____
Conflituosa	Um elemento se opõe explícito contra um ou mais outros elementos.	_____⚡_____
Resistência passiva	Um elemento se opõe passivo, não explícito contra as expectativas de um ou mais elementos.	_____□_____
Reacional	Dois elementos estão em correlação que se intensifica.	_____↻_____
Tênue	A relação dos elementos que em teoria deveriam ter uma relação, porém não apresentam aquela na prática.	_____— — — — —

Proposição de rota tecnológica para processamento do lodo - Com base nas alternativas de gestão disponibilizadas através da análise de constelação foram empreendidas revisões bibliográficas para: 1) esclarecer a dinâmica dos nutrientes em sistema intensivo de produção de tilápia em tanque escavado, 2) sistematizar as informações disponíveis sobre a composição dos lodos nos sedimentos, 3) avaliar o potencial do uso do lodo na produção vegetal e, 4) após coletar amostras do lodo sedimentado, quantificar a produção de

lodo por ciclo de produção de alevinos e realizar análises de concentração de nutrientes foi explorado o potencial de uso do lodo na produção de adubo organomineral em associação com duas fontes locais de resíduos: a) pó de coco gerado na industrialização do coco verde e, b) esterco de poedeiras gerado na produção intensiva de ovos. O processamento do lodo visando a produção de um adubo organomineral para comercialização considerando o potencial de formatar um plano de negócios.

RESULTADOS OBTIDOS

A análise de constelação foi construída (Figura 2) apenas sobre um dos elos da produção da piscicultura intensiva desenvolvida no reservatório de Itaparica. Este elo é representado pela exploração dos tanques escavados para a produção de alevinos. A descrição parcial do dimensionamento e manejo dos tanques escavados em Itacuruba foi realizada por Cardoso et al. (2016). O lodo sedimentado nos tanques escavados, ao final de cada ciclo de produção de alevinos, que tem duração média de 60 dias, por questões técnicas e de manutenção da produtividade deve necessariamente ser removido. Dar um destino ecologicamente correto sem onerar o custo de produção dos alevinos é um desafio e é o ponto focal abordado. Na linha do tempo os tanques escavados foram construídos pela CHESF às margens do reservatório após a formação do lago como parte integrante de um plano de atividades de produção integrada de alimentos tendo a água como ponto de partida. No sistema de produção em avaliação, o modelo tecnológico adotado para o manejo dos tanques escavados é o mais simples possível e se fundamenta na taxa de renovação de água para manter o padrão de qualidade no ambiente aquático. A frequência de remoção do lodo é inerente às características dos tanques escavados e práticas de manejo adotadas tais como intensidade de arraçoamento, a taxa de renovação da água, uso de aeradores para manutenção do nível de oxigênio na água. O adequado manejo dos tanques escavados é também necessário em função dos aspectos que afetam a produtividade e, principalmente, da manutenção de elevado nível de sobrevivência dos alevinos. Problemas sanitários decorrentes de manejo ineficaz incluem a presença de protozoários de Trichodina (*Trichodina spp*) que podem causar alta mortalidade entre pós-larvas e alevinos de tilápia alcançando níveis de 70 a 80%. Para o seu controle preventivo é necessária para a manutenção da qualidade da água, bons níveis de oxigênio e redução da carga orgânica. Os xenobióticos usados para controle de parasitos, fungos e bactérias usados nos tanques escavados são: sal comum, permanganato de potássio, formaldeído, cloramina, sulfato de cobre, triclorfom (organofosforado), oxitetraciclina ou clorohidrato de tetraciclina, ormetoprim, sulfadimetoxazina e eritromicina. As características do lodo ao final de um ciclo de produção são dependentes de múltiplas condicionantes sendo afetadas tanto pelo solo nos taludes e fundo do tanque escavado, do manejo da água durante e, principalmente, ao final do ciclo, do manejo da alimentação e composição da ração fornecida (Jamu; Piedrahita, 2002). A qualidade das rações disponibilizadas pelas fábricas de rações determina a conversão alimentar e a digestibilidade dos nutrientes presentes, isto é, tem influencia direta na quantidade e composição do lodo (Gouvello e Simard, 2017). Pois a maior parte das matérias orgânica e mineral presentes nas rações e que não são aproveitadas no crescimento dos alevinos e juvenis são depositados no sedimento para compor o lodo. Nas fábricas de rações devem ser seguidas as normas rígidas de qualidade nos processos e nos produtos com registro no MAPA tendo um profissional que é o responsável técnico pelos procedimentos e processos. A fábrica de ração é fiscalizada pelo Serviço de Inspeção Federal do MAPA.

Apresentação de alternativas visando minimizar os problemas ambientais identificados - Apenas técnicos envolvidos com a atividade da piscicultura intensiva (os responsáveis técnicos) identificaram o lodo em excesso como uma ameaça à produção de alevinos, mas sem terem uma posição clara a respeito do impacto ambiental da disposição inadequada. Isto decorre do parcial desconhecimento sobre a concentração de nutrientes e matéria orgânica no lodo. Segundo Rafiee e Saad (2005) a taxa de produção de lodo e de assimilação de nutrientes pelo peixe depende, além da qualidade da ração, também da fase de desenvolvimento do peixe. Os autores calcularam uma retenção de 11% do ferro, 13 % do zinco, 7% do manganês, 4% do cobre, 27% do cálcio, 20% do magnésio, 33% do nitrogênio, 7% do potássio e 16% do fósforo na quando a tilápia estava em crescimento na faixa de peso de 20 a 200g. Nestas condições no lodo foram retidos 24% de ferro, 86% do manganês, 46% do zinco, 22% do cobre, 16% do cálcio, 89% do magnésio, 6% do nitrogênio, 6% do potássio e 18% do fósforo que foi fornecido via arraçoamento. Dessa forma na produção intensiva da tilápia com a aceleração e intensificação dos ciclos de nutrientes que fluem nos sistemas são gerados impactos ambientais que afetam tanto a qualidade da água como a formação de lodos sedimentados no caso da produção em tanques escavados.

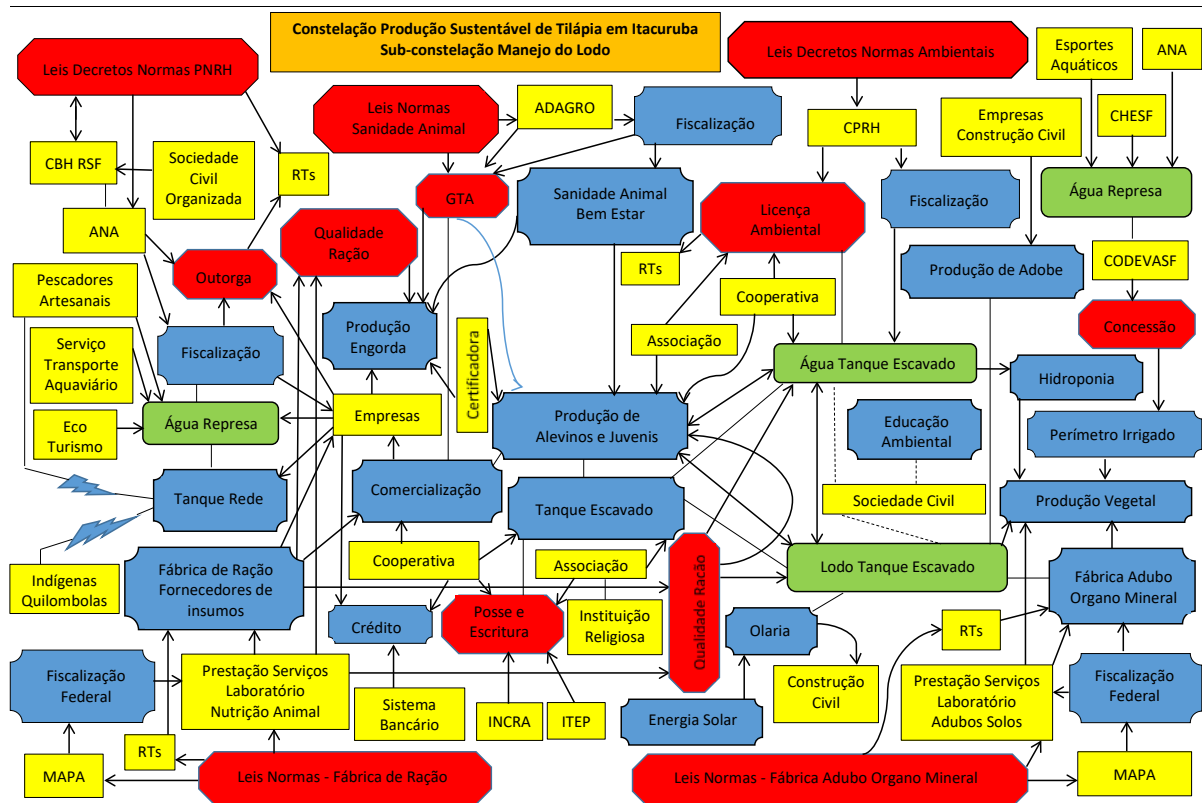


Figura 2: Análise de Constelação para produção intensiva e sustentável de tilápia às margens do Rio São Francisco em Itacuruba-PE. Sub-Constelação: Manejo do lodo.

Alguns técnicos (do serviço de extensão estatal) envolvidos com a produção agrícola intensiva (irrigada e com uso de adubos químicos) visualizaram um potencial de uso do lodo para melhoria da fertilidade e condicionamento dos solos. A resultante implica na potencial geração de um adubo organomineral para ser comercializado na região tendo como base a alta demanda para uso agrícola em cultivos temporários ou permanentes manejados com irrigação e uso intensivo de tecnologia, especialmente, fertilizantes químicos. Dessa forma se interligam dois APLs incentivados no estado (Moutinho et al., 2010a,b) o de piscicultura do Sertão de Itaparica como fornecedor de insumos para o APL de Fruticultura Irrigada do Vale do São Francisco e nos perímetros irrigados na região de desenvolvimento de Itaparica. Segundo Theodoro et al. (2007) o uso dos sedimentos pode ter utilidade para recuperação de solos com baixa fertilidade e com características físicas comprometidas com potencial recuperação do teor de matéria orgânica, dos nutrientes e da estrutura do solo. Na região de desenvolvimento de Itaparica, sobretudo nos perímetros irrigados, existe demanda por um adubo organomineral devido às características peculiares dos solos predominantes. O uso de adubo organomineral apresenta vantagens como fonte de nutrientes, potencial de reduzir o índice salino dos fertilizantes usados, auxiliar no combate à salinização em alguns tipos de solos argilosos, melhoria da estrutura do solo com aumento da capacidade de retenção da água de irrigação. Nos perímetros irrigados existem inúmeras culturas perenes e temporárias que são tecnificadas com intenso uso de insumos e altas produções por área. Os principais produtos são: coco da baía, limão, goiaba, manga, uva, banana, maracujá, melão, melancia, tomate e plantas medicinais. Cada uma dessas culturas tem especificidade no total de nutrientes exportados por unidade de área em função da produtividade. O desenvolvimento de formulações específicas de diferentes adubos organo-minerais com concentração de nutrientes ajustada para cada cultura alvo tem enorme demanda. Para fazer o dimensionamento do mercado consumidor, preço máximo possível e a viabilidade econômica da instalação de uma fábrica de adubo organomineral usando como um dos insumos o lodo dos tanques escavados é necessário desenvolver um projeto técnico e estudo econômico.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Foi estabelecida uma análise de constelação e a resultante técnica para mitigar o impacto ambiental foi o uso do lodo de tanque escavado para produção de um adubo organomineral. Através de análise econômica foi estabelecido o potencial econômico para operar uma fábrica de adubo organomineral destinada a atender as demandas dos cultivos de melancia e melão em solo tipo Neossolo Quartzarênico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Edwards, P. A systems approach for the promotion of integrated aquaculture. *Aquaculture Economics & Management*, v. 2, n. 1, p. 1-12, 1998. doi:10.1080/13657309809380209
2. Gill, P.; Stewart, K.; Treasure, E.; Chadwick, B. Methods of data collection in qualitative research: interviews and focus groups. *British Dental Journal*, v. 204, n. 2, p. 291 - 295, 2008. doi:10.1038/bdj.2008.192.
3. Gouvello, R.; Simard, F. Durabilité des aliments pour le poisson en aquaculture: Réflexions et recommandations sur les aspects technologiques, économiques, sociaux et environnementaux. Gland, Suisse: UINC et Paris France: Comité français de l'UICN. 296 pp., 2017.
4. Harrell, M.C.; Bradley, M.A. Collection Methods Semi-Structured Interviews and Focus Groups. Training Manual. RAND Corporation - National Defense Research Inst.: Santa Monica, CA, 148 p., 2009. Disponível: www.rand.org/content/dam/rand/pubs/technical_reports/2009/RANDTR718.pdf.
5. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades @. Itacuruba/Pernambuco, 2015.
6. Ihejirika, C.E.; Onwudike, S.U.; Nwaogu, L.A.; Emereibeole, E.L.; Ebe, T.E.; Ejiogu, C.C. Assessment of aquaculture sediment for agricultural fertilizer supplement and soil conditioner in Owerri Urban, Nigeria. *Journal of Research in Agriculture*, v. 1, p. 34 – 38, 2012.
7. Jamu, D.; Piedrahita, R.H. An organic matter and nitrogen dynamics model for the ecological analysis of integrated aquaculture/agriculture systems: I. model development and calibration. *Environmental Modelling & Software*, v. 17, n. 3, p. 571–582, 2002.
8. Kawulich, B.B. Participant Observation as a Data Collection Method [81 paragraphs]. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, [On-line Journal], v. 6, n. 2, Art. 43, 2005. Disponível em: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs0502430>.
9. Lemos, J.B.; Rodrigues, M.E.B.; Lopes, J.P. Diagnóstico de ectoparasitas e bactérias em tilápias (*Oreochromis niloticus*) cultivados na região de Paulo Afonso, Bahia. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, v. 1, n.1, p. 75-90, 2009.
10. Mack, N.; Woodson, C.; Macqueen, K.M.; Guest, G.; Namey, E. Participant Observation (Module 2). p. 13-28. In: *Qualitative Research Methods: A Data Collector's Field Guide*. ed.: Family Health International, Triangle Park: North Carolina, USA, pp. 137, 2005. Disponível em: <https://www.fhi360.org/sites/default/files/media/documents/QualitativeResearchMethods-ADataCollector'sFieldGuide.pdf>
11. Moutinho, L.M.G.; Campos, L.H.R.; Raposo, I.P.A.; Souza Leão E.L., Ferraz, J.M.M. Projeto Análise do Mapeamento e das Políticas para Arranjos Produtivos Locais no Norte, Nordeste e Mato Grosso e dos Impactos dos Grandes Projetos Federais no Nordeste, Nota Técnica 05, Caracterização, Análise e sugestões para adensamento das políticas de apoio a APLs implementadas nos estados: Pernambuco, 76 p., 2010a.
12. Moutinho, L.M.G.; Campos, L.H.R.; Raposo, I.P.A.; Souza Leão E.L., Ferraz, J.M.M. Projeto Análise do Mapeamento e das Políticas para Arranjos Produtivos Locais no Norte, Nordeste e Mato Grosso e dos Impactos dos Grandes Projetos Federais no Nordeste, Nota Técnica 10, Caracterização dos Grandes Projetos Federais em Pernambuco, 172 p., 2010b.
13. Muendo, P.N.; Verdegem, M.C.J.; Stoorvogel, J.J. et al. Sediment accumulation in fish ponds: It's potencial for agricultural use. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, v. 1, n. 5, p. 228-241, 2014.
14. Muendo, P.N. The role of fish ponds in the nutriente dynamics of mixed farming systems. PhD Thesis, Wageningen Institute of Animal Sciences (WIAS) Wageningen University, The Netherlands, 120 pp., 2006.
15. Muendo P. N., Stoorvogel, J. J., Verdegem, M. C. J., Gamal E. N., Verreth, J. A. J. The role of fish ponds in farms' nutrient balances. In: *Proceedings of the Fish Ponds in Farming Systems' Symposim*, Can Tho, Viet Nam, 25 - 28 April, 2006.

16. Ohlhorst, D.; Schön, S. Constellation analysis as a means of interdisciplinary innovation research: theory formation from the bottom up. *Historical Social Research*, v. 40, n. 3, p. 258-278, 2015. DOI: 10.12759/hsr.40.2015.3.258-278
17. Queiroz, J. F.; Boeira, R. C. Recomendações práticas para o manejo de sedimentos do fundo dos viveiros de aquicultura. Jaguariúna: EMBRAPA MEIO AMBIENTE, 2006. Série Comunicado Técnico nº 37, 6p, 2006.
18. Rafiee, G.; Saad, C.R. Nutrient cycle and sludge production during different stages of red tilapia (*Oreochromis sp.*) growth in a recirculating aquaculture system. *Aquaculture*, v. 244, p. 109 – 118, 2005.
19. Rodorff, V.; Araújo, G.J.F.; Gomes, E. T. A.; et al.; Driving forces and barriers for a sustainable management of the Itaparica reservoir region – basic milestones towards a Constellation Analysis. In: Gunkel, G.; Silva, J. A. A.; Sobral, M. C. (eds.). *Sustainable Management of Water and Land in semiarid areas: Case study of the Itaparica Reservoir in Northeast Brazil*. Editora universitária UFPE, Recife, 2013.
20. Sampaio, F.G.; Costa, M.S.N. Certificação e selos de qualidade asseguram requisitos na produção. *Visão Agrícola*, v. 11, p. 40-44, 2012. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va11-meio-ambiente02.pdf>
21. Schön, S.; Kruse, S.; Meister, M.; et al. *Handbuch Konstellationsanalyse: Ein interdisziplinäres Brückenkonzept für die Nachhaltigkeits-, Technik- und Innovationsforschung*. München: Oekom Verlag, 2007.
22. Siddiqui, A.Q.; Al-Harbi, A.H. Nutrient budgets in tanks with diferente stocking densities of hybrid tilapia. *Aquaculture*, v. 170, p. 245-252, 1999.
23. Theodoro, S.H.; Fonseca, M.R.; Barriga, F.J.A.S.; Macedo, I.L. The use of accumulated sediments in the Tucuruí and Três Marias dams to recover degraded soils. In: GUNKEL, G; SOBRAL, M.C.S. (ed), *Reservoir and river basin management: exchange of experiences from Brazil, Portugal and Germany*. Berlin, Universitätsverlag der TU Berlin, p. 211-225, 2007.
24. Valladares, L. Os dez mandamentos da observação participante: Resenha. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, v. 22, n. 63, p. 153 – 155, 2007.
25. Yacout, D.M.M.; Soliman, N.F.; Yacout, M.M. Comparative life cycle assessment (LCA) of Tilapia in two production systems: semi-intensive and intensive. *International Journal of Life Cycle Assessment*, v. 21, p. 806 – 819, 2016.