

MODELAGEM DA PRODUÇÃO ORIUNDA DA PISCICULTURA E DA PESCA COMERCIAL ARTESANAL NO MUNICÍPIO DE MANAUS, AMAZONAS

MODELING OF PRODUCTION FROM FISHERIES AND ARTISANAL COMMERCIAL FISHING IN THE MUNICIPALITY OF MANAUS, AMAZONAS

Sâmea Coelho Bezerra do NASCIMENTO¹; Lucirene Aguiar de SOUZA² & Wellington Oliveira FALCÃO³

¹Centro Universitário do Norte - UniNorte

²Departamento de Ciências Pesqueiras, Universidade Federal do Amazonas – UFAM. Orcid: 0000-0001-5832-8023

³Colônia dos Pescadores Z-12

*email: scbnascimento@gmail.com

Recebido: 27/03/2018 Publicado: 25/01/2019

Resumo - A produção pesqueira extrativa e da piscicultura tem sido fundamental para o abastecimento da cidade de Manaus, Amazonas. Este trabalho teve por objetivo analisar, por meio de processos de modelagem, o estado atual e as perspectivas futuras da produção pesqueira nessa cidade, tanto da pesca artesanal comercial como da piscicultura. Para isso, foram empregados dados de produção da pesca disponibilizados pela Colônia dos Pescadores Z-12 de Manaus, bem como informações oriundas do Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas relacionados à piscicultura. Todos os dados foram inseridos no *software* Stella, utilizados para alimentar o modelo final e, assim, submetidos ao processo de modelagem. Por intermédio do modelo pode-se observar que a pesca que abastece a cidade apresenta parâmetros que oscilam em torno de amplitudes relativamente constantes, sem apresentar tendência de crescimento. A produção oriunda da piscicultura tem tendência crescente e apresenta-se relacionada à oscilação dos desembarques pesqueiros. Percebe-se que uma produção complementa a outra no que diz respeito à oferta de pescado no mercado de Manaus. A pesca e a piscicultura juntas podem contribuir para o ordenamento e o desenvolvimento do setor

pesqueiro, diminuindo os impactos causados ao ambiente pelas duas atividades.

Palavras-Chave: previsão de produtividade, simulação pesqueira, oferta de pescado.

Abstract - The production of extractive fishing and of fish farming has been basic for supplying the city of Manaus-AM. This work had its analysis through modeling processes, the current state and the future perspectives for fishing production in this city, for the commercial craft fishing and for fish farming. For that we used data of fishing production made available by the Colony of the Fishermen Z-12 of Manaus and data from the Institute of Environmental Protection of Amazonas (IPAAM) referring to fish farming. All data were inserted in the Software Stella and used to feed the final model; then, it was subjected to the modeling process. Through the model it is seen that the fishing that supplies this city has parameters that oscillate around relatively constant amplitudes, without presenting tendency of growth. The production originating from the fish farming has a growing tendency and presents itself connected to the oscillation of the fishing landings. It is seen that a production complements the other when concerning fish offer in the market of Manaus.

Fishing and fish farming can contribute together for the organization and development of the fishing sector, reducing the impacts caused to the environment through these activities.

Keywords: productivity forecasting, fishery simulation, fish supply.

Introdução

No Amazonas, o pescado é fundamental para o abastecimento alimentar da população. Almeida (2006) estimou que a produção de pescado comercializada no Estado fosse da ordem de 84 mil/t/ano. O setor pesqueiro envolve, no estado, 80 mil ribeirinhos que pescam para subsistência, 40 mil pescadores profissionais e 3.600 aquicultores (Gandra, 2010). Na capital, Manaus, a pesca gera 120 mil empregos diretos, entre eles: encarregados, catraieiros, despachante, atravessadores, entre outros (Gandra, 2010). As espécies-alvo da pesca são principalmente os Characiformes migradores (Santos, Ferreira & Val, 2014; Gonçalves & Batista, 2008).

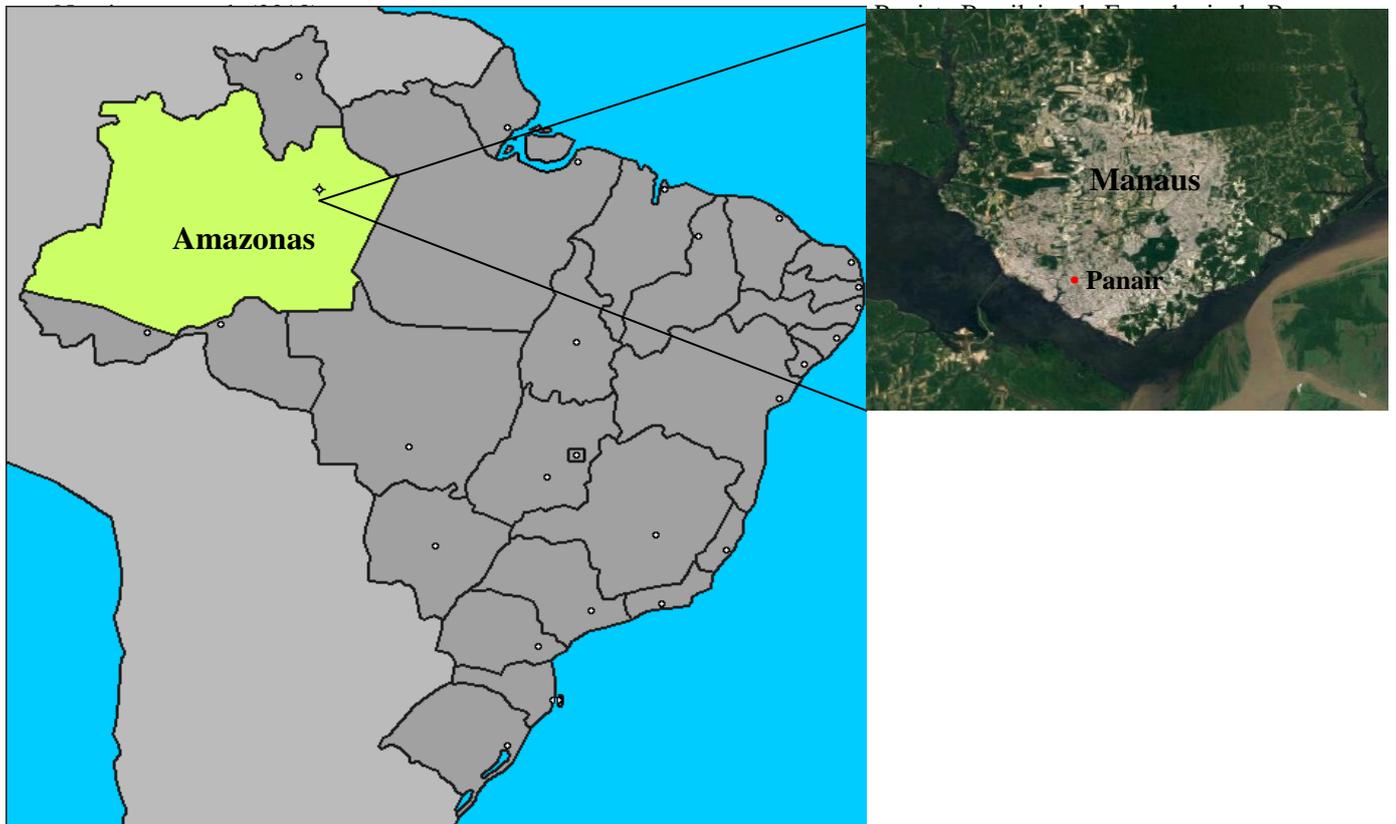
Apesar de grande parte do pescado desembarcado nessa cidade ser oriunda da pesca, a piscicultura tem contribuído cada vez mais para atender à demanda crescente local, principalmente de espécies que têm sua oferta reduzida em função do declínio dos seus estoques em ambientes naturais, como: tambaqui (*Colossoma macropomum*), pirarucu (*Arapaima gigas*) e matrinxã (*Brycon* sp.) (Gandra, 2010; Garcez & Freitas, 2010). Essa atividade se destaca, dentro da aquicultura, com maior potencialidade de desenvolvimento no Estado do Amazonas, pela riqueza de recursos naturais propícios para o ramo (Fernandes, 2005).

Esses dois setores produtivos formam um sistema complexo, o qual pode ser estudado à luz da modelagem de ecossistemas (Petten, 1994). Os processos de modelagem já foram utilizados na região para fazer previsões sobre o setor pesqueiro, para pescarias executadas no Estado do Amazonas, inclusive para aquela que desembarca em Manaus (Inomata, Gonzalez, Román, Souza & Freitas, 2018; Souza & Freitas, 2010; Montenegro & Souza, 2016), sempre relacionando essa atividade ao nível do rio, sendo a inclusão de sua oscilação fundamental para o realismo de modelos pesqueiros (Souza & Freitas, 2009). Percebendo a importância do setor para região, este trabalho resolveu modelar a interação entre a produção referente à piscicultura e à pesca artesanal comercial que abastecem Manaus, no intuito de prever alterações futuras na produtividade e compreender a dinâmica do setor, inclusive diante das oscilações do regime fluvial.

Materiais e Métodos

Área de Estudo

A área de estudo compreendeu o Estado do Amazonas (Figura 1), que tem área de 1.577.820,2 km², sua bacia hidrográfica compreende 6.217.220 km² e sua população é de cerca de 4.080.611 habitantes (IBGE, 2018). Os dados pesqueiros usados nesse trabalho envolveram 41 rios e 5 lagos, de sistemas de água branca e preta. Como região consumidora, usou-se como base o município de Manaus (latitude: 3°6'26" sul, longitude: 60°1'34" oeste), ponto para onde converge a maior parte da produção da piscicultura e pesca no Estado (Gandra, 2010). Essa cidade estende-se por 11.401,1 km² e no último censo sua população era de 1.802.525 habitantes (IBGE, 2018).



Fonte: Google Earth (2018).

Figura 1. Mapa da área de estudo: estado do Amazonas e Manaus.

Coleta de dados

O ponto de coleta referente à pesca foi o Porto da Panair, localizado na orla de Manaus. Esses dados foram coletados pela Colônia dos Pescadores Z-12, durante os anos de 2012 a 2014. Essas informações foram obtidas por meio de questionários, aplicados diariamente junto aos proprietários das embarcações pesqueiras, totalizando 13.968 entrevistas. Os dados relativos à piscicultura, para o período supracitado, foram fornecidos pelo Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM), sediado na mesma cidade. Os dados do nível do Rio Negro referente aos anos analisados foram provenientes da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2018). Todas essas informações foram usadas para alimentar o modelo construído.

PROCESSO DE MODELAGEM

A modelagem foi executada no *software* Stella 8.0, apropriado para modelagem ecológica e econômica de sistemas dinâmicos (Ruth & Hannon, 1997). Os dados foram submetidos ao sistema de integração Runge-Kutta para resolução de derivadas em função do tempo, no qual o Δt empregado foi de 0,25. A unidade de tempo escolhida para o modelo foi o mês. Os componentes do *software* utilizados para representar o sistema foram: os estoques, \square , que expressam pontos de armazenamento de valor e descrevem o estado do sistema; os fluxos, \Rightarrow , que indicam os pontos de entrada e saída que enchem ou esvaziam o estoque; os conversores, \bigcirc , que são utilizados para efetuar vários tipos de cálculos, alterando fluxos e outros conversores; e os conectores, \rightarrow , que sinalizam as relações de dependência entre os componentes do modelo (Constanza & Voinov, 2001).

Variáveis empregadas no modelo:

- a) Ciclo hidrológico: função construída para representar ondas de amplitude compatíveis com o nível do rio (27,9 m na cheia e 15 m na seca), utilizando valores de cotas históricas. Essas ondas geram uma seca e uma cheia em um período de 12 meses. A essa equação foi acrescida a função “*Random*”, usada no Stella para incluir variações aleatórias dentro de um intervalo de valores nele inseridos. Estes foram equivalentes aos valores extremos da série histórica do nível do rio,

conforme usado por Montenegro & Souza (2016) e Lopes, Souza & Inomata (2017), para simular as oscilações atípicas do regime fluvial. A Equação 1 inserida foi:
- *sinwave* (*amplitude da onda senoidal, período e tempo para completar o ciclo*) + *altura do vale* + (*Random* (*cota da cheia extrema, - cota da seca extrema*)) (1)

Em que:

sinwave = a função trigonométrica que gera uma onda senoidal;

amplitude da onda senoidal = valor máximo do nível do rio;

período de tempo para completar o ciclo hidrológico = 12 meses do ano;

altura do vale = a profundidade mínima do rio;

Random = a função que gera aleatoriedade de valores de acordo com limites estipulados (Ruth & Hannon, 1997).

Os limites, aqui definidos de acordo com a CPRM, de acréscimo para eventos extremos são de 2,03 m na cheia e 1,4 na seca;

b) Taxa reprodutiva: estabelecida, de acordo com o descrito por Souza & Freitas (2010), como uma função gráfica em que os valores são diretamente proporcionais ao ciclo hidrológico; consideramos que 100% dos peixes repõem suas populações nas cheias e que, na seca, 50% dos peixes ainda se reproduzem. Baseando-se no fato de que o ápice reprodutivo das espécies mais comercializadas ocorre no período de águas mais altas, consideramos essa suposição robusta. Simplificações como essa são aceitáveis em modelagem para reduzir a complexidade das análises (Béné, Doyen & Gabay, 2001; Jørgensen, 1997);

c) Capacidade de suporte (K): o número máximo de indivíduos de uma população que pode ser sustentado indefinidamente sem degradar os recursos que afetam sua própria existência (Loureiro, 2014). Esse valor é observado assíntota da curva logística de Verhulst (1838), representada pelo valor de estoque descrito por Silva Jr., Raseira, Ruffino, Batista & Leite (2017), que corresponde aos peixes comerciais da Amazônia. Este foi dividido por 12, uma vez que no estudo supracitado os valores são anuais e, no presente trabalho, eles são mensais (valor assumido: 49.986.940 kg);

d) Estoque pesqueiro (kg): estabelecido, a partir do trabalho de Silva Jr., Raseira, Ruffino, Batista & Leite (2017), como estimativa do tamanho do estoque dos 11 principais peixes comerciais da Amazônia (valor utilizado: 29.261.370 kg);

e) Reprodução (fluxo): função que resulta em uma curva de crescimento populacional logística descrita por Verhulst (1838). Estabelecida conforme a função logística de Verhulst, expressa pela Equação 2:

$$N(t)=rN(1-N/K) \quad (2)$$

Em que:

K = capacidade de suporte;

N = estoque pesqueiro;

r = taxa reprodutiva;

t = tempo (em meses).

f) Esforço: função gráfica em que o número médio de barcos que atuam em Manaus, que representa o esforço (eixo do y), é dependente do regime fluvial (eixo do x) (Figura 2), conforme o descrito por Fabr , Castello, Isaac & Batista (2017);

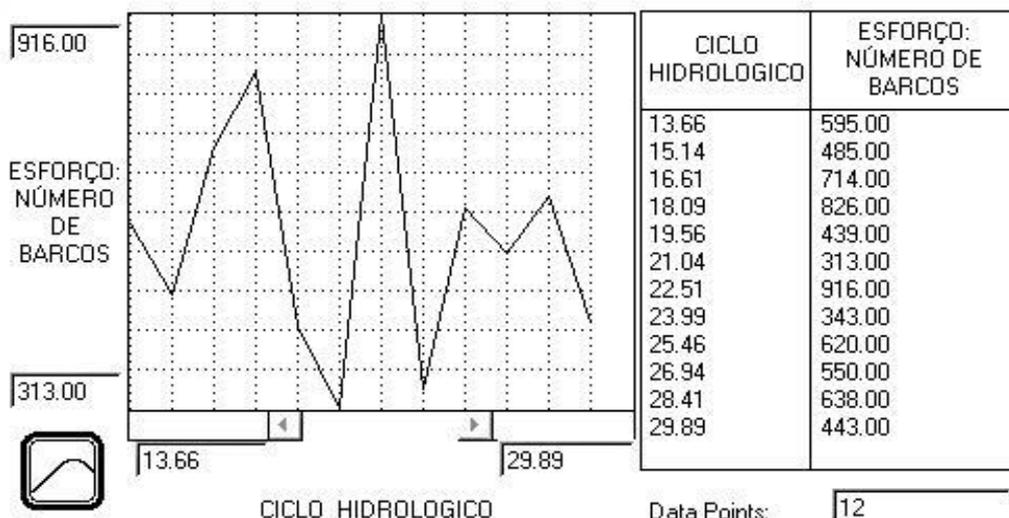


Figura 2. Gráfico montado com os dados de esforço disponibilizados pela Colônia.

g) Captura extrativa: função gráfica na qual o eixo x é representado pelo nível do rio e o eixo y é a captura extrativa como variável dependente (Figura 3), conforme o empregado por Souza & Freitas (2010);

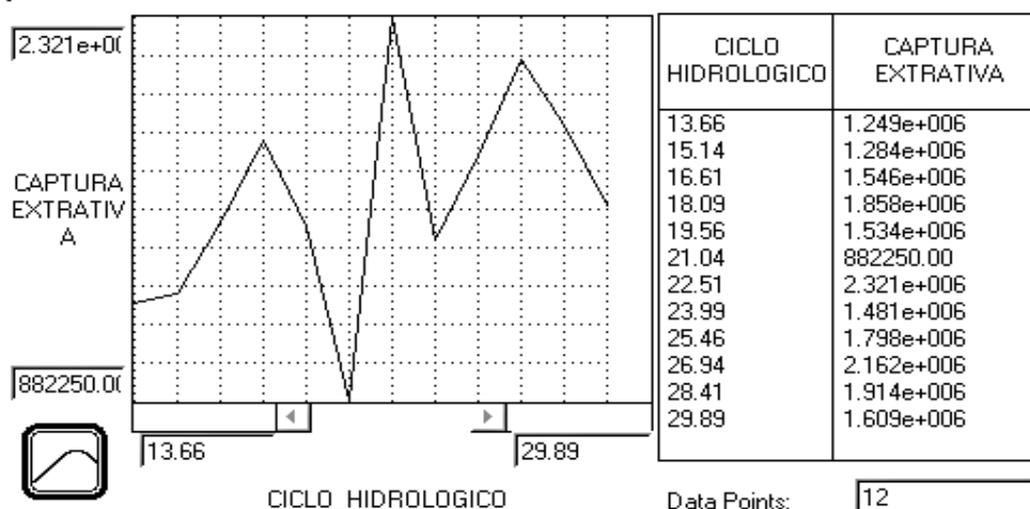


Figura 3. Gráfico montado com os dados de captura disponibilizados pela Colônia.

h) Captura por unidade de esforço (CPUE): índice de abundância do estoque explorado em razão da intensidade do esforço (Sparre & Vanema, 1997). Calculada pela fórmula da Equação 3:

$$CPUE = \frac{\text{captura (kg)}}{\text{esforço (dias embarcados * número de barcos)}} \quad (3);$$

i) Ciclo de tempo anual: foi utilizada a função “Counter”, empregada quando há demanda para gerar ciclos temporais sequenciais, tendo como base o início e o fim de cada período (Ruth & Hannon, 1997). O presente trabalho foi realizado do mês 1 (janeiro) até o mês 12 (dezembro), reiniciando a contagem ao fim de cada período;

j) Variação mensal da produção (piscicultura): foi representada por uma função gráfica, usando dados referentes à variação mensal da piscicultura (eixo do y). Este foi considerado como dependente do ciclo de tempo anual (eixo do x) (Figura 4);

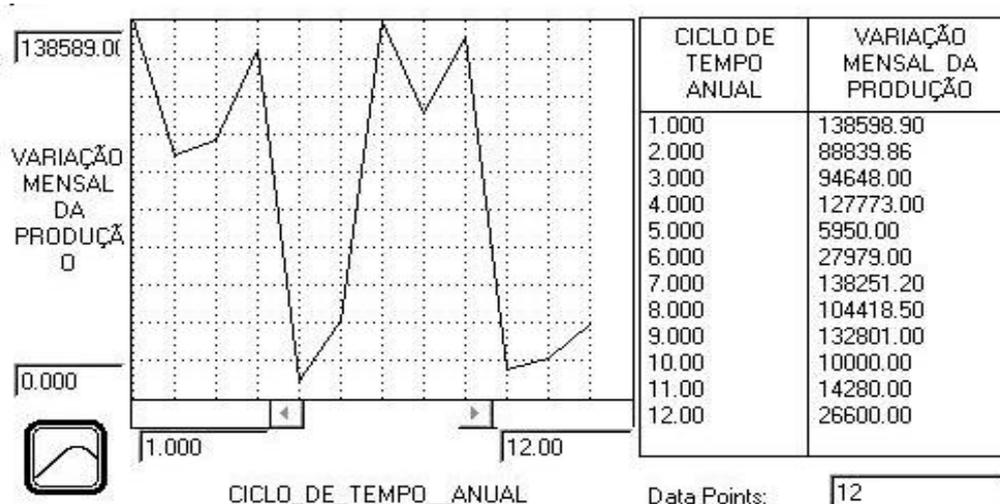


Figura 4. Gráfico com dados de variação mensal da produção disponibilizados pela Colônia.

k) Taxa de incremento: percentual de crescimento mensal baseado nos dados do IPAAM. Considerado como 0.34;

l) Rampa: função RAMP, que gera um crescimento linear de proporções fixas por unidade de tempo (Ruth & Hannon, 1997), de acordo com a Equação 4:

$$\text{RAMP}(\text{taxa de incremento}, \text{tempo inicial}) \quad (4)$$

Esta foi empregada para que a taxa de crescimento não fosse, no processo de modelagem, sempre uma constante, e sim aumentada em função do tempo;

m) Produção da piscicultura: recebe o valor da produção da piscicultura referente ao primeiro mês do ano inicial de rotação do modelo, ou seja, 2012 (valor utilizado: 5.950 kg);

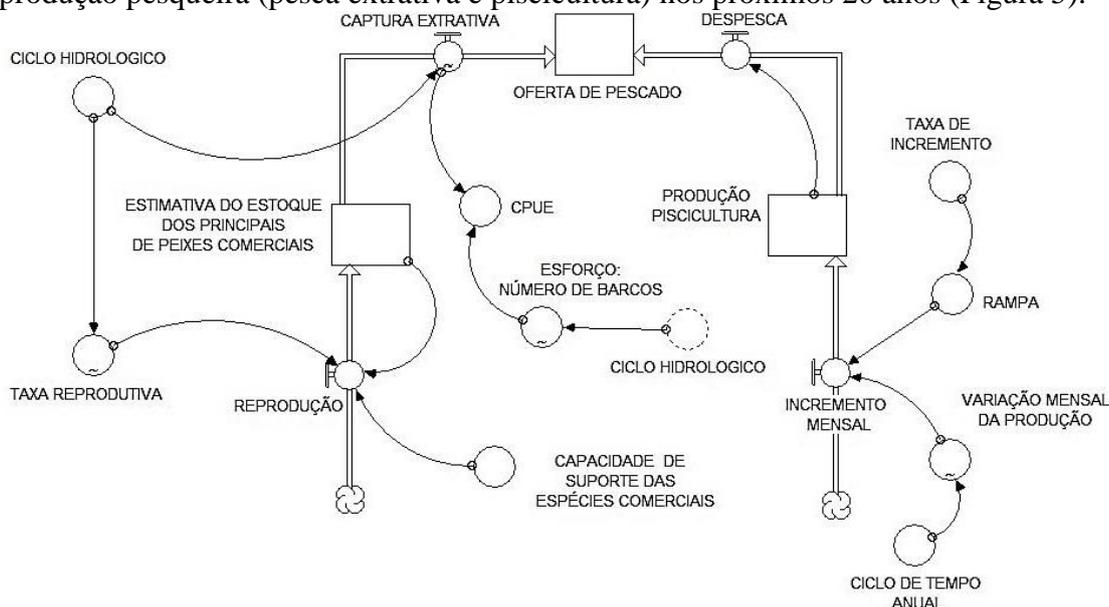
n) Despesca: fluxo que apenas transfere os valores do estoque “Produção da Piscicultura” e transporta para o estoque “Oferta de Pescado”;

o) Incremento mensal: somatória da taxa de incremento e da variação mensal da produção;

p) Oferta de pescado: somatória da produção proveniente da captura extrativa e da piscicultura.

Resultados

Com base nas variáveis e suas interações foi construído um modelo para simular o futuro da produção pesqueira (pesca extrativa e piscicultura) nos próximos 20 anos (Figura 5).



Legenda: Estoque:  ; conversor:  ; conectores:  ; perdas:  ; fluxos de entrada e saída: .

Figura 5. Modelo construído no Stella.

Na simulação, o estoque pesqueiro atingiu rapidamente a capacidade de suporte do ambiente, alcançando o valor de 47.841.010 kg após 10 meses de simulação. Depois desse ápice, demonstrou comportamento relativamente constante, oscilando, para mais ou para menos, cerca de 494.277 kg em torno da assíntota (Figura 6). Pelo grau de dependência do estado do estoque pesqueiro em relação ao ciclo hidrológico, as oscilações observadas ao longo da assíntota são resultantes da interação entre essas variáveis. Também podemos observar, nessa figura, a interação da captura extrativa e do pulso de inundação resultante do processo de modelagem, no qual verificamos que maiores capturas são observadas na cheia ou em períodos adjacentes, ou seja, enchente e vazante. Na simulação, o maior valor de produção (captura) foi de 1.690.639 e o menor, de 907.136 kg.

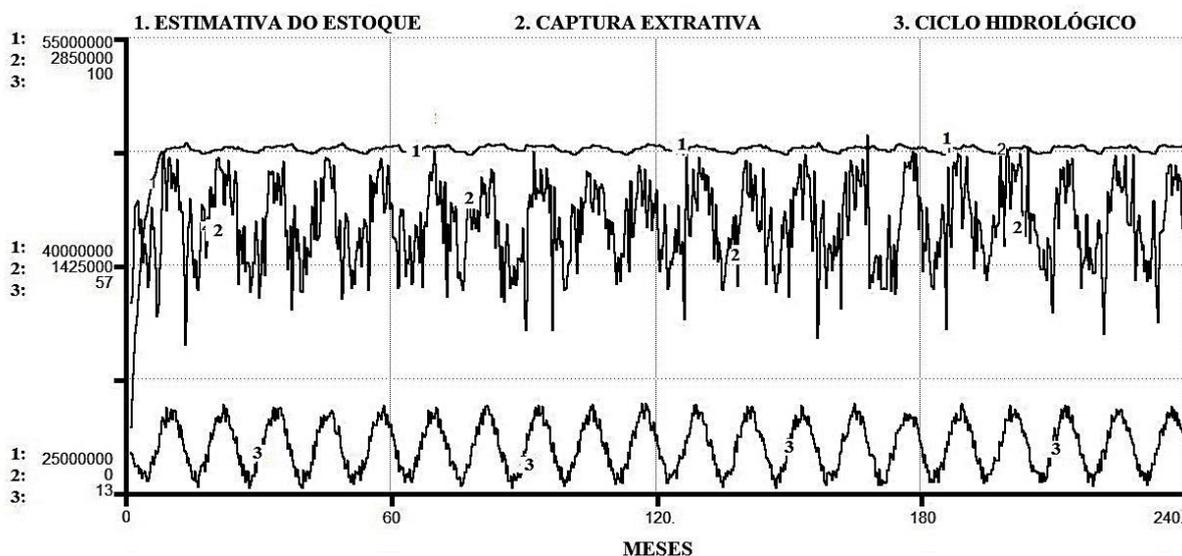


Figura 6. Simulação da estimativa dos estoques dos principais peixes comerciais (kg), da captura extrativa (kg) e do ciclo hidrológico (m) em relação ao tempo.

Apesar de a captura ter seu ápice na cheia, um maior esforço foi verificado na seca (ápice em 3.371 dias pescando* número de barcos), porém com maior variação do que na cheia (Figura 7). Já os maiores níveis de CPUE foram correspondentes à cheia e aos períodos adjacentes do ciclo hidrológico (4.173 kg). Nessas três últimas fases do ciclo, a CPUE oscilou mais do que no período seco, quando esta se torna mais constante.

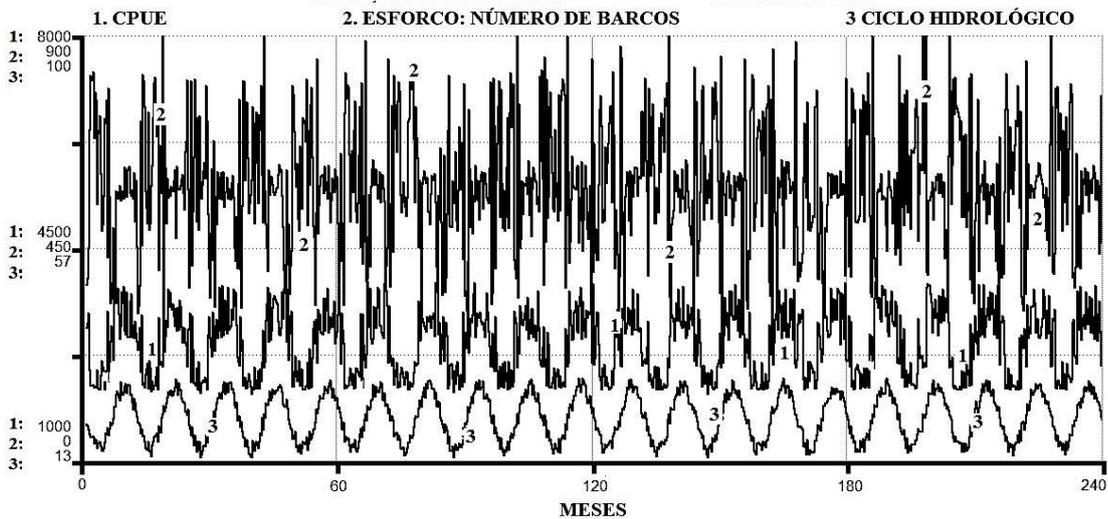


Figura 7. Simulação da captura por unidade de esforço (CPUE), esforço (número de barcos) e ciclo hidrológico em relação ao tempo.

A Figura 8 mostra que o ciclo hidrológico influencia também na produção da piscicultura. Os resultados para seca apresentaram dois picos de produção bem próximos, e na cheia houve apenas um ápice. Esses picos, assim como os valores de produção da piscicultura mais baixos, não têm valores fixos, pois crescem ao longo do tempo. A variação entre os mínimos e máximos também tende a aumentar com o passar dos meses.

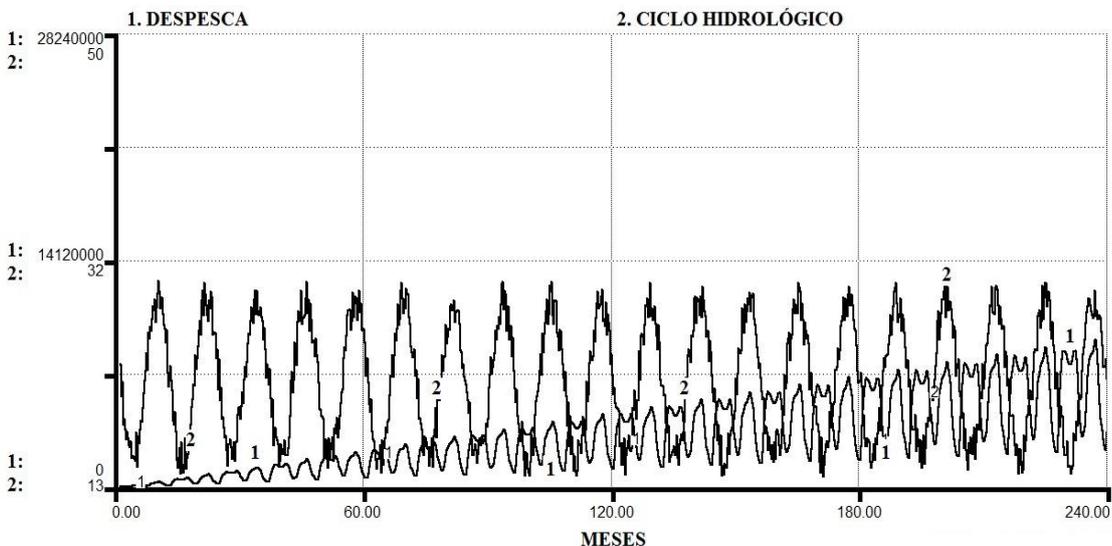


Figura 8. Variação da despesca e ciclo hidrológico em função do tempo.

De acordo com a Figura 9, quando as capturas extrativas diminuem, a piscicultura tende a ofertar mais pescado, sendo que a afirmativa inversa também é verdadeira. Observamos também que a produção de pescado resultante da somatória dos dois setores testados apresentou oscilações quase imperceptíveis, diferindo dos cenários observados nas figuras anteriores, indicando que as produções oriundas dessas atividades se complementam ao longo do tempo, tornando a oferta de pescado mais constante.

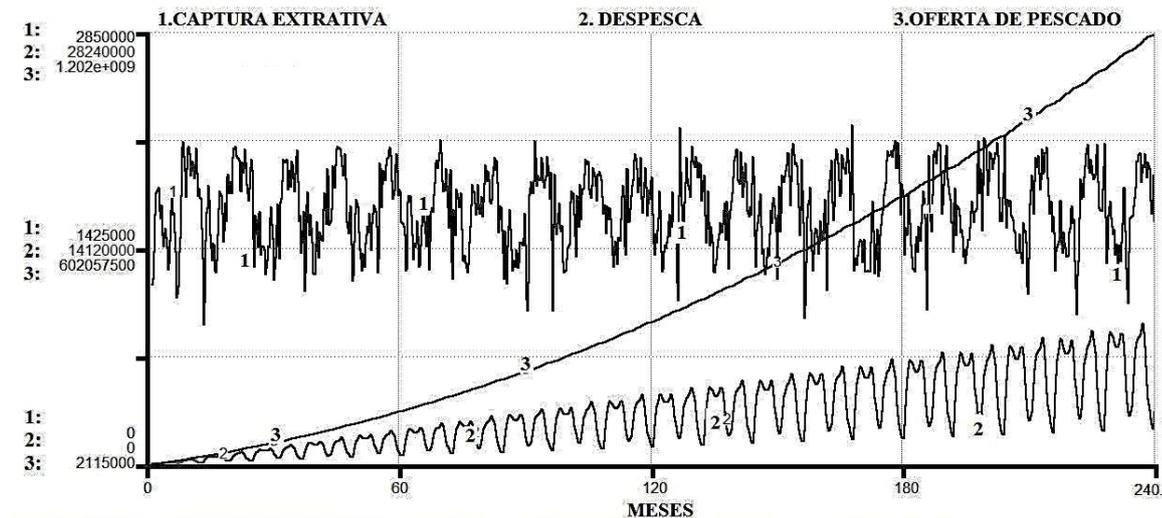


Figura 9. Simulação da variação da captura extrativa e da piscicultura (despesca), bem como da oferta de pescado ao longo do tempo.

Discussão

Assim como no presente estudo, o comportamento do estoque pesqueiro, atingindo o K rapidamente e apresentando oscilações após atingir a assíntota, já foi observado por Montenegro & Souza (2016) e Inomata, Gonzalez, Román, Souza & Freitas (2018) por meio de técnica de modelagem. Depois da estabilização, os maiores valores de estoques são obtidos na cheia e os menores, na seca. Essa oscilação concorda com o descrito por Junk (1983), que descreve a cheia como um momento de maior abundância de recursos para os estoques pesqueiros; o mesmo autor pontua que, na seca, por conta da concentração de espécies e da falta de refúgio, há favorecimento à predação da população íctica, inclusive pelo homem.

Os valores da K podem ser diminuídos temporariamente, em função de diversos fatores, muitos deles ligados às restrições ambientais de uma região (Seidl & Tisdell, 1999), entre elas a pesca excessiva (Cushing, 1981) e as oscilações extremas no nível do rio (Palmer et al., 2008). Esse tipo de evento, resultante de mudanças climáticas, é cada vez mais frequente na região (França, Rodrigues & Malafaia, 2013; França, Florenzano & Novo, 2005; Correa, 2008), assim como o aumento do esforço pesqueiro para atender à crescente demanda. Dessa forma, a percepção antecipada de que determinados anos terão ocorrência de cotas extremas e do conhecimento de como estas afetam o estado dos recursos pesqueiros deveria ser ponto de partida para construção de políticas públicas para mitigar seus efeitos adversos.

De acordo com o modelo, grandes secas e cheias afetam a estabilidade dos estoques naturais, em geral com prejuízo para os mesmos nos mais baixos níveis do rio. Os resultados observados indicam que, se ocorrem as condições simuladas acerca do ciclo hidrológico e mantendo os níveis atuais de esforço, o estoque dará sinais de sobrepesca, indicados pela oscilação após atingir a assíntota (Cushing, 1981), padrão já verificado por Souza & Freitas (2010) e Montenegro & Souza (2016) por meio de processos de modelagem. Ribeiro & Petrere Jr. (1990) já alertavam que, caso houvesse uma combinação de acréscimo do esforço pesqueiro e problemas ambientais, haveria o colapso da pesca, pelo menos no que se refere a duas espécies de jaraquis (*Semaprochilodus taeniurus* e *insignis*), que são as mais desembarcadas em Manaus, trazendo prejuízos à economia e à segurança alimentar da população local. Porém, como o valor do estoque leva em conta todos os peixes comerciais da região, não há como avaliar o estado de estoques específicos, uma vez que alguns estão subexplorados e outros sobrexplotados (Souza & Freitas, 2001). Quando se trata de pescarias que têm como alvo múltiplas espécies, aquelas pouco exploradas podem substituir as que

são de preferência do consumidor, à medida que estas entram em declínio (Santos, Ferreira & Val, 2014), dando chance às sobreexplotadas de se recuperarem.

Modelos de produção de estoque de espécies múltiplas, em geral, mostram rendimentos constantes ou crescentes com o aumento do esforço (Lorenzen, Almeida, Arthur, Garaway & Khoa, 2006; Castello, Arantes, Mcgrath, Stewart & Sousa, 2015). No presente trabalho, os esforços e as capturas aparecem sem tendência ao crescimento, oscilando em torno de amplitudes relativamente constantes. Estudos envolvendo metanálises abrangentes revelaram que estoques multiespecíficos, como o que tratamos neste estudo, adequam-se ao modelo assintótico, no qual os níveis de captura aumentam até atingirem um valor máximo e depois permanecem estáveis indefinidamente, mesmo com o aumento do esforço (Lorenzen, Almeida, Arthur, Garaway & Khoa, 2006). Souza & Freitas (2001), analisando séries históricas de capturas, já haviam constatado que não havia tendência de crescimento para a pesca na região. Dessa forma, acredita-se que os níveis de captura extrativa já se encontram no seu nível máximo para as principais espécies-alvo e que, caso o cenário simulado de maior oscilação no nível do rio se concretize, isso agravaria os efeitos sobre os estoques em questão.

Observou-se que durante a seca o esforço de pesca foi maior. Um padrão inverso em relação à época de maior esforço já foi observado para pesca de subsistência ribeirinha, quando sua maior intensidade ocorre na cheia, por ser o único meio de sobrevivência disponível nesse período (Souza & Freitas, 2010). A influência do pulso de inundação no esforço já foi observada em processos de modelagem por Inomata & Freitas (2015) e Lopes, Souza & Inomata (2017).

Os períodos de maior captura e CPUE são relativos aos períodos de enchente, cheia e vazante. A diferenciação dos picos de esforço em relação aos picos de captura e à CPUE, está provavelmente relacionada a diversos fatores. Na seca, o esforço é maior, por esta ser uma época sem proibições para pesca das principais espécies-alvo e apesar de os peixes estarem mais concentrados no ambiente (Junk, Bayley & Sparks, 1989), isso provavelmente resulta na menor variação nos desembarques, porém os Characiformes migradores, que compõe grande parte dos desembarques não estão tão vulneráveis, por não ser época de grandes migrações. Já nos demais períodos, apesar de haver o defeso reprodutivo de algumas dessas espécies (Santos & Santos, 2005), sua captura é facilitada pela formação de grandes cardumes, resultando na pesca mais eficiente, com desembarques abundantes mesmo com esforço relativamente baixo.

A relação entre CPUE e esforço na Região Amazônica, assim como de outros locais onde existem pescarias multiespecíficas, tem elevada complexidade e seu resultado não é linear, como nos modelos de produção monoespecíficos (Lorenzen, Almeida, Arthur, Garaway & Khoa, 2006). De acordo com Santos (2017), o que mais afeta a captura e a CPUE em rios neotropicais é a capturabilidade dos apetrechos empregados. Infelizmente, os dados acerca dos apetrechos empregados ainda não são levantados pela Colônia, o que inviabilizou sua inserção no modelo. Além disso, o autor supracitado descreve que a produção nessas áreas está associada a fatores ambientais, como oscilações extremas no nível do rio.

O desenvolvimento da piscicultura em Manaus, além de garantir o abastecimento de pescado da cidade, diminui o esforço sobre os estoques pesqueiros naturais. O que concorda com o descrito por Montenegro & Souza (2016), que apontam essa atividade como uma boa estratégia para reduzir a pressão sobre os recursos pesqueiros. De acordo com os resultados, os picos de produção da pesca extrativa e piscicultura se revezam ao longo do tempo. Provavelmente, os piscicultores, para obter melhor preço, deixam para fazer a despesca na época de entressafra de pescado extrativo. O fato de a oferta de pescado ter um padrão crescente em função do tempo era esperado, uma vez que a população de Manaus tem crescido muito nos últimos anos, influenciando ambos os setores, seja na mudança de espécies-alvo na pesca ou no crescimento significativo observado pela piscicultura na região (SUFRAMA, 2003). Apesar disso, o estado do Amazonas ainda não produz a quantidade de pescado necessária para suprir a demanda existente referente à sua espécie preferencial, o tambaqui, que em grande parte vem de Estados vizinhos (Gandra, 2010). O que demonstra que, no mercado local, a oferta ainda é menor do que a procura, pelo menos no que diz respeito à espécie supracitada. Ambos os setores (pesca e piscicultura) podem se tornar mais produtivos se forem mais

organizados, considerando a disponibilidade de recursos hídricos, as espécies viáveis para criação e a possibilidade de desenvolver a captura de peixes de forma responsável.

Agradecimentos

A Colônia dos Pescadores Z-12 pela disponibilização dos dados.

Referências

- Castello, L., Arantes, C. C., Mcgrath, D. G., Stewart, D. J., & Sousa, F. S. D. (2015) Understanding fishing-induced extinctions in the Amazon. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 25(5), 587-598.
- Cushing, D. H. (1981). *Fisheries Biology: A study in population dynamics*. 295p.
- Embrapa. (2013). *Plano estratégico da Embrapa Amazônia Ocidental para Aquicultura*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 93p.
- Fabré, N. N., Castello, L., Isaac, V. J., & Batista, V. S. (2017). Fishing and drought effects on fish assemblages of the central Amazon Basin. *Fisheries research*, 188, 157-165.
- Fernandes, R. F. R. (2005). Piscicultura: Sustentabilidade e Preservação das Espécies Tambaqui (*Colossoma Macropomum*) e Matrinxã (*Brycon cephalus*). *Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina- São Paulo*.
- Gandra, A. L. (2010). *O Mercado do Pescado da Região Metropolitana de Manaus*. INFOPECA. 1688 – 7085. Manaus. 91 p.
- Garcez, R. C. S. & Freitas, C. E. C. (2010). Seasonal catch distribution of tambaqui (*Colossoma macropomum*), Characidae in a central Amazon floodplain lake: implications for sustainable fisheries management. *Journal of Applied Ichthyology*, p. 1-4.
- Inomata, S. O. & Freitas, C. E. C. (2015). A pesca comercial no médio rio Negro: aspectos econômicos e estrutura operacional. *Boletim do Instituto de Pesca*, 41(1), 79-87.
- Inomata, S. O., Gonzalez, A. M. G. O., Román, R. M. S., Souza, L. A. & Freitas, C. E.C. (2018). Sustainability of small-scale fisheries in the middle Negro River (Amazonas–Brazil): A model with operational and biological variables. *Ecological Modelling*, 368, 312-320.
- Junk, J. W. (1983). As águas da região amazônica. 45-62. In: Salati, E, Schubart, H. O.R, Junk, W. Y. & Oliveira, A. E. (eds.) *Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia*. Editora Brasiliense. Brasília, CNPq. p. 45-100.
- Junk, W. J., Bayley, P. B. & Sparks, R. E. (1989). O conceito de pulso de inundações em planícies de inundação do rio. *Jornal canadense da pesca e das ciências aquáticas, Canadá*, 106, 110-127.
- Lopes, G. C. S., Souza, L. A. & Inomata, S. O. (2017). Modelagem Das Inter-Relações Entre A Pesca E O Regime Fluvial no Rio Purus, AM. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, 10(2), 94-112.
- Lorenzen, K. Almeida, O, Arthur, R., Garaway, C. & Khoa, S.N. (2006). Aggregated yield and fishing effort in multispecies fisheries: an empirical analysis. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63: 1334–1343.
- Loureiro, C. F. B. (2014). *Sustentabilidade e educação: um olhar da ecologia política*. Cortez Editora.
- Montenegro, L.S. & Souza, L.A. (2016). Produção pesqueira e sua relação com as oscilações do ciclo hidrológico e o crescimento demográfico da cidade de Manaus-Am. *Scientia Amazônia*, v. 5, n.2, 14-23.
- Parente, V. M. & Batista, V. S. (2005). A organização do desembarque e o comércio de pescado na década de 1990 em Manaus, Amazonas. *Acta Amazônica*, 35(3).

- Ribeiro, M. C. L. B. & Petrere Jr. M. (1990), Fisheries ecology and management of the Jaraqui (*Semaprochilodus Taeniurus*, *S. Insignis*) in Central Amazonia. *Regul. Rivers: Res. Mgmt.*, 5: 195–215.
- Santos, F. L. D. (2017). *Influência de escalas espaciais de manejo e variáveis ambientais na pesca artesanal de um rio neotropical*. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia. 41p.
- Santos, G. M, Ferreira, E.J.G. & Val, A. L. (2014). Recursos pesqueiros e sustentabilidade na Amazônica: Fatos e perspectivas. *Hiléia*, v. 5, n. 8.
- Santos, G. M. & Santos, A. C. M. (2005). Sustentabilidade da pesca na Amazônia. *Estudos Avançados*, v. 19, n. 54, p. 165-182.
- Schöngart, J. & Junk, W. J. Forecasting the flood-pulse in Central Amazonia by ENSO-indices. *Journal of Hydrology*. 335: 124-132. 2007
- Seidl, I. & Tisdell, C. A. (1999). Carrying capacity reconsidered: from Malthus' population theory to cultural carrying capacity. Analysis. *Ecological Economics*. 31. 395-408p.
- Silva Jr., U.L., Raseira, M. B., Ruffino, M. L., Batista, V.S. & Leite, R. G. (2017). Estimativa do tamanho de estoques pesqueiros da Amazônia baseada em dados de captura e esforço. *Biodiversidade Brasileira*, v. 7, n. 1, p. 105-121,
- Souza, L. A. & Freitas, C. E. C. (2001) Relação entre o pulso de inundação e a produção pesqueira do Estado do Amazonas, Brasil. *Revista da UFAM*, Ciências Agrárias e Ambientais, Manaus, v. 1, n. 1/2, p. 73-86.
- Souza, L.A. & Freitas, C.E.C. (2009). Uma Proposta de Protocolo para a Obtenção de Variáveis Visando Estudos de Modelagem Ecológica em Sistemas Pesqueiros Fluviais da Amazônia. *Acta Amazônica*. VOL. 39(1): 237 – 240.
- Souza, L.A. & Freitas, C.E.C. (2010); Fishing sustainability via inclusion of man in predator–prey models: a case study in Lago Preto, Manacapuru, Amazonas. *Ecological Modelling*, Amsterdam, n. 221, p. 703-712.
- Souza, L.A. & Freitas, C.E.C. (2014). Modelos Populacionais de Ecossistemas. *Revista Agrogeoambiental*. Vol.6, n.3: 95-107.
- Sparre, P. & Venema, S.C. (1997). *Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais*. Parte I: Manual. Documento Técnico sobre as Pescas. No. 306/1, Rev.2. Roma, FAO. 404p.
- SUFRAMA (2003). *Potencialidades Regionais: Estudo de Viabilidade Econômica, Piscicultura*. Superintendência da Zona Franca de Manaus, 21p.
- Verhulst, P.F. (1838). Notice sur la loi que la population suit dans son accroissement. *Correspondence*