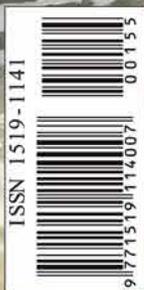




Panorama da AQUICULTURA

INJETORES DE AR:

A NOVIDADE QUE TORNA AINDA MAIS
EFICIENTE O CULTIVO EM BIOFLOCOS



OS CONCEITOS DE BIOMASSA SEGURA E ECONÔMICA

A legislação brasileira para o mercado de ornamentais • *Panorama da AQUICULTURA* lança aplicativos para tablets e smartphones • Floração de algas na costa de Santa Catarina impediu o consumo de moluscos • Pururuca de tilápia • Jaboticabal reúne o setor produtivo, ávido por novidades e parcerias

Fundamentos e produção segura de peixes em viveiros - Parte 2



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

Os conceitos de biomassa segura e econômica



Quando encontro com piscicultores pelo Brasil afora, sempre me fazem a seguinte pergunta: "quantos peixes posso estocar por metro quadrado?" Piscicultores pouco experientes muitas vezes estocam mais peixes do que deviam, fazendo com que em algum momento do cultivo a taxa de alimentação fique excessiva. Os problemas de qualidade da água ocorrem no momento em que o produtor excede a taxa de alimentação diária que um viveiro ou açude é capaz de suportar. Essa taxa varia em função da qualidade da ração, da possibilidade de renovar água nos viveiros e da disponibilidade e potência de aeração suplementar. A deterioração da qualidade da água impacta profundamente o bem estar, o desempenho, a saúde e a sobrevivência dos peixes, influenciando assim na produtividade e, sobretudo, no custo de produção e lucratividade. O sucesso dos empreendimentos de criação de peixes em viveiros, portanto, depende muito da habilidade do produtor em monitorar e manter boa qualidade de água. Vamos na Parte 1 dessa sequência de artigos como o aumento da taxa de alimentação e da população de microalgas (fitoplâncton) pode prejudicar a qualidade da água. Também foi discutida a importância do uso de aeração para sustentar maiores taxas de alimentação e, portanto, maior produtividade, conferindo segurança ao cultivo. No entanto, mesmo com altas taxas de aeração, o excesso de fitoplâncton (água extremamente verde) e a elevação nos níveis de amônia e outros metabólitos tóxicos colocam novos limites ao aumento da produção. Nesse segundo artigo será discutido o fundamento de biomassa segura e econômica. Lendo o primeiro (Edição 155 da revista *Panorama da AQUICULTURA*) e este segundo artigo, o produtor certamente saberá definir quanto peixe estocar de maneira econômica e segura em seus viveiros, e compreenderá a importância de acompanhar os resultados do seu cultivo.

Produção, produtividade e lucratividade

Os piscicultores geralmente querem maximizar a estocagem e, portanto, a produção, imaginando que esse é o caminho para aumentar a produtividade e lucro. Nem sempre funciona dessa maneira. Na agropecuária o termo **produção** se refere à quantidade de grãos, biomassa vegetal ou animais produzidos por unidade de área (kg ou ton/ha, kg/m², arroba/alqueire, etc.). Quando falamos em **produtividade**, acrescentamos o fator tempo à produção, ou seja, a unidade passa a ser expressa em kg/ha/dia, kg/

"É a lucratividade, não a produção nem a produtividade, que o empreendedor deve buscar maximizar. Dessa forma, ele terá o máximo retorno possível ao capital e tempo dedicados ao empreendimento."

m²/mês, kg/m³/ano ou como queira expressar. Por exemplo, há produtores de tambaqui que estocam mais peixes por hectare e, quando despescam os viveiros retiram 14.000 kg/ha. No entanto, muitas vezes levam dois anos ou mais para produzir um peixe acima de 3 kg a partir de juvenis de 200 a 300 g. Por outro lado, outros produtores chegam apenas a 7.000 kg/ha, mas fazem os animais atingir 3 kg em 10 meses. Ou seja, a produção foi o dobro no primeiro grupo, mas, se considerarmos o fator tempo, a produtividade foi maior para os produtores que estocaram menos, mas fizeram os peixes crescer mais rápido (8.400 kg/ha/ano vs 7.000 kg/ha/ano). Já a **lucratividade** incorpora pelo menos mais dois fatores à produtividade: o custo total de produção e o lucro líquido obtido na venda do peixe. Assim, a lucratividade pode ser expressa em R\$/ha/ano, ou R\$/m²/ano, ou R\$/m³/ano. No balanço final, é a lucratividade (não a produção, nem a produtividade) que o empreendedor deve buscar maximizar. Dessa forma ele terá o máximo retorno possível ao capital e tempo dedicados ao empreendimento.

Biomassa máxima ou capacidade de suporte

Todo açude ou viveiro tem um limite de biomassa que pode sustentar (**Figura 1**). Esse limite é atingido no momento em que a biomassa de peixe para de crescer. Isso ocorre em virtude da deterioração da qualidade da água, que reduz o ape-

tite dos peixes, diminui a eficiência de transformação do alimento (ração) em massa corporal e ainda pode começar a causar morte crônica dos animais. Nesse momento, os peixes estão consumindo ração apenas suficiente para suprir suas necessidades de manutenção. Por isso no ponto de máxima biomassa (ou capacidade de suporte) o ganho de peso (ou o incremento de biomassa) é praticamente zero. Por mais que o produtor consiga níveis adequados de oxigênio colocando mais aeradores no viveiro, outros metabólitos tóxicos, como a amônia, o nitrito, gás carbônico, gás sulfídrico, metano, etc. começam a prejudicar o bem estar dos peixes. Os animais comem menos do que poderiam e ainda convertem pior a ração. Os patógenos se multiplicam com o aumento da carga orgânica nos viveiros (fezes, algas em decomposição, etc.). Os peixes ficam debilitados e com menor resistência aos patógenos. O produtor gasta com ração, mão de obra, tempo de alojamento, manutenção da propriedade, seu próprio gerenciamento, etc. E os peixes não conseguem retornar esse investimento através do crescimento da biomassa. Logo se instala um quadro de mortalidade crônica, que leva embora o dinheiro e tempo já investidos na forma de peixes mortos. Portanto, um viveiro que vai se aproximando de sua capacidade de suporte começa a apresentar prejuízos mensais cada vez maiores e que vão consumindo parte do lucro que foi acumulado até aquele momento do cultivo. Além disso, o risco de perda do estoque de peixes é muito grande. Próximo da capacidade de suporte, o fitoplâncton geralmente

"Um viveiro que vai se aproximando de sua capacidade de suporte começa a apresentar prejuízos mensais cada vez maiores e que vão consumindo parte do lucro que foi acumulado até aquele momento do cultivo."

Conceito de capacidade de suporte (CS)

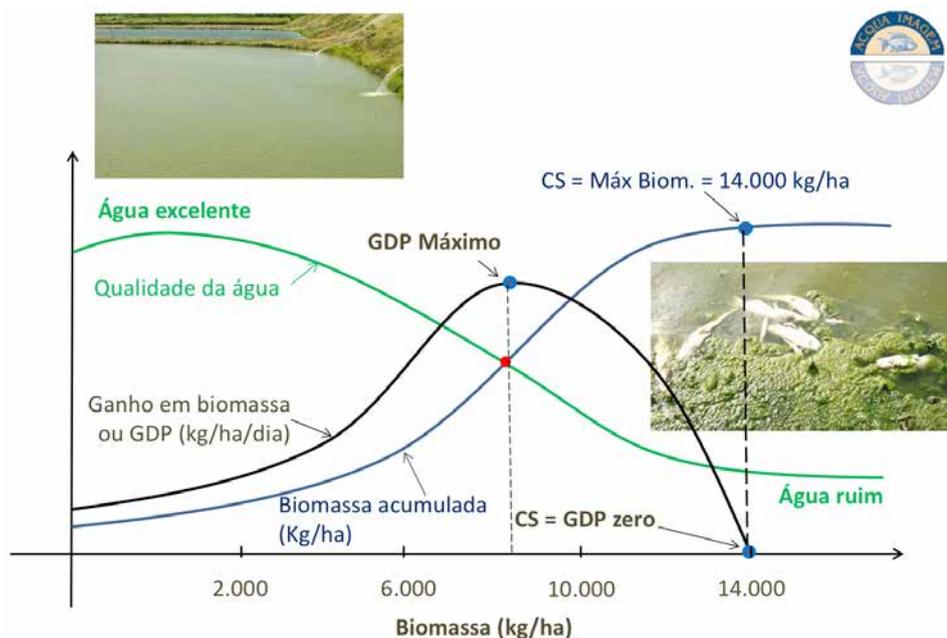


Figura 1. Este é um exemplo gráfico de como evolui a qualidade da água, o ganho de peso (GDP) e a biomassa em um viveiro de criação de peixes. Observe a curva de qualidade da água, ilustrando que a qualidade da água piora do início ao final do cultivo. Há um momento no cultivo em que os peixes apresentaram GDP máximo, combinando boas condições de qualidade da água e peixes já de um bom tamanho e ainda convertendo bem a ração em massa corporal. Nesse exemplo o GDP máximo ocorreu quando a biomassa estava um pouco acima de 8.000 kg/ha. A partir desse ponto, o ganho de peso começa a ficar cada vez menor. A qualidade da água vai piorando e os peixes comem menos e não convertem tão bem a ração. Note que, quando a biomassa atingiu 14.000 kg/ha, os peixes pararam de crescer. Esse momento de máxima biomassa e GDP = 0 é chamado de "capacidade de suporte" (CS). Nesse exemplo a CS foi atingida ao redor dos 14.000 kg/ha. Os números usados no eixo de baixo (X) são apenas ilustrativos. Com mais aeração e troca de água, esses pontos podem ser deslocados mais para a direita (maior capacidade de produção). Sem troca de água e sem uso de aeradores, esses pontos serão deslocados mais para a esquerda do gráfico (menor capacidade de produção)



Figura 2. Nata de algas cianofíceas em um viveiro de cultivo de tambaqui. Mortalidade crônica de catfish em viveiros com problemas de qualidade da água causados pelo excesso de fitoplâncton. Com fitoplâncton em excesso o pH da água nos viveiros se eleva excessivamente (para valores acima de 9,0, comumente 10)



está em excesso. Geralmente já ocorre a formação de natas de algas espessas na superfície da água (**Figura 2**). Várias espécies de algas cianofíceas liberam na água compostos que impregnam sabores desagradáveis na carne dos peixes (gosto de barro e outros sabores e odores estranhos). Algumas espécies de cianofíceas também podem liberar toxinas que dificultam a respiração e chegam a causar a morte dos animais. O fitoplâncton em excesso também pode entrar em colapso e morrer subitamente, causando alterações drásticas na qualidade da água, que comprometem a sobrevivência de todo o estoque de peixes no viveiro.

Autointoxicação por amônia. A presença excessiva de fitoplâncton faz com que o pH da água se mantenha elevado (acima de 9,0, muitas vezes 10 ou 11 no período após o meio dia). Nos viveiros os peixes acabam buscando algum conforto (refúgio) nas águas mais profundas. Em alguns dias (dias de sol



TRADIÇÃO EM QUALIDADE E DURABILIDADE





Seu cesto* com fundo fechado promove menor acúmulo de material no fundo e aumenta a circulação na camada horizontal da água.

Veja também opção de cesto em inox.





AQUAMIX

Novo cesto de inox reforçado. Ainda mais resistente.

*Patente Requerida

CONHEÇA TODA A NOSSA LINHA DE PRODUTOS:



AERADORES



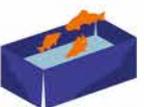
ALIMENTADORES



CAIXAS



MEDIDORES



SELECIONADORES



INCUBADORAS

(47) 3334-0089
www.beraqua.com.br
beraqua@beraqua.com.br

intenso, fotossíntese intensa e pH muito elevado) os peixes até mesmo deixam de se alimentar ou comem muito pouco no período da tarde, evitando ficar muito tempo expostos ao elevado pH das águas superficiais. Quando os viveiros são mais rasos, como os viveiros para larvicultura, alevinagem e pequenos viveiros para estocagem de matrizes (geralmente com menos de 1,8 m na parte mais funda), não há onde os peixes buscarem um conforto. Nesse caso, eles ficam expostos grande parte do dia à água de elevado pH. Peixes expostos continuamente à água de pH elevado (acima de 9,0) têm dificuldade de excretar a amônia gerada dentro do próprio organismo. O peixe produz continuamente amônia a partir da queima do excedente de aminoácidos (proteína, que é metabolizada para gerar energia). Assim o peixe precisa continuamente excretar a amônia que produz. Em água de alto pH há uma grande redução na difusão da amônia do sangue do peixe para a água (através das brânquias). Isso pode fazer com que a concentração de amônia no sangue dos peixes se eleve demasiadamente, atingindo níveis tóxicos. Dessa forma, o peixe pode se intoxicar com a própria amônia que ele gera e não consegue excretar, mesmo que não haja sinais da presença de amônia na água. Esse fenômeno é conhecido como “autointoxicação por amônia” e, seguramente, é um dos principais fatores que prejudicam o desempenho dos peixes em viveiros com água verde excessivamente verdes e, favorecendo ainda a ocorrência de doenças e mortalidade dos peixes. Portanto, a autointoxicação por amônia é um fator importante de limitação da produtividade em viveiros com águas excessivamente verdes. Algumas espécies de peixes são capazes de ativar mecanismos alternativos para se livrar da amônia (a tilápia é um deles, e portanto tolera melhor essas situações de água excessivamente verdes e pH elevado). Mas outros peixes podem não apresentar essa capacidade, especialmente peixes que evoluíram por milhões de anos em águas ácidas. O tambaqui e o pacu por exemplo. Há estudos feitos com tambaqui e pacu onde foi observado redução no ganho de peso em águas muito alcalinas (pH de 8,0 a 9,0). Já presenciei episódios de mortalidade súbita de alevinos de pacu e piaçu em viveiros com água de qualidade aparentemente perfeita (oxigênio alto, zero de amônia, zero de nitrito), porém bastante verde e pH na casa

Tabela 1. Taxa máxima de alimentação diária (TAD), oxigênio médio pela manhã (OXI), sobrevivência (SOB), peso final (PF), produção (PROD) e conversão alimentar do catfish americano em viveiros a três densidades de estocagem (DE), sem renovação de água e sem aeração (Adaptado de Tucker et al, 1979)

DE (px/ha)	TAD (kg/ha/d)	OXI (mg/l)	SOB (%)	PF (g)	PROD (kg/ha)	CA
5.000	34	4,5	99	604	2.990	1,3
10.000	56	3,1	93	440	4.092	1,7
15.000	78	2,1	83	390	4.856	2,5

"Algumas espécies de peixes são capazes de ativar mecanismos alternativos para se livrar da amônia. A tilápia é um deles, e portanto tolera melhor essas situações de água excessivamente verdes e com pH elevado."

de 10 pela tarde e 9,0 pela manhã. Os peixes moribundos não apresentavam parasitos nem sinais de doenças que pudessem ter causado a mortalidade. Mas apresentavam sinais de nataçãõ errática e espasmos (a amônia tem efeito neurotóxico, ou seja, bagunça com o sistema nervoso dos peixes) e buscavam a entrada de água do tanque ou áreas de sombra. Também presenciei alguns casos de mortalidade massiva de matrizes de piaçu em águas excessivamente verdes, com todos os parâmetros adequados de qualidade da água, com exceção ao elevado pH. As matrizes buscavam a entrada de água e muitos ainda ficavam em áreas rasas, embaixo de alguma vegetação da margem que avançava para dentro do viveiro. Oxigênio perfeito, sem amônia, nem nitrito na água, nem

parasitos ou lesões nas brânquias que justificassem esses comportamentos. Diversos peixes recém-mortos estavam com a câmara branquial repleta de lodo, como se tivessem ido para o fundo do viveiro e afundado a cabeça no lodo, provavelmente numa última tentativa de buscar o conforto de uma água de pH um pouco mais baixo. O piaçu é uma das espécies cultivadas no Brasil que considero muito suscetível a

problemas com autointoxicação por amônia. Mas isso pode ocorrer com qualquer espécie.

Biomassa segura e econômica

Já que há um grande risco de perda de peixes e prejuízos por doenças e problemas de qualidade da água quando a biomassa de peixes em um viveiro se aproxima da capacidade de suporte, qual seria uma biomassa segura e econômica para o cultivo? Na prática, podemos estabelecer uma biomassa segura em viveiros e açudes, monitorando parâmetros de qualidade da água. Se o produtor consegue manter os viveiros com níveis mínimos de oxigênio acima de 3-4 mg/litro e amônia tóxica (NH_3) não superior a 0,2 mg/litro (nível de atenção para a amônia tóxica), teoricamente ele está operando dentro das taxas de alimentação e de biomassa seguras, e com qualidade da água que possibilite eficiente crescimento e conversão da ração em carne. Mas se a água estiver excessivamente verde, os peixes correm o risco de uma autointoxicação por amônia e, mesmo que eles não cheguem a morrer, terão certamente o desempenho e saúde comprometidos.

Na **Tabela 1** há um exemplo interessante de cultivo de bagre (catfish americano) em viveiros sem re-

"Se a água estiver excessivamente verde, os peixes correm o risco de uma autointoxicação por amônia e, mesmo que eles não cheguem a morrer, terão certamente o desempenho e saúde comprometidos."

novação de água e sem aeradores. Essa tabela, por si só, possibilitaria um dia de curso sobre qualidade da água e economia na piscicultura. Um dia me perguntaram se esse estudo não é velho demais, pois foi realizado em 1979. Eu disse que um bom estudo sobrevive por décadas e mesmo séculos. E esse, em particular, nos permite apreciar fundamentos extremamente atuais para quem cria peixes em viveiros e açudes sem aeração.

Observe que na **Tabela 1** foram comparadas três densidades de estocagem (5.000, 10.000 e 15.000 peixes/ha), de forma a que pudessem ser atingidas taxas de alimentação máximas de 34, 56 ou 78 kg/ha/dia (esses números são quebrados assim, porque nos Estados Unidos a unidade de peso usada é libra). Note como o aumento da taxa de alimentação reduziu a concentração média de oxigênio pela manhã. Note que o oxigênio é expresso em valores médios. Isso significa que nos viveiros com 15.000 peixes por hectare e taxa de alimentação de 78 kg/ha/dia, os valores de oxigênio em algumas manhãs seguramente ficaram abaixo e, em outras, acima de 2,1 mg/litro. Nos viveiros com menor estocagem de peixes e, portanto, menor taxa de alimentação, o valor médio foi de 4,5 mg/litro. Pare a leitura e pense sobre os números da **Tabela 1**. Olhando os níveis de oxigênio, quais grupos de tanques você imagina que apresentaram melhor qualidade da água?

Compare os resultados de sobrevivência, peso médio final, produção e conversão alimentar entre as três taxas de estocagem e alimentação. Se os alevinos tiveram a mesma genética e a ração usada foi a mesma em todos os viveiros, como você explica o menor crescimento e a pior conversão alimentar, conforme a estocagem de peixes aumentou? Não vá dizer que diminuiu a disponibilidade de alimento natural, que catfish não filtra plâncton como a tilápia.

E mais uma questão: se foram produzidos quase 3.000 kg de peixes com uma estocagem de 5.000 peixes, por que a produção não foi de 6.000 kg estocando 10.000 px? E nem de 9.000 kg estocando 15.000 px? Pense um pouco nesses resultados. Observe que de 10.000 para 15.000 px/ha, a produção aumentou pouco menos de 800 kg. Se eu estocasse 20.000 px/ha, quanto mais eu conseguiria aumentar na produção? Talvez mais 400 kg? Você consegue perceber com esses números que a produção está se estabilizando para algo perto de 5.500 ou 6.000 kg/ha? Sabe o que é isso? Isso é mais ou menos o valor da capacidade de suporte de peixes em viveiros com baixa renovação de água e sem aeração. Obviamente eu posso atingir uma capacidade de suporte um pouco maior com uma espécie mais tolerante ao oxigênio, como o tambaqui ou a tilápia. Mas com qualquer espécie que precise ter mais do que 1 mg/litro de oxigênio na água para sobreviver, 6.000 kg/ha é praticamente um limite se não tenho aeração. O uso de rações de alta qualidade, que impactam menos a qualidade da água, pode permitir elevar um pouco mais esse limite. Mas a questão é que ninguém quer chegar nesse limite de

NUTRIÇÃO E SAÚDE

Suplementos nutricionais

- Polivitamínico e mineral completo
- Vitamina C monofosfato (35% vitamina C)
- Vitamina C revestida (98% vitamina C)

AERAÇÃO

Difusores de ar

- Difusor circular (disco 20 cm de diâmetro)
- Difusor tubular (17 ou 25 cm)



Mangueiras microperfuradas a laser - para difusão de oxigênio em caixas de transporte de peixes e em tanques de depuração.

Mangueira cristal de 1/2 e 3/4 " - para sistemas de aeração por ar difuso ou incubadoras.

Registro com junção bilabial - em polietileno para encaixe direto em tubulação de ar ou água.

Bomba submersa 0,5 HP - para circulação e aeração da água em tanques de produção de peixes, hapas de reprodução de tilápia e em tanques de depuração, dentre diversas outras aplicações.

QUALIDADE DA ÁGUA

ACQUA ANÁLISES® kit portátil para análises de água - pH, amônia total, alcalinidade total, dureza total e gás carbônico.



Disco de Secchi



Testes individuais de análises de água

- pH (colorimétrico)
- Alcalinidade total (titulométrico)
- Dureza total (titulométrico)
- Amônia total (colorimétrico)
- Nitrito (colorimétrico)
- Oxigênio dissolvido (titulométrico)



CLASSIFICADOR DE PEIXES

ACQUA GRADE® classificador de peixes com barras ajustáveis para alevinos e juvenis de 0,3 a 30g. Flutuante e leve (5kg), feita em material não corrosível. Dimensões: 55 x 35 x 30cm



PUBLICAÇÕES TÉCNICAS



- Controle financeiro na aquicultura
- Fundamentos da piscicultura em sistemas de recirculação (apostila)
- Nutrição e alimentação dos peixes cultivados
- Planejamento da produção de peixes
- Principais parasitoses e doenças dos peixes cultivados
- Projetos Aquícolas: planejamento e avaliação econômica
- Saúde e manejo sanitário na criação de tilápias em tanques-rede
- Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões
- Reprodução, larvicultura e produção de alevinos de peixes nativos
- Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial
- Transporte de peixes vivos

capacidade de suporte, pois é muito arriscado. O produtor gostaria mesmo de poder dormir tranquilo e acordar com os peixes bem nos tanques.

Analisando a **Tabela 1**, se você concluiu que foi o mero aumento na estocagem de 0,5 para 1,5 peixe/m² que ocasionou a piora no desempenho e sobrevivência dos peixes, digo que está enganado. Nota Zero. Isso porque o catfish pode ser cultivado em tanques-rede de pequeno volume e em raceways em altas densidades (100 a 200 px/m³) e com produção de 80 a 150 kg/m³ e, mesmo assim, com sobrevivência, desempenho e conversão alimentar melhores do que o obtido nesse estudo com apenas 1,5 px/m². Agora, se você concluiu que o aumento na densidade de estocagem demandou aumento na taxa de alimentação e, com isso, houve uma deterioração mais rápida da qualidade da água nos tanques mais populosos, o que prejudicou a sobrevivência e o desempenho dos peixes, meus parabéns. Nota 10.

Você observou na **Tabela 1** que, mesmo com um crescimento mais lento dos peixes e aumento na mortalidade, a elevação na densidade de estocagem proporcionou produções maiores no mesmo período de cultivo. Será que esse aumento na produção compensa os valores de conversão alimentar menos eficientes obtidos com o aumento na densidade? Vamos assumir que o peixe de 390 g e o de 600 g tenham o mesmo valor no mercado (o que é improvável, mas assim será para exemplo). Considere o preço de venda de R\$ 5,50/kg e a ração a R\$ 1,70/kg e, ainda, que a ração representa 70% do custo de produção (apenas para simplificar esse exercício). Com esses dados podemos calcular qual densidade de estocagem resultaria em maior lucro ao piscicultor e o valor desse lucro. Veja na **Tabela 2**. Tente refazer esses cálculos você mesmo.

Observe na **Tabela 2** que, de forma surpreendente pra muitos, a maior lucratividade R\$ 6.450,00/ha foi obtida com a menor densidade de estocagem e menor produção. Não quero dizer com isso que abaixar a densidade de estocagem é sempre o melhor caminho. Mas quando o preço de venda

está apertado e o preço da ração (custo de produção) está alto, os peixes precisam ter desempenho muito eficiente. Observe que com 10.000 px/ha também houve lucro. Mas esse lucro foi menor do que com 5.000 px. Devido a pior conversão alimentar, o custo de ração por quilo de peixe foi R\$ 0,72 maior comparado a estocagem de 5.000 px/ha. Isso impactou demais o custo de produção. Com as premissas de preços aqui sugeridas, o produtor perderia dinheiro com a densidade de 15.000 px/

ha, pois o custo de produção foi maior do que o preço de venda. Se você compreendeu essa análise, acredito que já começa a entender o conceito de Biomassa Econômica.

A Biomassa Econômica é atingida no momento em que foi alcançado o maior lucro acumulado no cultivo. Vejamos o exemplo da **Tabela 3**. Um viveiro de 1 hectare foi preparado para receber um lote de juvenis de tambaqui. Há um custo inicial relacionado ao preparo do

Tabela 2. Resultados econômicos da criação de catfish em viveiros sem renovação de água, nem aeração, sob três densidades de estocagem (Adaptado com base no estudo de Tucker et al 1979)

DE (px/ha)	PROD (kg/ha)	CA	CR R\$/kg	CT R\$/kg	LC/kg R\$/kg	LC/ha R\$/ha/ciclo
5.000	2.990	1,3	2,34	3,34	2,16	6.449
10.000	4.092	1,7	3,06	4,37	1,13	4.618
15.000	4.856	2,5	4,50	6,43	- 0,93	- 4.509

Premissas e siglas: Preço da ração = R\$ 1,80/kg; Preço de venda do peixe = R\$ 5,50/kg; Ração representa 70% do custo de produção. PROD = produção; CA= conversão alimentar; CR = custo de ração por quilo de peixe = CA x preço da ração; CT = custo total por quilo de peixe = CR/0,70; LC/kg = lucro por quilo de peixe = Preço de venda - CT; LC/ha - lucro por hectare = LC/kg x PROD

"Mesmo com um crescimento mais lento dos peixes e aumento na mortalidade, a elevação na densidade de estocagem proporciona produções maiores no mesmo período de cultivo."

viveiro (drenagem, limpeza, reparos, aplicação de cal nas poças, calagem, fertilização, etc.), que neste caso foi de R\$ 1.650,00. Além disso, há o custo dos juvenis estocados, que é o custo de produção acumulado desde as fases anteriores do cultivo. No exemplo, os juvenis de tambaqui de 320 g tiveram um custo estimado de R\$ 0,65/unidade.

Na **Tabela 3** vemos que o viveiro iniciou seu cultivo com uma biomassa de 1.472 kg (ou seja, 4.600 peixes x 320 g/peixe). Todo mês uma quantidade de ração é alocada ao viveiro. Os peixes crescem, e isso resulta em um ganho de biomassa (GDB). Com o preço de venda esperado (no caso R\$ 5,00/kg) podemos estimar o valor desse ganho de biomassa mês a mês. Para produzir esse ganho em biomassa, o produtor gastou com ração, salários, eletricidade, combustível, manutenção de equipamentos, de instalações e de veículos, entre outras despesas. Caso o produtor tenha o controle das despesas específicas associadas a cada um dos viveiros, poderá somar essas despesas e estimar o custo de operação de cada viveiro mês a mês. Para o exemplo da **Tabela 3** assumimos que a ração representa 65% e as demais despesas perfazem o restante de 35% do custo total de produção. Assim, com a quantidade de ração aplicada todo mês, calculamos o custo de ração. O custo de ração dividido por 65% nos dá uma estimativa do custo total mês a mês. Dessa forma conseguimos estimar o quanto foi gasto e o valor do ganho de biomassa mês a mês. Observe que, até os 180 dias de cultivo, o valor do ganho mensal de biomassa foi maior do que as despesas mensais do viveiro. Isso significa que até aos 180 dias, todo mês

houve um lucro. O lucro acumulado (note que começou com um valor negativo de R\$ 4.635,00 referentes às despesas de preparo do viveiro e o custo dos juvenis) ficou positivo somente aos 90 dias e atingiu valor máximo aos 180 dias (R\$ 6.820,00/ha). No momento do máximo lucro acumulado, a biomassa de peixes foi 12.400 kg/ha. Esse, portanto, é o valor da biomassa econômica. Porém, observe que o valor do ganho de biomassa aos 180 dias foi bem pequeno, menor do que o valor do ganho de biomassa nos primeiros 30 dias do cultivo, quando os peixes cresceram de 300 para 500 g. Talvez, então, fosse melhor o produtor parar o cultivo com uma biomassa um pouco menor, ao redor de 10.000 a 11.000 kg (próximo dos 150-160 dias), e começar um novo ciclo. No entanto, como o peixe ainda não havia atingido o peso comercial de 3 kg desejados aos 180 dias, foi necessário estender o cultivo. No exemplo, mais um ou dois meses de cultivo além dos 180 dias (210 ou 240 dias) custou ao produtor uma considerável perda do lucro que ele acumulou até os 180 dias. Para que isso não aconteça nos próximos ciclos, o produtor deveria abaixar um pouco a densidade de estocagem, possivelmente para 4.000 peixes por hectare, de modo que os peixes possam crescer um pouco mais rápido, atingindo os 3 kg com uma biomassa próxima de 12.000 kg/ha. Podemos visualizar melhor a evolução da biomassa e do lucro acumulado com o gráfico apresentado na **Figura 3**. Observe que a biomassa de peixes continua aumentando, até chegar a um valor próximo de 17.000 kg/ha (que seguramente está muito próximo da capacidade de suporte). Apesar desse

aumento de biomassa, o lucro acumulado começa a reduzir a partir dos 180 dias, pois o valor do ganho de biomassa (cada vez menor) não é mais capaz de pagar as despesas de produção. Dessa forma, o lucro que foi acumulado até o dia 180 começa a ser consumido. Veja que até os 240 dias ainda sobra algum lucro. Mas aos 270 dias, o lucro acumulado fica negativo e a partir daí, a situação fica cada vez pior. Retornando a **Tabela 3**, veja como a conversão alimentar piora muito a partir dos 210 dias (7 meses) de cultivo. O produtor está gastando muito com ração, mas não tem o retorno com o ganho em biomassa.

Aplicação prática do conceito de biomassa econômica

Tendo uma noção do valor da biomassa econômica para sua condição específica de cultivo e preços de

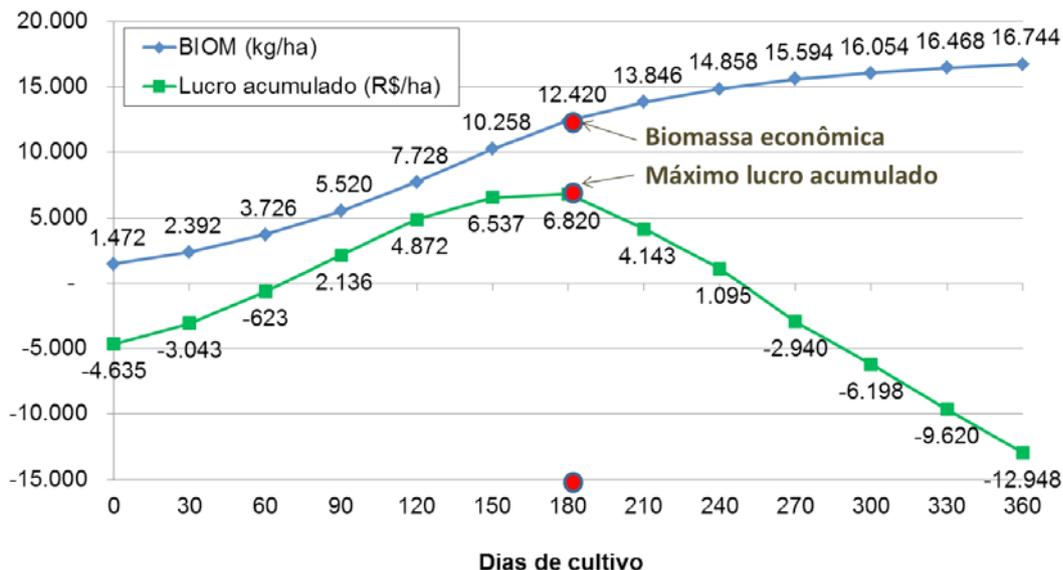
Tabela 3. Exemplo de determinação de biomassa econômica em um cultivo de tambaqui (etapa de engorda) em um viveiro escavado

Dias de cultivo	PM (g)	BIOM (kg/ha)	RAC kg	GDB kg	CA	GDB kg/ha/dia	GDP Valor R\$	CP R\$	LC R\$	LC acum R\$/ha
0	320	1.472						4.635	-4.635	-4.635,00
30	520	2.392	1.150	920	1,25	46,0	4.600	3.008	1.592	-3.042,69
60	810	3.726	1.625	1.334	1,22	66,7	6.670	4.250	2.420	-622,69
90	1.200	5.520	2.375	1.794	1,32	89,7	8.970	6.212	2.758	2.135,77
120	1.680	7.728	3.175	2.208	1,44	110,4	11.040	8.304	2.736	4.871,92
150	2.230	10.258	4.200	2.530	1,66	126,5	12.650	10.985	1.665	6.537,31
180	2.700	12.420	4.025	2.162	1,86	108,1	10.810	10.527	283	6.820,38
210	3.010	13.846	3.750	1.426	2,63	71,3	7.130	9.808	-2.678	4.142,69
240	3.230	14.858	3.100	1.012	3,06	50,6	5.060	8.108	-3.048	1.095,00
270	3.390	15.594	2.950	736	4,01	36,8	3.680	7.715	-4.035	-2.940,38
300	3.490	16.054	2.125	460	4,62	23,0	2.300	5.558	-3.258	-6.198,08
330	3.580	16.468	2.100	414	5,07	20,7	2.070	5.492	-3.422	-9.620,38
360	3.640	16.744	1.800	276	6,52	13,8	1.380	4.708	-3.328	-12.948,08
Total	3.640	16.744	32.375	15.272			76.360	89.308	-12.948	-12.948,08

PM = peso médio dos peixes; BIOM = biomassa de peixes no viveiro; RAC = ração aplicada; GDB = ganho de biomassa; CA = conversão alimentar; CP = custo de produção; LC = lucro; LC acum = lucro acumulado.

Premissas = estocagem de 4.600 juvenis/ha; Custo acumulado juvenil = R\$ 0,65/unidade; Custo do preparo inicial do viveiro = R\$ 1.650,00; Ração 28% PB = R\$ 1,70/kg; Ração representa 65% do custo de produção; Preço de venda tambaqui 3 kg = R\$ 5,00/kg.

Figura 3. Representação gráfica da evolução da biomassa e do lucro acumulado em um cultivo de tambaqui em viveiros com aeração e renovação parcial de água (de acordo com os dados da Tabela 3). Os pontos em vermelho, de cima para baixo, indicam a Biomassa Econômica e o valor do lucro acumulado quando a biomassa foi atingida, e os dias de cultivo onde a biomassa econômica foi atingida



mercado, o produtor pode definir melhor a densidade de estocagem dos peixes, de modo a atingir o peso desejado ao mesmo tempo em que a biomassa econômica é alcançada. Essa seria a situação ideal. Em geral, a biomassa econômica (e segura) geralmente fica entre 60 e 80% da capacidade de suporte. Na **Tabela 4** seguem sugestões de biomassa segura (e econômica) para diferentes condições de cultivo. Se o produtor ainda não sabe ao certo sua biomassa econômica, sugiro que ele estipule uma meta equivalente a

80% da produção que ele está habituado a alcançar hoje em seus viveiros. Por exemplo, produz 10.000 kg/ha, estabelece 8.000 kg/ha. Se o peso final desejado for 1 kg, a estocagem deverá ser 8.000 px/ha. Mas se o peso comercial for 2 kg, a estocagem cai para metade, ou seja, 4.000 px/ha. Se for uma fase de produção de juvenil de 400 g, dá para estocar 2 peixes por m², que resultaria em 800 g/m² ou 8.000 kg/ha. Portanto, a biomassa econômica será seu guia para definir a densidade de estocagem em cada etapa do cultivo. Lembre que a biomassa econômica é bastante influenciada pelas

condições de preços de mercado e preços dos principais itens de custo de produção, especialmente ração. Quando as margens começam a ficar apertadas, o produtor tem que trabalhar da forma mais eficiente possível. É nesse momento que a aplicação do conceito de biomassa econômica possibilitará ao piscicultor alcançar a eficiência e competitividade necessárias para ele conseguir ter lucro com a atividade. ■

Tabela 4. Taxas de alimentação e biomassas seguras na produção de peixes em viveiros e açudes com ou sem renovação de água ou aeração. Estocagem máxima para produzir peixes de 1 kg

Renovação de água ¹ (%/dia)	Aeração	Máx. Ração (kg/ha/dia)	Biomassa segura (t/ha)	Estocagem máx. (px/ha)
Ausente	Ausente	40 a 60	4 a 6	6.000
Ausente	Disponível	60 a 80	6 a 8	8.000
5 a 10%	Ausente	80 a 100	8 a 10	10.000
5 a 10%	Disponível	100 a 150	10 a 15	15.000
10 a 20%	Ausente	150 a 200	15 a 20	20.000
10 a 20%	Disponível	200 a 300	20 a 30	30.000
20 a 30%	Disponível	400 a 600	40 a 60 ²	60.000

¹A renovação de água é empregada nas fases mais avançadas do cultivo, quando a taxa de alimentação fica muito elevada, a água excessivamente verde e os níveis de amônia tóxica atingem valores de atenção (0,2 mg/l).

²Produções acima de 60 toneladas por hectare é possível com o aumento na potência de aeração nos viveiros e contando com geradores ou aeradores acionados pela TDP de tratores ou motores estacionários. O risco de perda do estoque é grande numa eventual falta de energia. Também é importante verificar se os resultados econômicos justificam esse aumento nas densidades de estocagem e produção.

Nos próximos artigos serão abordados:

Parte 3 - Os fatores que afetam a produtividade de uma piscicultura em viveiros e açudes.

Parte 4 - Estratégias de planejamento e condução dos cultivos que possibilitem maximizar a produtividade e os lucros.

Parte 5 - Novas estratégias e tendências no cultivo de peixes em viveiros.