

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

MODELAGEM DA PRODUÇÃO REFERENTE À
PISCICULTURA E A PESCA COMERCIAL ARTESANAL QUE
ABASTECE A CIDADE DE MANAUS – AMAZONAS

SÂMÊA COELHO BEZERRA DO NASCIMENTO

MANAUS
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

MODELAGEM DA PRODUÇÃO REFERENTE À
PISCICULTURA E A PESCA COMERCIAL ARTESANAL QUE
ABASTECE A CIDADE DE MANAUS – AMAZONAS

SÂMEA COELHO BEZERRA DO NASCIMENTO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, área de concentração Gestão de Operações e Serviços.

Orientadora: Prof. Dra. Lucirene Aguiar de Souza

MANAUS
2017

Ficha Catalográfica

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

N244m	<p>Nascimento, Sâmea Coelho Bezerra Modelagem da Produção Referente à Piscicultura e a Pesca Comercial Artesanal que Abastece a Cidade de Manaus - Amazonas / Sâmea Coelho Bezerra Nascimento. 2017 73 f.: il. color; 31 cm.</p> <p>Orientadora: Lucirene Aguiar de Souza Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Amazonas.</p> <p>1. Modelagem. 2. Modelagem da Pesca. 3. Modelagem da Piscicultura. 4. Produção Pesqueira. 5. Produção da Piscicultura. I. Souza, Lucirene Aguiar de II. Universidade Federal do Amazonas III. Título</p>
-------	--

SÂMÊA COELHO BEZERRA DO NASCIMENTO

**MODELAGEM DA PRODUÇÃO REFERENTE À
PISCICULTURA E A PESCA COMERCIAL ARTESANAL QUE
ABASTECE A CIDADE DE MANAUS - AMAZONAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia da Produção, área de concentração Gestão de Operações e Serviços.

Aprovado em 13 de Abril de 2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Lucirene Aguiar de Souza, Presidente
Universidade Federal do Amazonas

Prof^o Dr^o Joaquim Maciel da Costa Craveiro, Membro
Universidade Federal do Amazonas

Prof.^a Dr.^a Fabiana Lucena Oliveira, Membro
Universidade do Estado do Amazonas

DEDICO

*À minha avó, Venina Coelho,
minha segunda mãe, eternas
saudades.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo infinito amor que fez com que eu conquistasse mais um de tantos desafios que estão por vir.

À Dr^a Lucirene Aguiar de Souza, não só pela orientação incontestável, como também pela amizade de tantos anos.

À minha mãe, pelo amor, força e exemplo de mulher lutadora que muito contribuiu para mais esta vitória.

Ao meu marido Helder, meus filhos Sérgio, Bárbara e Déborah pela compreensão nos momentos em que estive ausente.

Aos meus irmãos Sérgio, Jefferson, José Luis, Marcio. e ainda ao meu irmão Gerson pela amizade e apoio em todos os momentos de minha vida.

Às minhas amigas Francisca Kelly, Ana Carolina, Djanira e Ozineide, obrigada pelo carinho e amizade.

Aos meus companheiros de trabalho Ana Maria Brandão, Roberto, Juliana e Edson, obrigada por tornarem os dias de trabalho mais alegres.

À Dr^a Clara Forsberg por incentivar e despertar a pesquisa na minha vida acadêmica.

À UNINORTE – LAUREATE pela oportunidade de crescimento profissional e pela constante valorização do meu trabalho. Minha eterna gratidão.

À Colônia de Pescadores de Manaus Z-12, por ceder grande parte dos dados desta pesquisa. Aos grandes amigos e parceiros de tantos anos Miguel, Valcirene, Wellington por tornar este trabalho possível.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo analisar, através de processos de modelagem, o estado atual e as perspectivas futuras da produção pesqueira na cidade de Manaus, 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 e, dados oriundos do IPAAM relacionados à piscicultura. Todos os dados foram inseridos no Software Stella e utilizados para alimentar o modelo final e, assim, submetidas ao processo de modelagem. Através desse trabalho, pretende-se prever possíveis cenários para o setor pesqueiro da região, que possam contribuir para a criação de políticas públicas, que venham a desenvolver e melhorar, tanto a pesca quanto a piscicultura, além de contribuir para a preservação dos ambientes piscosos. A Pesca e a Piscicultura podem trabalhar juntas, para o ordenamento e o desenvolvimento do setor pesqueiro, diminuindo os impactos causados ao ambiente pelas duas atividades.

Palavras-chave: Modelagem, Modelagem da Pesca, Modelagem da Piscicultura, Produção Pesqueira, Pesca Artesanal, Pesca Comercial, Piscicultura.

ABSTRACT

The objective of this work was to analyze, through modeling processes, the current state and future perspectives of the fishery production in the city of Manaus, both commercial fishing and fish farming. For this, we used fishery production data provided by the Colony of Fishermen Z-12 of Manaus and, data from IPAAM related to fish farming. All data were entered into the Stella Software and used to feed the final model and thus submitted to the modeling process. This work intends to foresee possible scenarios for the fishing sector of the region, which can contribute to the creation of public policies that will develop and improve both fishing and fish farming, as well as contributing to the preservation of fishing environments . Fisheries and fish farming can work together to organize and develop the fishing industry, reducing the impacts caused to the environment by the two activities.

Keywords: Modeling, Fishery Modeling, Fishery Modeling, Fishery Production, Small-scale Fishing, Commercial Fishing, Fish Farming.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa da área de estudo que compreende a Feira da Panair em Manaus (Coordenadas: 3°8'45"S 60°0'38"W.),	29
Figura 2: Área de desembarque e comercialização do Pescado (Porto da Panair)	29
Figura 3: Ciclo Hidrológico do Rio Negro em Manaus (1902-2015)	34
Figura 4: Taxa Reprodutiva	35
Figura 5: Fluxo de Reprodução (Função Logística de Verhulsts)	36
Figura 6: Esforço: Número de Barcos Empregados na Pesca	37
Figura 7: Conversor CPUE	38
Figura 8: Potencial da Bacia Amazônica em Quilograma (kg)	39
Figura 9: Captura em Quilos (kg)	40
Figura 10: Comercialização do Pescado em Feiras	41
Figura 11: Tratamento do Pescado em Frigoríficos	41
Figura 12: Comercialização do Pescado em Barcos de Pesca na Feira da Panair	42
Figura 13: Variação Mensal da Produção da Piscicultura	42
Figura 14: Produção da Piscicultura	43
Figura 15: Modelo da Pesca e da Piscicultura	45
Figura 16: Cotograma das maiores cheias de Manaus 1953-2015	46
Figura 17: Taxa de Reprodução em Relação ao Tempo em Meses	47
Figura 18: Reprodução	48
Figura 19: Variação do Esforço com o Ciclo Hidrológico em Relação ao tempo em Meses	49
Figura 20: Esforço e CPUE – Captura por Unidade de Esforço em relação ao tempo em meses	50
Figura 21: Potencial de Produção da Bacia em Quilos (kg)	52
Figura 22: Captura de Pescado em Quilos (kg) em Relação ao Ciclo Hidrológico	55
Figura 23: Variação da Produção da Piscicultura e Comercialização da Produção da Piscicultura (kg) em Relação ao Tempo em Meses	56
Figura 24: Total de Pescado Comercializado em Relação ao Tempo (Meses)	57
Figura 25: Variação da Produção da Extrativa e Produção da Piscicultura (kg) em Relação ao Tempo em Meses	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFEAM	Agência de Fomento do Estado do Amazonas
ANEA	Associação Nacional das Empresas de Levantamentos Aeroespaciais
BASA	Banco da Amazônia
ADS	Agência de Desenvolvimento Sustentável do Amazonas
COCAR	Comissão de Cartografia
CODESAV	Sociedade Brasileira de Defesa Agropecuária
CONCAR	Comissão Nacional de Cartografia
DEPI	Departamento de Estudos e Pesquisas
FEPESCA	Federação dos Pescadores do Amazonas e Roraima
IBAMA	Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IDAM	Instituto de Desenvolvimento Agropecuário do Amazonas
IBDF	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEA	Indicadores de Desempenho do Estado do Amazonas
INE	Instituto Nacional de Estatística e Cartografia
IPAAM	Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas
ITEAM	Instituto de Terras do Amazonas
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
PIB	Produto Interno Bruto
SEMA	Secretaria Especial do Meio Ambiente
SEPA	Secretaria de Pesca do Amazonas
SEPLAN-CTI	Secretaria de Estado de Planejamento, Desenvolvimento, Ciência, Tecnologia e Inovação.
SEPROR	Secretaria de Estado de Produção Rural
STELLA	Structural Thinking Experimental Learning Laboratory with Animation
SUDEPE	Superintendência do Desenvolvimento da Pesca
SUDHEVEA	Superintendência da Borracha
SUFRAMA	Superintendência da Zona Franca de Manaus
ZFM	Zona Franca de Manaus

Sumário

CAPÍTULO 1	13
INTRODUÇÃO	13
1.1. Contexto da Pesca no Amazonas	13
1.2 . Objetivo Geral.....	19
1.3 . Delimitação do Estudo.....	19
1.4 . Estrutura do Trabalho	20
CAPÍTULO 2	21
REVISÃO DA LITERATURA	21
2. 1. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE	21
2.2. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis- IBAMA	22
2.3. Secretaria de Estado de Produção Rural – SEPROR	23
2.4. Secretaria de Estado de Planejamento, Desenvolvimento, Ciência, Tecnologia e Inovação - SEPLAN	24
2.5. Colônia de Pescadores Z-12 de Manaus.....	24
2.6. Modelagem.....	24.
CAPÍTULO 3	29
METODOLOGIA.....	29
3.1. Área de Estudo.....	30
3.2. Software Stella	31
3.3. Produção Pesqueira.....	31
3.4. Produção da Piscicultura.....	31
3.5. Tratamentos dos Dados	32
3.6. Construção do Modelo	334
CAPÍTULO 4	45
DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	45
4.1. Resultados.....	44

4.2. Modelo.....	44
CAPÍTULO 5.....	59
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
ANEXOS.....	71

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1. Contexto da Pesca no Amazonas

O Estado do Amazonas tem sua economia baseada na Zona Franca de Manaus (ZFM) e na atividade pesqueira. A pesca no Amazonas é uma alternativa de renda para a população ribeirinha e também para pescadores citadinos (pescadores que moram na cidade), que passam a maior parte do tempo em viagens pelos rios e lagos da Amazônia em busca de pescado.

Segundo FURTADO (1993), a atividade pesqueira consiste em uma cadeia de processos inter-relacionados que incluem: captura, processamento e comércio de pescado. Na região amazônica, a pesca se reveste de grande importância por ser tradicionalmente praticada desde o período pré-colombiano pelos indígenas (VERÍSSIMO, 1895). O produto desta atividade representa a principal fonte proteica na alimentação regional (FREITAS & RIVAS, 2006). O consumo de pescado *per capita* da Amazônia está entre os maiores do mundo, estimados entre 100 e 200 g/dia nos centros urbanos e até 500g/dia na área rural (FAO, 2000; GARCEZ, 2000).

O setor pesqueiro amazônico é de grande relevância para a economia regional, para o qual foi estimado um lucro de até 300 milhões de reais anuais (OLIVEIRA, 2002). Segundo Barthem *et al.*, (1995), a pesca gera uma renda bruta de 200 milhões de dólares por ano, somente no interior da Amazônia. Além disso, a atividade promove a geração de empregos a cerca de 200 mil pessoas (OLIVEIRA, 2002).

Segundo Barthem *et al.*, (1997), Santos e Oliveira Jr. (1999) e Batista *et al.*, (2004), a pesca na Amazônia é classificada em quatro categorias: a pesca comercial, industrial, de peixes ornamentais e subsistência.

- **Pesca Comercial:** realizada por pescadores profissionais. A comercialização do pescado, geralmente, é realizada na feira da Panair, em Manaus, mas às vezes é comercializada em outros municípios do estado do Amazonas.

- **Pesca Industrial:** realizada por pescadores profissionais e o pescado é destinado à exportação.

- **Pesca de Peixes Ornamentais:** realizada por pescadores que são chamados de piabeiros. Os peixes ornamentais são pescados e mantido vivos para comercialização, atendendo ao mercado europeu, asiático e americano.

- **Pesca de Subsistência:** realizada por pescadores ribeirinhos e o pescado destina-se ao consumo da família. Quando há produção excedente, esta é comercializada, contribuindo assim para o aumento da renda.

Santos e Santos (2005) adicionam à classificação supracitada, mais outro tipo de pesca: “A pesca esportiva, no sistema pesque-pague, pesque-solte e pesque-leve, que vem sendo desenvolvida, sobretudo em rios e lagos de água mais clara, na periferia da planície amazônica, nos estados do Tocantins, Mato Grosso, Rondônia e Acre”.

De acordo com a Lei nº 11959 de 29 de junho de 2009, em seu artigo 8º afirma que Pesca, para os efeitos desta Lei, classifica-se como:

I – comercial:

a) artesanal: quando praticada diretamente por pescador profissional, de forma autônoma ou em regime de economia familiar, com meios de produção próprios ou mediante contrato de parceria, desembarcado, podendo utilizar embarcações de pequeno porte;

b) industrial: quando praticada por pessoa física ou jurídica e envolver pescadores profissionais, empregados ou em regime de parceria por cotas-partes, utilizando embarcações de pequeno, médio ou grande porte, com finalidade comercial;

II – não comercial:

a) científica: quando praticada por pessoa física ou jurídica, com a finalidade de pesquisa científica;

b) amadora: quando praticada por brasileiro ou estrangeiro, com equipamentos ou petrechos previstos em legislação específica, tendo por finalidade o lazer ou o desporto;

c) de subsistência: quando praticada com fins de consumo doméstico ou escambo sem fins de lucro e utilizando petrechos previstos em legislação específica.

A pesca na Amazônia é considerada artesanal por ser realizada em parcerias e utilizar apetrechos simples (não mecanizados) para a captura do pescado, além da utilização de conhecimentos empíricos. A Lei nº 11959 de 29 de junho de 2009, diz que a pesca é artesanal “quando praticada diretamente por pescador profissional, de forma autônoma ou em regime de economia familiar, com meios de produção próprios ou mediante contrato de parceria, desembarcado, podendo utilizar embarcações de pequeno porte” (Brasil, 2009)

A pesca artesanal desenvolvida na Amazônia caracteriza-se por ser bastante diversificada, tanto em relação aos ambientes onde atuam, quanto aos estoques que exploram (BARTHEM *et al.*, 1997). Estes fatores ambientais e também os mercadológicos determinam as relações de oferta e demanda para uma elevada diversidade de espécies, incomum em pescarias desenvolvidas em outras regiões (FREITAS & RIVAS, 2006). Os padrões de abundância e as preferências do mercado do pescado proveniente da pesca comercial artesanal concentram suas capturas em torno de 31 espécies ou grupos de espécies, que são responsáveis por grande parte do volume de pescado comercializado na região (BATISTA & PETRERE, 2003; RUFFINO *et al.*, 2006).

No Estado do Amazonas vários tipos de pesca são desenvolvidos, porém a que apresenta mais destaque na cidade de Manaus é a pesca artesanal comercial, devido sua importância no abastecimento deste centro urbano. Esta atividade também é conhecida como pesca multiespecífica devido à variedade de espécies alvo, capturadas através do uso de múltiplos apetrechos de pesca (FREITAS, 2003). Esta pescaria é em geral praticada por pescadores que moram nos centros (pescadores citadinos) ou em zonas rurais (pescadores interioranos) que possuem embarcações com caixas isotérmicas para armazenamento de gelo utilizado para resfriar e conservar o pescado por vários dias ou semanas (FURTADO, 1993). Tentativas de determinar o potencial de produção pesqueira da bacia Amazônica estimam que este valor seja algo em torno de 270 mil e 902 mil toneladas/ano, com base num rendimento médio de 40 a 60 kg/ha/ano (BAYLEY & PETRERE Jr. 1989, MERONA, 1993).

Alguns aspectos deste sistema produtivo pesqueiro podem ser controlados pelos indivíduos (como os apetrechos e táticas de pesca) enquanto que outros (tais como o tamanho da frota, clima, grau de degradação ambiental e flutuações naturais na abundância do recurso) estão fora do controle dos indivíduos e, algumas vezes, além do controle do conjunto de participantes (PETRERE Jr., 2004). Em Manaus a atividade pesqueira está intimamente relacionada com as flutuações do ciclo hidrológico, fator este que está fora do âmbito de controle do sistema produtivo. Essa sazonalidade influencia a concentração de peixes no ambiente aquático: nas cheias os peixes se encontram em menor densidade por área e na descida das águas, ocorre situação inversa, com uma maior concentração de peixes no final da seca. Este padrão se reflete no desembarque de pescado, ocorrendo uma redução na oferta de peixe durante as cheias e na época da vazante do rio ocorre uma grande fartura de pescado (MÉRONA, 1993).

O período de safra do pescado coincide com a época de maior descarte deste produto. Estudos feitos sobre o descarte de pescado proveniente da pesca com redinha no Amazonas indicaram que este seria de cerca de 5%, porém este percentual varia de acordo com a sazonalidade do rio (BATISTA & FREITAS, 2003). O desperdício do pescado desembarcado em Manaus chegou a ser estimado entre 2% e 13% por barco na época da safra (PARENTE & BATISTA, 2005). Este fato se dá tanto pelo baixo preço, quanto pela falta de condições de manuseio e armazenamento adequado. O descarte de pescado reduz os estoques sem dar um destino adequado ao produto, provocando poluição ambiental e o desperdício de alimento.

As características da pesca desenvolvida na região como a multiespecificidade, o desconhecimento de aspectos da dinâmica populacional da grande maioria das espécies exploradas (SAINSBURY, 1982; MERONA & BITTENCOURT, 1988), a grande dimensão da área a ser manejada; os poucos dados sobre a pesca, pescadores e esforço de pesca, juntamente com a diversidade de ambiente, estratégias e apetrechos utilizados, dificultam o uso de métodos convencionais para conseguir assegurar e regularizar a pesca na Amazônia (ISAAC *et al.*, 1998). Muitos dados sobre a pesca na Amazônia se perderam quando a antiga SUDEPE foi extinta em 1989 e suas atividades foram transferidas para o IBAMA, foram suspensos os

trabalhos relativos ao fomento pesqueiro e a coleta de dados estatísticos (IBAMA, 2015).

Além dos problemas acima citados existem várias dificuldades no processo produtivo, que vão desde a utilização de apetrechos não lícitos, como é o caso da redinha, que é o principal apetrecho empregado nas pescarias comerciais que abastecem Manaus (BATISTA, 1998), passando pelas limitações técnicas, falta de infraestrutura, frota e mercados obsoletos, sem segurança e higiene (SANTOS & SANTOS, 2005), até os problemas sociais ocasionados pelos reduzidos salários que são recebidos pelos pescadores. Segundo Santos & Santos (2005), o setor pesqueiro local se encontra em estado de letargia crônica, no qual as medidas planejadas para o mesmo demoram ou não são implementadas.

A maioria dos entraves existentes no setor pesqueiro seria reduzida se houvesse um planejamento e implementação de uma política organizada para este seguimento. Algumas medidas já estão sendo tomadas, a passos lentos, como o “seguro defeso”, nome dado pelos pescadores ao programa criado pelo governo Federal. “Em 2003 o governo Federal criou a política do Seguro Desemprego do Pescador Artesanal-SDPA, que garante uma compensação à renda do pescador artesanal durante o período da proibição da pesca, para garantir a reprodução das espécies” (MAIA *et al.*, 2012).

O desembarque pesqueiro, em Manaus, ocorre na Feira da Panair, durante a madrugada. Dezenas de barcos concentram-se em um determinado ponto, onde os donos das embarcações negociam o pescado com feirantes e comerciantes intermediados por um despachante. Esse pescado depois será comercializado nas demais feiras, supermercados, entre outros locais de venda de pescado ao consumidor de Manaus (PARENTE E BATISTA, 2005).

Encontrar soluções para problemas econômicos e ambientais é uma tarefa fundamental em todo o planeta. Tais questões geram a necessidade de métodos que ajudem a compreender e a prever os efeitos de políticas públicas (CONSTANZA & VOINOV, 2001), visto que, estas medidas podem afetar drasticamente tanto o recurso manejado, quanto as populações humanas que dependem da sua produtividade para subsistência e geração de renda.

Devido ao grau de dependência da população local em relação à produção pesqueira e a intensidade de exploração a que estes sistemas estão submetidos,

torna-se imprescindível desenvolver métodos que proporcionem a administração racional do setor pesqueiro, para que haja condições de garantir a segurança alimentar da população, assim como a auto sustentação dos recursos disponíveis (OLIVEIRA, 1991). Este problema pode ser amenizado por meio do emprego de estratégias de modelagem.

A técnica modelagem de sistemas apresenta a vantagem de possibilitar a incorporação de conhecimentos multidisciplinares, geralmente envolvendo sistemas sócio-econômico-ambientais. A capacidade desta técnica de integrar diferentes áreas do conhecimento favorece a sua aplicação na análise de sistemas complexos como aqueles existentes em pescarias continentais tropicais, o que segundo Petten (1994), pode contribuir para o planejamento regional. Seus recursos são de grande utilidade para avaliar processos de degradação do ambiente devido a sua habilidade de fazer previsões, de identificar necessidades de pesquisas adicionais e de empregar uma grande quantidade de dados provenientes de diferentes setores do sistema, permitindo, inclusive, a inserção das inter-relações entre eles (TOMMASI, 1994). Segundo Ruth & Hannon (1997), os modelos são fundamentais para o entendimento de sistemas, porque eles nos permitem representar e manipular um fenômeno real e então explorar os resultados, fazendo previsões e construindo cenários. Sendo, portanto, úteis para estudo do comportamento de sistemas reais que poderiam ser destruídos pela experimentação ou cuja manipulação com fins experimentais é impossível ou catastrófica.

Medidas para gerenciar a produção pesqueira devem ter como base, pesquisas que levem a compreender melhor suas características e problemáticas específicas. Tais pesquisas poderão ser utilizadas para subsidiar futuras medidas que colaborem para o adequado desenvolvimento do setor pesqueiro. É neste intuito que este trabalho, através de técnicas de modelagem de sistemas, analisou o estado atual da produção pesqueira referente à piscicultura e a pesca artesanal comercial que desembarca na cidade de Manaus, para tentar prever o futuro do setor e utilizar os resultados como base para um melhor planejamento da produção pesqueira na região. Este método se faz necessário, pois esta estratégia poderá ajudar a compreender os efeitos de políticas públicas e direcionar a evolução deste setor produtivo para o nível empresarial, orientando as futuras decisões sobre a administração do setor pesqueiro da cidade de Manaus, aumentando o

conhecimento sobre o seguimento e preenchendo as lacunas ocasionadas pela falta de séries históricas de dados sobre a pesca e a piscicultura na região.

1.2. Objetivo Geral

Construir um modelo para prever a futura produção da Piscicultura e da Pesca artesanal comercial que desembarca na cidade de Manaus, Amazonas. Verificando a participação de ambas as atividades na economia local, além de suas relações com o ciclo hidrológico.

Objetivos Específicos:

1. Avaliar os processos e as interações que possam influenciar a produção pesqueira.
2. Construir um modelo preditivo sobre a produção da piscicultura e da pesca comercial artesanal que desembarca em Manaus para os próximos quinze anos.
3. Verificar as relações entre a produção da pesca e da piscicultura, com o ciclo hidrológico.

1.3. Delimitação do Estudo

Este trabalho utilizou a modelagem de sistemas e dados de estatísticas da pesca e da piscicultura referente aos desembarques pesqueiros totais efetuados em Manaus referente aos anos de 2012 a 2014, analisando os fatores que influenciam a produção pesqueira. Esses dados (anexo II) foram coletados e disponibilizados pela Colônia de Pescadores Z-12 na Feira da Panair em Manaus, Amazonas, onde acontece o desembarque de pescado. Os dados referentes à produção da piscicultura dos anos de 2012 a 2014 foram coletados no IPAAM.

1.4. Estrutura do Trabalho

O presente trabalho está organizado em cinco capítulos. No primeiro capítulo foi feita uma introdução sobre o cenário da pesca no Amazonas, desembarque de pescado em Manaus e as pessoas que fazem parte do processo, além de apresentar o objetivo geral e os específicos.

No segundo capítulo há uma revisão de literatura com a apresentação dos órgãos que compõem o setor pesqueiro, direta e indiretamente. Além de alguns conceitos relacionados ao setor.

No terceiro capítulo define-se a classificação metodológica da pesquisa, os procedimentos realizados, os procedimentos para a coleta dos dados e a validação do trabalho através de modelagem.

O quarto capítulo apresenta a Discussão dos Resultados.

O quinto capítulo mostra as Considerações Finais deste trabalho.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DA LITERATURA

2. 1. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE

O **IBGE** é o **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, e é o responsável pelos levantamentos demográficos, pesquisas estatísticas sobre os mais variados temas (de meio ambiente à economia), manutenção de indicadores sobre o Brasil, e informações geográficas, além de ser também a fundação responsável pelo SIG (Sistema Geodésico) Brasileiro.

A história do IBGE começa em 1936, com a criação do “Instituto Nacional de Estatística e Cartografia” (INE), que em 1938, é incorporado ao “Conselho Brasileiro de Geografia” e ao “Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística”, o IBGE que inicia, então, seu primeiro projeto: a Determinação das Coordenadas das Cidades e Vilas.

Até 1966/67 o IBGE tinha como atribuições fixar normas para a uniformização da cartografia brasileira e consegue o feito de estabelecer, pela primeira vez, dados de coleta e tabulações do censo com base em uma referência cartográfica sistematizada. Mas em 1967 a incumbência de fixar essas normas passa ao COCAR (Comissão de Cartografia) que é inserida na estrutura do IBGE.

Mais tarde, em 1985 foi criado o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) ao qual foi submetida ao COCAR que seria desativada em 1990. Mas, em 1994 o Governo cria a CONCAR (Comissão Nacional de Cartografia) que recebe apoio administrativo do IBGE e da ANEA (Associação Nacional das Empresas de Levantamentos Aeroespaciais).

Em 1997 teve início, em grande escala, o processo de digitalização automática e semiautomática com a utilização de novos equipamentos e programas computacionais. Essa mudança no *modus operandi* do processo de digitalização influenciou os resultados, gerando novos valores para as áreas dos municípios a partir de 1999. Nesta nova metodologia adotou-se como projeção cartográfica a Projeção Cilíndrica Equivalente, na qual inexistente deformação de área (IBGE, 2015).

Hoje, o trabalho mais conhecido do IBGE, que é o atual responsável pelo Sistema Cartográfico Brasileiro, é a realização do Censo Demográfico, que é uma

pesquisa realizada em campo com toda a população brasileira (ou quase toda) para levantar dados como: número de habitantes, renda, faixa etária da população e muitos outros dados que servem de indicadores sobre o desenvolvimento social e econômico do país.

2.2. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis- IBAMA

O IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) foi criado a partir da fusão de quatro órgãos: Sema (Secretaria Especial do Meio Ambiente, vinculada ao Ministério do Interior, que era o órgão responsável pelo trabalho político e de gestão; o IBDF (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal); Sudepe (Superintendência do Desenvolvimento da Pesca) que mantinha a gestão do ordenamento pesqueiro e a Sudhevea (Superintendência da Borracha) que tinha como desafio viabilizar a produção da borracha. O IBDF e a SUDEPE eram vinculados ao Ministério da Agricultura e a Sudhevea ao Ministério da Indústria e Comércio. A preservação ambientais a que estes órgãos eram responsáveis se restringia às suas estruturas, pois eles foram criados para dar incentivos fiscais e fomentar o desenvolvimento econômico. Mas era necessário que existisse um órgão que trabalhasse o meio ambiente de forma integrada. Então estes quatro órgãos, deram origem ao IBAMA. Que foi criado em 22 de fevereiro de 1989, com a promulgação da Lei nº 7.735, que cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Nesse momento, a gestão ambiental passou a ser integrada. Antes, havia várias áreas que cuidavam do ambiente em diferentes ministérios e com diferentes visões. Os objetivos institucionais são cumprimento do licenciamento ambiental, controle da qualidade ambiental, autorização de uso dos recursos naturais, fiscalização, monitoramento e controle ambiental.

Segundo Borges (2007) quando a SUDEPE foi extinta em 1989 e suas atividades foram transferidas para o IBAMA, foram suspensos os trabalhos relativos ao fomento pesqueiro, a coleta de dados estatísticos e a própria produção pesqueira passou a ser marginalizada e predatória. Falava-se em proteção dos estoques e não se controlava o aumento das frotas não permissionadas. Foram anos perdidos para a pesca brasileira que talvez não se consiga recuperar, pois foram perdidos espaços

nos acordos internacionais para conservação de estoques e o espaço de direito ocupado por países que sequer são costeiros do Atlântico sul, mas que hoje, impõem restrições baseadas em conceitos como capturas históricas, o que lhes dá vantagem, conseguida no mar brasileiro. Vários são os exemplos de perda de espaço ou direito, ocorrido pela ausência de uma política de pesca consequente e efetiva para o país (BORGES, 2007).

2.3. Secretaria de Estado de Produção Rural – SEPROR

O Sistema SEPROR é composto por todos os órgãos e ações essenciais ao desenvolvimento da produção rural. Compreende a terra /espaço físico, o licenciamento ambiental, fomento (crédito, alevinos, sementes, vacinas, implementos, etc.), a assistência técnica e extensão rural, o escoamento da produção, a armazenagem, o beneficiamento (agroindústrias) e a comercialização. Assim, além da própria SEPROR e suas vinculadas (SEPA, IDAM e CODESAV), integram este sistema o ITEAM, o IPAAM, a AFEAM, o Banco da Amazônia (BASA), o Banco do Brasil e a ADS.

A SEPROR foi extinta em 1995, e só foi recriada em 2003. A Secretaria de Estado da Produção Rural SEPROR é responsável pela formulação, coordenação e implementação da política estadual de desenvolvimento rural integrado. Criada em março de 2003 pela Lei 2.783/03, a secretaria realiza ações de planejamento da produção rural para fomento das cadeias produtivas em todas as suas dimensões.

O Sistema SEPROR procura fomentar melhores condições de vida aos homens e mulheres do campo com a criação de novas fontes de renda para esses produtores que moram em localidades distantes. O principal objetivo da secretaria é elevar o nível de renda dessas pessoas, além de oferecer melhor nível cultural, social, de saúde e de educação para as cerca de 270 mil pessoas espalhadas pela zona rural do Estado, fazendo com que o sucesso da Zona Franca de Manaus se repita em todas as cidades do Amazonas para fortalecer a Zona Franca Verde. Assim, o Sistema SEPROR se orienta em torno de cinco fundamentos, dez objetivos e cinco programas, sob os quais se desenvolve toda a política de Produção Rural do Estado do Amazonas.

2.4. Secretaria de Estado de Planejamento, Desenvolvimento, Ciência, Tecnologia e Inovação - SEPLAN

A SEPLAN foi criada para desenvolver o sistema estadual de planejamento estratégico e coordenar as políticas públicas de desenvolvimento sócio econômico do Amazonas. Sua visão é ser reconhecida como secretaria modelo de gestão em planejamento governamental e desenvolvimento econômico, por meio de boas práticas de gestão pública.

O Anuário Estatístico, elaborado pelo Departamento de Estudos e Pesquisas (Depi) da SEPLAN, é uma obra de referência consistente que abrange setores estratégicos da administração pública na capital e mais 61 municípios do interior do Estado. São mais de três mil dados distribuídos por 39 capítulos, e uma série histórica desde o ano 2000. Um dos destaques do Anuário Estatístico da SEPLAN são as informações consolidadas a cerca da situação socioeconômica dos municípios do Estado, da produção agrícola, efetivos de rebanhos a dados sobre o Produto Interno Bruto (PIB) e renda per capita. Os dados relativos à população, por exemplo, reúne informações sobre taxa de analfabetismo por mesorregião e municípios, o total da população residente, além de estimativa de crescimento populacional até 2030. Na caracterização do Estado, está detalhada a localização das unidades de conservação ambiental, observação hidráulica e focos de calor. A SEPLAN oferece, por meio do Depi, o maior conjunto de indicadores socioeconômicos referentes ao Estado. Os Indicadores do Amazonas reúnem dez estudos estatísticos relacionados ao desempenho da rede de órgãos públicos do Governo em setores como saúde, educação, infraestrutura, segurança e produção.

Os Indicadores de Desempenho do Estado do Amazonas (Idea) são um apurado mensal de todas as ações desenvolvidas pelos órgãos da rede pública estadual, incluindo a execução orçamentária.

2.5. Colônia de Pescadores Z – 12

Em 02 de fevereiro de 1970 foi fundada a colônia dos pescadores, sendo considerada a primeira colônia de pescadores no estado do Amazonas. O grupo teve origem em uma reunião com 18 pessoas que tratavam de assuntos relacionados à conscientização ambiental sobre a pesca predatória. Atualmente a colônia possui uma história de lutas, conquistas de direitos e representatividade perante a classe dos pescadores, agindo como uma entidade protetora destes profissionais da pesca, além da conscientização e preservação ambiental.

Com a Constituição Federal de 1988, os pescadores artesanais conquistaram avanços no que tange aos direitos sociais e políticos quando as colônias de pescadores, por meio do artigo 8º foram equiparadas aos sindicatos de trabalhadores rurais, recebendo a configuração sindical.

A Colônia de Pescadores de Manaus Z-12 é uma empresa sem fins lucrativos do ramo associativo que beneficia os profissionais do setor pesqueiro, e é filiada a Federação de Pescadores dos Estados do Amazonas e Roraima e Confederação Nacional de Pescadores. Conta com 57 Colônias em todo estado do Amazonas. A matriz onde fica a administração, é situada à Rua Vista Alegre nº 32- bairro de Educandos em Manaus – Amazonas, em frente à Feira da Panair, local de desembarque pesqueiro.

A empresa Colônia de Pescadores de Manaus Z-12 possui 47 anos de existência no mercado do estado do Amazonas, beneficiando aproximadamente 3.740 pescadores associados inscritos, contando com 30 representações nas comunidades de Manaus, tendo 2.210 pescadores e 1.530 pescadoras (Colônia dos pescadores, 2016).

2.6. Modelagem

2.6.1. Modelagem de Sistemas

Segundo Odum (1988), um modelo é uma formulação que imita um fenômeno real que permite a confecção de previsões acerca do ambiente ou objeto de estudo. Embora os modelos sejam abstrações imperfeitas de sistemas reais, eles representam para a Ecologia um instrumento poderoso, pois fornecem respostas e

previsões referentes a questões importantes em médio e/ou curto prazos dependendo dos seus objetivos.

Chorley e Haggett (1975) dizem que modelo é uma simplificação da realidade e são aproximações altamente subjetivas e permitem o aparecimento dos aspectos fundamentais da realidade, e possuem graus variáveis de probabilidade e amplitude limitada às condições sobre as quais são aplicadas. E Odum (1988) classifica os modelos em função de três objetivos: realismo, precisão e generalidade. O realismo é o grau de equivalência entre os enunciados matemáticos do modelo e os conceitos biológicos que se deseja mostrar. A precisão é a capacidade de prever mudanças numéricas e de imitando os dados nos quais está fundamentado. A generalidade é a amplitude de aplicabilidade do modelo, ou seja, se pode ser repetido em outro sistema. Modelos permitem compreender a complexidade de um ecossistema e avaliar as suas reações a impactos naturais e antropogênicos (Veja - Candejas & Arreguín-Sánchez, 2001).

A modelagem consiste em um conjunto de técnicas muito utilizadas como ferramentas para representar quantitativamente o funcionamento de um ecossistema (JORGENSEN, 1999), possibilitando a construção de cenários resultantes de alterações naturais e/ou antrópicas.

Segundo Souza (2007), as tentativas de modelar sistemas pesqueiros na região amazônica defronta-se com vários entraves, que impediram ou restringiram a qualidade das respostas e o poder preditivo dos modelos.

2.6.2. Software Stella

Segundo RICE *et al.*, (2015), STELLA é um pacote de modelagem computacional flexível com uma interface fácil e intuitiva que permite aos utilizadores construir modelos dinâmicos que simulam de forma realista os sistemas biológicos. Em sua forma mais básica modelagem em STELLA prossegue em três etapas: a construção de um modelo qualitativo, parametrização e exploração da dinâmica do modelo.

STELLA apresenta quatro blocos de construção do modelo que são usados no processo de modelagem: estoques, fluxos, conectores e conversores.

Estoques: O bloco de construção básico é o estoque que é usado para representar qualquer coisa que se acumula (populações, biomassa, nutrientes, água).

Fluxos: Os fluxos são usados para representar as atividades que levam a entradas e saídas de estoques. Fluxos incluem nascimentos, migração e transporte de nutrientes ou de biomassa.

Conectores: transmitem informações para regular os fluxos. Conectores podem se conectar em fluxos ou conversores, mas nunca em ações. Somente os fluxos podem afetar a magnitude dos estoques. No entanto, os conectores podem afetar tanto os fluxos de entrada como os de saída.

Conversores: Conversores contêm equações que geram um valor de saída durante cada intervalo de tempo de uma simulação. Os conversores podem levar uma informação e transformá-la para uso por outra variável no modelo. Eles também são úteis para armazenar valores constantes.

Passos para a construção de um modelo no Software STELLA :

Passo 1. Construção de um Modelo: Para construir um modelo qualitativo, têm que ser definido primeiro as ações a serem tomadas. Os dados (obtidos da Colônia dos Pescadores de Manaus Z-12) que alimentaram o modelo foram descritos em uma tabela (anexo II). Os estoques representam qualquer coisa que possa acumular ou indicar mudanças em números (populações, biomassa, teor de nutrientes, água, etc.) e estão relacionados com a questão biológica de interesse (ou seja, representam as variáveis dependentes importantes e outras variáveis que os influenciam). Além, de acumulações físicas tangíveis, os estoques podem representar graus de entidades não físicas, tais como conhecimento. Em seguida, os usuários devem construir links para as variáveis que afetam o tamanho das unidades populacionais. Estes são geralmente entradas diretas ou saídas modeladas utilizando fluxos. Por exemplo, numa população, nascimentos representaria um fluxo para dentro da população. A magnitude destes fluxos pode ser ajustada por conversores que utilizam ligações ou ser afetada pelo tamanho de uma maneira dependente da densidade.

Passo 2. Parametrização do Modelo: Durante a segunda etapa de modelagem, devem-se quantificar as relações entre os elementos do modelo. STELLA permite tanto relações lineares como não lineares para serem expressas. Mas é preciso conhecer o problema biológico para que o processo seja compreendido.

Passo 3. Dinâmica do Modelo: O último passo do exercício de modelagem é explorar a saída do modelo. Os modeladores devem gerar a saída e /ou tabular de forma gráfica para explorar os resultados quantitativos ou qualitativos. Além disso, os modeladores podem manipular parâmetros facilmente e realizar análise de sensibilidade.

A modelagem ajuda a desenvolver hipóteses, explorar previsões, resumir os resultados experimentais, e estender os seus resultados a novos cenários e oferece, ainda, a flexibilidade para permitir a modelagem de uma variedade de sistemas experimentais e o poder de prever resultados significativos que se relacionam com conteúdo biológico específico (Souza, 2007).

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

3.1. Área de Estudo

A área de estudo compreende a cidade de Manaus, da qual o ponto basilar de coleta foi a Feira da Panair, localizada na Zona Sul de Manaus principal zona de desembarque e comercialização de pescado desta capital (Figuras 1 e 2) (Parente & Batista, 2005). Estes dados foram acrescidos de informações sobre a piscicultura, os quais foram obtidos do IPAAM. Os dados referentes ao ciclo hidrológico foram coletados da literatura dos Relatórios das Cheias dos anos de 2012, 2013 e 2014 disponibilizados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM).

Segundo Andrei, Arilúcio e Serguei (2008) a Feira da Panair é o atual (e único) porto oficial para desembarque, comercialização e distribuição de pescado, no Município de Manaus, está localizado na orla fluvial do porto da *Panair*, que tem este nome devido ao fato de o local ter sido utilizado como pista de pouso dos aviões da antiga Companhia Aérea Pan Air. De acordo com este autor esta área compreende uma área total de 100 metros de largura, sendo 50 metros à sua direita e 50 metros à sua esquerda. As atividades de comércio do pescado na balsa da *Panair* acontecem entre meia noite e sete horas da manhã, e o ápice do movimento começam por volta das três horas. O horário justifica-se em virtude da necessidade de conservação do pescado, o clima ameno da madrugada evita que o peixe estrague com maior rapidez. A atividade é realizada todos os dias. Estima-se que diariamente transitem pela balsa entre quatro e dez mil pessoas, negociando cerca de 100 toneladas de pescado.

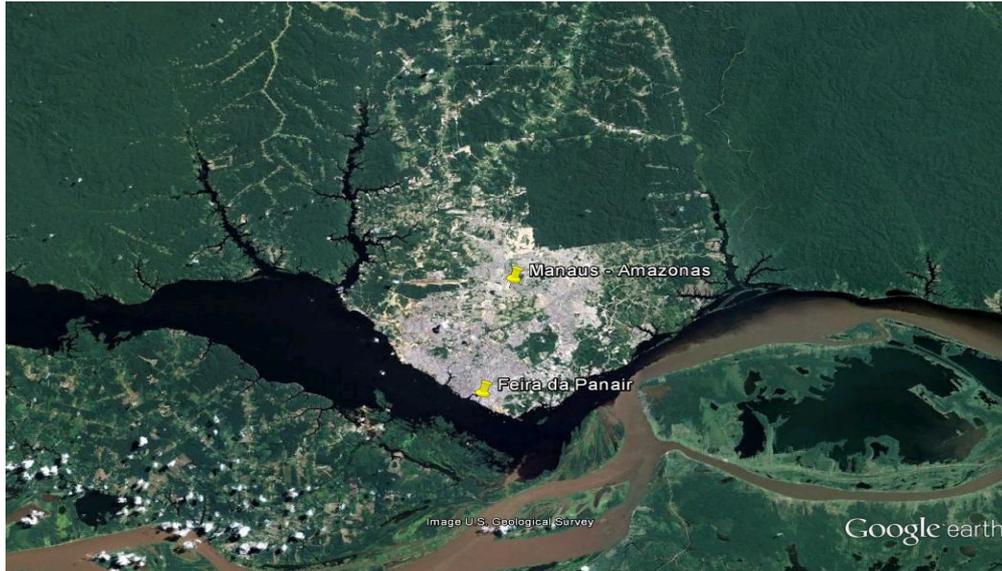


Figura 1. Mapa da área de estudo que compreende a Feira da Panair em Manaus (Coordenadas: 3°8'45"S 60°0'38"W).

Fonte: Google Earth (2016)



Figura 2- Área de desembarque e comercialização do Pescado (Porto da Panair).

Fonte: www.realidade.am.com.br

O universo da pesquisa compreendeu os pescadores envolvidos que convergem suas capturas para Manaus e os órgãos que coletam e disponibilizam dados relacionados a essa atividade.

3.2. Software Stella

Para executar a modelagem da pesca artesanal e da piscicultura e dessa forma, poder verificar a relação entre elas e as possibilidades de melhoras neste setor produtivo para os próximos quinze anos, foi utilizado o software STELLA. Segundo Ramos (2016) este software pode ser aplicado para fazer simulações envolvendo variáveis de vários tipos, com fins de previsão ecológica, econômica e de gerar estimativas de produção. O software Stella® (Structured Thinking Experimental Learning Laboratory with Animation) (RICHMOND *et al.*, 1987), pode ser utilizado em diversas áreas do conhecimento, é de fácil aprendizagem e pode ser comparado com outros trabalhos (VOINOV, 1999).

São três tipos de variáveis mais usadas no STELLA: as Variáveis de Estoque, Variáveis de Fluxos, Conversores e os Conectores.

-  **As variáveis de Estoque** (Variável de Estado) são representadas por retângulos e são variáveis de estado que expressam as principais acumulações no sistema e descreve as condições do ecossistema;
-  **As variáveis de fluxo** são indicadas por válvulas e mostram as taxas de mudanças nas variáveis de estoque que refletem as atividades que enchem ou esvaziam o estoque;
-  **Os conversores** (Variáveis Externas) são indicados por círculos, são variáveis intermediárias utilizadas para efetuar cálculos distintos. Podem ser consideradas variáveis externas a entrada de carga de poluente, pesca, temperatura, radiação solar, precipitação, evaporação, fluxos da água de entrada e saída no sistema;
-  **Os conectores** representados por setas sinalizam as relações de causa e efeito intrínsecas a estrutura do modelo.

3.3. Produção Pesqueira

As informações dos anos de 2012 a 2014 sobre a Produção Pesqueira e Espécies desembarcadas foram obtidas por dados coletados pela Colônia dos Pescadores Z-12. Essa coleta foi realizada por um funcionário da Colônia dos Pescadores que aplicava um questionário ao proprietário da embarcação, no período noturno, de meia noite às seis da manhã, durante todos os dias dos anos de 2012 a 2014. Os dados dos anos anteriores a 2012 foram obtidos nos órgãos que tratam do desembarque pesqueiro em Manaus (IBGE, SEPROR, SEPA, IBAMA e SEPLAM).

3.4. Produção da Piscicultura

Os dados da produção da piscicultura dos anos de 2012 a 2014 foram obtidos através do IPAAM. Todos os dados coletados foram utilizados para representar quantitativamente a dinâmica do sistema e alimentar o modelo construído.

3.5. Tratamentos dos Dados

3.5.1. Montagem do Modelo

A construção do modelo foi realizada definindo-se, dentre as variáveis escolhidas, quais os fluxos energéticos, as fontes, os pontos de armazenamento, as perdas (descargas) e as interações entre os componentes do setor (Souza, 2003 e 2007). Todas as funções foram derivadas em função do tempo utilizando o sistema Runge Kutta apropriado para sistemas submetidos a oscilações periódicas (Ruth; Hannon, 1997).

O uso da modelagem de ecossistemas tem se mostrado uma boa ferramenta para avaliar efeitos de ação antrópica em sistemas naturais e para a determinação da capacidade de suporte. Seus recursos são muito úteis para avaliar processos de degradação do ambiente, de fazer previsões, de identificar necessidades de pesquisas adicionais e de empregar uma grande quantidade de dados provenientes

de diferentes setores do sistema, permitindo a inserção das inter-relações entre eles (Tommasi, 1994). Para a elaboração do modelo foi usado o software Stella.

3.5.2. Modelagem - Construção do Modelo Conceitual

O modelo conceitual é a forma básica com que os seres humanos percebem a realidade. Este é consequência do conhecimento que se tem sobre o sistema, adquirido através de observações diretas sobre ele. A definição deste modelo é a primeira parte do procedimento de modelagem onde, a partir de uma teoria geral, seleciona-se e combina-se uma série de variáveis, que se supõe descrever o sistema. Esta fase deve preceder qualquer experimento de campo (GOMES & VARRIALE, 2001).

O modelo conceitual foi construído a partir de informações (anexo II) obtidas através da Colônia de Pescadores Z-12 de Manaus, as quais alimentaram o modelo. O modelo inicial se tratava apenas da pesca artesanal comercial que desembarcou na Feira da Panair em Manaus nos anos de 2012 a 2014, porém houve a necessidade de se acrescentar a produção da piscicultura que abasteceu a cidade de Manaus nos referidos anos, que foram obtidos do IPAAM, para que pudesse ser realizada uma análise mais detalhada dos dados, verificando as relações entre a pesca artesanal e a piscicultura, e desta forma, comparar o grau de importância que cada atividade possui na economia local, possibilitando a verificação se cada um desses setores estaria ou poderia no futuro ser colaborar para estabilização e aumento da produção pesqueira aumentando a viabilidade de estabelecimento de indústrias no setor. Além de fornecer subsídios para estudos posteriores.

3.5.3. Definição das Variáveis

Para a definição das variáveis para um modelo é necessário em selecionar os componentes e os processos ecologicamente mais relevantes dentro do sistema definindo quais farão parte do modelo final (GOMES & VARRIALE, 2001). O reconhecimento das variáveis mais relevantes foi feito através de uma análise primária dos dados coletados. Este procedimento foi realizado através da submissão das informações obtidas a estatísticas descritivas, permitindo assim uma

visualização do comportamento geral dos dados que foram utilizados na confecção do modelo. Segundo Souza (2007), nessa fase inicial da modelagem as variáveis são selecionadas e combinadas conforme as suposições do funcionamento do sistema, tendo como base os conhecimentos adquiridos.

3.5.4. Estabelecimento das Relações Funcionais

As relações funcionais entre as variáveis tiveram por base o modelo inicial construído e as informações sobre o sistema, que foram adquiridas por meio de coleta de dados secundários. Estas relações funcionais são funções lógicas e equações matemáticas, obtidas através de técnicas de regressão lineares e não lineares simples e múltiplas, para verificar a relação entre as variáveis (Souza, 2003). As funções estão bem definidas no anexo I.

3.5.5. Validação dos Resultados

A validação dos resultados ocorreu para verificar se o modelo construído pode descrever o comportamento experimental. Essa é a fase da modelagem onde ocorre a demonstração de que o modelo, dentro do seu domínio de aplicabilidade, possui um espectro satisfatório de precisão compatível com a prevista para o modelo (GOMES & VARRIALE, 2001). E a modelagem pode constituir uma ferramenta de suporte para o planejamento do uso sustentável dos recursos naturais (Souza & Freitas 2014).

A validação do modelo foi realizada mediante a comparação dos dados de saída do modelo com:

- 1) Estudos publicados sobre a área de estudo;
- 2) Valores obtidos por processos de modelagem experimental (GOMES; VARRIALE, 2001).
- 3) Comparação com dados na literatura envolvendo, pesca artesanal comercial, estoques pesqueiros, piscicultura, ciclo hidrológico, taxa de reprodução e modelos de sistemas ecológicos.
- 4) Alimentação do modelo com dados secundários referentes a pesca artesanal comercial e piscicultura.

3.6.. Construção do Modelo

Ao modelo final foi acrescentado:

- Dados referentes à piscicultura que abasteceu a cidade de Manaus nos anos de 2012 a 2014;
- As informações sobre o ciclo hidrológico referente aos anos de 2012 a 2014 (figura 3), iniciando pelo mês mais seco que foi novembro e terminando pelo mais cheio que foi em junho, que estão descritos na figura 3.

3.6.1. Descrição das Variáveis Utilizadas no Modelo Final

3.6.1.1. Ciclo Hidrológico

Neste trabalho foi utilizada a variação do nível das águas do Rio Negro nos anos de 2012 a 2014 (figura 3). Iniciando a análise do mês mais seco (novembro) para o mais cheio (junho) nos anos estudados. Observa-se que no ano de 2012 houve a maior cheia dentre todos os anos. Foram utilizadas as médias mensais para representar o ciclo hidrológico no modelo.

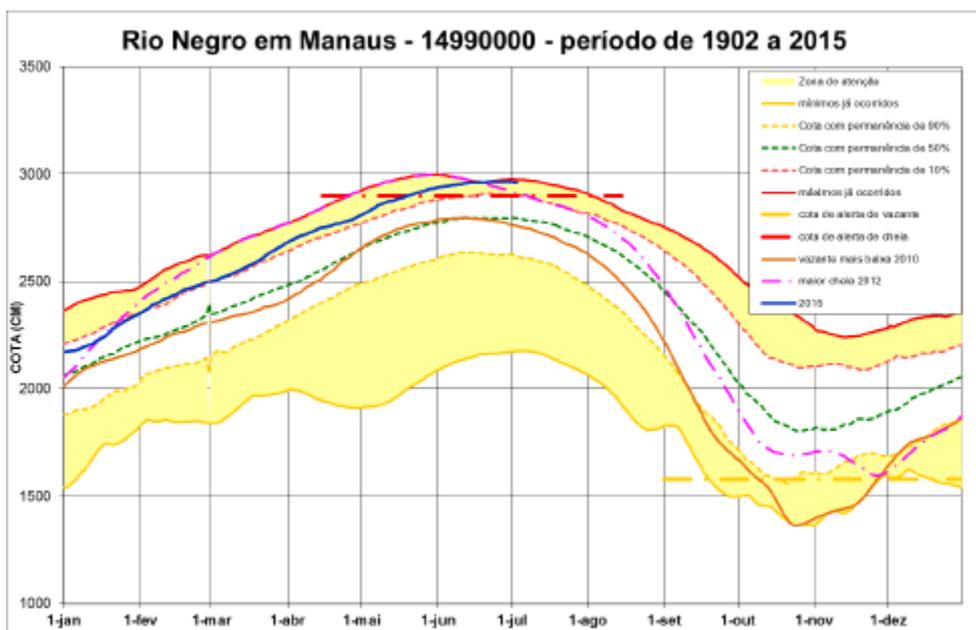


Figura 3 - Ciclo Hidrológico do Rio Negro em Manaus (1902-2015).

Fonte: CPRM

3.6.1.2 Taxa Reprodutiva

É a taxa de reprodução dos peixes que ocorre no período da cheia. De acordo com Souza (2007) a taxa de reprodução é estabelecida de acordo com o ciclo hidrológico, tendo o seu ápice no período de águas mais altas, época de reprodução da maioria das espécies, por esse motivo considera-se essa suposição robusta. A variação da taxa reprodutiva foi estabelecida por meio de uma função gráfica semelhante o que esta autora adotou em seu trabalho, no qual foi descrito em forma de percentual considerando que 100% dos peixes repõem suas populações nas cheias como mostra a figura 4, retirada da interface do Stella.

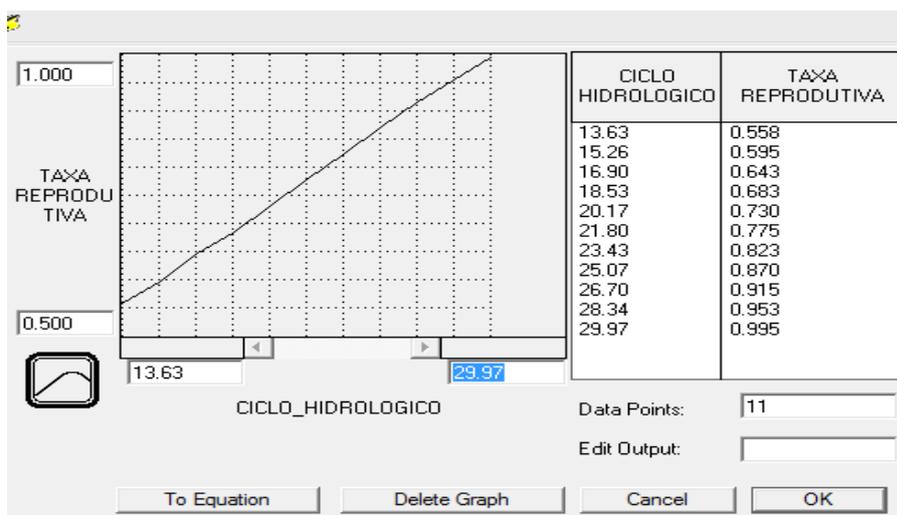


Figura 4 - Taxa Reprodutiva

3.6.1.3. Reprodução

É o momento em que as espécies entram em recrutamento biológico, e a grande maioria das espécies da Bacia Amazônica se reproduz na época da cheia. Segundo Hahn (2004) na região amazônica, ocorre o processo de migração para reprodução conhecido como piracema que na língua Tupi significa "saída dos peixes para desova". Quando os peixes detectam que o ambiente está favorável, com

condições abióticas boas para a reprodução estes iniciam o processo de deslocamento nos rios buscando áreas de desova. A fecundação dos peixes migratórios é externa, e a elevada concentração de machos e fêmeas aumenta a chance de fertilização no ambiente. Existe um limite para entrada de peixes para o ambiente, dessa forma, para o cálculo da reprodução foi utilizada a função logística de Verhulst (figura 5), que tem um formato logístico, indicando o momento atinge sua capacidade de suporte.

Função logística de Verhulst (1838):

$$N(t) = rN \left(1 - \frac{N}{K} \right), \text{ onde:}$$

K = Capacidade de Suporte do ambiente

N= Número de Peixes

r = taxa de reposição

t = tempo (em meses)

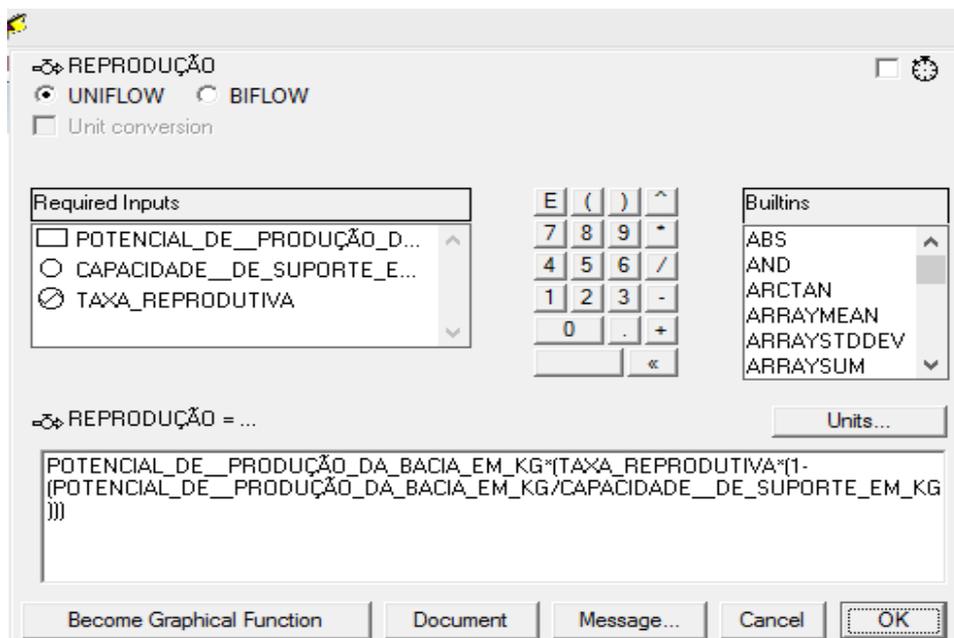


Figura 5 – Fluxo Reprodução (Função Logística de Verhulst).

3.6.1.4. Esforço

Número de Barcos é o conversor que foi alimentado com um gráfico que representa a relação entre o ciclo hidrológico (eixo do x) e o esforço pesqueiro (número de barcos), observado no eixo do y, para isso foi empregada o número médio de barcos em cada mês dos anos de 2012 a 2014. Utilizando-se para isso uma função gráfica mostrada na figura 6.

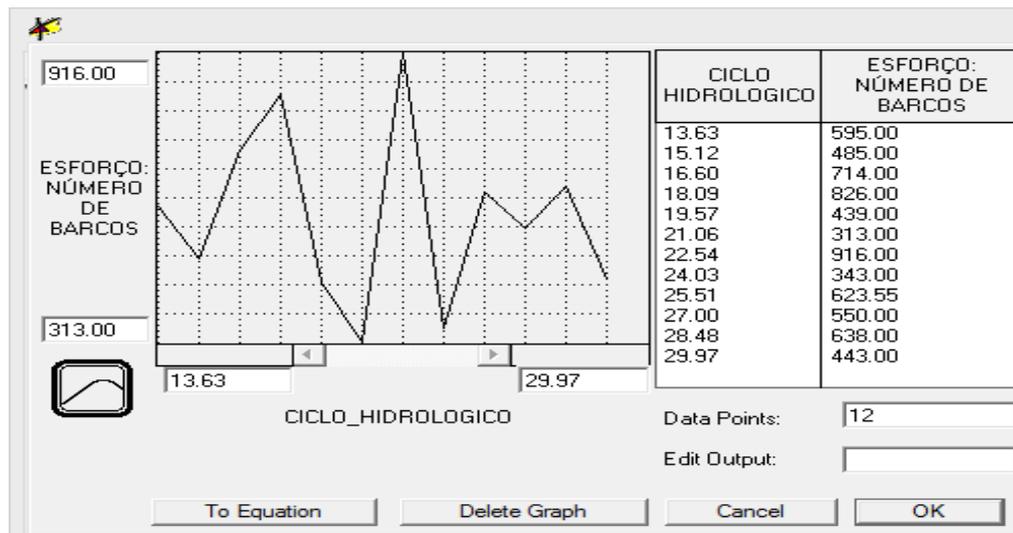


Figura 6 - Esforço: Número de Barcos Empregados na Pesca (2012 a 2014)

3.6.1.5. CPUE (Captura por Unidade de Esforço)

A Captura por Unidade de Esforço – consiste num índice de abundância (ou densidade) do estoque explorado em razão da intensidade de captura (Sparre e Vanema, 1997). É obtida do resultado da divisão entre a captura em quilos da pesca comercial com o número de barcos que participaram da pesca nos anos de 2012 a 2014, desembarcados na Feira da Panair. Para sua inclusão foi colocado um conversor com sua função: $CPUE = \text{Captura (kg)} / \text{Esforço (número de barcos mensal)}$, como mostra a figura 7.

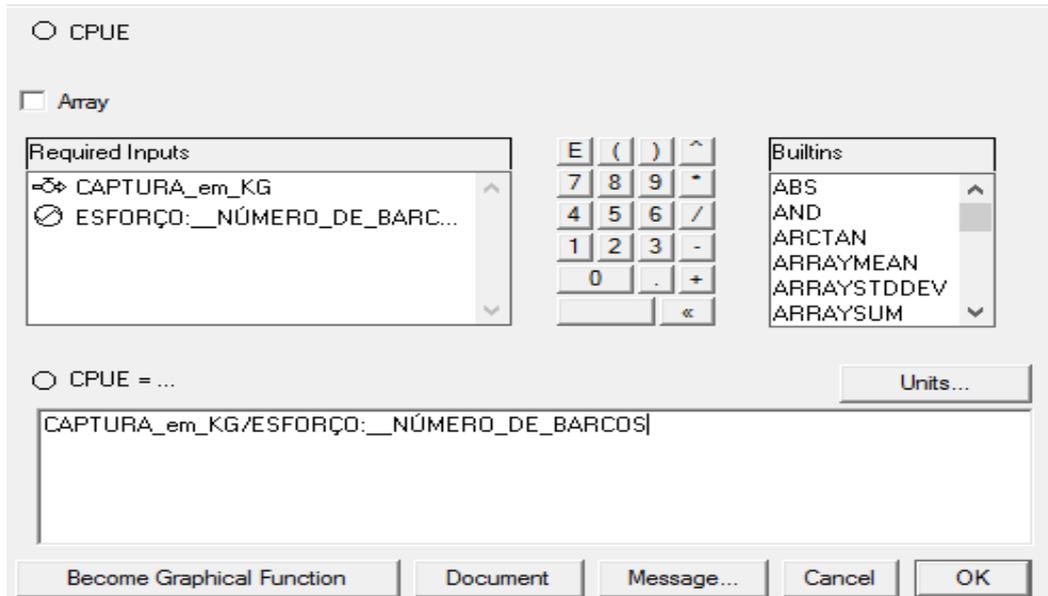


Figura 7: Conversor CPUE

3.6.1.6. Capacidade de Suporte em quilos (kg)

A capacidade do suporte é considerada a maior quantidade de organismos de uma espécie que pode ser sustentada em um espaço limitado sob determinadas condições (Odum, 1988). Os dados da capacidade de suporte foram estimados por meio dos valores encontrados por Doug Alsdorf *et al* (2010), que combinaram dados de quatro satélites — três da Nasa e um do Japão — registrados durante os anos de 2003 a 2006. Juntos, os dados permitiram que os cientistas compreendessem a mudança da paisagem da Amazônia com as chuvas e cheias. Depois que o nível de água em volta do rio diminuía, eles calcularam a mudança da quantidade de água por toda a várzea e encontraram o valor de 285 km³ o que corresponde a 285.000.000.000 m³. Estima-se que em áreas de cultivo extensivo pode-se obter 20 kg de peixe por metro cúbico, foi feita uma regra de três simples para se obter a capacidade de suporte do ambiente, descritos nos cálculos abaixo:

$$1 \text{ m}^3 \text{ _____ } 20 \text{ kg de peixe}$$

$$285.000.000.000 \text{ m}^3 \text{ _____ } X \text{ kg de Peixe}$$

$$X = 5.700.000.000.000 \text{ kg de peixe (Capacidade de Suporte do ambiente)}$$

3.6.1.7. Potencial de Produção da Bacia em quilos (kg)

É um estoque que foi representado pela estimativa de Bayley (1981), que utilizou o tamanho da área produtiva de uma região da Amazônia para estimar a produção pesqueira potencial de todos os estoques locais. A unidade usada foi em toneladas, sendo transformado para quilos já que toda a produção desembarcada estava em quilos, como mostra a figura 8.

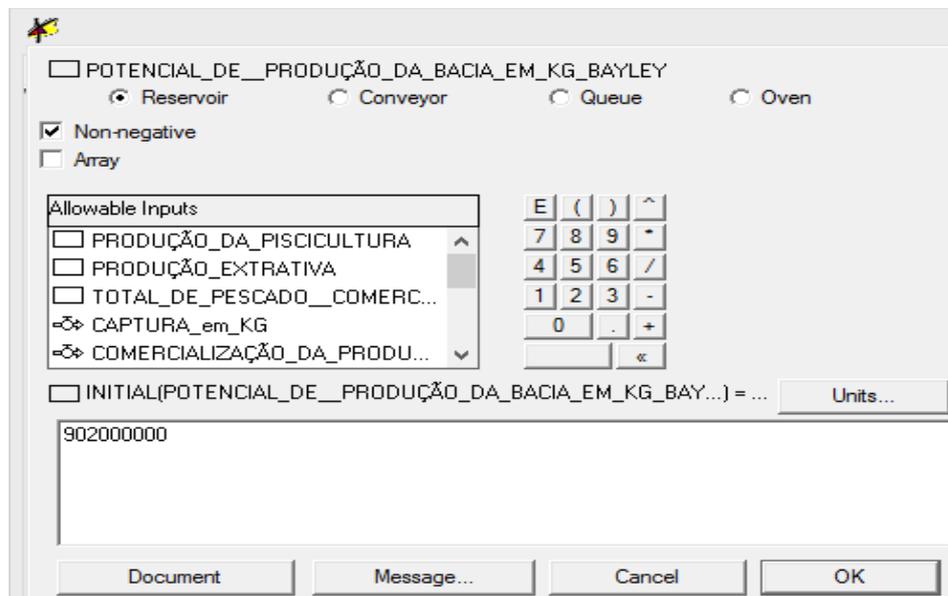


Figura 8. Potencial da Bacia Amazônica em Quilograma (kg)

3.6.1.8. Captura em quilos (kg)

É a quantidade de peixes pescados em vários rios e lagos da Bacia Amazônica e posteriormente, comercializados na Feira da Panair. Os dados da captura são oriundos da coleta de dados realizada pela Colônia dos Pescadores de Manaus Z-12 nos anos de 2012 a 2014, e o ciclo hidrológico dos mesmos anos foi levado em consideração para a análise da captura (figura 9), para isso utilizou-se uma função gráfica em um conversor, no qual plotou-se os dados mensais de produção e do ciclo hidrológico.

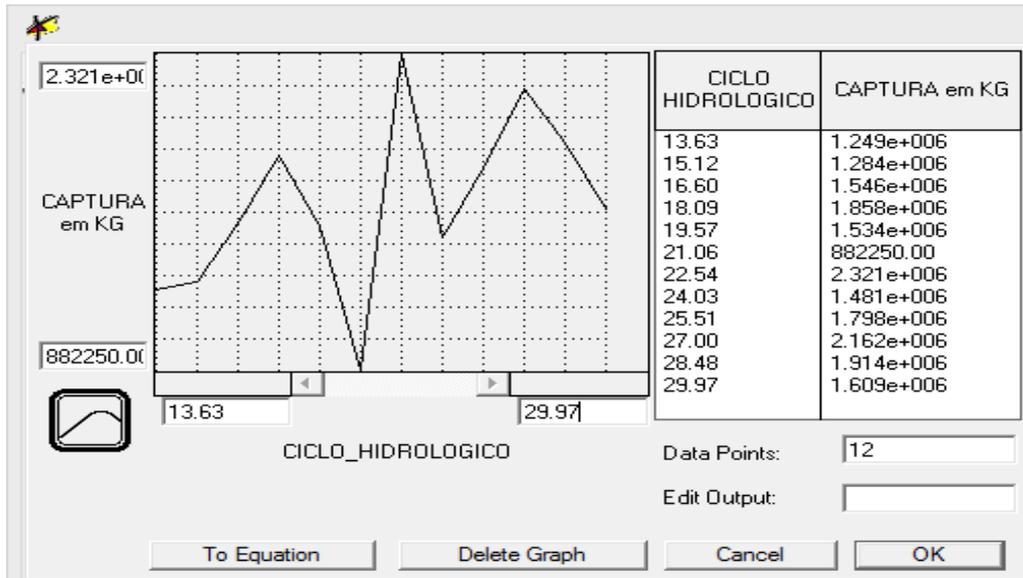


Figura 9 - Captura em Quilos (kg).

3.6.1.9. Comercialização da Produção Pesqueira

Este fluxo simplesmente recebe os valores que saem do estoque Produção Pesqueira para o estoque Total de Pescado Comercializado. O pescado que é comercializado na Feira da Panair, que vai parar em vários mercados, feiras, frigoríficos e supermercados da cidade de Manaus (figura 10, 11 e 12).



Figura 10 - Comercialização de Pescado em Feiras



Figura 11: Tratamento do Pescado em Feiras



Figura 12 - Comercialização do Pescado em Barcos de Pesca na Feira da Panair.

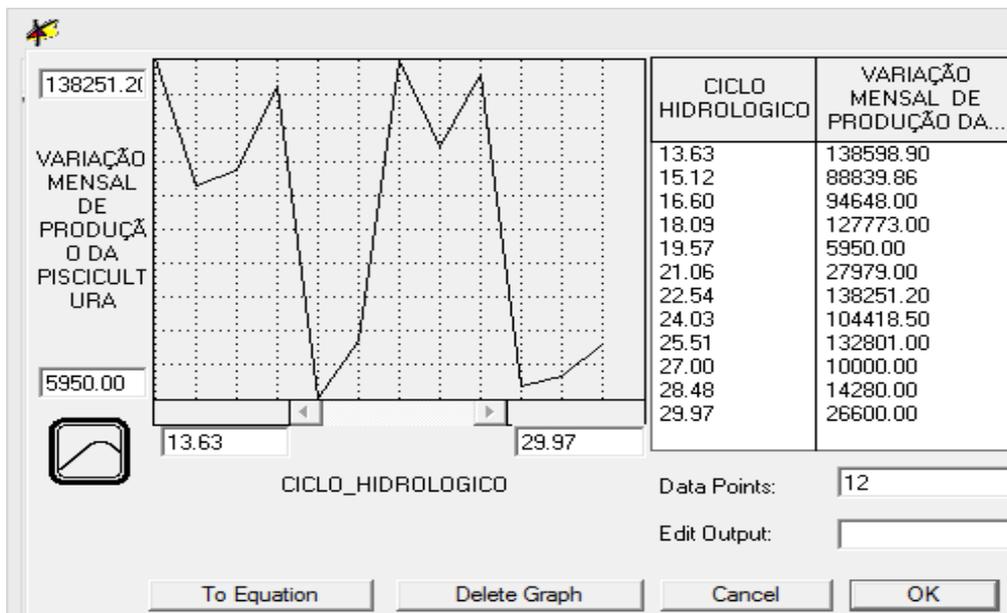


Figura 13. Variação Mensal de Produção da Piscicultura.

3.6.1.10. Produção da Piscicultura

Para alimentar esse estoque foram usados dados referentes à variação mensal da piscicultura de 2012 a 2014 que foram obtidos do IPAAM, somando-se com o incremento mensal da piscicultura, como mostra a figura 14.

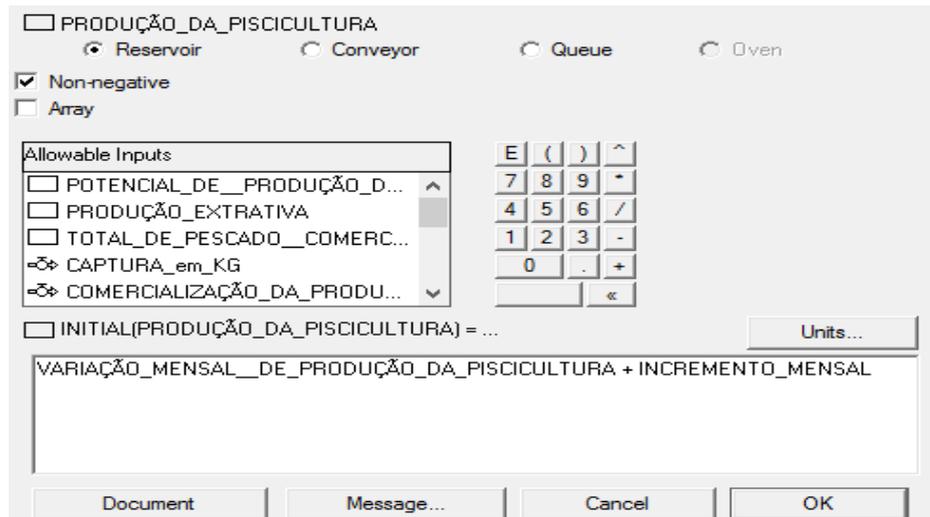


Figura 14 -. Produção da Piscicultura

3.6.1.11. Comercialização da Produção da Piscicultura

É um fluxo que transfere os valores da Produção de Piscicultura, por meio da comercialização dos referidos anos para o estoque Total de Pescado Comercializado.

3.6.1.12. Total de Pescado Comercializado

É o estoque final que recebe toda a produção tanto do pescado comercializado oriundo da piscicultura quanto o da produção extrativa nos anos estudados, fazendo a somatória de ambos e permitindo a visualização do setor como um todo.

CAPÍTULO 4

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1. Resultados

Esse trabalho fez um estudo sobre a previsão da produção pesqueira (pesca extrativa e piscicultura), para 15 anos. Além de fazer uma comparação entre a produção da pesca artesanal que desembarca na cidade de Manaus com a aquela advinda da piscicultura que atende o Mercado de Manaus, mostrando que ambas estão intimamente relacionadas e ligadas, também, ao ciclo hidrológico.

4.2. Modelo

FEARNSIDE (1986), diz que modelos não imitam sistemas, mas fazem aproximação de comportamentos, que facilitam a interpretação de resultados a baixos custos, equilibrando a perda de realismo das partes omitidas do sistema (FEARNSIDE, 1986). Montenegro e Souza (2016) apontam a modelagem de ecossistemas como uma abordagem holística na qual seus resultados podem servir de guia para a tomada de decisões políticas sobre sistemas ecológicos e econômicos. No modelo final foi incluída a piscicultura, para que pudesse ser feita uma comparação entre a época de safra e entre safra da pesca artesanal comercial e a produção da piscicultura, verificando as relações entre as atividades pois ambas abastecem o mercado de Manaus, analisando também a possibilidade de que piscicultores podem estar fazendo suas despescas na época de entressafra da pesca. A figura 15 mostra o resultado final da modelagem, ou seja, o modelo final construído.

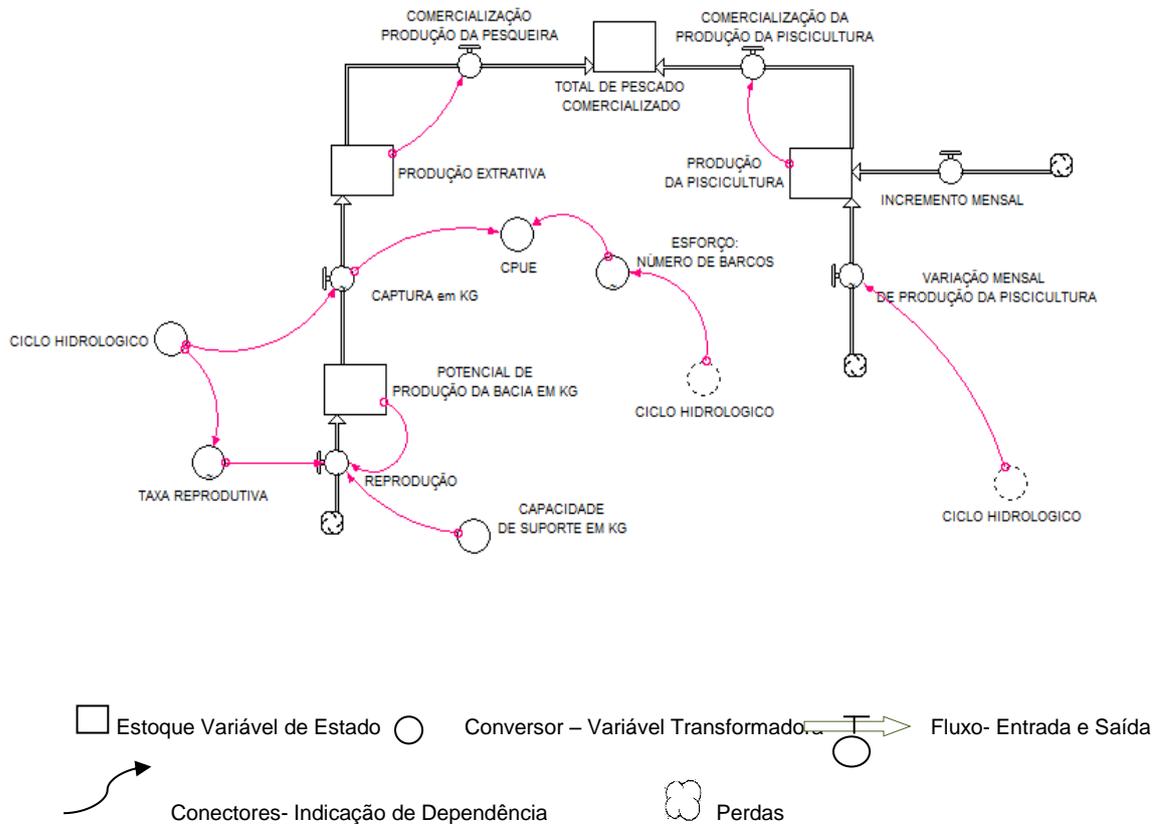


Figura 15: Modelo da Pesca e da Piscicultura

4.2.1. Ciclo Hidrológico

Observou-se um pico de cheia no mês de junho nos anos em estudo, como mostra a figura 16. Destacando a maior cheia registrada para o ano de 2012, sendo este considerado um ano atípico. De acordo com a CPRM (2012) a média histórica dos níveis d'água máximos do rio Negro em Manaus (médias das máximas) é 27,83 metros. A cheia de 2012, que terminou no dia 29 de maio, com um pico de 29,97 metros, apresentou o nível máximo histórico de toda a série, superando em 20 cm a cheia do ano 2009, considerada até então, a cheia máxima do Porto de Manaus. A análise da série histórica do nível dos rios (anos de 1994 a 2004) evidenciou que o ciclo hidrológico está assim dividido: período de vazante, durante os meses de maio a agosto; período de seca, nos meses de setembro e outubro; período de enchente, nos meses de novembro até fevereiro e período de cheia, nos meses de Março e Abril (Cardoso e Freitas, 2007).

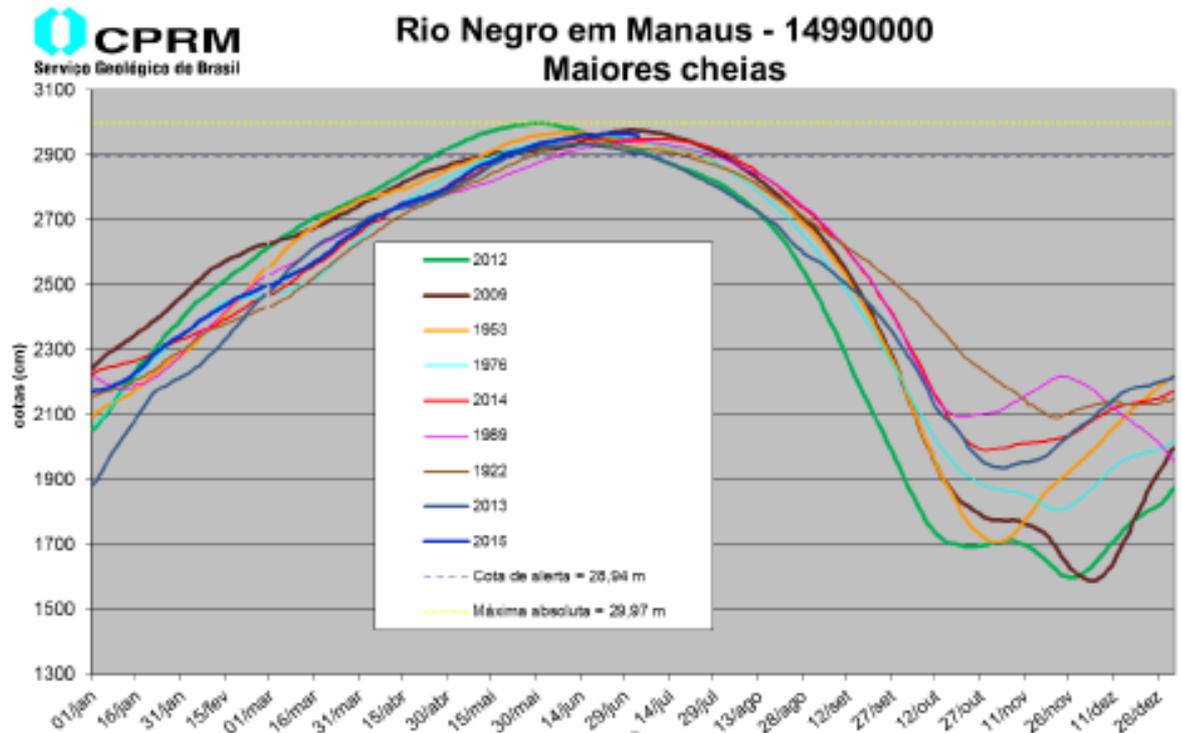


Figura 16: Cotograma das maiores cheias de Manaus 1953-2015.

Fonte: CPRM

4.2.2. Taxa Reprodutiva

Para a taxa reprodutiva utilizou-se os valores do ciclo hidrológico do Rio Negro do ano de 2012 (ano atípico: de maior cheia), utilizando-se os valores de mínima (13.63) e máxima (29.97). O valor da taxa reprodutiva foi calculado por Bayley e Petrere Jr. (1989). A reprodução das espécies da Bacia Amazônica está relacionada com o ciclo hidrológico, pois na época da cheia a maioria das espécies se reproduz. De acordo com Santos e Santos (2005) o período de desova corresponde à enchente dos rios, havendo melhores condições de escape que no período da seca, quando os peixes ficam isolados. E com o intuito de tentar garantir a reprodução das espécies foi criado o DEFESO. Segundo Hunter (2008), o período conhecido como “DEFESO”, onde o IBAMA impõe regras especiais para a pesca em quase todo o território nacional, são restrições necessárias para não atrapalhar a reprodução de espécies migratórias, como os grandes bagres, piraíbas e tambaquis,

que ficam mais vulneráveis durante essa época, chamada de piracema. Apesar dessa estratégia de proteção contribuir para preservação dos estoques, a mesma impede que a pesca seja feita continuamente, evitando, assim, a existência de uma produção constante de origem extrativa. Se houver uma indústria que comande barcos de pesca, estes não poderiam focar nas principais espécies comercializadas nos centros urbanos locais nessa época.

De acordo com a figura 17, a taxa de reprodução para os próximos 15 anos se mantém constante, com picos mais elevados na época da cheia, sendo o esperado já que a reprodução da maioria das espécies da Bacia Amazônica ocorre nessa época, e com picos menores na época de seca, quando algumas espécies de peixes se reproduzem, principalmente em lagos. De acordo com Ramos (2016) a maioria das espécies que são desembarcadas no porto da cidade de Manaus são migradoras, e desovam no período entre a enchente e a cheia, apesar de haver outras espécies que desovam em qualquer período do ano. Dessa forma consideramos satisfatórios os resultados desta simulação, pois é validado pela literatura existente.

1: TAXA REPRODUTIVA

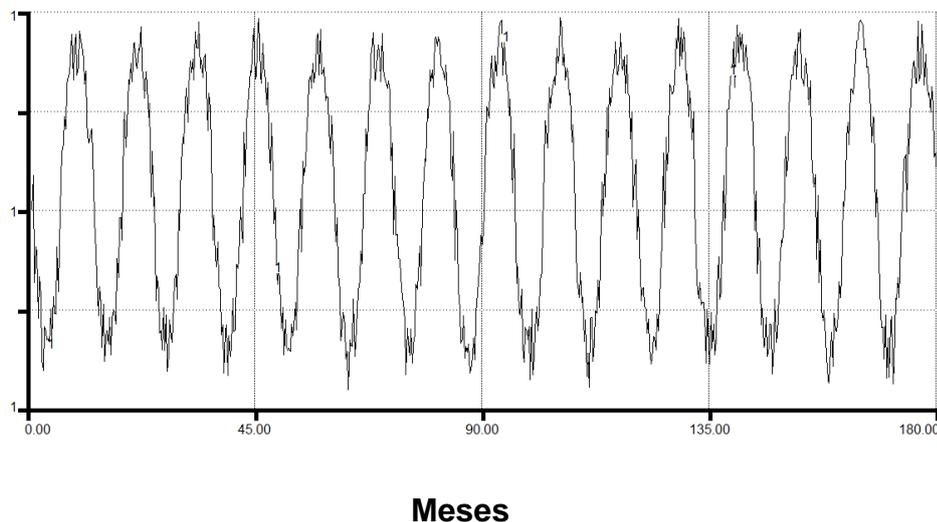


Figura 17: Taxa de Reprodução em relação ao tempo em meses.

4.2.3. Reprodução

As maiores concentrações de ovos e larvas se dão nos primeiros meses de enchente do rio Amazonas, sendo janeiro e fevereiro os de maiores concentrações de larvas por metro cúbico de água. Esse fenômeno ocorre porque, com a enchente, as regiões de várzea são inundadas e oferecem melhores condições de sobrevivência e desenvolvimento para as fases iniciais do ciclo de vida dos peixes (UFOPA, 2016). Na reprodução (figura 18) foi utilizada a Função Logística de Verhulst (1838) que também foi utilizada por Ramos (2016) para representar o fluxo de reposição dos estoques. Os resultados do modelo mostram que existe limite para reprodução, ligados às restrições ambientais de uma região (Verhulst, 1838; Seidl & Tisdell, 1999), entre elas a pesca excessiva, a poluição e destruição de ambientes aquáticos. Dessa forma a taxa relativa de crescimento demográfico diminui com o aumento no número de indivíduos, chegando a zero se este alcançar o valor máximo que ocorre no limite superior, chamado de Capacidade de Suporte (Nunes, 2006).

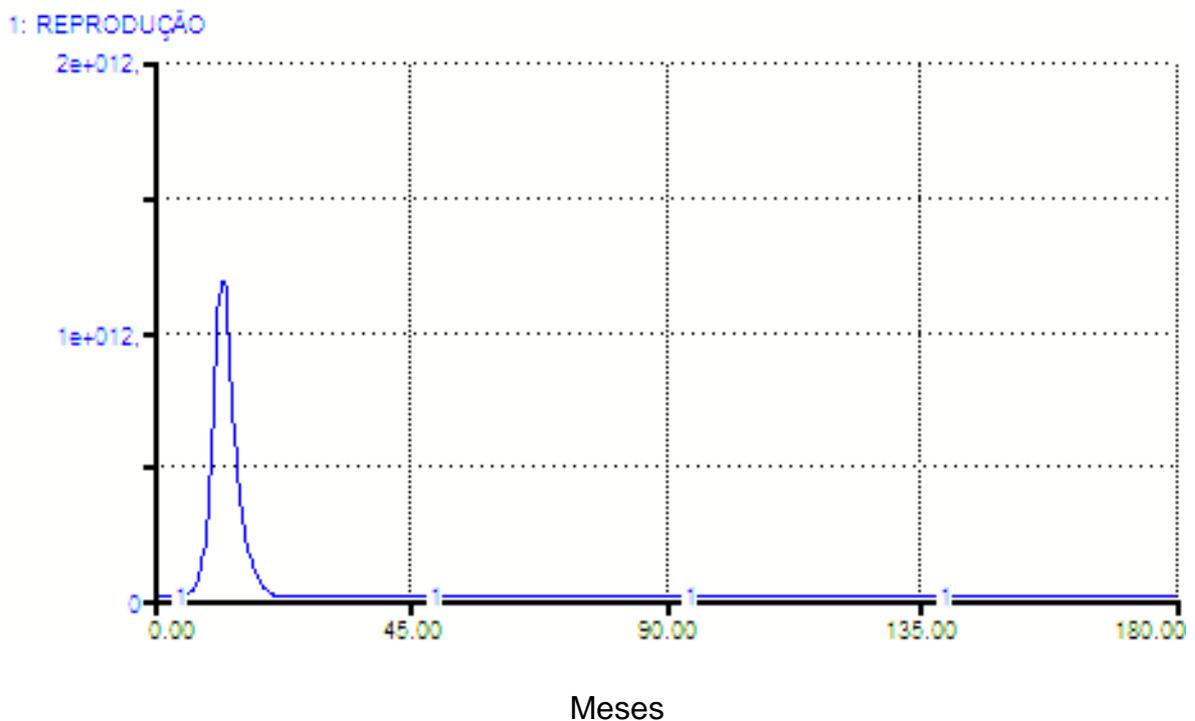


Figura 18: Reprodução

4.2.4. Esforço

Número de Barcos: Observou-se o esforço de pesca empregado durante os meses dos anos avaliados e sua relação com o ciclo hidrológico, sendo analisados a partir do mês mais seco (novembro) para o mais cheio (junho). No período mais seco o número de barcos é maior, pois o recrutamento pesqueiro (captura) é maior. Na época da cheia ocorre o recrutamento biológico, logo a pesca comercial é menos intensa, como mostra a figura 19. Porém Souza (2007) mostrou que os pescadores de subsistência intensificam a pesca na época da cheia, sendo o único modo de sobrevivência já que as áreas disponíveis para agricultura estão alagadas.

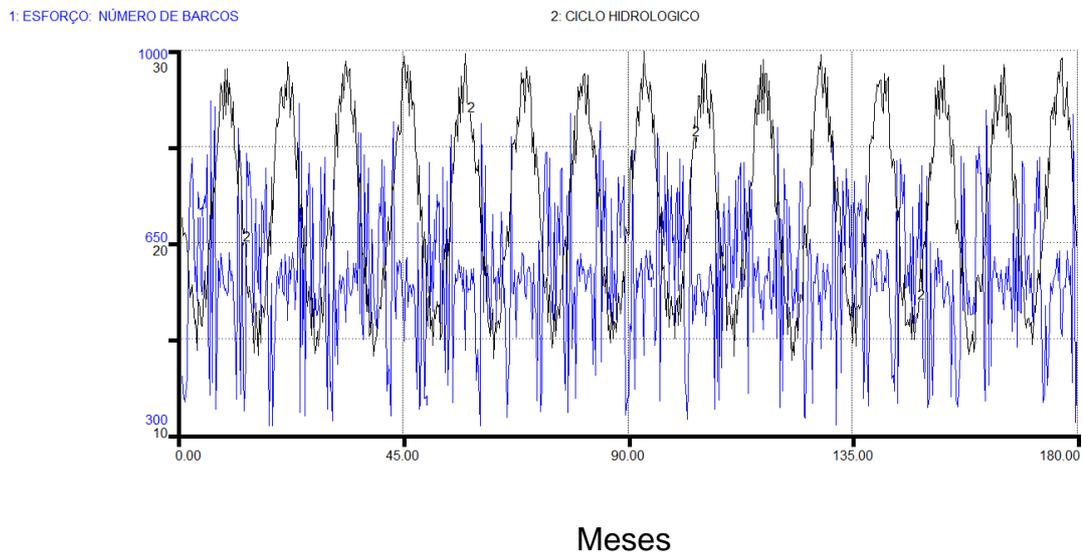


Figura 19 – Variação do Esforço com o Ciclo Hidrológico em relação ao tempo em meses.

O esforço foi maior durante o período em que os rios e lagos estiveram mais secos, pois nessa época os cardumes de peixes dispõem de poucos locais para se esconder, logo procuram a calha do rio que é onde ocorre o maior volume de águas; ficando susceptíveis à pesca. De acordo com Cerdeira et al., (2000) na região do Baixo rio Amazonas, a frota comercial explora principalmente a calha do rio na seca e os lagos durante a cheia.

4.2.5. CPUE (Captura por Unidade de Esforço)

Como a CPUE dá ideia da abundância (ou densidade) do estoque de acordo com a captura (FAO, 1988), sua análise é fundamental para determinar quantos barcos por dia são necessários para manter a produção constante. Percebe-se que existem meses do ano em que se emprega um maior esforço resultando uma produção pesqueira baixa, enquanto que em outros meses ocorre baixo esforço e altos desembarques (figura 20). Logo a CPUE pode ser diretamente proporcional e inversamente proporcional, dependendo dos fatores a serem considerados como: ciclo hidrológico, meses do ano, reprodução etc. A relação entre CPUE e esforço na região amazônica multiespecíficas, tem elevada complexidade e não é linear como os modelos de produção mono específicos (ALMEIDA, 2006).

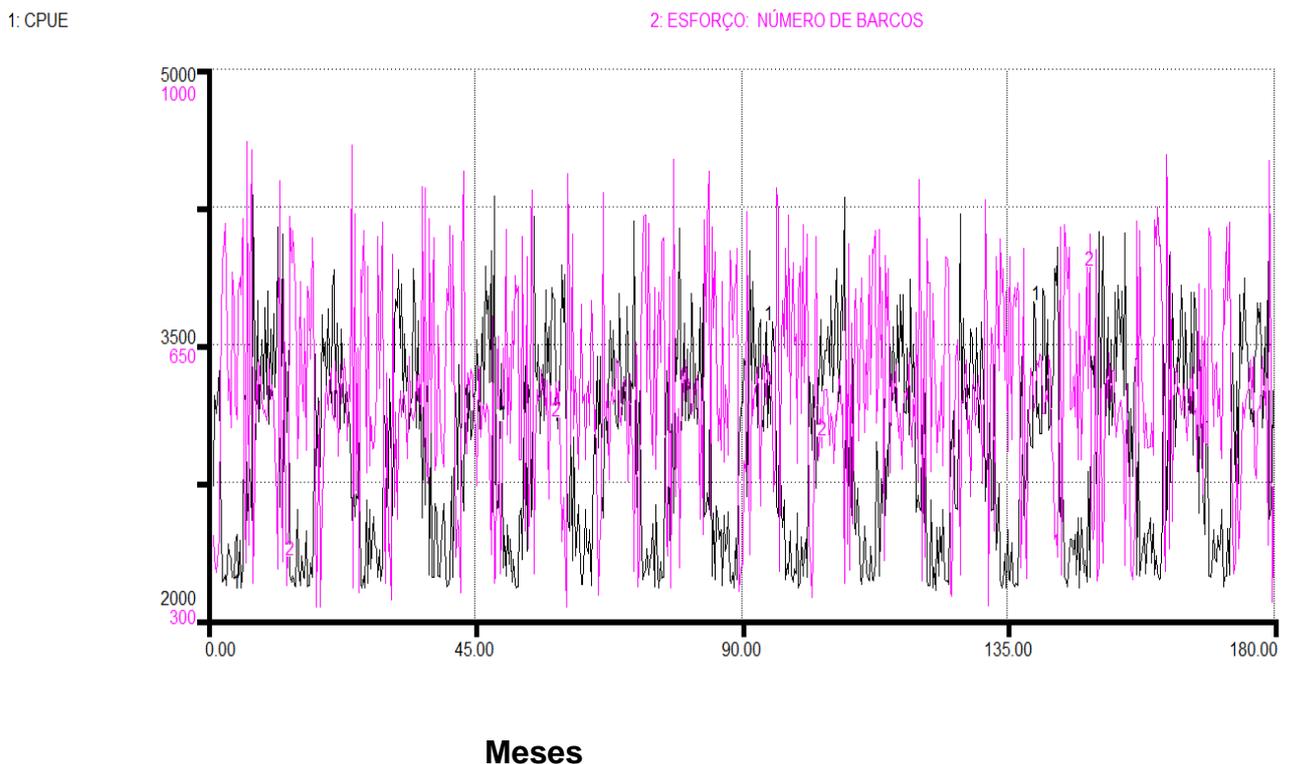


Figura 20 – Esforço e CPUE – Captura por Unidade de Esforço em relação ao tempo em meses.

4.2.6. Capacidade de Suporte em quilos (kg)

A capacidade de suporte do ambiente (k) foi mencionada por Odum (1988) que diz que qualquer população tende a diminuir essa capacidade, temporariamente, devido a diversos fatores tais como: redução na disponibilidade de alimento, fatores ambientais e outros. A capacidade de suporte do ambiente é de aproximadamente 5.700.000.000.000 kg. Como a piscicultura extensiva está relacionada às grandes áreas de cultivo com baixa densidade por m³, pode-se comparar a quantidade de peixes existentes na bacia Amazônica com esta modalidade de piscicultura, pois a mesma possui menores índices de produtividade. A piscicultura extensiva é praticada em reservatórios de pequenas ou grandes dimensões, naturais ou artificiais, nesse sistema, o número de peixes por unidade de área é baixo, a alimentação é restrita ao alimento naturalmente existente (NASCIMENTO & OLIVEIRA, 2010). Este valor pode ser maior, visto que a análise foi feita para a área de várzea e a pesca é cada vez mais executada em áreas mais distantes da Bacia Amazônica, logo há necessidade de que sejam realizados mais estudos na área para que esses valores possam se aproximar mais da realidade. Cálculos mais precisos no que diz respeito ao potencial produtivo e sua capacidade de recuperação são fundamentais para que se possa estabelecer um sistema produtivo com oferta constante que atenda a demanda, favorecendo a instalação de empresas e a segurança alimentar da população.

4.2.7. Potencial de Produção da Bacia em quilos (kg)

De acordo com a figura 21 durante os próximos 15 anos o potencial de produção da Bacia Amazônica se manterá constante, atingindo a capacidade de suporte durante o período modelado, o que é esperado uma vez que o tempo de análise é curto. Não há sinais de oscilação indicando que não há sobrepesca (cushing). Na verdade de acordo com estudos há sobrepesca de várias espécies, porém como o trabalho em questão analisa todas juntas elas não ficam evidentes. Há na pesca da região uma substituição de espécies ofertadas para o consumidor, que caem em abundância por outras ainda frequentes nos desembarques extrativistas, outras são substituídas por peixes oriundos de piscicultura ou de áreas manejadas. Assim a produção total consegue manter alguma estabilidade em sua produção.

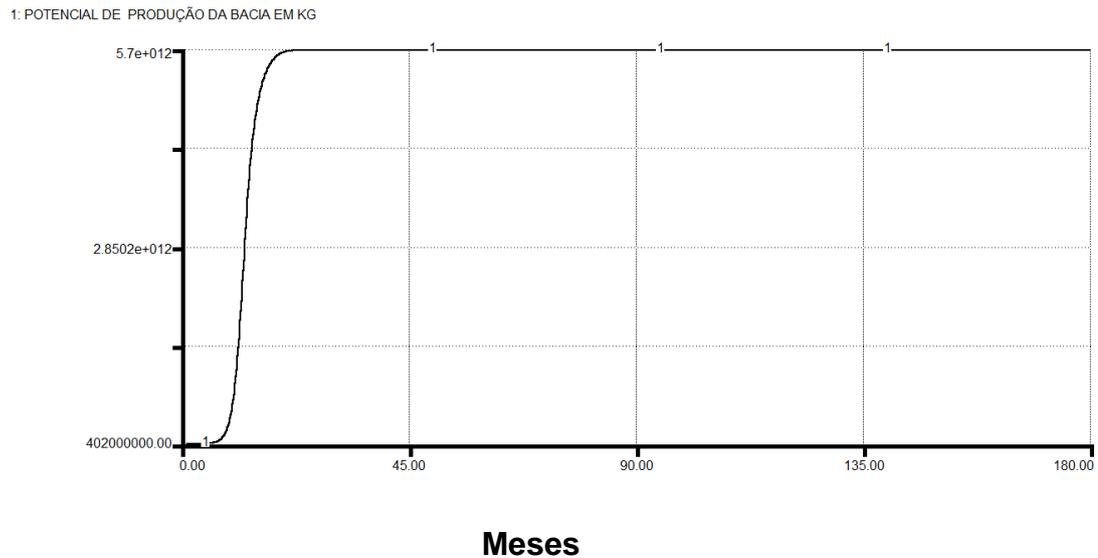


Figura 21. Potencial de Produção da Bacia em Quilos (kg)

4.2.8. Captura em quilos (kg)

A produção extrativa é mais alta na época da seca dos rios e mais baixa na cheia dos rios, onde a maioria das espécies está em fase de reprodução, como mostra a figura 22. De acordo com Santos & Santos (2005) os níveis de produção de pescado, o comportamento dos peixes e a atividade pesqueira estão intrinsecamente relacionados com os pulsos de inundação; assim sendo, as leis de defeso devem levar em consideração não apenas o período de desova, como vem sendo feito historicamente, mas a vulnerabilidade dos estoques à captura no pico da seca, quando os peixes estão isolados e sem condições de defesa. Grandra (2010) ressalta que a atividade pesqueira realiza-se de forma contínua e praticamente ininterrupta, porém a atividade aumenta ou diminui de acordo com o regime dos rios, ou seja, a subida e a descida do nível da água. O que é confirmada pela variação do desembarque da produção pesqueira de acordo com a época do ano.

Estudos mostram que a captura total de peixes no Estado do Amazonas pode ser de até 150.000 toneladas/ano, ou seja, maior que os valores compilados pelo IBAMA (70.000 toneladas/ano), pois as capturas não registradas em áreas rurais pela pesca de subsistência (80.000 toneladas/ano) incrementam em muito os

valores oficiais registrados, incluindo espécies de pequeno tamanho e sem valor comercial (Gandra 2010).

Gandra (2010) diz ainda que a produção pesqueira que desembarca no porto de Manaus oscila de acordo com a época do ano:

- No período da SAFRA (do mês de junho até novembro) a média é de 200 a 220 toneladas/dia (200.000 a 220.000 kg/dia);

- No período do DEFESO (do mês de novembro até março) a média é de 20 a 25 toneladas/dia (20.000 a 25.000 kg/dia);

- Na ENTRESSAFRA (do mês de março até junho) a média é de 35 a 40 toneladas/dia (35.000 a 40.000 kg/dia).

A Feira da Panair é responsável por cerca de 20% do abastecimento do pescado *in natura* em Manaus (PARENTE & BATISTA, 2005). De um modo geral a produção está em torno de 35.000 a 39.000 toneladas/ano (35.000.000 a 39.000.000 kg/ano), na maioria das vezes, estes dados estão baseados em estimativas, pois não é feita uma coleta por área. Este problema foi sanado parcialmente com este trabalho, uma vez que a Colônia de Pescadores tem feito a coleta diariamente, abordando todos os barcos no momento do desembarque do pescado, o que traz maior precisão nas análises dos anos oriundos desse órgão. Os dados de produção da pesca extrativa, obtidos pela Colônia de Pescadores, mostram que essa produção, que desembarca no porto da Panair em Manaus, está em torno de 20.000 a 25.000 toneladas/ano (20.000.000 a 25.000.000 kg/ano), chegando mais próximo dos dados de estimativas da FEPESCA (27.000 toneladas/ano). Em relação aos dados de Gandra (2010) obtidos da SEPA ocorre uma diferença de pelos menos 15.000 toneladas/ano, talvez este fato tenha ocorrido por terem sido feitas estimativas em relação à produção extrativa. Porém, para o crescimento anual tiveram que ser usadas as estimativas anuais destes órgãos a fim de representar o aumento anual, uma vez que a série anual da Colônia é pequena. Dessa forma as análises mensais de produção foram fiéis aos dados verdadeiros, já o crescimento anual pode ter sido sob ou sobre estimado.

A captura de pescado está relacionada com o ciclo hidrológico. A figura 18 mostra que o período de maior captura ocorre na época da seca e o de menor captura no período da cheia, que era o esperado, pois na cheia, a maioria das espécies de peixes da Bacia Amazônica se reproduzem, e nesse período, os

pescadores artesanais recebem o seguro desemprego durante seis meses para não pescarem. Como há períodos em que há mais captura que outros para uma produção constante seria necessário que houvesse um terminal pesqueiro, equipado com frigorífico e com capacidade para armazenar o excedente produzido na safra, equilibrando a oferta e preço na entressafra. Segundo Gandra (2010) durante o período da SAFRA, existe maior venda de peixes, o que não representa maior lucro para o feirante, pois devido a grande oferta do produto, o preço para venda fica abaixo do restante do ano. E Gandra (2010) ressalta que na época da vazante o total capturado é muito maior do que o mercado tem condições de consumir, ocasionando perdas devido à inexistência de condições adequadas de armazenamento. A operação de frigorífico permitiria também o controle de qualidade do pescado. Atualmente o mesmo já existe, mas se encontra inoperante pelo fato de não existir quem se responsabilize pela manutenção de sua infraestrutura. De acordo com Gandra (2010) a balsa de desembarque da Feira da Panair possui duas câmaras frigoríficas com capacidade de armazenamento total de 50 toneladas. De acordo com Parente e Batista (2005) o desperdício de pescado chega a 2% na Feira da Panair. Utilizando os dados fornecidos pela Colônia de Pescadores (20.000 a 25.000 toneladas/ano), o desperdício de 2% gira em torno de 33 a 41 toneladas ao mês. Então as câmaras frigoríficas possuem capacidade de armazenamento mensal desse percentual desperdiçado. Logo seriam necessárias estratégias para a comercialização desse pescado congelado para outros mercados fora do estado do Amazonas. E assim garantir, tanto a diminuição do desperdício de pescado no porto de Manaus quanto à periodicidade de comercialização desse pescado congelado, para que as câmaras frigoríficas não fiquem fora de operacionalização por estarem com sua capacidade de armazenamento esgotada.

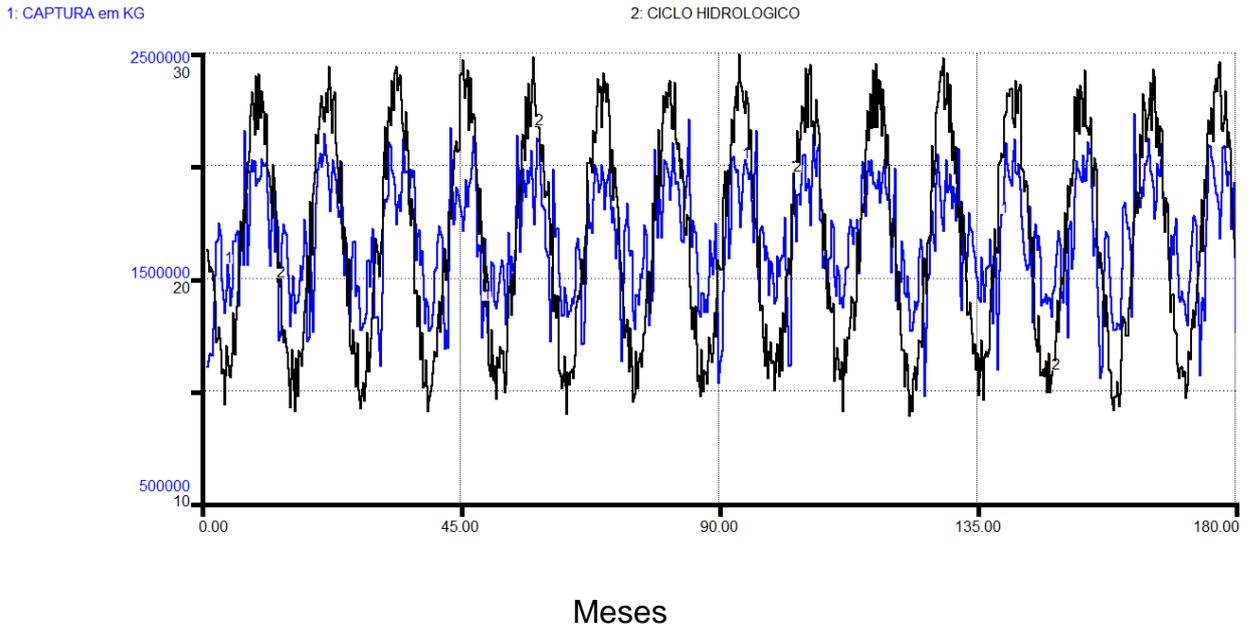


Figura 22. Captura de Pescado em Quilos (kg) em relação ao ciclo hidrológico.

4.2.9. Comercialização da Produção Pesqueira

A comercialização da produção pesqueira ocorre na Feira da Panair no período da madrugada, quando a temperatura é mais amena. Daí a produção é vendida para intermediários: mercados, feiras, supermercados e frigoríficos de Manaus e daí para o consumidor. De acordo com a Colônia de Pescadores de Manaus Z-12, a produção da pesca comercial artesanal de 2012 foi de 19.638.160,00 kg e de 24.371.570,00 kg somente para o ano de 2013, lembrando que o ano de 2012 foi atípico, pois foi o ano da maior cheia registrada no Amazonas.

4.2.10. Produção da Piscicultura

Observou-se que a produção da piscicultura vem aumentando com o passar dos anos. No ano de 2012 a produção foi de 910.139,5 kg e no ano de 2013 foi de 5.748.084,0 kg ocorrendo um grande aumento. A produção depende da variação mensal e do incremento da piscicultura. Gandra (2010) ressaltou que a produção das pisciculturas do Estado do Amazonas foi de aproximadamente 12.000 toneladas em 2009 sendo a Região Metropolitana de Manaus responsável por 10.000

toneladas, acrescentando a esse valor o pescado proveniente das pisciculturas de Rondônia, Roraima e Acre estimado em 6.000 toneladas em 2009 (espécie: tambaqui), segundo a Secretaria Executiva Adjunta de Pesca e Aquicultura/SEPA do Estado do Amazonas. Segundo Montenegro & Souza (2016) uma boa estratégia para reduzir a pressão sobre os estoques naturais seria o desenvolvimento da piscicultura. Fernandes (2005) diz que a piscicultura se destaca no ramo da aquicultura com maior potencialidade de desenvolvimento no estado do Amazonas, justamente pela riqueza de recursos naturais propícios para o ramo.

4.2.11. Comercialização da Produção da Piscicultura

A figura 23 mostra que tudo o que é produzido é comercializado. Essa produção oscila de acordo com os meses do ano, mostrando que o ciclo hidrológico também influencia tanto na produção da pesca como na produção da piscicultura. No ano de 2012 a participação da piscicultura foi muito menor do que em 2013, ocorrendo uma alta na piscicultura de um ano para o outro, mostrando que essa atividade tende a crescer com o passar dos anos, e dessa forma, diminuir o esforço nos estoques pesqueiros.

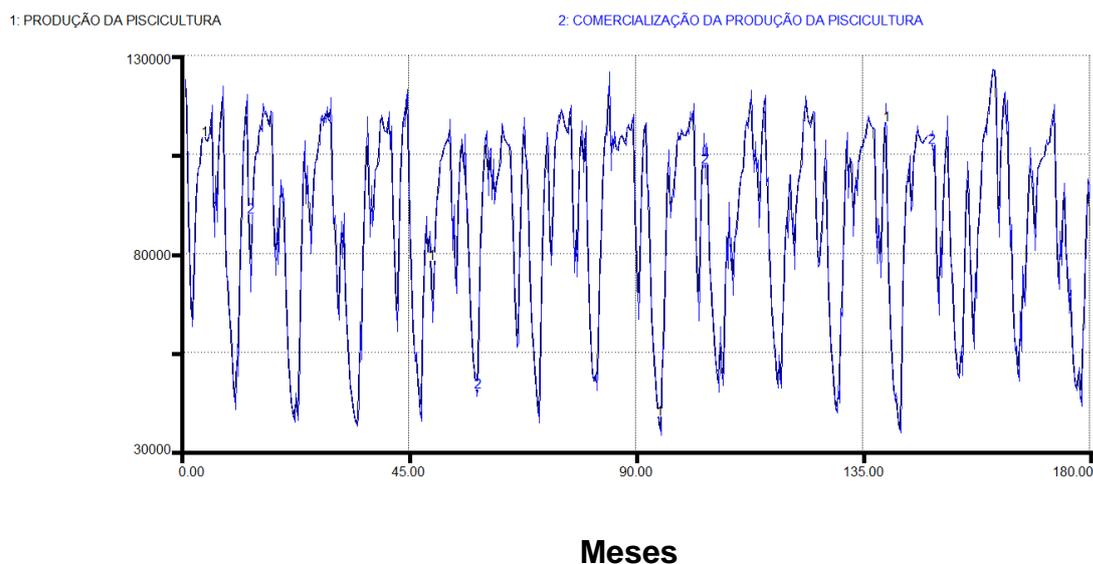


Figura 23: Variação da Produção da Piscicultura e Comercialização da Produção da Piscicultura (kg) em relação ao tempo em meses.

4.2.12. Total de Pescado Comercializado

Na figura 24 o pescado comercializado cresce linearmente.

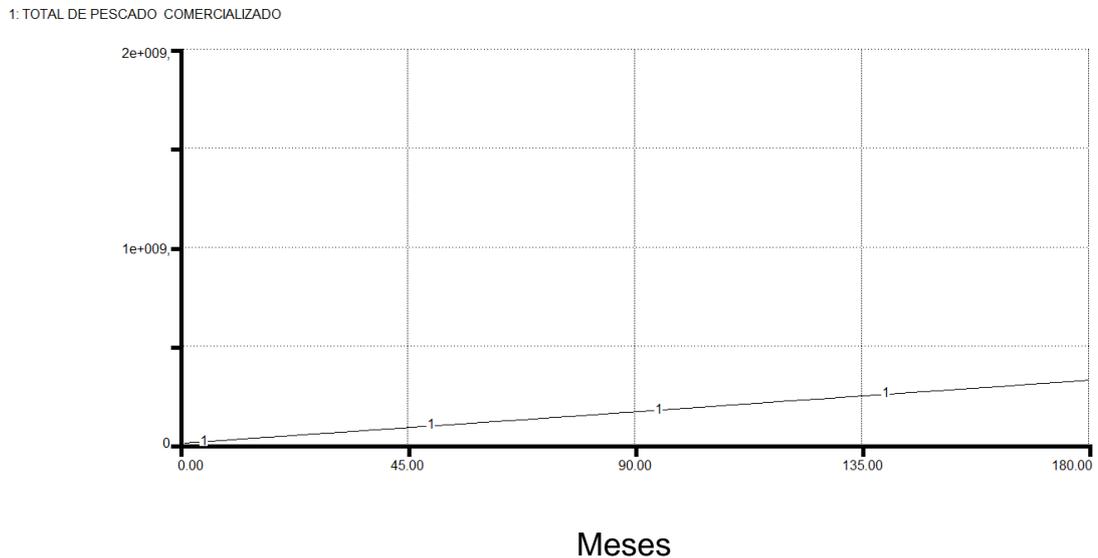


Figura 24: Total de Pescado Comercializado em relação ao tempo em meses.

Nos meses de seca dos rios a produção extrativa atinge o seu ápice, enquanto que na piscicultura a produção é baixa. No período da cheia dos rios a produção da pesca extrativa é mais baixa enquanto que a piscicultura atinge o pico mais alto de produção. Provavelmente, os piscicultores deixam para fazer a despesca na época de escassez de pescado e, dessa forma, obtêm um bom preço na época de entressafra, além de abastecer a cidade de Manaus, obtêm um bom lucro, por meio da oferta de tambaqui e matrinxã. Segundo Fernandes (2005) na Amazônia muitas espécies de importância comercial passaram a apresentar queda na produção, devido à pesca predatória, aumento da mortalidade e baixo índice de sobrevivência das formas jovens, e dentre essas espécies estão o Tambaqui e a Matrinxã. De acordo com estudos da SUFRAMA (2003) a piscicultura é uma atividade que vem crescendo na Amazônia Ocidental de forma significativa. Apesar de a piscicultura local conseguir um padrão ascendente de produção, grande parte do tambaqui e matrinxã comercializado em Manaus vêm de estados vizinhos. De acordo com dados da Secretaria Executiva Adjunta de Pesca e Aquicultura/SEPA do Estado do Amazonas, discutidos por Gandra (2010), em 2009 a produção da

piscicultura no Amazonas foi de 12.000 toneladas/ano somando-se 6000 toneladas/ano a esse valor da produção oriunda dos Estados de Rondônia, Roraima e Acre (espécie: tambaqui), o que demonstra que no mercado de Manaus a oferta ainda é menor que a procura, pelo menos no que diz respeito às espécies supracitadas. E outro ponto positivo é que a piscicultura pode diminuir o impacto da pesca sobre os estoques pesqueiros. Fernandes (2005) ainda ressalta que a piscicultura se apresenta como uma das alternativas mais viáveis para suprir a demanda de proteína animal e diminuir a pressão da pesca predatória sobre os estoques naturais.

A produção pesqueira extrativa oscila praticamente em torno dos mesmos valores de amplitude (figura 25), oscilando ainda mais em períodos de seca e cheia extrema. Gandra (2010) ressalta que a atividade pesqueira na região ocorre de forma ininterrupta e que essa produção oscila de acordo com o nível da água e que isso é confirmado através do desembarque da produção pesqueira que ocorre na Feira da Panair em Manaus. Dessa forma a oferta de pescado para Manaus não só pode ser considerada constante como crescente. Podendo se tornar melhor ainda se ambos os setores (pesca e piscicultura) forem organizados, uma vez que há disponibilidade de recursos hídricos e espécies viáveis para produção possibilitando até a exportação como já acontece com os bagres.

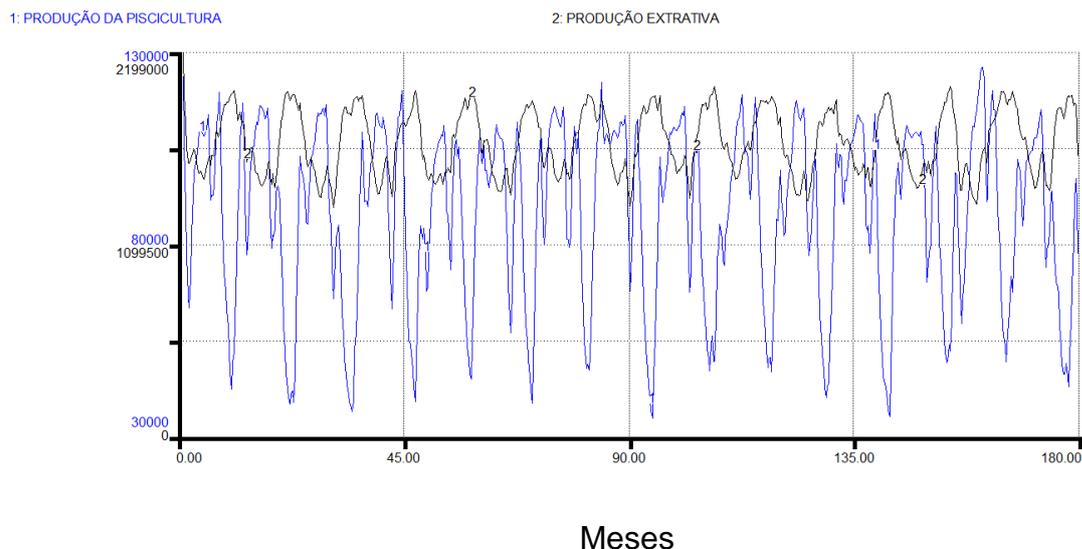


Figura 25: Variação da Produção Extrativa e Produção da Piscicultura em relação ao tempo em meses.

CAPÍTULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A Pesca Comercial Artesanal deixou de ser o único meio de obtenção de pescado para o Mercado de Manaus, pois a piscicultura vem se desenvolvendo a cada ano e ganhando espaço, porém a oferta ainda é menor que procura, pois há muito consumo de peixes oriundos de piscicultura de outra região.
- A Piscicultura, apesar de pouco desenvolvida na região, por demandar altos custos de implantação, mostra crescimento ao longo dos anos. A pesca por sua vez oscila muito em função de mudanças na flutuação do nível do rio e não mostra tendência a crescimento.
 - A Piscicultura é uma das alternativas para diminuir o impacto da pesca sobre os estoques pesqueiros, mas a pesca é fundamental para a economia e a sociedade local gerando emprego e renda aos pequenos produtores.
- A pesca pode ser introduzida no sistema de produção em grande escala desde que haja um Terminal Pesqueiro com infraestrutura adequada e operante para absorver a produção no período de safra, para ser empregado na entressafra, reduzindo o desperdício de pescado frequente na região na época de abundância.
- O modelo mostrou que enquanto a produção da pesca estava baixa a piscicultura aumentou sua produção, fazendo com que o pescado pudesse ser adquirido em todos os meses do ano com abundância e que os piscicultores escolhem o momento estratégico para suas despescas.
- A Piscicultura pode, juntamente com a produção da Pesca, abastecer o Mercado de Manaus, assim como outros estados do Brasil. Seriam necessárias políticas de integração entre os dois setores. Ambas as

atividades poderiam trabalhar em conformidade, e dessa forma, alavancar o setor pesqueiro como um todo.

- O ciclo hidrológico, a pesca e a piscicultura estão intimamente relacionados. A piscicultura faz a despesca na época de cheia dos rios, época de reprodução da maioria das espécies da região Amazônica, e a pesca deve ser menos intensa nesse período, para que dessa forma, possa diminuir o impacto sobre os estoques pesqueiros, além de garantir a abundância de espécies para os próximos anos.

- Políticas que regulamentem os dois setores poderiam ser utilizadas para diminuir o desperdício de pescado. Na pesca, a produção que não é vendida, acaba sendo descartada nos rios por não existir um local para armazenamento desse pescado, um frigorífico, por exemplo. Também aumentar a produção da piscicultura, através de incentivos econômicos e fiscais para conquistar outros mercados seria uma boa alternativa para alavancar o setor.

- Pescadores e piscicultores podem contribuir para a conservação das espécies de peixes, visto que a piscicultura também depende de matrizes para realizarem reprodução induzida de determinadas espécies de peixes.

- O trabalho conjunto pode ser a solução mais adequada para diminuir, ou até acabar com o desperdício de pescado na Feira da Panair, assim como propiciar à população um pescado de qualidade e com preço acessível, tanto de origem extrativa como da piscicultura.

Precisam ser tomadas medidas para a melhoria do setor pesqueiro e para a conservação dos ambientes de pesca, e o tempo é um dos fatores importantes, pois a cada ano percebe-se a elevação do grau de degradação ambiental em todo meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALSDORF, D.; HAN, S.C.; BATES, P.; MELACK, J. **Seasonal water storage on the Amazon floodplain measured from satélites** In: Remote Sensing of Environment 114(11):2448-2456 · November 2010 with 97 Reads **DOI: 10.1016/j.rse.2010.05.020.**
- ALMEIDA, O. T.; AMARAL, L.; RIVERO, S.; SILVA, C. N. Caracterização do pescador e da frota pesqueira comercial de Manoel Urbano e Sena Madureira (AC) e Boca do Acre (AM). **Novos Cadernos NAEA**, Pará, v. 15, n.1, p. 291-309, 2012.
- BARTHEM, R. B.; PETRERE, JR M.; ISAAC. V.; RIBEIRO, M.C.L.B.; MCGRATH, D. VIEIRA. I. J. A & VALDERRAMA-BARCO, M. A pesca na Amazônia Problemas e perspectivas para o seu manejo. p 173-185 *In: VALLADARES PÁDUA, C. BODMER, R. E. & CULLEN Jr., I (eds.). Manejo e conservação da vida silvestre no Brasil*, CNPq/Sociedade Civil Mimirauá, Belém,1997.
- BATISTA, V. S; PETRERE JR., M. 1983.2003. Characterization of the Commercial Fish Production landed at Manaus, Amazonas State, Brazil. **Acta Amazônica**, v. 33, n° 1, 53 – 66p, 2003.
- BATISTA, V. S.; FREITAS, V. S. O Descarte de Pescado da Pesca Com Rede de Cerco do Baixo Rio Solimões, Amazônia Central. **Acta Amazônica**33 (1): 127-143. 2003.
- BATISTA, V. S.; ISAAC, V. J.; VIANA, J. P. 2004. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros da Amazônia 63-152. In: Ruffino, M.L. (Coord.) **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira**. Manaus: IBAMA/ProVárzea. 268p.

- BAYLEY, P. B.; PETRERE JR. M. Amazon fisheries: assessment methods, current status, and management options. *In*:DODGE, D.P. (ed.) **Proceedings of the International Large River Symposium**. Canadian Special Publications, Fisheries and Aquatic Science, 106: 385-398p. 1989.
- BAYLEY, P. B.1981. Aquatic Productivity in Central Amazon “Várzea” in the context of the fishery yield. 325-335p.
- BAYLEY, P. B. Fish yield from the Amazon in Brasil: comparison with african river yields and management possibilities. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 110: 351-359. 1981.
- BORGES, J. **A Institucionalização da Pesca no Brasil entre 1912 a 1989**. 2007. Disponível em <<http://www.webartigos.com> >. Acesso em: 19 ago. 2015.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Brasília, 2015. Disponível em <<http://www.ibge.org.br>>. Acesso em: 01 ago. 2015.
- BRASIL. Secretaria de Estado de Produção Rural – SEPROR. Brasília, 2015. Disponível em <<http://www.sepror.am.gov.br>>. Acesso em: 31 ago. 2015.
- BRASIL. Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Brasília, 2015. Disponível em <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em: 31ago. 2015.
- BRASIL. **LEI Nº 11.959, DE 29 DE JUNHO DE 2009**. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras. Disponível em <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 06 ago. 2015.
- BRASIL. **Seplan disponibiliza mais de três mil dados socioeconômicos do Estado em Anuário Estatístico**. 31/08/2011. Manaus, AM. Disponível em <

<http://www.amazonas.am.gov.br> >. Acesso em: 21 ago. 2015.

BRASIL. **Colônia dos Pescadores de Manaus- Z-12. Histórico da Colônia dos Pescadores de Manaus.** Manaus, AM. Ago. 2015.

BRASIL. Universidade Federal do Oeste do Pará. **Época Reprodutiva dos Peixes Comerciais no Baixo Amazonas.** Manaus, AM. Fev.2016. Disponível em <<http://www.ufopa.edu.br>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

CARDOSO, R.S.; FREITAS, C.E.C. **Desembarque e esforço de pesca da frota pesqueira comercial de Manicoré (Médio Rio Madeira), Amazonas, Brasil.** *Acta Amazônica*. vol. 37(4) 2007: 605 - 612

CERDEIRA, R.G.P.; RUFFINO, M.L.; ISAAC, V.J. **Fish catch among riverside communities around Lago Grande de Monte Alegre, Lower Amazon, Brazil.** *Fisheries Management and Ecology*, 7: 355-374. 2000.

CHORLEY, R.J.; HAGGETT, P. Modelos, Paradigmas e a Nova Geografia. In: CHORLEY, R.J.; HAGGETT, P. (Orgs). **Modelos físicos e de informação em geografia.** Traduzido por MEDEIROS, A. V. Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos/ São Paulo: Ed. da USP, 1975. 1-19 pp.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. DHT- Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial. DEHID – Departamento de Hidrologia. SUREG-M- Unidade Regional. Relatório da Cheia de 2015. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br>>. Acesso em: 19 jan. 2017.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. DHT- Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial. DEHID – Departamento de Hidrologia. SUREG-M- Unidade Regional. Relatório da Cheia de 2013. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br>>. Acesso em: 08 nov. 2016.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. DHT- Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial. DEHID – Departamento de Hidrologia. SUREG-M- Unidade Regional. Relatório da Cheia de 2012. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br>>. Acesso em: 04 jan. 2017.

CONSTANZA, R.; VOINOV, A. Modeling ecological and economic systems with STELLA: Part III. **Modelling Ecological**. Elsevier Science. 143: 7p. 2001.

CUSHING, D. H. **Fisheries Biology: A study in population dynamics**. University of Wisconsin Press Science, 1981. 295p.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2000**. Roma: FAO, v. 1, 392 p. 2000.

FEARNSIDE, P.M. Modelagem estocástica na estimativa da capacidade de suporte humano: um instrumento para o planejamento de desenvolvimento na Amazônia. **Ciência e Cultura**, 1986, 38(8): 1354-1365p.

FERNANDES, R. F. R. Piscicultura: Sustentabilidade e Preservação das Espécies Tambaqui (*Colossoma Macropomum*) e Matrinxã (BRYCON CEPHALUS). Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina- São Paulo. 2005.

FREITAS, C. E. C. Recursos Pesqueiros Amazônicos: status atual da exploração e perspectivas de desenvolvimento do extrativismo e da piscicultura. In: MELO, A. F. (Org.). **O Futuro da Amazônia: Dilemas, Oportunidades e Desafios no Limiar do Século XXI**. 1 Ed. Brasília. 2003.

FREITAS, C. E. de Carvalho and RIVAS, A. A. F. **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia Ocidental**. *Cienc. Cult.* [online]. 2006, vol.58, n.3, pp. 30-32. ISSN 2317-6660.

- FURTADO, L. G. **Pescadores do rio Amazonas. Um estudo antropológico da pesca ribeirinha numa área amazônica.** Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém. 486 p. 1993.
- GANDRA, A. L. **O Mercado do Pescado da Região Metropolitana de Manaus.** INFOPECA. ISSN: 1688 – 7085. Manaus. 91 p. 2010.
- GARCEZ, D. S. **A pesca de ribeirinhos em ambiente de várzea de uso comum, Baixo Solimões, Amazônia Central.** Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Universidade Federal do Amazonas. Manaus, Amazonas. 89 p. 2000.
- GOMES A. G; Varriale, M. C. 2001. **Modelagem de Ecossistemas: uma introdução.** Santa Maria. Editora UFSM. 504p.
- HAHN, L. **Padrões de migração de peixes no alto rio Uruguai e Capacidade de Transposição de Obstáculos.** UEM, Maringá, 2004 pp.13.
- HANTER, Soul. **Começa o Período de Defeso da Bacia Amazônica.** Rio de Janeiro, 2008. Disponível em <[http://www. recantodasletras.com.br](http://www.recantodasletras.com.br)>. Acesso em: 19 jan. 2017.
- ISAAC, V. J.; RUFFINO, M. L.; MCGRATH, D. **In Search of a New Approach to Fisheries Management in the Middle Amazon Region. Alaska Sea Grant College Program.** AK-SG-98-01. 889-902p. 1998.
- JOELS, L. C.; CÂMARA, G. 2001. O workshop: Modelos e cenários para a Amazônia: o papel da ciência. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, n. 12, p. 129-134, 1999.
- JORGENSEN, S.E. 1999. Recent trends in environmental and ecological modelling. *An. Acad. Bras. Ci.*, 71: 4-11.

- MAIA, M. B. R.; PEREIRA, H. S.; LIMA, J.A **Pesca Artesanal na Amazônia: A Inserção da Mulher nas políticas de Seguridade Social do Trabalhador Rural**. Manaus, Amazonas 2012. 14p.
- MERONA, B.; BITTENCOURT, M. M. **A pesca na Amazônia através dos desembarques no mercado de Manaus: Resultados preliminares. Sociedade de Ciencias Naturales La Salle**. Memória. Tomo: XLVIII. 433 – 453p. 1988.
- MERONA, B. **Ecologia da Pesca e Manejo Pesqueiro na Região Amazônica**. p. 167- 183. Bol. Mirs: Para. Endio Goeldi, ser. Antropol. II(?), 1995, 1996. Cayenne FRANCE.
- MERONA, B. **Pesca e ecologia dos recursos aquáticos na Amazônia**. p.159-185. *In*: FURTADO, L.; MELO, A.F. & LEITÃO,W (eds.) **Povos das Águas Realidade e Perspectivas na Amazônia**. MPEG/UFPA. 1993.
- MONTENEGRO, L.S.; SOUZA, L.A. **Produção pesqueira e sua relação com as oscilações do ciclo hidrológico e o crescimento demográfico da cidade de Manaus-Am**. *Scientia Amazonia*, v. 5, n.2, 14-23. 2016.
- NASCIMENTO, F. L.; OLIVEIRA, M. C. **Noções Básicas Sobre Piscicultura e Cultivo em Tanques-Rede No Pantanal**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa Pantanal: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Cuiabá-MS. 2010.
- Nunes, R. R. 2006. *Dinâmica de Populações: Um Breve Histórico*. III Bienal da Sociedade Brasileira de Matemática. Instituto de Matemática e Estatística. Universidade Federal de Goiás. Disponível no site: <http://www.mat.ufg.br/bienal/2006>. Acessado em 26 de janeiro de 2007.
- OLIVEIRA, F. J. **Ocupação racional da Amazônia: o caminho para preservar**. 47-54p. *In*: VAL, A. L.; FIGLIUOLO, R.; FELDBERG, E. (Eds.) **Bases Científicas**

para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia: Fatos e Perspectivas. Manaus-AM. V 1. Parte IV. Animais da Amazônia. Capítulo 12. Recursos Pesqueiros. 440p. 1991.

OLIVEIRA, A. C. M. **Estratégias de uso dos recursos naturais na Amazônia e seus impactos ecológicos: um estudo de caso de manejo comunitário no Médio Solimões.** Belém: Universidade Federal do Pará: Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Tese de doutorado. 195p. 2002.

ODUM, E.P. **Ecologia.** Versão Traduzida do Livro Basic Ecology. Editora Guanabara Koogan S.A. 434p. 1988

PARENTE, V. M.; BATISTA, V.S. **A organização do Desembarque e o Comércio de Pescado na década de 1990 em Manaus, Amazonas.** VOL. 35(3) 2005: 375 – 382.

PETRERE JR., M. **Setor Pesqueiro: Análise da Situação Atual e Tendências do Desenvolvimento da Indústria da Pesca.** Relatório: Síntese do Estudo 2. Rio Claro – SP. 132p. 2004.

PETTEN, B. C. Ecological systems engineering: toward integrated management of natural and human complexity in the ecosphere. **Ecol. Model.** 756, 653-665p. 1994.

Revista Cultura e Cidadania. O ciclo Hidrológico Disponível em:<<http://www.revistaculturacidania.blogspot.com.br/2012/05/artigosociclohidrologico.html>>. Acesso em: 06 jan. 2017.

RAMOS, M.M. **OS Efeitos de Alterações Ambientais Sobre a Produção de Jaraquis (*Semaprochilodus spp*) Desembarcados na Cidade de Manaus – AM.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Amazonas, 80 pp. 2016.

RICE, S. K.; BROWN, G. E.; WILLING, R.P. **Computer Simulation Modeling Using**

Stella to Enhance Investigative Learning in a Biology Curriculum. Department of Biological Sciences Union College Schenectady, NY. Disponível em: <http://www1.union.edu/rices/STELLA/stella_intro.htm>. Acesso em: 31 ago. 2015.

RICHMOND, B. et al. (1987) "An academic user's guide to STELLA" Lyme: High Performance System.

RUFFINO, M.L.; SOARES, E.C.; SILVA, C.O.; BARTHEN, A.B.; BATISTA, V.; ESTUPINAN, G.; PINTO, W. **Estatística Pesqueira do Amazonas e Pará 2003.** IBAMA: PROVARZEA, Manaus, Amazonas, 76p. 2006.

RUTH, M.; HANNON, B. **Modeling Dynamic Economic Systems.** 339 p. 1997.

SAINSBURY, K. S. The ecological basis of tropical fisheries management. 167-188p. *In*: PAULY, D.; MURPHY, G.I. (eds.). **Theory and management of tropical fisheries.** ICLARM, Conference Proceedings, 9, 360p. 1982.

SANTOS, G. M. & SANTOS, A. C. M. **Sustentabilidade da pesca na Amazônia. Estudos Avançados** 19 (54). 2005. SANTOS, G. M. e OLIVEIRA JR. B. **A pesca no reservatório da Hidrelétrica de Balbina (Amazonas, Brasil).** *Acta Amazônica*, 29 (1), 1999, pp. 145-163.

SEIDL, I.; TISDELL, C. A. Carrying capacity reconsidered: from Malthus' population theory to cultural carrying capacity. Analysis. **Ecological Economics.** 1999. 31. 395-408p. Sparre, P.; Venema, S.C. Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais. Parte I: Manual. *FAO Documento Técnico sobre as Pescas.* No. 306/1, Rev.2. Roma, FAO. 1997. 404p.

SOUZA, L.A. FREITAS, C.E.C. **Modelos Populacionais de Ecossistemas.** *Revista Agrogeoambiental.* VOL.6, n.3 2014: 95-107.

_____. **Uma Proposta de Protocolo para a Obtenção de Variáveis Visando**

Estudos de Modelagem Ecológica em Sistemas Pesqueiros Fluviais da Amazônia. VOL. 39(1) 2009: 237 – 240.

_____. Fishing sustainability via inclusion of man in predator–prey models: a case study in Lago Preto, Manacapuru, Amazonas. **Ecological Modelling**, Amsterdam, 2010, n. 221, p. 703-712.

SOUZA, L. A. **Sustentabilidade da Pesca Através da Inclusão do Homem em Modelos Predador-Presa: Um Estudo de Caso no Lago Preto, Manacapuru, Amazonas.** Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais. INPA. 112pp. 2007.

SOUZA, A. S.; LOBATO, A. B.; CAMARGO, S. A. F. **Usos e Costumes na Comercialização de Pescado no Município de Manaus (AM): aspectos do meio ambiente do trabalho no Porto e na Feira da Panair.** In: XVI Congresso Nacional do CONPEDI, 2008, Belo Horizonte. Anais do XVI Congresso Nacional do CONPEDI. Florianópolis: Editora Fundação Boiteux, 2008. p. 2938-2953.

SUFRAMA. **Potencialidades Regionais: Estudo de Viabilidade Econômica, Piscicultura.** 21p. 2003

TOMMASI, L. R. **Estudo de Impacto Ambiental.** São Paulo: CETESB: Terragraph Artes e Informática. 354p. 1994.

VEGA-CANDEJAS, M. E.; Arreguín-Sánchez, F. 2001. **Energy fluxes in a mangrove from a coastal lagoon in Yucatan Península, México.** *Ecological Modelling*.137: 119 -133.

VERHULST, P.F. 1838. **Notice sur la loi que la population suit dans son accroissement.** Correspondence Mathematique et Physique 10: 113-121. Tradução inglesa abreviada.

VERÍSSIMO, J. **A pesca na Amazônia.** Livraria Clássica Alves, Rio de Janeiro.

206p. 1995.

VOINOV, A. (1999). Simulation Modeling, Online Course. Disponível no site:<[Http://iee.umces.edu/AV/Simmod.html](http://iee.umces.edu/AV/Simmod.html)>. Acessado em 30/12/2016.

ANEXOS

ANEXO I

Funções Utilizadas no Modelo

POTENCIAL DE PRODUÇÃO DA BACIA EM KG BAYLEY(t) = (t - dt) + (REPRODUÇÃO - CAPTURA_em_KG) * dt

INIT POTENCIAL_DE__PRODUÇÃO_DA_BACIA_EM_KG_BAYLEY = 902000000

INFLOWS:

REPRODUÇÃO =
 POTENCIAL_DE__PRODUÇÃO_DA_BACIA_EM_KG_BAYLEY*(TAXA_REPRODUTIVA*(1 -
 -
 (POTENCIAL_DE__PRODUÇÃO_DA_BACIA_EM_KG_BAYLEY/CAPACIDADE__DE_SUPORTE_EM_KG)))

OUTFLOWS:

CAPTURA_em_KG = GRAPH(CICLO_HIDROLOGICO)
 (13.63, 1.2e+006), (15.12, 1.3e+006), (16.60, 1.5e+006), (18.09, 1.9e+006), (19.57, 1.5e+006), (21.06, 882250), (22.54, 2.3e+006), (24.03, 1.5e+006), (25.51, 1.8e+006), (27.00, 2.2e+006), (28.48, 1.9e+006), (29.97, 1.6e+006)
 PRODUÇÃO_DA_PISCICULTURA(t) = PRODUÇÃO_DA_PISCICULTURA (t - dt) + (INCREMENTO_MENSAL_DE_PRODUÇÃO -
 -
 COMERCIALIZAÇÃO_DA_PRODUÇÃO_DA_PISCICULTURA) * dt
 INIT PRODUÇÃO_DA_PISCICULTURA = INCREMENTO_MENSAL__DE_PRODUÇÃO

INFLOWS:

INCREMENTO_MENSAL__DE_PRODUÇÃO = GRAPH (CICLO_HIDROLOGICO)
 (13.63, 138599), (15.12, 88840), (16.60, 94648), (18.09, 127773), (19.57, 5950), (21.06, 27979), (22.54, 138251), (24.03, 104419), (25.51, 132801), (27.00, 10000), (28.48, 14280), (29.97, 26600)

OUTFLOWS:

COMERCIALIZAÇÃO_DA_PRODUÇÃO_DA_PISCICULTURA =
 PRODUÇÃO_DA_PISCICULTURA
 PRODUÇÃO_EXTRATIVA(t) = PRODUÇÃO_EXTRATIVA(t - dt) + (CAPTURA_em_KG -

COMERCIALIZAÇÃO_PRODUÇÃO_DA_PESQUEIRA) * dt
 INIT PRODUÇÃO_EXTRATIVA = CAPTURA_em_KG

INFLOWS:

CAPTURA_em_KG = GRAPH(CICLO_HIDROLOGICO)
 (13.63, 1.2e+006), (15.12, 1.3e+006), (16.60, 1.5e+006), (18.09, 1.9e+006), (19.57,
 1.5e+006), (21.06, 882250), (22.54, 2.3e+006), (24.03, 1.5e+006), (25.51, 1.8e+006),
 (27.00, 2.2e+006), (28.48, 1.9e+006), (29.97, 1.6e+006)

OUTFLOWS:

COMERCIALIZAÇÃO_PRODUÇÃO_DA_PESQUEIRA = PRODUÇÃO_EXTRATIVA
 TOTAL_DE_PESCADO__COMERCIALIZADO(t) =
 TOTAL_DE_PESCADO__COMERCIALIZADO(t - dt) +
 (COMERCIALIZAÇÃO_DA_PRODUÇÃO_DA_PISCICULTURA +
 COMERCIALIZAÇÃO_PRODUÇÃO_DA_PESQUEIRA) * dt
 INIT TOTAL_DE_PESCADO__COMERCIALIZADO =
 PRODUÇÃO_EXTRATIVA+PRODUÇÃO_DA_PISCICULTURA

INFLOWS:

COMERCIALIZAÇÃO_DA_PRODUÇÃO_DA_PISCICULTURA =
 PRODUÇÃO_DA_PISCICULTURA
 COMERCIALIZAÇÃO DA PRODUÇÃO PESQUEIRA = PRODUÇÃO EXTRATIVA
 CAPACIDADE__DE_SUORTE_EM_KG_CALCULADO PARA MODELO = 5700000000000
 CICLO_HIDROLOGICO = -sinwave(6.455,12)+6.455+(15.03)+(RANDOM(2.03,-1.4))
 CPUE = CAPTURA_em_KG/ESFORÇO:__NÚMERO_DE_BARCOS
 ESFORÇO:__NÚMERO_DE_BARCOS = GRAPH(CICLO_HIDROLOGICO)
 (13.63, 595), (15.12, 485), (16.60, 714), (18.09, 826), (19.57, 439), (21.06, 313), (22.54,
 916), (24.03, 343), (25.51, 620), (27.00, 550), (28.48, 638), (29.97, 443)
 TAXA_REPRODUTIVA = GRAPH(CICLO_HIDROLOGICO)
 (13.63, 0.522), (15.12, 0.57), (16.60, 0.615), (18.09, 0.655), (19.57, 0.71), (21.06, 0.788),
 (22.54, 0.85), (24.03, 0.893), (25.51, 0.915), (27.00, 0.953), (29.97, 0.995)

ANEXO II

Tabela 1

Dados utilizados na Pesquisa retirados do Sftware Stella

Months	POTENCIAL	PRODUÇÃO	PRODUÇÃO	TOTAL DE P	CAPTURA e	COMERCIAL	COMERCIAL	INCREMENT	REPRODUÇ	VARIAÇÃO M	CAPACIDAD	CICLO HIDR	CPUE	ESFORÇO: f
.00	2.000.000,00	451.121,19	1.142.917,49	1.594.038,68	1.383.205,83	0,00	0,00	403.160,00	0,812.407,40	18.247,25	0,000.000,00	20,42	3.183,96	366,70
.25	9.312.300,39	556.473,00	1.483.718,95	1.594.038,68	1.307.464,48	0,00	0,00	403.160,00	54.689.231,80	20.129,90	0,000.000,00	19,43	3.283,80	478,97
.50	2.657.742,17	662.295,48	1.810.585,07	1.594.038,68	1.321.849,68	0,00	0,00	403.160,00	20.765.488,00	25.477,19	0,000.000,00	20,68	3.038,39	345,16
.75	7.518.701,75	769.454,77	2.140.997,49	1.594.038,68	1.699.370,76	0,00	0,00	403.160,00	50.287.725,40	75.342,92	0,000.000,00	19,30	3.120,79	510,95
1.00	4.665.790,41	889.080,50	2.565.840,18	1.594.038,68	1.684.334,29	0,00	0,00	403.160,00	84.093.057,87	108.127,91	0,000.000,00	17,83	2.238,29	806,78
1.25	5.272.971,31	1.018.902,48	2.981.923,75	1.594.038,68	1.655.247,85	0,00	0,00	403.160,00	26.260.416,52	97.467,39	0,000.000,00	16,48	2.193,23	695,09
1.50	8.424.263,48	1.142.059,33	3.395.735,72	1.594.038,68	1.754.139,55	0,00	0,00	403.160,00	83.835.843,67	107.072,05	0,000.000,00	18,42	2.412,85	740,21
1.75	4.444.689,51	1.269.617,34	3.834.270,80	1.594.038,68	1.743.273,58	0,00	0,00	403.160,00	81.792.353,38	115.610,96	0,000.000,00	17,44	2.215,64	777,33
2.00	8.958.959,46	1.399.310,08	4.270.089,00	1.594.038,68	1.722.584,72	0,00	0,00	403.160,00	0,730.281,46	113.411,04	0,000.000,00	17,84	2.226,42	792,43
2.25	1.708.883,64	1.528.452,84	4.700.735,18	1.594.038,68	1.551.361,04	0,00	0,00	403.160,00	29.295.440,96	100.435,86	0,000.000,00	17,24	2.204,60	762,45
2.50	8.644.903,62	1.654.351,81	5.088.575,44	1.594.038,68	1.341.272,80	0,00	0,00	403.160,00	81.008.550,88	106.918,82	0,000.000,00	15,90	2.348,55	805,41
2.75	8.581.223,14	1.781.871,01	5.423.893,64	1.594.038,68	1.286.191,95	0,00	0,00	403.160,00	80.161.028,89	114.157,34	0,000.000,00	14,13	2.258,85	558,17
3.00	3.284.932,38	1.911.200,35	5.740.441,62	1.594.038,68	1.370.699,61	0,00	0,00	403.160,00	85.425.329,73	99.665,02	0,000.000,00	14,59	2.427,94	523,78
3.25	9.298.589,91	2.038.906,80	6.083.116,53	1.594.038,68	1.416.577,86	0,00	0,00	403.160,00	83.798.162,03	91.777,45	0,000.000,00	16,17	2.270,72	647,28
3.50	9.893.985,95	2.160.640,97	6.437.280,99	1.594.038,68	1.343.367,44	0,00	0,00	403.160,00	57.541.006,43	90.155,29	0,000.000,00	15,57	2.459,35	564,38
3.75	3.943.396,70	2.283.989,79	6.773.102,85	1.594.038,68	1.459.883,29	0,00	0,00	403.160,00	83.534.158,51	94.855,04	0,000.000,00	15,34	2.548,05	519,34
4.00	9.461.984,50	2.408.473,55	7.138.073,67	1.594.038,68	1.686.487,20	0,00	0,00	403.160,00	23.799.170,12	107.448,00	0,000.000,00	16,84	2.180,88	732,09
4.25	9.995.135,23	2.538.125,05	7.554.895,47	1.594.038,68	1.767.472,40	0,00	0,00	403.160,00	79.552.737,66	110.170,05	0,000.000,00	17,51	2.219,34	762,45
4.50	9.441.451,55	2.664.457,56	7.996.583,57	1.594.038,68	1.645.745,45	0,00	0,00	403.160,00	80.683.423,35	99.459,75	0,000.000,00	18,36	2.381,78	755,08
4.75	4.200.871,03	2.790.112,50	8.407.999,94	1.594.038,68	1.661.292,90	0,00	0,00	403.160,00	84.730.502,92	109.127,02	0,000.000,00	16,30	2.238,34	667,64
5.00	7.488.173,53	2.918.184,26	8.823.323,16	1.594.038,68	1.835.608,40	0,00	0,00	403.160,00	89.713.661,03	123.270,60	0,000.000,00	17,95	2.242,37	815,89
5.25	4.437.688,69	3.049.791,91	9.282.225,26	1.594.038,68	1.787.824,67	0,00	0,00	403.160,00	09.948.690,33	101.451,46	0,000.000,00	18,16	2.282,45	806,90
5.50	1.477.403,10	3.175.944,77	9.729.181,43	1.594.038,68	1.657.160,15	0,00	0,00	403.160,00	13.895.344,99	52.195,83	0,000.000,00	18,85	2.557,94	677,87
5.75	9.536.949,31	3.289.783,73	10.143.471,47	1.594.038,68	1.345.383,87	0,00	0,00	403.160,00	25.539.211,76	34.358,28	0,000.000,00	19,36	3.199,44	493,95
6.00	5.585.406,28	3.399.183,30	10.479.817,44	1.594.038,68	1.629.178,87	0,00	0,00	403.160,00	70.879.216,16	88.377,77	0,000.000,00	21,29	2.717,32	408,64
6.25	7.897.915,61	3.522.047,74	10.887.112,15	1.594.038,68	1.842.449,14	0,00	0,00	403.160,00	58.331.740,67	118.974,04	0,000.000,00	22,85	2.691,49	798,05
6.50	7.020.238,49	3.652.581,25	1.347.724,44	1.594.038,68	1.654.791,98	0,00	0,00	403.160,00	88.718.156,17	118.800,96	0,000.000,00	23,93	4.034,18	380,98
6.75	1.286.079,54	3.783.021,50	1.761.422,43	1.594.038,68	1.786.216,74	0,00	0,00	403.160,00	66.841.147,11	131.343,81	0,000.000,00	25,40	2.948,48	601,21
7.00	7.549.812,13	3.916.647,45	2.207.976,82	1.594.038,68	1.788.144,28	0,00	0,00	403.160,00	82.515.297,49	129.723,40	0,000.000,00	25,52	2.888,20	623,15

