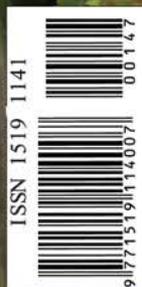


Panorama da **AQUICULTURA**



AQUAPONIA

UMA ALTERNATIVA DE DIVERSIFICAÇÃO NA AQUICULTURA



Split Pond: uso eficiente de grandes viveiros na produção de peixes e camarões • Desafios do melhoramento genético de organismos aquáticos • Uso do Aquate Fish™ para a formação de juvenis de tilápia • Entrevista com o ministro Helder Barbalho • MeM: o grande diferencial para as fases iniciais do cultivo de camarão • Produção em escala influencia a aquicultura? • MPA cria grupo de trabalho e já estabelece prioridades



Split Pond:

uso eficiente de grandes viveiros na produção de peixes e camarões



Por:
Fernando Kubitz, Ph.D.
Acqua Imagem Serviços em Aquicultura
fernando@acquaimagem.com.br

Aquicultores de diversos estados vêm enfrentando desafios com a escassez de água e limitado suprimento de energia. Os recentes aumentos nos preços dos combustíveis e energia, somados à recuperação do Dólar diante do Real, já elevaram os custos dos fretes, da aeração e das rações. Os produtores certamente aproveitarão o período da Quaresma para elevar um pouco o preço de venda do pescado, de modo a compensar parte do aumento já ocorrido no custo de produção. Para este ano e os próximos deve ser esperada uma redução nas margens de lucro, com reflexo direto sobre a rentabilidade dos cultivos de peixes e camarões. Diante de uma economia recessiva e de limitações hídricas, os aquicultores precisam encontrar estratégias e sistemas de produção que possibilitem ganhos em produtividade e um uso mais eficiente dos recursos, em particular a água, a mão de obra e os insumos de produção, especialmente as rações. Nesse artigo trazemos ao conhecimento dos leitores uma estratégia de produção conhecida com Split Pond, que pode ser implantada em fazendas já existentes, a um investimento relativamente pequeno. O Split Pond possibilita o uso eficiente de grandes viveiros para a produção de peixes e camarões, maximizando o uso da água, da aeração e da mão de obra através do aumento da produtividade anual do empreendimento.

O que é Split Pond

“Split Pond” é um termo em inglês que significa “viveiro dividido” (**Figura 1**). Esse termo dá nome a um sistema de cultivo onde grandes viveiros são divididos em duas áreas: uma menor (15 a 20% da área total do viveiro), chamada de área de cultivo, na qual os peixes ou camarões são criados. E outra maior (80 a 85% da área do viveiro), chamada de área de recuperação da água, por onde a água é recirculada durante o cultivo. Com a estratégia de Split Pond é possível produzir anualmente 3 a 4 vezes mais pescado do que usando a mesma área de viveiros da forma convencional. O sistema Split Pond teve origem em um modelo de aquicultura denominado PAS (Partitioned Aquaculture System ou sistema de aquicultura fracionado), que por sua vez deriva de estratégias de tratamento de efluentes.



Figura 1. Vista aérea de uma fazenda de produção de catfish no Mississippi, EUA, onde diversos viveiros foram convertidos em Split Ponds. Imagem adaptada a partir de fotografia aérea do Google Earth

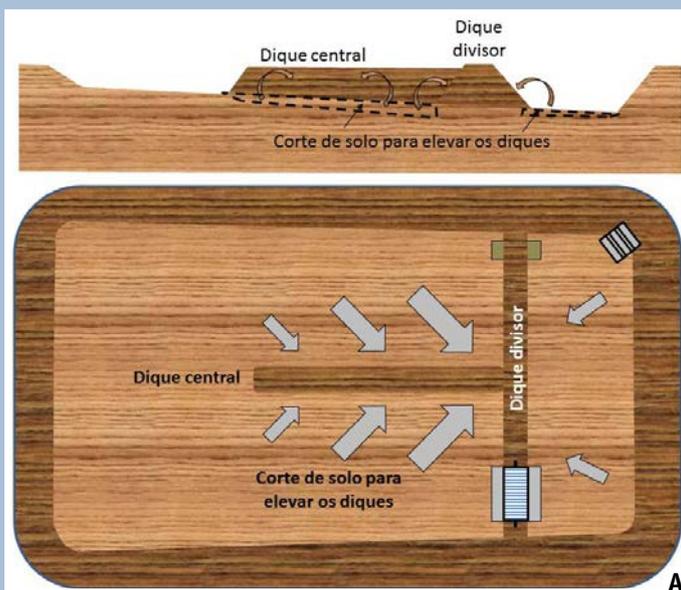


Figura 2a. Representação do trabalho de movimentação de terra para construção dos diques internos de um Split Pond. O solo do fundo do viveiro é raspado em direção ao centro para formar o dique central e o dique divisor. Também parte do solo da área mais funda é raspada em direção ao dique divisor. Em uma das extremidades do dique divisor deve ser construído um canal de alvenaria, onde ficará o circulador de água que moverá a água da área de cultivo para a área de recuperação e oxigenação da água. Na outra extremidade deve ser instalada uma comporta ou manilha para o retorno da água para a área de cultivo

Figura 2b. Uma alternativa mais econômica ao dique central é fazer uma divisão com o uso de tela, plástico ou vinil (Foto extraída da apresentação de John A. Hargreaves. (http://www.cna-ecuador.com/aquaexpo/2014/presentaciones/2-John_Hargreaves.pdf))

Como os grandes viveiros são transformados em Split Pond

A transformação de grandes viveiros em “Split Ponds” deve ser feita de forma programada, aproveitando o momento da reforma ou da restauração do viveiro. Com o tempo de uso, os viveiros ficam assoreados e com a face interna dos taludes erodida. Assim, a restauração periódica dos viveiros é uma prática necessária nas fazendas de produção de peixes e camarões. Esse é o momento mais adequado para transformar grandes viveiros em Split Pond.

Divisão do viveiro. A adaptação de um viveiro para operar como Split Pond exige a construção de um dique divisor e um dique central. Esses diques são construídos com o solo raspado do fundo do próprio viveiro. Se necessário, a área de cultivo pode ser desassoreada e aprofundada, movimentando o solo para formar parte do dique ou mesmo todo o dique divisor. O dique central serve para direcionar o fluxo de água na área de recuperação e oxigenação da água. Esse dique é construído raspando o solo do fundo no sentido da lateral para o centro do viveiro (**Figura 2a**). Uma alternativa ao dique central é a instalação de um anteparo com tela de 1 mm ou uma manta de vinil (**Figura 2b**), o que reduz significativamente o custo de implantação. Também podem ser usadas placas de alvenaria pré-moldadas.

Circulação de água. Em uma das extremidades do dique divisor deve ser construído um canal em alvenaria, onde será instalado um circulador de pás para mover a água entre a área de cultivo e a área de recuperação da qualidade da água. Na outra extremidade do dique divisor deve

haver um tubo ou comporta para que a água retorne à área de cultivo. Dessa forma é promovida a circulação de água entre os dois compartimentos do Split Pond. Um modelo de circulador de pás usados nos tanques de catfish, por exemplo, tem 3,6 m de comprimento e gira a uma rotação próxima de 2 a 3 rpm, sendo capaz de movimentar cerca de 50 a 60 m³ de água por minuto ou 3.000 a 3.600 m³ por hora (**Figura 3**). Esse modelo de circulador pode ser facilmente construído por um serralheiro e acoplado a um motor com redutor.



Figura 3. Imagem de um modelo de circulador de água com 3,6 m de comprimento e aletas com altura de 1,20 m (2,40 m de diâmetro). Esse modelo é acionado por um motor de 1 CV na rotação de 2,5 rpm, circulando aproximadamente 50 m³/minuto ou 3.000 m³/hora (Foto extraída de uma palestra apresentada por John A. Hargreaves http://www.cna-ecuador.com/aquaexpo/2014/presentaciones/2-John_Hargreaves.pdf)



Figura 4a. Despesca de camarão em um grande viveiro, usando uma rede (bag net) acoplada à comporta de drenagem. Os camarões são concentrados na rede enquanto o viveiro é drenado

No Split Pond a área de cultivo geralmente fica na porção mais profunda do viveiro, aproveitando a estrutura de drenagem já existente (comportas ou monges). Isso é particularmente importante em viveiros de cultivo de camarão, onde a despesca geralmente é feita usando redes (“bag nets”) acopladas após a comporta (**Figura 4a**). Em viveiros de criação de tilápia também é importante drenar completamente a área de cultivo. Isso possibilita tanto a captura dos peixes que escapam do arrasto da rede, como a eliminação de ovos, pós-larvas, alevinos e juvenis que ficam no viveiro ao final do cultivo.

Princípio de operação do Split Pond

Grandes viveiros são divididos em dois compartimentos. Os peixes, ou os camarões são cultivados no ambiente menor (15 a 20% da área). O restante da área serve para a recuperação da qualidade da água. Durante o dia, a água rica em metabólitos da área de cultivo é forçada a circular para o lado de recuperação da qualidade da água (**Figura 5**). A restauração dos níveis de oxigênio ocorre com a fotossíntese realizada pelas microalgas ao longo do dia.

Figura 4b. Despesca de tilápia com o uso de rede de arrasto em um viveiro de 1 ha. Observe a grande demanda de pessoal requerida na operação. O arrasto da rede precisa ser repetido pelo menos duas vezes, o que onera sobremaneira o custo final do pescado



As algas ainda extraem o gás carbônico e diversos nutrientes da água, particularmente o nitrogênio (na forma de amônia e nitrato) e o fósforo. Assim, o desenvolvimento das algas ajuda a restaurar o oxigênio, reduzir o gás carbônico e manter baixos os níveis de amônia na água. Parte da amônia ainda é oxidada a nitrato pela ação de bactérias nitrificantes presentes na água e no solo. Outra fração dos resíduos nitrogenados ainda é transformada em gás nitrogênio (N_2) em áreas anaeróbicas do viveiro, em um processo biológico conhecido como denitrificação.

Com a circulação de água durante o dia, há um retorno de água rica em oxigênio e com menor concentração de amônia para a área de cultivo. Isso ajuda a manter níveis adequados de oxigênio onde ficam os animais, sem a necessidade de acionar os aeradores. Durante a noite, o fluxo de água entre os dois compartimentos é interrompido e os aeradores são acionados na

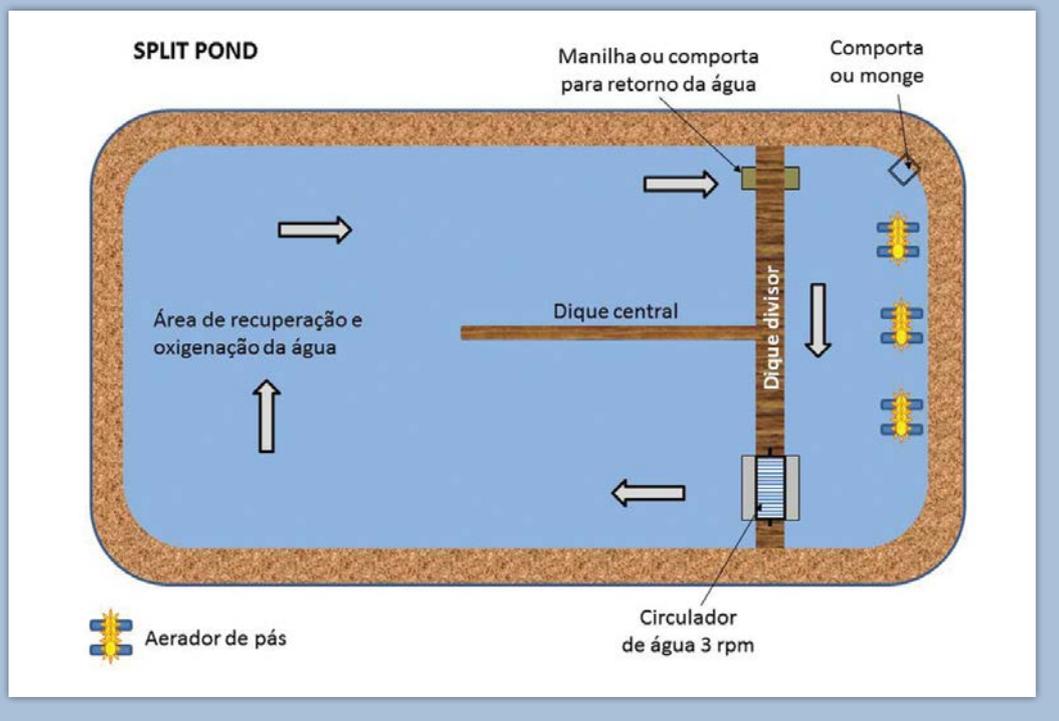


Figura 5. Durante o dia, um circulador de água força a saída da água da área de cultivo para a área de recuperação e oxigenação da água. A água oxigenada retorna para a área de cultivo através de uma manilha ou comporta posicionada na outra extremidade do dique divisor. As setas indicam a direção do fluxo de água entre os dois compartimentos do viveiro

área de cultivo, para garantir o fornecimento de oxigênio aos animais até as primeiras horas da manhã seguinte. Também é interessante acionar os aeradores no meio do dia (uma hora já seria suficiente), para manter a coluna d'água desestratificada, particularmente quando a área de cultivo for muito profunda.

Em Split Ponds foi registrada maior taxa fotossintética (8 a 12 g de C fixado/m²/dia), comparado a viveiros convencionais (2 a 4 g de C/m²/dia). Isso é resultado da constante movimentação de água no sistema Split Pond, que mantém as microalgas sempre expostas à luz. Com uma fotossíntese mais ativa, há uma maior remoção de amônia na água. Isso possibilita a manutenção de maiores taxas de alimentação na mesma área, sem que a concentração de amônia atinja níveis tóxicos para as espécies cultivadas.

Fundamentos e vantagens do Split Pond

Em viveiros convencionais, com baixa renovação de água e 5 a 10 CV/ha de aeração, dificilmente se consegue produzir mais do que 1,5 kg de peixes/m² ou 0,3 kg de camarões/m², sem comprometer a qualidade da água, o desempenho e a saúde dos animais. Produtividades maiores - entre 3 e 4 kg de peixes/m² e 0,5 a 1,0 kg de camarão/m² por ciclo - podem ser alcançadas, com grande renovação de água e aumento na potência de aeração. Isso demanda altas taxas de alimentação (300 a 400 kg de ração por ha/dia no cultivo de peixes e 100 a 200 kg de ração/ha/dia no cultivo de camarões), o que resulta em maior aporte de nutrientes e resíduos orgânicos, favorecendo um excessivo desenvolvimento de microalgas (fitoplâncton) e acúmulo de compostos tóxicos, em especial a amônia e o nitrito. O excesso de fitoplâncton promove oscilações acentuadas

nos valores de pH e oxigênio ao longo do dia. Com o pH mais elevado, a amônia se torna mais tóxica. O uso de aeração é condição obrigatória para evitar quedas de oxigênio durante a noite. As trocas de água são realizadas com maior frequência, e chegam a 20 e 30% ao dia nas etapas finais de cultivo, para conter o excessivo desenvolvimento do fitoplâncton, minimizar as oscilações no pH da água e abaixar a concentração de amônia e nitrito. A maior instabilidade na qualidade do ambiente pode comprometer o desempenho e saúde dos animais, favorecendo a ocorrência de enfermidades e mortalidade. No cultivo do camarão, em especial, essas oscilações na qualidade do ambiente favorecem a ocorrência de doenças virais. Infecções virais se agravam ainda mais com o canibalismo, exercido pelos animais ainda sadios, sobre os animais mortos nos viveiros.

Peixes e camarões podem ser cultivados em densidades muito mais elevadas do que as registradas nos cultivos em viveiros, desde que a qualidade da água seja mantida dentro de parâmetros confortáveis, assegurando o desempenho e a saúde dos animais. Por exemplo, tilápias são cultivadas em tanques-rede alcançando biomassa entre 50 e 200 kg/m³. Em sistemas de recirculação, é possível produzir regularmente 50 a 70 kg de tilápia/m³ usando aeração mecânica.

Na criação de camarões marinhos em sistema com bioflocos é comum o registro de biomassas entre 2 e 5 kg/m³. Essa biomassa pode subir para 9 kg/m³ quando se combina aeração por ar difuso e injeção de oxigênio no sistema.

Portanto, os cultivos convencionais de peixes ou camarões em grandes viveiros, em função da menor produtividade anual, são marcados por um uso pouco eficiente do espaço, da água, da aeração e da mão de obra por unidade de pescado produzida.

Com isso o custo de produção é penalizado e o produtor perde em rentabilidade e tem menor capacidade de competir em mercados com reduzidas margens de lucro. O sistema Split Pond possibilita aumento de 3 a 4 vezes na produtividade anual e redução significativa do custo de produção com um uso mais eficiente da energia e mão de

obra e diluição dos demais custos fixos com o aumento na quantidade de pescado produzida. Além disso, por manter os animais em ambiente de menor espaço, possibilita um controle mais efetivo de predadores. Na **Tabela 1** é feita uma comparação entre o sistema de Split Pond e os viveiros convencionais.

Tabela 1. Comparação entre o cultivo em viveiros convencionais e em viveiros divididos (Split Ponds)

	Viveiros Convencionais	Split Ponds
Controle de predadores	Controle mais difícil em função das grandes áreas.	As áreas com peixes ou camarões podem ser protegidas com telas anti-pássaros, provendo controle mais eficiente de predadores.
Aeração e uso de energia	Maior potência de aeração e custo de energia por quilo de peixe ou camarão produzido.	Com a aeração concentrada na área de cultivo, pode se usar menos aeradores. Apesar disso, os aeradores são acionados por mais tempo (são ligados antes). O aumento na produtividade, no entanto, faz com que o custo de energia por quilo de peixe seja reduzido.
Uso de água e descarte de efluentes	Maior uso de água e descarte de efluentes. Além das renovações realizadas ao longo do cultivo, o viveiro é drenado por completo a cada ciclo.	Menor uso de água e menor volume de efluentes. Não há renovação de água durante o cultivo. A água apenas é circulada. Na colheita, somente a área de cultivo (15 a 20% do viveiro) é drenada, conservando água, corretivos e nutrientes para o cultivo seguinte.
Uso de mão-de-obra	Uso mais intenso, especialmente com alimentação e colheitas.	Menor uso. A alimentação diária é concentrada em uma área menor, portanto é mais rápida. A colheita é facilitada, exigindo menos mão-de-obra e tempo.
Fases de cultivo e produtividade anual	No cultivo de peixes, muitos produtores ainda usam sistema de única fase ou apenas duas fases de cultivo. Isso por que há um trabalho adicional envolvido nas despescas e transferências e também um maior uso de água com drenagens frequentes dos viveiros para as despescas. No camarão grande parte dos produtores realiza estocagem direta de PL. Alguns usam uma etapa de berçário até PL's 20-25.	Com o Split Pond a colheita de alevinos e juvenis é facilitada e menos água é descartada durante a despesca. O Split Pond também pode servir às fases de berçário para a produção de PL's 20-25 ou mesmo camarões de 1g que serão posteriormente transferidos a outros viveiros para a finalização do cultivo. Quanto mais fases de cultivo, mais eficiente é o aproveitamento da área. Isso permite aumentar a produção anual do empreendimento, sem a necessidade de construir mais viveiros.
Colheitas	Colheitas com rede de arrasto em grandes áreas consomem mais tempo e mão de obra. Tilápias, em particular, são de colheita ainda mais trabalhosa. Camarões são colhidos na comporta, durante a drenagem do viveiro.	No Split Pond a colheita é facilitada pelo fato do cultivo ocorrer em uma área menor.
Alimentação e aproveitamento dos alimentos	Aração é distribuída em praticamente todo o viveiro, o que requer mais tempo e mão de obra. Parte da ração pode ser perdida em grandes áreas, particularmente no cultivo de camarões com alimentação por voleio. A conversão alimentar pode ser prejudicada por oscilações nos níveis de oxigênio dissolvido, comum nos grandes viveiros.	A alimentação é mais rápida, pois é concentrada apenas na área de cultivo, demandando menos mão de obra. Também é possível o uso de alimentadores automáticos, reduzindo ainda mais o custo com a alimentação. Há um aproveitamento mais efetivo da ração, devido ao menor deslocamento dos animais para a alimentação, maior frenesi alimentar e manutenção de adequado oxigênio dissolvido com a aeração concentrada em uma área menor.
Uso de corretivos, probióticos e fertilizantes	Pelo fato dos viveiros serem drenados por completo, há necessidade de corrigir e condicionar a água e solo (com novas aplicações de cal, calcário, probióticos e fertilizantes) a cada novo ciclo de cultivo.	Uso mais eficiente de corretivos, fertilizantes e probióticos, pelo fato de apenas 20% da água ser drenada a cada ciclo e ser necessário realizar a recuperação do solo com aplicação de cal e probióticos apenas na área de cultivo. Essa é uma prática comum no cultivo de camarões.

Necessidade de investimento

A transformação de grandes viveiros em Split Pond requer investimento com movimentação de terra (para os diques), a construção do canal de recirculação e da comporta de retorno, além da rede de energia, aquisição do circulador de água e de aeradores. A fazenda também precisa dispor de geradores, para se prevenir contra eventual interrupção no fornecimento de energia. Assim, o investimento pode ser muito alto em fazendas que ainda não contam com rede elétrica, nem aeradores e gerador. Se os aeradores e energia já fazem parte da rotina, o maior investimento fica por conta da construção dos diques, do canal de circulação e da comporta. Recomenda-se, portanto, que a transformação de um viveiro em Split Pond seja feita no momento de reforma do viveiro, onde o solo do fundo geralmente é movimentado do centro para as laterais, para desassorear o viveiro e recompor seus taludes. Desse modo o investimento pode ser minimizado. Em geral, para um viveiro de 1 hectare estima-se um investimento da ordem de R\$ 16.000,00 (já considerando a comporta, o canal, o circulador de água e seu ponto de energia e caixas de comando. Para viveiros maiores, o investimento por área cai consideravelmente. Por exemplo, para um viveiro de 3 hectares, o investimento fica em R\$ 6.500,00/ha, portanto, muito razoável comparado ao benefício do sistema. Esse investimento é rapidamente recuperado com o aumento na produtividade anual e redução do custo com mão de obra e uso de energia.

Split Pond no cultivo de tilápia e outros peixes

Na criação de peixes em grandes viveiros, o uso de mão de obra é bastante intenso, especialmente na alimentação e despescas. Normalmente se aplica uma potência de aeração muito maior por quilo de peixe do que em em cultivos mais intensivos em viveiros menores. Na criação de tilápias, pela dificuldade na despesca e ocorrência de reproduções indesejadas, é necessário drenar completamente os viveiros entre um ciclo e outro de produção, aumentando o uso de água. A água tem sido um recurso cada vez mais escasso em algumas áreas do país, especialmente nesses últimos anos de poucas chuvas no Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste. Assim, o Split Pond surge como uma opção para aumentar a eficiência do uso da água e da área, bem como reduzir o custo na produção de peixes em viveiros. Na **Tabela 2** apresentamos um comparativo entre a expectativa de produção de tilápia em viveiro convencional com aeração e baixa renovação de água e em Split Pond. A produção por ciclo chega a ser quase 3 vezes maior. No Split Pond os peixes podem ser estocados em alta densidade (20 juvenis/m²), devido à circulação diurna da água e pelo fato da aeração ficar concentrada na área de cultivo. Com os peixes concentrados, a alimentação e as colheitas ficam facilitadas. A biomassa final chega a 15 kg/m² na área de cultivo, contra 1,0 a 1,5 kg/m² em viveiros convencionais. Na colheita, apenas a área de cultivo será drenada, demandando menor reposição de água e uso de corretivos e fertilizantes no ciclo de produção seguinte. Pós-larvas e alevinos de reproduções indesejadas

são eliminados após a drenagem da área de cultivo. Pós-larvas que passaram pelas telas e entraram na área de recuperação de água não competirão com os peixes estocados no ciclo seguinte de cultivo, pois geralmente o cultivo começa com juvenis provenientes de viveiros berçários. Ainda assim vale a pena estocar alguns peixes carnívoros na área de recuperação de água, traíra, trairão, pintados, tucunarés, dourados, pirarucu e mesmo lambaris, que predam as pós-larvas e alevinos da tilápia. Tendo esses carnívoros como peixes de apoio, é interessante instalar pelo menos um aerador no lado de recuperação da qualidade da água, que será ligado todas as noites, de modo a prover um local seguro para os peixes mais sensíveis ao baixo oxigênio, visto que o oxigênio nessa área pode zerar em algumas noites.

Tabela 2. Expectativa de produção de tilápia em viveiros convencionais com baixa renovação de água e em viveiro dividido (Split Pond)

Tilápia	Convencional	Split Pond
Densidade (juvenis/m ²)	1,5	20
Peso final (g)	800	800
Sobrevivência	95%	95%
Biomassa final (kg/m ²)	1,14	15,2
Percentual da área em cultivo	100%	20%
Produção (kg/ciclo)	11.400	30.400

Split Pond no cultivo de camarões

Na criação de camarões marinhos, o uso de Split Pond pode ser uma excelente opção para o aproveitamento de grandes viveiros e adoção de uma estratégia que aumenta a eficiência do uso de mão de obra e aeração. As PL são estocadas na área de cultivo. A água é circulada durante o dia entre os dois compartimentos do viveiro. Durante a noite a aeração é acionada na área de cultivo. Pelo fato do cultivo ocorrer em uma área menor, a circulação de água é mais eficiente, garantindo uma qualidade de água mais homogênea entre superfície e fundo do viveiro. A aeração pode ser feita tanto com o uso de aeradores de pás (mais comuns nas fazendas), como com aeradores do tipo bomba vertical (ou chafariz). Até mesmo sistemas com ar difuso (compressor radial e difusores) podem ser utilizados. Na **Tabela 3** são comparadas as expectativas de produção de camarão em viveiro convencional e em Split Pond. No cultivo convencional, geralmente são estocados em média 20 PL/ m². Considerando uma sobrevivência de 65% e peso médio final de 12 g, a produção chega a 0,16 kg ou 160 g de camarão/m² ou quase 1.600 kg/ha. No Split Pond, como os níveis de oxigênio estarão em perfeito controle, é possível estocar 250 PL/m², o que resultaria em uma produção de 1,95 kg de camarão/m² na área de cultivo. Isso, diluído para a área toda do viveiro dá uma produção de 3.900 kg/ha, 2,5 vezes maior. Densidades de estocagem ainda maiores podem ser avaliadas no Split Pond. Durante o dia os aeradores

ficam desligados, pois a circulação de água entre os dois compartimentos é suficiente para manter níveis adequados de oxigênio. Pode ser interessante acionar um aerador na área de cultivo entre 12 e 14 h, para quebrar uma eventual estratificação no oxigênio dissolvido entre a superfície e o fundo do viveiro.

Tabela 3. Expectativa de produção de camarão em viveiros convencionais com baixa renovação de água e em viveiro dividido (Split Pond)

Camarão	Convencional	Split Pond
Densidade (PL/m ²)	20	250
Peso final (g)	12	12
Sobrevivência	65%	65%
Biomassa final (kg/m ²)	0,16	1,95
Percentual da área em cultivo	100%	20%
Produção (kg/ciclo)	1.560	3.900

Uso do Split Pond no policultivo de camarão e tilápia

Onde a salinidade permite, é possível cultivar tilápias nas fazendas de camarão marinho (**Figura 6a**). Para a tilápia do Nilo 8 a 12 ppt é uma salinidade ideal. O limite de salinidade é próximo de 18 a 20 ppt. Acima disso, o desenvolvimento da tilápia fica extremamente prejudicado e começam a ocorrer lesões corporais e grande mortalidade. Há registros do benefício da tilápia em manter um ambiente mais saudável nos viveiros de camarão, o que minimiza o impacto de algumas doenças, como se tem observado na Ásia e México com respeito à EMS (Síndrome da Mortalidade Precoce), doença causada pelo *Vibrio parahaemolyticus*. Tilápias “pastejam” constantemente as microalgas e zooplâncton presentes nos viveiros. Apesar das tilápias serem capazes de concentrar algas muito pequenas (com menos de 5 micra em tamanho), elas filtram mais ativamente algas de maior tamanho, maiores que 20 a 30 micra, como as algas azuis-esverdeadas (também conhecidas como cianofíceas ou cianobactérias). Com isso há uma redução na população de cianofíceas e aumento na quantidade de microalgas muito pequenas, especialmente algas verdes (clorofíceas) e diatomáceas. Portanto, em viveiros onde se cultiva tilápia há um predomínio de algas verdes em relação às cianofíceas. Em alguns estudos foi comprovado o efeito inibitório das algas verdes sobre o desenvolvimento de vibrios. O policultivo com tilápia, portanto, pode ser uma opção muito interessante aos produtores de camarão, especialmente em áreas afetadas por enfermidades, onde os vibrios podem ser tanto agentes patogênicos principais, como agentes desencadeadores da queda na resistência do camarão, facilitando a ação de outros patógenos, especialmente os vírus. Apesar dessa vantagem, há diversos obstáculos para os produtores que desejam fazer um policultivo camarão x tilápia:



Figura 6a. Tilápia e camarão cultivados juntos em um mesmo viveiro

- a) a salinidade da água não pode ultrapassar 20 ppt;
- b) o ciclo de cultivo da tilápia, com 150 a 180 dias, é mais longo do que o do camarão, 60 e 140 dias;
- c) a tilápia solta nos viveiros acaba comendo a ração do camarão;
- d) a reprodução indesejada das tilápias durante o cultivo, que pode prejudicar os ciclos seguintes se os alevinos não forem eliminados;
- e) a colheita mais trabalhosa da tilápia do que a do camarão, sendo necessário o uso de rede de arrasto e muito mais pessoas na operação.

Alguns produtores estão cultivando a tilápia em tanques-rede dentro dos viveiros de camarões (**Figura 6b**). Isso elimina o problema da colheita da tilápia e da competição com a ração do camarão. Mas, limita o aproveitamento do alimento natural pela tilápia, uma vez que os peixes ficam confinados. Também, se o ciclo do camarão for curto, pode ser necessário transferir as tilápias para tanques-rede em viveiros vizinhos, para um período adicional de crescimento, uma vez que o camarão precisa ser despesado. O uso de tanques-rede minimiza, mas não elimina a reprodução da tilápia, resultando em sobras de alevinos nas poças após a drenagem do tanque.

Com o uso do Split Pond é possível eliminar grande parte dos problemas observados no policultivo de tilápia e camarão e preservar o benefício da tilápia em reduzir a carga de vibrios na água do viveiro. Nesse caso, a tilápia deve ser estocada como juvenil (30 a 100 g) no lado maior do Split Pond, a uma densidade de 1 a 2 peixes/m², de acordo com o peso final desejado e potência de aeração disponível (**Figura 7**). Uma aeração de emergência de pelo menos 5 a 10 CV/ha deve estar disponível no lado da tilápia, com os aeradores



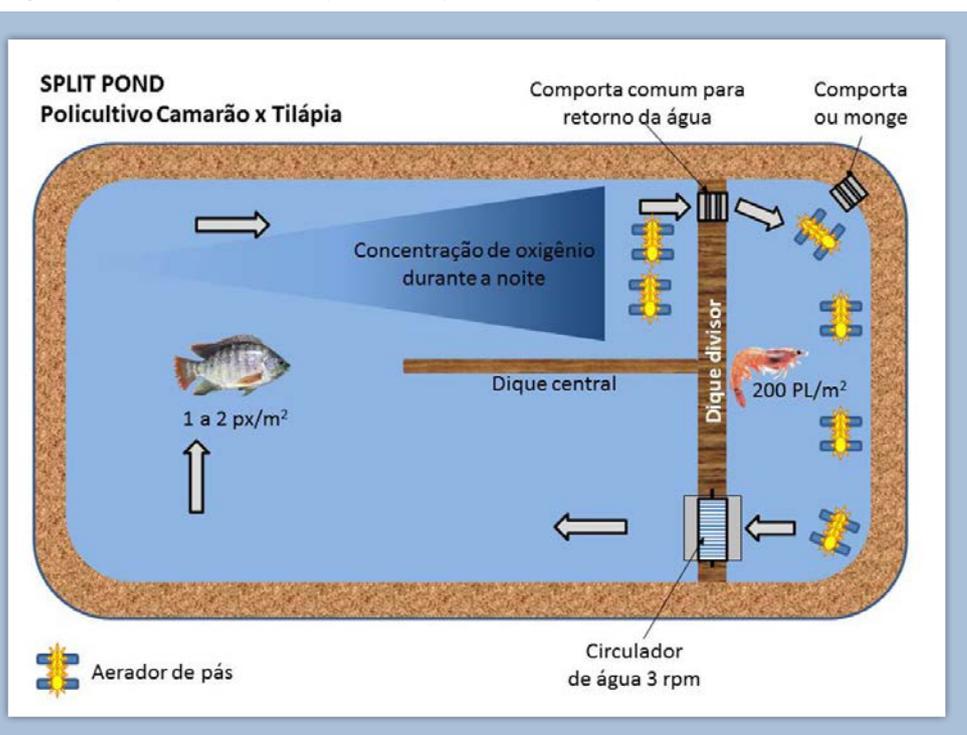
Figura 6b. Tanques-rede com tilápias em viveiros com camarão em uma fazenda no Ceará

concentrados próximos à comporta de retorno de água para a área de cultivo de camarões. Assim, os peixes ficarão acostumados a se concentrar próximos dos aeradores no período noturno. Esse condicionamento vai ser importante na preparação da colheita da tilápia. As pós-larvas de camarões devem ser estocadas no lado menor do Split Pond, em densidades ao redor de 200 a 300 PL/m², de acordo com o peso final desejado. A quantidade de aeradores na área dos camarões deve ser ajustada conforme a necessidade ao longo do cultivo. Os dois ambientes de cultivo são separados por tela, para evitar o deslocamento de tilápia ou de PL's de um lado a outro. O tamanho da malha das telas pode ser aumentado conforme o camarão se desenvolve.

podem determinar com mais precisão o momento de acionar os aeradores. Em algumas fazendas nos Estados Unidos são instalados dois sensores de oxigênio, um em cada compartimento. Estes sensores acionam diretamente os sistemas elétricos que ligam ou desligam os aeradores e o circulador de água.

Para a despesca do camarão, a comporta entre as duas áreas é fechada. O camarão será colhido com o uso de "bag net" na comporta da área menor. Após a colheita, a área menor pode ser preparada (preparo de solo e aplicação de probiótico) e enchida novamente com água da área onde estão as tilápias, permitindo uma abundância de fitoplâncton e alimentos naturais para as PL de camarão que serão estocadas. O nível do viveiro é completado com água nova. Assim pode ser realizado um segundo ciclo do

Figura 7. Representação do uso de Split Pond em policultivo de tilápia e camarão



Com as telas de malha menor no início (1 a 2 mm) é preciso realizar inspeção e limpezas diárias das telas para evitar obstrução que impeça uma recirculação efetiva da água. Malhas de 5 mm podem ser usadas com o camarão já maior, visto que uma eventual entrada de pós-larvas de tilápia na área de camarão a essa altura do cultivo não será um grande problema. Durante o dia a água é recirculada entre os dois ambientes. Por volta das 20-22 horas, ou quando o nível de oxigênio na água chegar próximo de 4 a 5 mg/litro na área do camarão, a circulação é paralisada e a aeração deve ser acionada. Do lado da tilápia, embora a queda de oxigênio ocorra de forma mais lenta, os aeradores próximos da comporta também devem ser ligados. Funcionários que realizam as leituras de oxigênio durante a noite

podem determinar com mais precisão o momento de acionar os aeradores. Em algumas fazendas nos Estados Unidos são instalados dois sensores de oxigênio, um em cada compartimento. Estes sensores acionam diretamente os sistemas elétricos que ligam ou desligam os aeradores e o circulador de água. Para a despesca do camarão, a comporta entre as duas áreas é fechada. O camarão será colhido com o uso de "bag net" na comporta da área menor. Após a colheita, a área menor pode ser preparada (preparo de solo e aplicação de probiótico) e enchida novamente com água da área onde estão as tilápias, permitindo uma abundância de fitoplâncton e alimentos naturais para as PL de camarão que serão estocadas. O nível do viveiro é completado com água nova. Assim pode ser realizado um segundo ciclo do camarão, tempo suficiente para que as tilápias atinjam peso de mercado. Após o segundo ciclo, o camarão é colhido. A despesca da tilápia sempre é feita após a despesca do camarão. Os peixes devem ser atraídos para a área menor (já reabastecida com água, após a retirada dos camarões). Para isso, durante duas noites seguidas, apenas os aeradores no lado menor do Split Pond devem ser ligados. A comporta de comunicação entre os dois lados deve ficar aberta. Os peixes, habituados a se aproximar dos aeradores, vão ser atraídos pelas concentrações mais elevadas de oxigênio no lado menor e vão passar através da comporta, em busca de conforto. Pela manhã a comporta é fechada. Os peixes concentrados no lado menor são alimentados e a operação será repetida na noite seguinte. Assim, ficará fácil capturar as tilápias, passando a rede de arrasto

na área menor. Após a retirada de grande parte dos peixes, o lado menor é drenado para capturar os peixes remanescentes. Nesse momento a comporta entre os dois lados deve ficar fechada. Peixes que eventualmente ficaram no lado maior, ainda podem ser capturados com uma rede de arrasto adequada, arrastada apenas no lado onde fica a comporta entre as duas áreas. A concentração das tilápias nessa área é feita de madrugada, acionando um pequeno aerador próximo à comporta de ligação. De manhãzinha, antes de desligar o aerador, uma rede de arrasto adequada para captura de tilápias deve ser atravessada no lado do aerador para cercar os peixes. O aerador é retirado e a rede pode ser arrastada, capturando os peixes remanescentes. Ao final de tudo, o viveiro deve ser drenado completamente, pois haverá a necessidade de eliminar larvas e pós-larvas remanescentes nas poças. A água que foi drenada, se possível, pode ser reaproveitada para encher o viveiro novamente.

Tabela 4. Dados extraídos e calculados do estudo comparativo entre Split Ponds e viveiro convencional na fazenda America's Catch Catfish Farm, Inc. em Itta Bena, MS. Peso inicial dos juvenis 48,6 g. Aproximadamente 190 dias de cultivo (apresentação feita por Steeve Pomerleau)

Parâmetros de desempenho	Split Pond 1	Split Pond 2	Convencional
Área útil do viveiro (ha)	4,33	3,44	2,83
Área de cultivo Split Pond (ha)	0,85	0,73	2,83
Total de peixes estocados	85.600	91.800	35.900
DE na área de cultivo (px/m ²)	10,1	12,6	1,3
DE na área do viveiro (px/m ²)	1,97	2,67	1,3
Biomassa final (kg)	57.492	58.451	26.494
Biomassa final (kg/ha)	13.446	17.074	10.096
Ganho em Biomassa (kg)	53.332	53.989	24.750
Ganho em Biomassa (kg/ha)	12.317	15.695	8.745
Ganho adicional em biomassa (kg/ha)	3.572	6.949	-
Uso total de ração (kg)	106.664	102.580	56.924
FCA	2,0	1,9	2,3
Taxa de alimentação diária (kg/ha/dia)	130	157	106
Peso final (g)	772	758	820
Sobrevivência	87%	84%	90%
Aeração na área de cultivo (CV/ha)	49,4	54,9	6,9
Aeração na área total (CV/ha)	11,4	16,0	6,9
Custo energia US\$	5.296	5.618	660
Custo energia US\$/kg de peixe	0,09	0,10	0,02
Custo com ração (US\$ 0,36/kg)	38.399	36.929	20.493
Custo da colheita (US\$)	7.274	5.779	3.147
Custo alevino (US\$ 0,16/unid)	13.696,0	14.688,0	5.744,0
Custos operacionais totais (US\$)	64.666	63.014	30.044
Custo operacional US\$/kg de peixe	1,12	1,08	1,13
Receitas totais (US\$ 2,20/kg de peixe)	126.483,24	128.591,97	58.287,24
Receitas totais (US\$/ha/ciclo 190 dias)	14.276,59	19.063,38	9.980,12
Ganho receita (US\$/ha/ciclo 190 dias)	4.296,48	9.083,26	-

Ganhos com a tecnologia Split Pond em fazendas de catfish nos EUA

Algumas fazendas de catfish no Mississippi e Arkansas já converteram grandes viveiros em Split Ponds (**Figura 1**). Um estudo comparativo do cultivo de catfish em viveiros convencionais e em Split Pond foi realizado na Fazenda America's Catch Catfish Farm, em Itta Bena, Mississippi. Os resultados desse estudo foram apresentados por Steeve Pomerleau (https://www.was.org/documents/MeetingPresentations/AA2011/AA2011_0341.pdf). Dois viveiros com área total de 3,96 e 4,82 ha foram transformados em Split Ponds. Após a construção do dique divisor e instalação de uma divisória interna feita com vinil (**Figura 8a**), esses mesmos viveiros ficaram com área útil de 3,44 e 4,33 hectares. Um modelo diferente de circulador de água foi instalado nos Split

Ponds desse estudo (**Figura 8b**).

Juvenis de catfish com aproximados 50 g foram estocados nestes viveiros e em um viveiro convencional com 2,83 hectares, para um ciclo de cultivo de 190 dias. Na **Tabela 4** e na discussão a seguir fazemos uma análise dos resultados obtidos nesse estudo comparativo.

Maior estocagem de peixes - Observe que a área de cultivo nos Split Pond representa praticamente 20% da área total dos viveiros. Note que a estocagem (peixes/m²) na área de cultivo foi 9 a 10 vezes maior do que no viveiro convencional. Se compararmos a estocagem dividida pela área total dos viveiros, podemos ver que nos Split Pond foram estocados 2 a 2,6 peixes/m², contra 1,3/m² no viveiro convencional. Praticamente o dobro de peixes por unidade de área.

Potência de aeração e custo de energia – na **Tabela 6** é possível observar a alta potência de aeração aplicada nos Split Ponds, cerca de 11 a 16 CV/hectare de área total, ou 50 a 55 CV nas áreas de cultivo, contra 6,9 CV/ha no viveiros convencionais. Portanto, 4 a 9 CV de potência a mais por hectare na área total. Isso resultou em maior custo de energia por quilo de peixe nos Split Ponds nesse estudo (US\$ 0,10/kg), contra US\$ 0,02/kg nos viveiros convencionais. Observe que a biomassa na área de cultivo



Figura 8a. Vista geral da divisão feita com vinil na área de restauração da qualidade da água dos tanques usados por Pomerleau. Também pode ser observada a posição do circulador de água no viveiro (Foto extraída da apresentação de Pomerleau)

dos Split Ponds chegou próximo de 60 toneladas. Na área de cultivo, embora ainda haja consumo de oxigênio pelo plâncton e outros organismos, o maior consumo é o do peixe, devido à grande concentração de animais. Uma tonelada de catfish consome cerca de 200 g de oxigênio/hora. Com 60 toneladas de catfish na área menor, 12 kg de oxigênio ($60 \times 200 = 12.000$ g de O_2) devem ser consumidos a cada hora. Isso demanda 12 CV de aeração somente para os peixes. Prevendo um consumo extra pelo plâncton e outros organismos, seguramente 15 a 16 CV de aeração seriam mais do que suficiente para manter níveis adequados de oxigênio na área de cultivo. Isso possibilitaria reduzir em quase 3 vezes a despesa com energia que foi registrada no estudo de Pomerleau, que usou 50 CV de aeração na área de cultivo.

Custo operacional de produção, produtividade e lucratividade – observe que o custo operacional por quilo de peixe foi ligeiramente menor nos Split Ponds, comparados ao viveiro convencional. Esse custo poderia ser ainda mais reduzido se a potência de aeração fosse otimizada. Nos Split Ponds houve um ganho adicional de 3.500 e 7.000 kg/ha comparado ao viveiro convencional. Com isso a lucratividade por ciclo de cultivo aumentou US\$ 4.200 e 9.000/ha nos Split Ponds. Esse foi um ganho bastante expressivo em lucratividade, que seguramente compensará, em poucos ciclos de cultivo, o investimento necessário para a conversão dos viveiros em Split Pond.

Considerações finais

Para peixes de colheita difícil em viveiros, como é o caso da tilápia, o uso de Split Pond facilita e reduz a demanda por mão-de-obra na operação de despesca. Na transformação de grandes viveiros em tanques para o cul-



Figura 8b. Detalhe do circulador de água usado nos Split Pond, acoplado a um tubo de metal. Observe que nesse caso o circulador força a circulação de água da área de restauração para a área de cultivo (Foto extraída da apresentação de Pomerleau)

tivo intensivo de camarão, a estratégia de Split Pond requer menor investimento, comparado à construção de estufas e raceways revestidos com geomembranas usados em sistemas com bioflocos. Além de permitir um manejo de solo diferenciado e concentrado na área de cultivo, os Split Ponds, por serem operados com uma maior potência de aeração na área de cultivo, apresentam maior uniformidade nos parâmetros de qualidade de água entre a superfície e o fundo do viveiro, apresentando menores variações diárias no oxigênio e pH. Isso melhora as condições ambientais para os camarões. Como já mencionado, o Split Pond também pode facilitar o cultivo em conjunto de tilápias e camarão, apresentando solução para os principais obstáculos no policultivo com essas espécies (ciclo de cultivo mais longo para a tilápia, vantagem do peixe na competição por ração e estratégias distintas de colheitas para cada espécie, entre as principais). Além disso, ainda se preserva o efeito benéfico da tilápia em manter uma composição mais adequada de algas no fitoplâncton e, com isso, criar um ambiente mais saudável e menos favorável à proliferação de vibrios, que podem prejudicar a saúde e favorecer infecções virais no camarão.

O uso de Split Pond, portanto, pode viabilizar a operação dos empreendimentos de aquicultura em áreas onde os recursos hídricos começam a ficar mais limitados. E, ainda por cima, proporcionar um ganho adicional em produtividade com um uso mais eficiente da água, aeração e mão de obra, aumentando a lucratividade anual dos empreendimentos. Manter a competitividade com sustentabilidade é fator decisivo, nos momentos difíceis, como o que se prenuncia para os próximos anos. Os empresários da aquicultura precisam implantar ações que preservem a competitividade e sustentabilidade das empresas no longo prazo, particularmente pela grande dependência do setor na disponibilidade e qualidade dos recursos hídrico. ■