



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

CURSO DE ZOOTECNIA

ROBERTO AUGUSTO MAIA LUZ

**CULTIVO DO PIRARUCU (*Arapaima gigas*) EM CATIVEIRO: TÉCNICAS DE
MANEJO, REPRODUÇÃO, SELEÇÃO E ACASALAMENTO.**

FORTALEZA

2016

ROBERTO AUGUSTO MAIA LUZ

CULTIVO DO PIRARUCU (*Arapaima gigas*) EM CATIVEIRO: TÉCNICAS DE MANEJO,
REPRODUÇÃO, SELEÇÃO E ACASALAMENTO.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Zootecnia do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Pinheiro da Silva.

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L994c Luz, Roberto Augusto Maia.
Cultivo do Pirarucu (*Arapaima gigas*) em cativeiro : técnicas de manejo, reprodução, seleção e acasalamento. / Roberto Augusto Maia Luz. – 2016.
56 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Zootecnia, Fortaleza, 2016.
Orientação: Prof. Dr. Luciano Pinheiro da Silva.

1. Piscicultura. 2. Pirarucu. 3. Melhoramento genético. 4. Treinamento alimentar. I. Título.

CDD 636.08

ROBERTO AUGUSTO MAIA LUZ

CULTIVO DO PIRARUCU (*Arapaima gigas*) EM CATIVEIRO: TÉCNICAS DE MANEJO,
REPRODUÇÃO, SELEÇÃO E ACASALAMENTO.

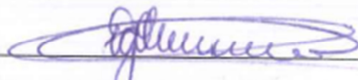
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Zootecnia do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em 13 / 12 / 2016

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Luciano Pinheiro da Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof.ª Dr.ª Elenise Gonçalves de Oliveira
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Eurice e Antônio.

AGRADECIMENTOS

A Deus principalmente pelo dom da vida, por ter me dado saúde, força e determinação ao longo dessa trajetória acadêmica e pela elaboração desse trabalho.

Aos meus familiares, pais, tios, tias, primos e primas que sempre me incentivaram e me apoiaram durante toda a minha vida acadêmica e pelos ensinamentos valiosos de como ser um cidadão digno, honrado e honesto.

Aos meus colegas e amigos da Universidade, e a uma grande amiga Adalgisa Herbster Brasil Florentino, colega de curso e parceira de estágio, excelente profissional e pessoa marcante que também me ajudou nessa caminhada.

A Universidade Federal do Ceará e ao Departamento do curso de Zootecnia pelas experiências incríveis que tive durante todo o curso e por ter contribuído com meu crescimento, tanto pessoal quanto profissional.

Aos meus professores e orientadores da graduação em especial a figura do professor Dr. Luciano Pinheiro da Silva por ter contribuído com sua orientação, dedicação e sempre disposto a ajudar, a vocês meu muito obrigado.

Em nome da Sra. Maria do Socorro Chacon de Mesquita, Sr. Pedro Eymard Campos Mesquita Sr. José Agenor Soares Galvão, agradeço a todos os funcionários do Centro de Pesquisas Ictiológicas Rodolpho von Ihering – DNOCS, Pentecoste – CE por abrir as portas, pela forma profissional e respeitosa como fui tratado e pelo conhecimento adquirido durante meu período de estágio.

Ao Sr. Rogério, funcionário do Centro de Pesquisas Ictiológicas Rodolpho von Ihering e que trabalha diretamente com a espécie abordada nesse trabalho, pelo aprendizado e pelo material cedido, meu muito obrigado.

Aos administradores e funcionários da Fazenda Experimental Vale do Curu – FEVC, Pentecoste – CE pela receptividade e apoio prestado durante meu estágio.

E por fim, a todas as pessoas que de maneira em geral contribuíram para o meu sucesso.

“Poucos rios surgem de grandes nascentes,
mas muitos crescem recolhendo filetes de
água” (Públio Ovídio).

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar aspectos e pontos relevantes no cultivo do Pirarucu, *Arapaima gigas* em cativeiro como seu manejo, reprodução e as técnicas de seleção e acasalamento, muito empregadas em programas de melhoramento genético. O estágio supervisionado obrigatório foi realizado no Centro de Pesquisas Ictiológicas Rodolpho von Ihering, DNOCS Pentecoste – CE, no período de Agosto a Novembro de 2016. Durante o período de estágio foram desenvolvidas várias atividades como monitoramento e controle de parâmetros físico-químicos da água, calagem de viveiros, preparo das bolotas de ração e seu fornecimento, arraçamento de reprodutores e solteiros do plantel, identificação sexual: por meio da coloração e contagem de escamas, bem como a visualização dos órgãos sexuais na parte ventral dos animais. Foi feito também a seleção de reprodutores e troca de casais. Em relação a parte reprodutiva, não foi possível acompanhar todas as fases, principalmente a dinâmica comportamental de cortejo e preparo dos ninhos para a desova já que o pirarucu se reproduz na época das chuvas, que no Ceará vai de janeiro a junho aproximadamente. Com a dependência da estação chuvosa para a sua reprodução, também não foi possível acompanhar a fase de alevinagem. O Treinamento alimentar foi uma das técnicas criadas para a alimentação do Pirarucu e de outras espécies carnívoras com ração comercial, visto que na natureza sua dieta é a base de peixes e outros organismos aquáticos, com isso os custos para manter esse padrão alimentar por um piscicultor inviabilizariam economicamente o cultivo da espécie. O treinamento se inicia com alevinos a partir de 7-8 cm de comprimento, embora já se tenha obtido sucesso com o treinamento de animais de tamanhos inferiores, 4-6 cm. Pode ser feito com a retirada dos alevinos e utilização gradual de alimento vivo ou deixando-os sob cuidado parental dentro dos viveiros de reprodução. Todas as atividades desenvolvidas e parte do conteúdo teórico presente neste trabalho, foram sobretudo fruto de cursos ofertados pelo próprio Centro de Pesquisas antes mesmo do início do estágio, trabalho esse que o DNOCS desenvolve no intuito de capacitar estudantes e empreendedores que decidem montar seu próprio negócio ou se especializarem, além de desenvolver pesquisas que melhorem a produtividade e ajudem a difundir mais ainda a piscicultura no Ceará.

Palavras-chave: Piscicultura. Pirarucu. Melhoramento genético. Treinamento alimentar.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - foto aérea do Centro de Pesquisas Ictiológicas Rodolfo von Ihering	16
Figura 2 - foto a, escamas de Pirarucu <i>Arapaima gigas</i> e foto b, sementes de urucum.....	17
Figura 3 – Bexiga natatória com uma extensa rede de capilares sanguíneos.....	18
Figura 4 – Fotos 1 e 2, exemplares de pirarucu <i>Arapaima gigas</i>	19
Figura 5 – Processo de apreensão de alimento por sucção.....	19
Figura 6 - Exemplares de pirarucu <i>Arapaima gigas</i> , evidenciando o posicionamento de escamas vermelhas o que caracteriza um macho, foto a e uma fêmea na foto b.....	21
Gráfico 1 - Comportamento do O.D ao longo do dia em função da fotossíntese e respiração na água.....	23
Figura 7 - fotos a e b apresentam a cavidade bucal com destaque para língua óssea (seta azul) e placas dentígenas (setas vermelhas). Foto c, apresenta o TGI inteiro	27
Figura 8 - Foto mostrando o correto armazenamento de sacos de ração extrusada	30
Figura 9 -. Foto a, tilápias (<i>Oreochromis niloticus</i>) misturadas à ração comercial para a formação das bolotas, foto b.....	32
Gráfico 2 - Número de alevinos de pirarucu, <i>Arapaima gigas</i> , nascidos no CPA/DNOCS durante os anos de 2006 a 2010.....	36
Figura 10 - Exemplar de pirarucu <i>Arapaima gigas</i> , evidenciando, em dois momentos (2007 e 2009), diferenças nos padrões de coloração de escamas.....	38
Figura 11 -. Comparação no tamanho do ninho de pirarucu <i>Arapaima gigas</i> e Tucunarés <i>Cichla ocellaris</i> , duas espécies carnívoras	39
Figura 12 - Foto a, leitura do pH da água com o pHmetro, foto b, mostra valores do pH e temperatura de viveiros de reprodução e foto c, mensuração da temperatura e oxigênio no Oxímetro.....	40
Figura 13 - Prática de calagem de viveiros no Centro de Pesquisas Rodolfo von Ihering....	42

Figura 14 - Etapas da fabricação das bolotas para a alimentação de reprodutores. Foto 1, tilápia congelada sendo moída, foto 2, umedecimento da ração extrusada, foto 3, mistura (ração+peixe) sendo colocada na aparelho e foto 4, retirada da bolota do aparelho.....	42
Figura 15 - Visualização da coloração das escamas e órgãos genitais na região ventral. Fotos a e b caracterizam uma fêmea, fotos c e d caracterizam um macho.....	43
Figura 16 - Foto a, utilização da rede de arrasto na captura do pirarucu e foto b, maca de transporte utilizada no Centro de Pesquisas Rodolpho von Ihering-DNOCS	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variação dos teores do O.D em tanques e viveiros	24
Tabela 2 – Valores de pH que atuam no desenvolvimento do peixe.....	24
Tabela 3 – Tipos de ração e tamanho ótimo de partículas do alimento para os peixes tropicais comumente cultivados	29
Tabela 4 – Treinamento alimentar sob três tratamentos, sobrevivência e percentual de consumidores de ração de alevinos de pirarucu, <i>Arapaima gigas</i> , no Campus II do CPA/DNOCS	34
Tabela 5 – Treinamento alimentar dividido em 4 semanas sob diferentes composições	35
Tabela 6 – Modelo de tabela utilizada pelo DNOCS para o monitoramento semanal dos parâmetros físico-químicos dos viveiros de pirarucu <i>Arapaima gigas</i>	41
Tabela 7 – Valores de herdabilidade de características de tilápia <i>Oreochromis niloticus</i> e outras espécies	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CE	Ceará
COGERH	Companhia de Gestão de Recursos Hídricos
CPA	Centro de Pesquisas em Aquicultura
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
IFOCS	Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis
MPA	Ministério da Pesca e Aquicultura
NRC	Conselho Nacional de Pesquisa
O.D	Oxigênio dissolvido
PR	Paraná
SEAP	Secretaria Especial da Agricultura e Pesca
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
TGI	Trato Gastrointestinal
UFC	Universidade Federal do Ceará

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo geral.....	16
2.2 Objetivos específicos:	16
3 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO	17
4 O PIRARUCU.....	18
5 QUALIDADE DA ÁGUA NA PISCICULTURA E PARAMETROS FÍSICO - QUÍMICOS	22
6 HÁBITO ALIMENTAR E MANEJO NUTRICIONAL	27
6.1 Alimentação de reprodutores	31
6.2 Treinamento alimentar de alevinos.....	34
7 ASPECTOS DA REPRODUÇÃO DO PIRARUCU <i>Arapaima gigas</i>	36
7.1 Criação de ninhos e desova	38
8 MELHORAMENTO GENÉTICO	40
9 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	46
9.1 Monitoramento dos parâmetros físico-químicos	46
9.2 Calagem de viveiros.....	47
9.3 Alimentação.....	48
9.4 Identificação sexual	49
9.5 Seleção de reprodutores	50
9.6 Despesca e transporte.....	50
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de pescado do mundo, de acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), em 2014 a produção brasileira de pescados atingiu quase 1,3 milhão de toneladas, conforme os números mais recentes. Hoje o país ocupa a 17ª posição no ranking mundial na produção de pescados em cativeiro e a 19ª na produção total de pescados. A meta do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) é incentivar a produção nacional para que o Brasil se torne um dos maiores produtores do mundo, com 20 milhões de toneladas de pescado por ano, segundo expectativa da FAO para 2030. O consumo *per capita* também aumentou consideravelmente, cerca de 30% entre 2000 e 2009.

A China detém atualmente a 1ª posição no ranking mundial na produção de pescados, sendo 95% dessa produção baseada em espécies nativas (Boletim estatístico MPA, 2011). Em relação ao Brasil, a participação de espécies nativas na produção total fica abaixo de 20%, esse baixo percentual mostra que há ainda muitas espécies com grande potencial a serem exploradas para cultivo, levando em conta que o Brasil possui em média 3 mil espécies de peixes.

As principais espécies criadas em cativeiro no país são exóticas (tilápias, bagres e carpas), tal fato parece estar mais relacionado a existência de informações básicas para criação, do que às características das espécies. Atualmente são cultivados no país 17 espécies nativas, 8 espécies exóticas e 4 híbridos, porém o percentual de espécies exóticas cultivadas é maior (GIRÃO, 2007). Isto se deve pela falta de domínio sobre as técnicas de reprodução das espécies nativas em cativeiro (PADUA, 2001). Uma boa parcela da produção aquícola brasileira é proveniente da piscicultura de água doce com 82,3% (MPA, 2010).

O cultivo do Pirarucu carece de pleno desenvolvimento em virtude da escassez de informações científicas, especialmente sobre sua biologia reprodutiva, principal obstáculo à produção de alevinos em escala comercial (CAVERO, 2003).

Considerado o maior peixe de água doce do mundo o Pirarucu *Arapaima gigas* atingiu em 2011 uma produção nacional de 1,1 mil toneladas (MPA, 2011). Dentre outros fatores, o melhoramento genético é a chave para o desenvolvimento da piscicultura com espécies nativas como o tambaqui, pacu, o pintado inclusive o pirarucu *Arapaima gigas*. Estudos com melhoramentos genético dirigido em peixes mostraram taxas de crescimento de 15% por geração (EMBRAPA AMAPÁ, 2009).

O pirarucu conhecido como o “gigante da Bacia Amazônica”, *Arapaima gigas*, de respiração aérea e nativo da região, é das espécies mais importantes, economicamente e

culturalmente, da ictiofauna brasileira (CASTELLO, 2004; ANDRADE, 2007). De acordo com o MPA, 2015 a produção de Pirarucu se concentra na Região Norte do país, juntamente com a produção de Tambaqui e Pirapitinga. A espécie foi introduzida no Nordeste brasileiro no final da década de 30, pela Inspeção Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS) que criou programas de povoamento e repovoamento de peixes, com o objetivo de reduzir as populações de piranhas (*Serrasalmus piraya*) e pirambelas (*Serrasalmus rhombeus*) nos açudes do Nordeste do País, tendo em vista seu hábito alimentar, além de contribuir para a melhoria da produção pesqueira em açudes públicos e particulares (FONTENELE e VASCONCELOS, 1982).

Os primeiros exemplares de pirarucu *Arapaima gigas*, sendo 50 reprodutores e 5 mil alevinos foram enviados ao Ceará em 1939 sob a supervisão do biólogo Antônio Carlos Estevão de Oliveira e sua equipe (FONTENELE e VASCONCELOS, 1982). Em 1944 foi observada a primeira reprodução em cativeiro no Nordeste do Brasil que ocorreu na Estação de Lima Campos no município de Icó/CE (FONTENELE e VASCONCELOS, 1982).

Os exemplares introduzidos pelo IFOCS nos açudes nordestinos, se reproduziram sem dificuldades sob as condições climáticas da região, porém a pesca predatória fez com que houvesse uma diminuição da população das espécies nesses açudes. Com o objetivo de minimizar os efeitos da pesca predatória o IFOCS editou a portaria nº 114, de 17.12.1946, que fixou o período de defeso do pirarucu entre os meses de novembro a junho estabelecendo um tamanho mínimo de um metro de comprimento. No entanto, a pesca predatória continuou, pois o IFOCS iniciou o processo de fiscalização apenas em 1948 com a instalação de postos nos locais de pesca (FONTENELE e VASCONCELOS, 1982).

A reintrodução do pirarucu no Nordeste do Brasil em 2005 pelo Departamento Nacional de Obras contra as Secas - DNOCS foi outro marco importante, dessa vez pelas inovações tecnológicas ocorridas no setor aquícola entre 2001-2010 e ao acentuado crescimento da piscicultura no país.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Acompanhar os processos no cultivo do Pirarucu *Arapaima gigas* (CUVIER, 1829) em cativeiro, como o monitoramento de parâmetros físico-químicos importantes na qualidade da água, utilização racional das técnicas de manejo diárias empregadas nas fases de cultivo, além da seleção de reprodutores para a formação de casais realizados no Centro de Pesquisas Ictiológicas Rodolpho von Ihering-DNOCS, Pentecoste-CE.

2.2 Objetivos específicos:

- a) Averiguar os parâmetros físico-químicos da água;
- b) Acompanhar atividades de manejo diárias;
- c) Realizar a identificação sexual pela coloração de escamas;
- d) Acompanhar a seleção de reprodutores e formação de casais;
- e) Acompanhar a despesca e realocação dos animais nos viveiros.

3 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO

O presente estágio foi realizado no Centro de Pesquisas Ictiológicas Rodolpho von Ihering com base no Departamento Nacional de Obras contra as Secas, município de Pentecoste – CE localizada a 87 km da capital Fortaleza. O centro dispõe de museu de expedição, auditório, biblioteca, galpão para armazenamento de ração e laboratórios. Possui uma área de produção equivalente a 12,33 hectares de área inundada, dividida em dois campus, o campus I com área de 7,05 hectares e o campus II com 5,28 hectares que no momento se encontra desativado por conta da estiagem. Nesse último foi criado o “Projeto Pirarucu”, uma parceria da extinta Secretaria Especial da Aquicultura e Pesca da Presidência da República (SEAP/PR) e o Departamento Nacional de Obras contra as Secas. Os objetivos desse projeto eram basicamente desenvolver técnicas eficientes de manejo reprodutivo com o treinamento alimentar de alevinos, realizar estudos de crescimento, desenvolver técnicas para identificação sexual e realizar análises econômicas para a implantação de modelos de cultivo, no entanto o projeto estancou devido à escassez de água que o município vem enfrentando tendo que transferir todos os animais para o campus I. Atualmente o campus I abriga as espécimes de pirarucu bem desenvolve pesquisas com outras espécies. O abastecimento é feito pelo açude Pereira de Miranda, reservatório do município de Pentecoste – CE. O açude tem capacidade de 400 milhões de m³, porém no período de estágio seu volume era de aproximadamente 1% da sua capacidade total de acordo com dados da Companhia de Gestão de Recursos Hídricos COGERH de 2016.

Figura 1 – foto aérea do Centro de Pesquisas Ictiológicas Rodolpho von Ihering

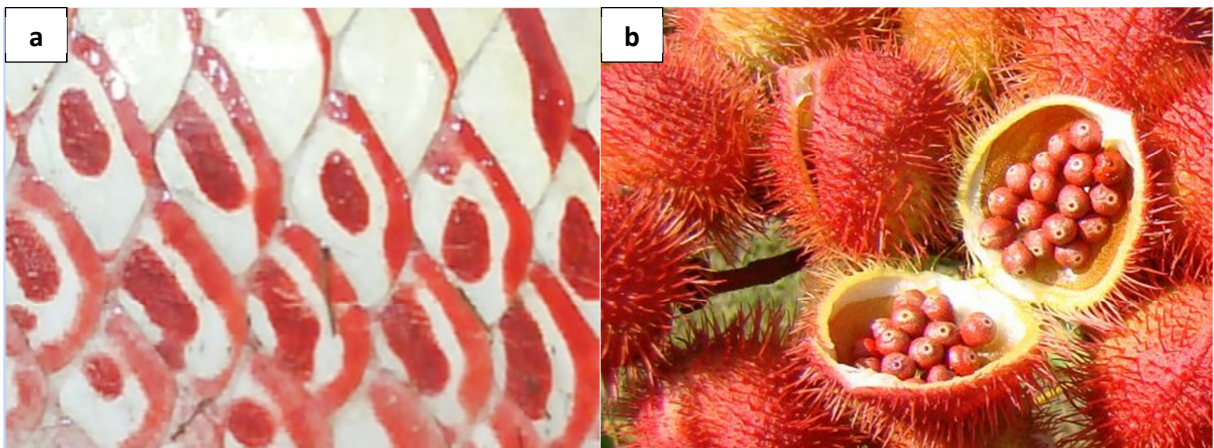


Fonte: <https://goo.gl/maps/AuqgioMQZMD2>

4 O PIRARUCU *Arapaima gigas* (CUVIER, 1829)

O nome vulgar “pirarucu”, é de origem indígena da união da expressão *pira*, peixe e *urucu*, vermelho, pelo fato dele possuir bordas e centro das escamas de algumas regiões do corpo com forma e coloração vermelha semelhante à da semente do “urucum”, *Bixa orellana*. (FONTENELE, 1948; CHUKOO *et al*, 2008). (**Figura 2**).

Figura 2 – foto **a**, escamas de Pirarucu *Arapaima gigas* e foto **b**, sementes de urucum.



Fonte: Carlos Riedel foto **a** e Google imagens – <http://www.hugoboaventura.com/wp-content/uploads/2012/03/urucum-1.jpg> foto **b**, 2016.

O pirarucu é um peixe originário da bacia Amazônica, embora seja encontrado também nas Guianas, Bolívia e Peru. Habita rios, lagos e estreitos canais principalmente na área de ocorrência do ecossistema da Bacia Amazônica (FONTENELE, 1948).

A classificação taxonômica do pirarucu é a seguinte:

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Sub-filo: Vertebrata

Classe: Actinopterygii

Ordem: Osteoglossiformes

Sub-ordem: Osteoglossoidei

Família: Arapaimidae

Sub-família: Heterotidinae

Gênero: *Arapaima* **Espécie**: *Arapaima gigas*

A espécie apresenta características biológicas e ecológicas distintas: suas espécimes podem atingir até 3 metros de comprimento e pesar até 200 kg, sendo considerado o maior peixe de escamas de águas interiores do planeta (SAINT-PAUL, 1986; IMBIRIBA *et*

al., BOCANEGRA, 2006). O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) controla sua captura e comercialização no Norte brasileiro, através da portaria nº. 08/96 que determina o tamanho mínimo de captura em 150 cm (QUEIROZ e SARDINHA, 1999). O pirarucu suporta altas densidades de estocagem (CAVERO *et al.*, 2003), além de baixos níveis de oxigênio dissolvido e altas concentrações de amônia, sem prejuízos para seu desempenho zootécnico e sua sobrevivência (IMBIRIBA, 2001). Possui altas taxas de crescimento podendo alcançar de 7 a 10 kg no primeiro ano de criação (IMBIRIBA, 2001; PEREIRA-FILHO *et al.*, 2003).

Possui respiração realizada pela bexiga natatória, que tem morfologia semelhante a de um pulmão, realizando com eficácia as trocas gasosas necessárias para a respiração aérea (**figura 3**). Esse órgão é muito importante, visto que o pirarucu vai a superfície num intervalo variando entre 5 e 15 minutos para capturar ar atmosférico (FONTENELLE, 1948), o que faz com que essa bexiga natatória modificada realize a maioria das trocas, deixando a outra parte a nível branquial.

Figura 3 – Bexiga natatória com uma extensa rede de capilares sanguíneos



Fonte: Cavali, J., 2015.

A nadadeira dorsal tem origem no terço posterior do corpo, as escamas são cicloides, grandes, estriadas e granuladas, são brancas na região ventral e vermelhas na orla posterior (**figura 4**).

Segundo Romero (1961), o pirarucu apresenta corpo cilíndrico e alargado, achatado de forma progressiva a partir da origem da nadadeira dorsal. Cabeça achatada, boca grande com prognatismo da mandíbula inferior.

Figura 4 – Fotos 1 e 2, exemplares de pirarucu *Arapaima gigas*.



Fonte: Roberto Augusto, 2016.

O pirarucu é carnívoro e faz a apreensão do seu alimento através de uma forte sucção acionada ao abrir a boca, possui uma pequena quantidade de dentes, contudo apresenta uma língua óssea que comprime suas presas antes de degluti-la, fazendo assim o papel dos dentes.

Como estratégia de captura da presa, o pirarucu realiza um forte movimento de sucção com a boca, mediante pressão negativa obtida com a oclusão das membranas do opérculo (FONTENELE, 1948; PINESE, 1996) (**figura 5**). O ciclo produtivo é anual. Contudo a fêmea pode desovar até duas vezes por ano desde que disponha de boas condições nutricionais e ambientais sendo considerado um peixe de maturação sexual parcial (FONTENELE, 1982). No Ceará, já se observou o nascimento de até 6.000 alevinos por desova (DNOCS, 2011).

Figura 5 – Processo de apreensão de alimento por sucção.



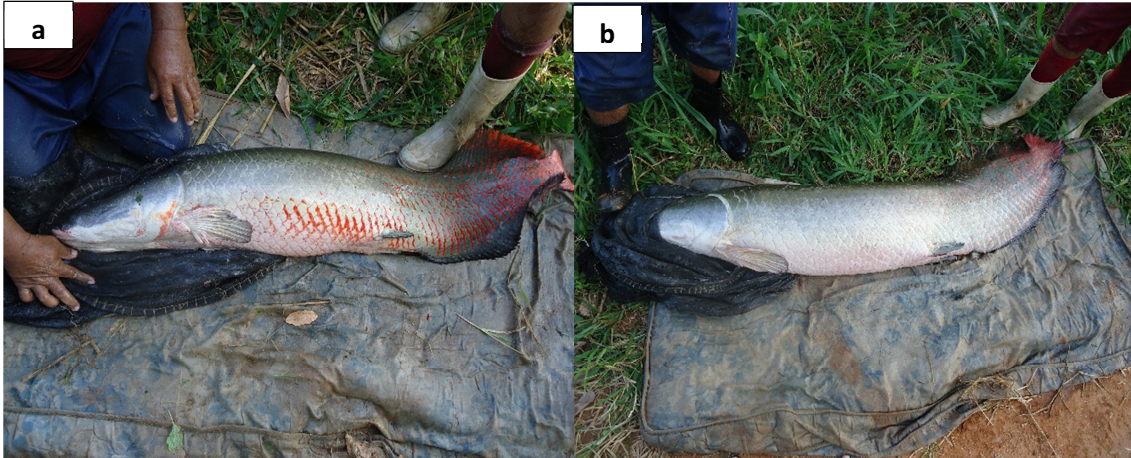
Fonte: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2015.

O grande entrave em relação ao cultivo do pirarucu está diretamente ligado a reprodução e consiste em encontrar uma técnica precisa que torne possível a identificação sexual desses animais, facilitando assim a formação dos casais. Alguns trabalhos descrevem diferenças na coloração das escamas de pirarucus sexualmente maduros, que ocorre por volta dos 5 anos de idade e com peso médio acima de 40 kg (FONTENELE, 1948; IMBIRIBA, 2001; SAAVEDRA-ROJAS *et al.*, 2005; CHU-KOO *et al.*, 2008). O dimorfismo sexual em pirarucu é um complexo mecanismo regido por fatores genéticos, ambientais e fisiológicos (DEVLIN e NAGAHAMA, 2002), quando combinados esses fatores contribuem para uma desuniformidade em relação as características fenotípicas que geram incertezas na identificação de machos e fêmeas. O reconhecimento do dimorfismo sexual em peixes é difícil, não raro impossível, sendo sexados geralmente no período que antecede a reprodução (PÁDUA, 2001). O número e a intensidade da coloração das escamas variam, com o sexo e a aproximação do período de desova (FONTENELE, 1942) (**figura 6**).

Métodos empíricos de identificação sexual têm sido relatados por muitos piscicultores e alguns deles apresentaram resultados, contudo sem muita fundamentação teórica. Um método criado e sugerido por um funcionário no Centro de Pesquisas em Aquicultura – DNOCS que trabalha a mais de 10 anos com pirarucu consiste na contagem de escamas, que vai da última vermelha no abdômen até a última branca da mandíbula do animal. Obtendo um resultado de 4 a 6 escamas brancas o animal é do sexo masculino e de 8 escamas brancas em diante o animal é do sexo feminino. No entanto o método da contagem ainda não possui uma boa representatividade, visto que poucos animais foram utilizados, além disso animais juvenis não entraram nos relatos, mostrando que nessa fase ainda é impossível realizar a identificação por diferenças fenotípicas. Há ainda outro detalhe não considerado, o período de desova influencia no número e intensidade da coloração das escamas como já foi mencionado por Fontenele em 1942, sendo assim nesse período a fêmea pode ser confundida com o macho, por apresentar mais escamas vermelhas.

A criação de um método rápido, prático, não invasivo, que não estressem os animais e permitam uma identificação precisa das espécimes é um dos desafios encontrados no cultivo em cativeiro do pirarucu, porém com o avanço das pesquisas nessa área, uma nova técnica rápida e segura será criada facilitando o manejo da espécie.

Figura 6 – Exemplares de pirarucu *Arapaima gigas*, evidenciando o posicionamento de escamas vermelhas o que caracteriza um macho, foto **a** e uma fêmea na foto **b**.



Fonte: DNOCS, 2015.

O pirarucu apresenta outras características, altamente desejáveis em espécies para aquicultura, tais como rápido crescimento (até 10 kg/ano), rusticidade, carne de ótima qualidade e coloração, sabor suave e filés sem espinha (IMBIRIBA, 2001; BRANDÃO et al., 2006). O rendimento de filé pode chegar a 50% (FOGAÇA et al., 2011). Além disso, suporta altas densidades de estocagem (CAVERO et al., 2003a; BRANDÃO et al., 2006) e pode ser criado também em tanques-rede.

5 QUALIDADE DA ÁGUA NA PISCICULTURA E PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Um dos pontos mais importantes na piscicultura diz respeito a qualidade da água utilizada nos sistemas de produção. Os peixes dependem desse elemento para realizar todas as suas funções vitais, ou seja: respirar, alimentar, reproduzir e excretar. A saúde dos peixes e outros organismos aquáticos dependem de uma boa qualidade da água, e sua manutenção é uma preocupação constante na piscicultura, pois afeta diretamente o desempenho produtivo e o sucesso econômico (BACCARIN e CAMARGO, 2005). A ração ofertada também contribui para a diminuição da qualidade da água, principalmente por provocar a queda do teor de oxigênio dissolvido quando distribuída em grande quantidade. O manejo inadequado em piscicultura geralmente acelera o processo de eutrofização, deteriorando a qualidade da água, principalmente pela administração de altas doses de ração e pela fertilização orgânica ou inorgânica (MATSUZAKI et al. 2004). A qualidade da água no viveiro pode ser influenciada por vários fatores como, a origem da fonte de abastecimento de água e o manejo alimentar (SIPAÚBA-TAVARES, 1994; BOYD & TUCKER, 1998; ELER et al., 2001; KUBITZA, 2003; ARANA, 2004).

A incidência de doenças também pode aumentar proporcionalmente com a redução da qualidade de água e que pode causar significativas perdas no cultivo. Boa qualidade da água e manejo nutricional garante a saúde e o desempenho produtivo dos peixes (KUBITZA, 1999). O pirarucu é uma espécie que se adaptou muito bem as condições climáticas do Nordeste brasileiro, contudo é necessário se atentar para a quantidade e qualidade da água que será utilizada.

Alguns fatores que determinam a qualidade da água são importantes na piscicultura e as metodologias para monitorá-los. Esses fatores interagem entre si, de forma complexa, por isso devem ser analisados conjuntamente. Muitos equipamentos já estão disponíveis no mercado nacional que permitem de forma rápida e prática realizar o monitoramento dos principais parâmetros de qualidade de água. Há portanto alguns parâmetros físico-químicos mais utilizados nos sistemas de piscicultura, são eles:

- **Temperatura:** É um dos principais fatores que influenciam a qualidade da água nos sistemas de produção aquícola. Segundo Hardy (1981), a temperatura é um dos principais limitantes numa grande variedade de processos biológicos, desde a velocidade de simples reações químicas até a distribuição ecológica de uma espécie animal. Todas as atividades biológicas dos peixes (respiração, digestão, reprodução, alimentação, etc.) estão intimamente ligadas à temperatura da água. Segundo MORALES (1986) quanto maior for a temperatura, maior será a velocidade de crescimento dos animais cultivados, quanto mais constante a temperatura se manter, melhor será as condições do cultivo.

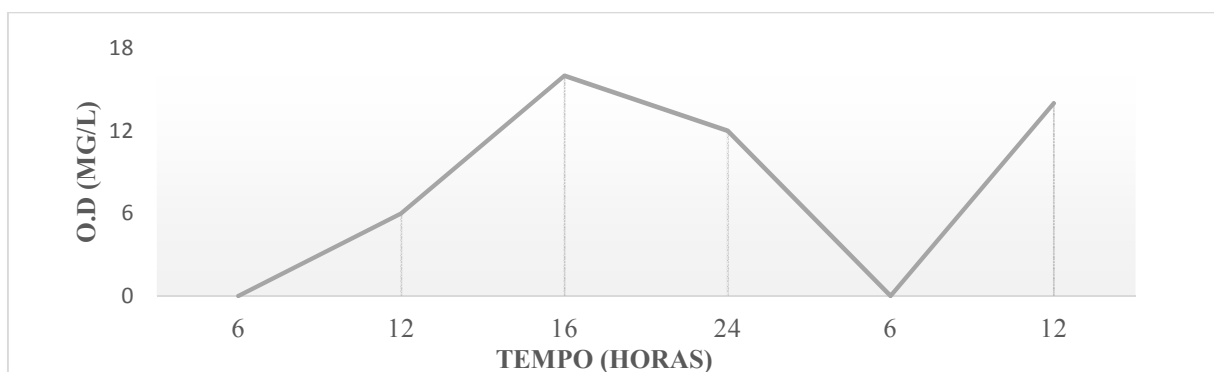
Cada espécie exige uma faixa específica de temperatura a qual melhor se adapta e se desenvolve, chamada de temperatura ótima, que limita também a utilização do alimento disponível, influenciando diretamente nos índices de conversão alimentar. Já em espécies de águas tropicais o aumento da temperatura melhora a conversão alimentar, devido ao aumento da taxa de crescimento enquanto a exigência para manutenção permanece constante (KUBITZA, 1999).

Os peixes ajustam sua temperatura de acordo com a temperatura da água, sendo assim temperaturas abaixo ou acima da temperatura ótima dos peixes prejudicarão seu desenvolvimento e reduzir seu crescimento, podendo em casos extremos ocorrer mortalidade das espécimes. É um fator que condiciona praticamente todos os outros e é um regulador de todo o metabolismo dos animais que vivem em seu interior (MESQUITA *et al.*, 2003). Os peixes apresentam uma baixa tolerância às variações bruscas de temperatura. O choque térmico é extremamente perigoso principalmente para ovos, larvas e alevinos, pois são mais

sensíveis as mudanças de temperatura, com isso o cuidado na alocação dos animais em viveiros, tanques ou no transporte deve ser redobrado.

- **Oxigênio dissolvido O.D:** O **oxigênio** é o gás mais importante para os peixes, sendo o primeiro fator limitante da produção de peixes em açudes e viveiros. A disponibilidade de oxigênio é responsável por todas as funções fisiológicas dos peixes e é um dos principais fatores influenciados pela qualidade da água (SAMPAIO, 2003). O pirarucu é uma espécie resistente, sobretudo a essa limitação comumente encontrada nas águas dos reservatórios do Nordeste. Por ser um peixe endêmico das águas quentes (24 a 31°C) da bacia Amazônica, que possui respiração aérea obrigatória, ele consegue sobreviver em águas com baixa disponibilidade de oxigênio dissolvido (CAVERO *et al.*, 2003a; BRANDÃO *et al.*, 2006; ANDRADE *et al.*, 2007). A concentração de oxigênio varia de acordo com a temperatura, obedecendo a relação concentração/temperatura, onde à medida que a temperatura aumenta a solubilidade oxigênio diminui. Em altas temperaturas também os peixes logo utilizam o oxigênio dissolvido da água, podendo levar há uma mortalidade dos animais. O processo de fotossíntese é a principal fonte de oxigênio dissolvido liberado na água nos sistemas de cultivo de peixes. Há portanto, uma variação contínua durante o dia dos teores de oxigênio, em consequência de processos físicos, químicos e biológicos (**gráfico 1**). Durante o dia há uma transformação do gás carbônico e água pelas algas e fitoplâncton em oxigênio e carboidratos, porém a noite é consumido pela respiração desses organismos aquáticos e os níveis de oxigênio dissolvido caem.

Gráfico 1 – Comportamento do O.D ao longo do dia em função da fotossíntese e respiração na água.



Fonte: Boyd, 1990.

Cada organismo tem seu limite ideal de O.D para a sua sobrevivência; contudo, tanques e viveiros apresentam assim como a temperatura variações nos teores de oxigênio **(tabela 1)**.

Tabela 1 – Variação dos teores do O.D em tanques e viveiros.

Concentração de O.D	Efeito
> 1,5 ou 2 mg/L	Letal se permanecer exposto por poucas horas
2 ou 5 mg/L	Crescimento lento se exposto continuamente
5mg/L de saturação	Melhor condição para um bom desenvolvimento
Acima da saturação	Pode ser nocivo se a condição de supersaturação ocorre em todo o volume do tanque.

Fonte: Zimmermann, 2001.

- pH (Potencial Hidrogeniônico):** reflete o grau de acidez ou de alcalinidade da água, sendo um fator importante para assegurar uma boa produção de peixes. Alguns fatores alteram o pH da água como a respiração, fotossíntese, adubação orgânica, calagem e poluição. As mudanças podem levar a altas taxas de mortalidade em peixes, principalmente em espécies que maior dificuldade de estabelecer o equilíbrio osmótico ao nível das brânquias. Mudanças de pH e/ou, concentração de íons também podem proporcionar alterações fisiológicas nos estágios iniciais de desenvolvimento (ALDERDICE, 1988). O pH baixo torna a água corrosiva, águas com pH elevado tendem a formar incrustações nas tubulações e para a manutenção da vida aquática o recomendável é a faixa de 6 a 9 (ARANA, 2010). Os pontos letais de acidez e alcalinidade são de pH 4 e pH 11, as águas com valores entre 6,5 a 9,0 são as mais adequadas para produção de peixes e valores inferiores a 6,5 podem reduzir os processos reprodutivos (BOYD, 1990). Algumas faixas de pH são apresentados por muitos autores, além de como eles podem influenciar no desenvolvimento dos peixes **(tabela 2)**. Pela manhã o pH é baixo devido ao consumo de oxigênio pela respiração que ocorreu durante a noite e a um alto nível de dióxido de carbono, com a remoção gradual do dióxido de carbono na água o pH aumenta, mostrando assim que o pH baixo está associado a baixos níveis de oxigênio dissolvido e vice-versa.

Tabela 2 – valores de pH que atuam no desenvolvimento do peixe. Continua na página 25.

pH	Desenvolvimento
5,0 - 6,0	Crescimento lento

7,0 – 8,5	Crescimento adequado
> 10	Crescimento lento

Fonte: Sipaúba-Tavares, 1995

- **Condutividade elétrica:** indica a capacidade da água em conduzir corrente elétrica. Uma água pura tem condutividade igual a zero. No entanto, se um corpo d'água contiver muitos íons, sua capacidade em conduzir eletricidade aumenta na medida em que aumentam esses íons (MESQUITA, 2003). Fornece informações importantes sobre o metabolismo do tanque ou viveiro, ajudando a detectar fontes poluidoras no sistema. Alto valor de condutividade elétrica indica grau de decomposição elevado e baixo valor indica acentuada produção primária (algas e microrganismos aquáticos), sendo, portanto, uma maneira de avaliar a disponibilidade de nutrientes nos ecossistemas aquáticos.

- **Amônia:** composto resultante do catabolismo de proteínas, sendo um gás solúvel em água, portanto o principal produto de excreção dos organismos aquáticos (CAMPBELL, 1973). De acordo com WUHMANN e WORKER (1948), a forma não ionizada da amônia (NH_3) é a mais tóxica para os organismos aquáticos.

A amônia não ionizada (NH_3) possui afinidade por gorduras, sendo de natureza lipofílica, difundindo-se através das membranas respiratórias. Já a amônia ionizada (NH_4^+) tem natureza lipofóbica, repele gorduras que penetram com menos rapidez nas membranas, que são de natureza lipoproteica (KORMANIK e CAMERON, 1981). A amônia total é dada pela soma $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$.

Segundo COLT e ARMSTRONG (1981), a amônia é o principal composto nitrogenado excretado por animais aquáticos, e problemas com toxidez podem ocorrer em todos os tipos de cultivo.

Altos níveis de amônia no ambiente aquático pode afetar seriamente a fisiologia do animal em nível de célula, órgão e sistema, pois provoca um aumento no nível de amônia no sangue e tecidos. Os animais aquáticos podem eliminar a amônia metabólica por meio de três rotas principais: difusão branquial, transporte ativo com sódio (Na^+) e pela transformação em um produto menos tóxico, a ureia.

Elevados níveis de amônia ambiental podem afetar a osmorregulação das espécies aquáticas, pelo aumento da permeabilidade das membranas do animal em relação à água (COLT e ARMSTRONG, 1981). Embora o pirarucu realize boa parte das suas trocas gasosas por meio da bexiga natatória modificada deixando uma pequena parcela para a respiração

branquial, altos níveis de amônia na água pode apresentar efeitos na respiração, afetando a habilidade de transportar oxigênio aos tecidos, causar lesões nas brânquias, aumento do ritmo respiratório e dano histológico nas células do sangue e tecido que as produzem.

Os efeitos sobre os tecidos, concentrações letais e subletais de amônia podem causar modificações histológicas nos rins, fígado, baço, tecido tireóideo e sangue de muitas espécies de peixe (REICHENBACH-KLINKE, 1967; SMITH e PIPER, 1975; THURSTON et al., 1984).

Além disso a amônia pode bloquear o processo de fosforilação oxidativa, diminuindo o crescimento dos animais, tendo em vista a incapacidade de converter a energia alimentar em ATP (RUSSO e THURSTON, 1977).

- **Nitrito:** é um composto intermediário do processo de nitrificação, onde a amônia é convertida a nitrito (NO_2^-) e depois a nitrato (NO_3^-) pelas bactérias. Um dos principais efeitos do nitrito em peixes é a incapacidade de oxidar a hemoglobina do sangue, convertendo-a em meta-hemoglobina, provocando a morte dos peixes por asfixia (SPOTTE, 1979). O principal sinal clínico é a cor marrom do sangue, provocada pelo nitrito, indicando a oxidação do pigmento respiratório (HUEY et al., 1980).

Os peixes são capazes de absorver o nitrito através das brânquias e quando expostos a concentrações de 0,15 mg/l de nitrito, apresentam sintomas de estresse mas não morrem. Conforme SMITH e WILLIAMS (1974), os peixes são capazes de absorver tanto o ácido nitroso como o nitrito, pois ambos são ativamente transportados através das brânquias, pelas células de cloreto presentes no epitélio branquial.

6 HÁBITO ALIMENTAR E MANEJO NUTRICIONAL

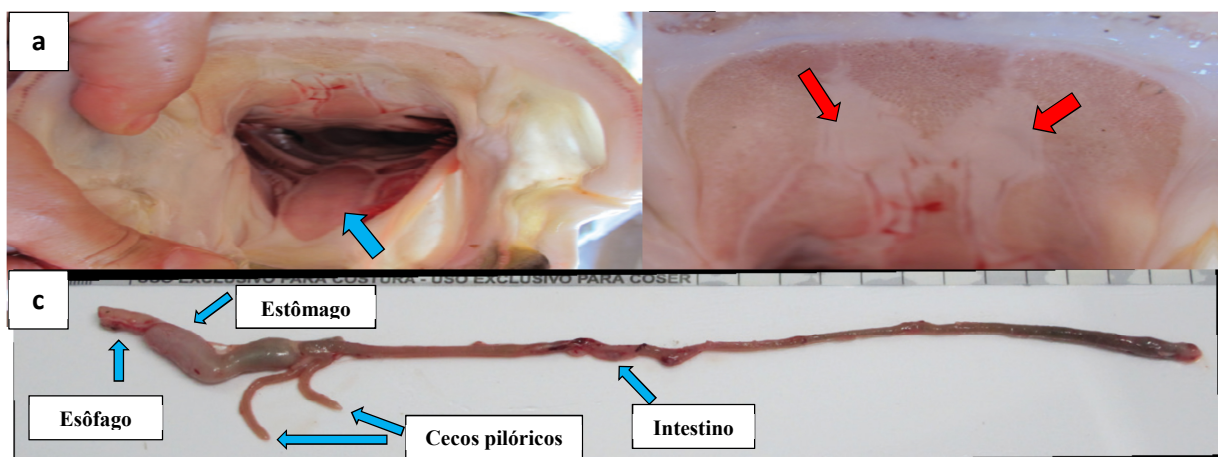
O pirarucu é um peixe carnívoro. Nas fases mais jovens, até 50 cm de comprimento, sua dieta natural é composta basicamente por invertebrados aquáticos, como insetos, moluscos e crustáceos (QUEIROZ, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2005). Na fase adulta é piscívoro (QUEIROZ, 2000; WATSON *et al.*, 2013). Apesar de carnívoro, a espécie apresenta pequenos dentes cônicos nos maxilares e possui placas dentígenas na região do palato que auxiliam na apreensão do alimento em conjunto com a sua língua óssea (FONTENELE, 1948; WATSON *et al.*, 2013) (**figura 7**). Os rastros branquiais são relativamente numerosos e alongados para um peixe carnívoro (PINESE, 1996), no qual auxiliam na filtragem de pequenos crustáceos na fase jovem do pirarucu. Possui um estômago musculoso e distensível, capaz de armazenar grande quantidade de alimento e um intestino

curto, característica comum a espécies carnívoras. Peixes carnívoros requerem alimentos de alto valor nutritivo, o que reflete a estrutura adaptativa de seu trato digestório, caracterizada por um intestino curto, enquanto peixes onívoros apresentam intestino mais longo, permitindo que o alimento permaneça mais tempo em contato com as enzimas, aumentando a eficácia da digestão para compensar o baixo valor nutritivo dos alimentos ingeridos (ROTTA, 2003).

No cultivo de peixes o uso de rações completas é fundamental, todos os nutrientes devem estar presentes de forma balanceada e em quantidades que supram as exigências dos peixes, resultando em incremento para o crescimento, reprodução e saúde do animal (KUBITZA, 1999). Rações com muita energia em relação a proteína pode fazer com que os peixes fiquem saciados, porém com déficit de proteína e outros nutrientes, com isso não conseguem ter um ganho máximo de massa muscular, podendo ainda acumular gordura na carcaça. Do contrário, quando a ração possui pouca energia em relação a proteína, o corpo não conseguirá converter a proteína em tecido muscular, visto que não possui energia suficiente para essa transformação. Neste último caso, parte da proteína em excesso será utilizada como energia, aumentando os custos da ração e fazendo com que o nitrogênio da sua composição seja excretado, aumentando a poluição do meio aquático (KUBITZA, 1997). Baixa relação energia/proteína pode comprometer a utilização da proteína, resultando em diminuição na taxa de crescimento, enquanto níveis excessivos podem diminuir o consumo normal da proteína e outros nutrientes, prejudicando o desenvolvimento dos peixes (SÁ e FRACALOSSO, 2002; COTAN *et al.*, 2006).

Peixes carnívoros exigem dietas de elevado nível proteico e podem variar de 40 a 55% (ALVARES-GONZÁLES, 2001).

Figura 7 – fotos **a** e **b** apresentam a cavidade bucal com destaque para língua óssea (seta azul) e placas dentígenas (setas vermelhas). Foto **c**, apresenta o TGI.



Fonte: Ana Paula Oeda Rodrigues, 2015.

Alguns aspectos da ração também devem ser observados, no intuito de verificar sua qualidade antes do fornecimento aos peixes. Preço, data de fabricação, período de validade e aspectos físicos também são importantes. A granulometria da ração deve ser uniforme e estável, sobretudo deve ser condizente com o tamanho da abertura da boca do animal (**tabela 2**). Rações extrusadas devem manter sua integridade e fluabilidade por várias horas e as peletizadas devem apresentar estabilidade de pelo menos 20 minutos na água (KUBITZA, 1999).

Tabela 2 – Abertura bucal de exemplares de pirarucu em diferentes classes de tamanho.

¹Estimativa considerou 25% do diâmetro médio da abertura bucal.

Peso (g)	Comprimento padrão (cm)	Diâmetro médio da abertura bucal (cm)	Estimativa do tamanho do pélete ¹	Número de exemplares avaliados
1,35	5,17	0,65	1,6	6
4,57	7,88	0,91	2,3	9
22,50	13,68	1,43	3,6	12
78,22	20,71	1,96	4,9	14
1.598,60	55,20	4,18	10,5	10
10.732,12	98,29	8,09	20,2	85

Fonte: EMBRAPA Pesca e Aquicultura, 2015.

A criação de peixes carnívoros é dificultada basicamente por se tratarem de animais que não aceitam de maneira voluntária a ração comercial, contudo se faz necessário o desenvolvimento e adoção de estratégias de manejo alimentar que possam viabilizar a criação dessas espécies em sistemas intensivo, de acordo com (LOPES *et al.*, 1996; MOURA *et al.*, 2000).

O uso da ração comercial para peixes, inclusive carnívoros traz muitas vantagens ao piscicultor, visto que estas já vem balanceadas de acordo com as exigências dos animais, além disso permite ao piscicultor:

- a) Aumentar a densidade dos viveiros;
- b) Explorar todo o potencial de crescimento da espécie cultivada;
- c) Garantir o bom estado sanitário do plantel;
- d) Melhorar a qualidade e o sabor da carne dos peixes;
- e) Manter uma boa qualidade da água;
- f) Garantir uma maior produtividade e, portanto uma maior receita.

O aumento da densidade dos viveiros, é um ponto decisivo para que haja uma boa produtividade aliada ao bem estar dos animais. Com a ração comercial é possível aumentar a quantidade de animais por metro quadrado, visto que os peixes não dependerão do alimento natural, sendo este apenas um complemento de sua dieta. A ração deverá atender as suas exigências nutricionais, com isso o piscicultor passa a depender menos da produção de alimento natural, além das complexas relações envolvidas na produção desse tipo de alimento (OSTRENSKY e BOEGER, 1998).

A forma de processamento das rações também deve ser analisada quanto as fases de criação do pirarucu e de outras espécies. Com isso o tipo de ração a ser utilizada deve ter relação com as fases de criação, mas especificamente com o tamanho dos peixes conforme mostra a **(tabela 3)**.

Tabela 3 – Tipos de ração e tamanho ótimo de partículas do alimento para os peixes tropicais comumente cultivados.

Tamanho do peixe (cm)		Tipo de ração	Tamanho da partícula
Pós-larva		Farelada fina	< 0,3
1,0 – 1,5		Farelada	0,3 – 0,5
1,6 – 2,4		Triturada/farelada	0,5 – 0,8
2,5 – 4,0	Triturada	0,8 – 1,2	
4,0 – 7,0		Triturada ou micropelite	1,2 – 1,7
7,0 – 10,0		Peletizada ou extrusada	1,7 – 2,4
10,0 – 15,0		Peletizada ou extrusada	2,4 – 4,0
> 15,0		Peletizada ou extrusada	> 4,0

Fonte: Kubitz, 1997.

O consumo de ração depende de vários fatores, temperatura da água, tamanho dos peixes, concentração de oxigênio dissolvida, amônia, qualidade da ração, influencia diretamente no bem estar dos peixes e na qualidade da água (KUBITZA, 1999).

Apesar das rações peletizadas e extrusadas serem fornecidas para peixes de mesmo tamanho, há diferenças entre elas e o piscicultor pode optar por escolher uma delas. A principal diferença entre ambas é o processo envolvido na sua fabricação. Basicamente as rações peletizadas são feitas pela compactação dos ingredientes que no final do processo toma a forma de pellets. Já a extrusada os ingredientes são submetidos a pressão elevada, levando a um superaquecimento desses ingredientes que se expandem.

A ração peletizada é mais densa com relação a extrusada, já que essa acumula ar dentro dos grânulos pela gelatinização do amido. A ração extrusada é mais recomendada para o fornecimento ao pirarucu, pois são mais estáveis na água e flutuam. Além desses aspectos esse tipo de ração permite maior controle do consumo, evitando assim o acúmulo nos viveiros, podendo ser removida quando não consumida totalmente pelos animais.

Quanto ao acondicionamento da ração, devem ser armazenadas em local seco, bem ventilado e temperaturas amenas e também protegido contra insetos, animais e luz solar direta, os sacos devem ser colocados em cima de trados de madeira para evitar que acumulem umidade do solo e assegurando as características físicas e químicas da ração (**figura 8**). Rações ensacadas devem ser armazenadas sobre ripado de madeira para facilitar a circulação de ar entre as mesmas, ou também podem ser armazenadas a granel em grandes quantidades, utilizando para isso silos (KUBITZA, 1999).

Figura 8 – Foto mostrando o correto armazenamento de sacos de ração extrusada.



Fonte: Roberto Augusto, 2016.

6.1 Alimentação de reprodutores

Existem atualmente poucos estudos sobre exigências nutricionais de peixes adultos ou sexualmente maduros, fato marcante em espécies nativas, como é o caso do pirarucu *Arapaima gigas*. Isso se deve ao fato de que pesquisas com nutrição de reprodutores demandam um grande número de peixes ativos sexualmente, bem como instalações adequadas e mão de obra qualificada para sua condução, tornando sua execução onerosa e complexa (RODRIGUES *et al.*, 2013). A falta de domínio tecnológico sobre sua reprodução dificulta a execução de tais pesquisas. Sabe-se, porém, que a nutrição e alimentação

influenciam diretamente a eficiência reprodutiva de peixes confinados, sendo determinantes para o sucesso da desova e qualidade do ovo e da larva (ROMAGOSA *et al.*, 2012).

Comumente a frequência de alimentação do pirarucu adotada por muitos tratadores é de uma vez ao dia, em seis dias na semana a uma taxa de 0,5% e 1% do peso vivo do peixe. Essa frequência é importante pois permite uma observação maior do produtor ou funcionário, podendo verificar qualquer mudança comportamental dos peixes relacionados a reprodução, como alteração na coloração das escamas, formação de casais, acasalamento, brigas e disputa por território. O comportamento alimentar dos reprodutores também sofre alteração, aumentando o consumo no período que antecede à reprodução e cessando durante o acasalamento, fase de incubação dos ovos e nos primeiros dias do cuidado parental (BEZERRA *et al.*, 2013). Para observar melhor esses comportamentos, é recomendado treinar os reprodutores a se alimentarem em horários fixos, em um local específico do viveiro (SEBRAE, 2013).

Estudos conduzidos por Nuñez *et al.*, 2011 mostraram a importância da oferta de ração de qualidade e em quantidade suficiente e a frequência de alimentação, onde observou que reprodutores que eram alimentados uma vez ao dia produzia mais alevinos do que aqueles que somente eram alimentados uma vez ao mês.

A proteína exerce papel fundamental na reprodução do pirarucu, sendo responsável na manutenção dos mecanismos fisiológicos reprodutivos, tais como maturação das gônadas, formação de gametas, fertilização de ovos e desenvolvimento inicial do ovo e da larva (WASHBURN *et al.*, 1990). De acordo com o NRC, 2011 a nutrição proteica adequada não se restringe apenas aos níveis de proteína da dieta, dependendo da qualidade da fonte de proteína utilizada, principalmente o perfil de aminoácidos e da relação proteína e energia.

Os lipídeos também são importantes na composição da dieta do pirarucu, especialmente os ácidos graxos insaturados, produzindo esteroides que atuam na fisiologia reprodutiva e resposta imune e compondo a principal fonte endógena de alimento para o embrião e a larva (NRC, 2011; ROMAGOSA *et al.*, 2012). A relação energia deve ser observada, pois altos níveis de energia na dieta pode prejudicar o desempenho reprodutivo ao proporcionar acúmulo de gordura na carcaça e cavidade celomática dos peixes e ao comprometer a utilização da proteína da dieta (ROMAGOSA *et al.*, 2012).

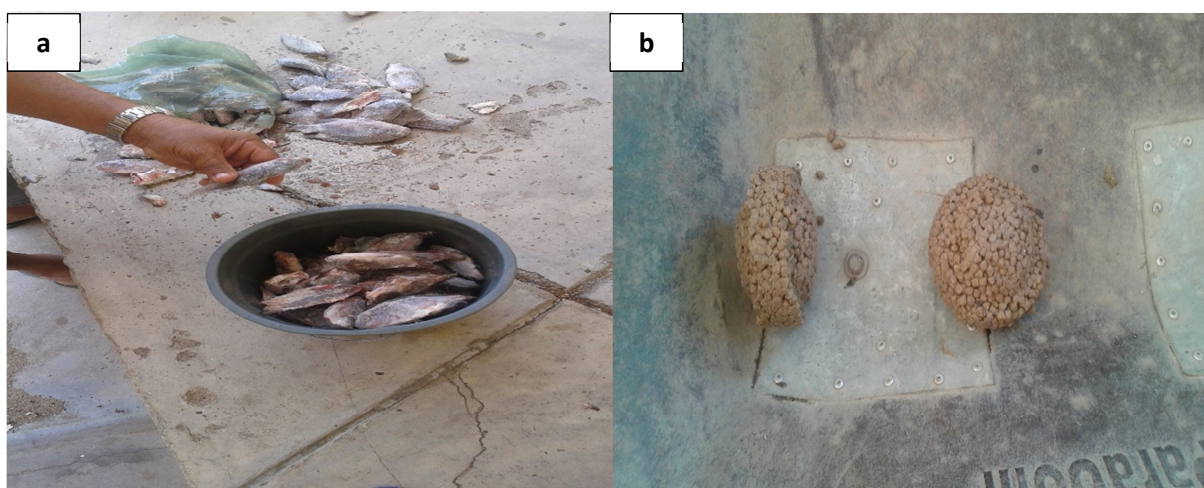
Como já foi dito anteriormente, estudos sobre a exigência nutricional de peixes, principalmente na fase adulta são escassos, inclusive em pirarucu. No entanto tais informações seriam necessárias para o desenvolvimento de rações balanceadas para essa fase, resultando em uma melhor eficiência reprodutiva. Em consequência da falta de rações que

atendam às necessidades nutricionais da fase adulta, a incorporação do alimento natural (peixes principalmente), foi um modo de tentar proporcionar melhores resultados.

A estocagem de peixes e posteriormente sua incorporação na ração comercial é uma prática de manejo muito utilizada por muitos piscicultores, contudo o consórcio de espécies forrageiras não é viável, pois podem preda os ovos e larvas do pirarucu no período de desova.

As chamadas “bolotas” são a mistura de peixe moído com a ração comercial e proporcionam uma boa fonte de proteína, oriunda da ração e do peixe utilizado (**figura 9**). Essa prática permite uma aderência da ração ao peixe, garantindo a ingestão da quantidade de alimento diária recomendada pela espécie. As bolotas depois de prontas, são mantidas em freezers até o seu fornecimento.

Figura 9 – Foto **a**, tilápias (*Oreochromis niloticus*) misturadas à ração comercial para a formação das bolotas, foto **b**.



Fonte: Roberto Augusto, 2016.

A frequência de arraçoamento varia de acordo com alguns fatores, tais como: a temperatura, espécie cultivada, tamanho e idade dos peixes e a qualidade da água. Normalmente a frequência de arraçoamento é maior nas fases iniciais de cultivo, sobretudo a temperatura é um dos fatores que define o número de vezes que a ração é ofertada, pois em baixas temperaturas o metabolismo dos peixes diminui, quando a temperatura se eleva o metabolismo aumenta e o fornecimento da ração deve acompanhar esse ritmo.

Peixes carnívoros, geralmente, só voltam a se alimentar depois de digerir sua refeição anterior. Por isso, fornecer alimentos duas vezes ao dia é o suficiente (OSTRENSKY e BOEGER, 1998).

6.2 Treinamento alimentar de alevinos

Ensinar peixes carnívoros a se alimentarem de ração comercial é uma atividade relativamente complicada para os piscicultores, sobretudo estressante para os animais, visto que é na fase de alevinagem que é feita a transição do alimento natural para a ração comercial. Apesar de possuir este hábito alimentar carnívoro, o que pode levar a uma exigência elevada de proteína, o pirarucu pode se habituar a alimentação com ração comercial, desde que submetido a um treinamento alimentar (CAVERO, 2003). Em geral, a realização do treinamento alimentar, resulta em diminuição de custo de produção, melhoria do crescimento, baixas taxas de mortalidade e maior assimilação dos alimentos inertes (KOLKOVSKY *et al.*, ROSELUND *et al.*, 1997; CYRINO, 2000).

Depois da fase de reprodução, as fases de larvicultura e alevinagem são as mais críticas no processo de produção do pirarucu (FRANCO-ROJAS; PELÁEZ-RODRÍGUEZ, 2007; LIMA *et al.*, 2015). A fase de alevinagem assim como a reprodução carece de estudos científicos e de tecnologias que propiciem uma melhor produtividade.

No início dessa fase, os animais consomem apenas alimento vivo, principalmente zooplâncton. Em laboratório, esse alimento pode ser fornecido na forma de concentrado de zooplâncton, capturado com uma rede de coleta apropriada, em viveiro previamente preparado (SEBRAE, 2013). A frequência de alimentação na fase inicial de larvicultura e alevinagem é de, no mínimo, oito refeições ao dia, divididas entre os períodos diurno e noturno, fornecendo uma concentração de aproximadamente 150.000 indivíduos de zooplâncton ou náuplios de artêmia/L por alimentação (CAVERO *et al.*, 2003).

Ainda não se sabe ao certo qual a quantidade de alimento em gramas deve ser fornecido as larvas e alevinos de pirarucu, por isso é importante verificar um leve abaulamento da região abdominal, caso isso seja visível mostra que os peixes já estão saciados. Essa observação é importante nessa fase pois o consumo excessivo de alimento pode levar os peixes a morte, devido ao grande abaulamento da região abdominal, que os impede de manter o equilíbrio da coluna d'água e, conseqüentemente, de respirar (SEBRAE, 2013).

É fundamental escolher o momento certo para iniciar o treinamento alimentar, visto que a mudança abrupta de alimento gera estresse aos peixes e pode, dependendo da idade e tamanho do animal não obtendo sucesso. Existe um determinado momento em que os peixes mudam de comportamento, ficando fácil realizar a transição. O treinamento dos peixes deve ser iniciado quando os alevinos atingem um tamanho médio entre 7 cm e 8 cm, fase em

que começam a procurar presas individuais de maior tamanho, parando para olhar e apreender organismos na água (FRANCO-ROJAS, 2005; SEBRAE, 2013).

A técnica relativamente simples, consiste em iniciar a alimentação dos alevinos com o alimento natural (zooplâncton ou artêmia) e gradualmente substituir este alimento pela ração comercial seca. O alimento natural é misturado em proporções decrescentes à ração final, sobretudo há variações na técnica, pois cada piscicultor utiliza suas proporções, seleciona animais de tamanhos diferentes daqueles encontrados na literatura, antecipa ou prolonga o período de treinamento e escolhe a seu modo a ração que será fornecida. Todas essas variações na técnica, influenciam na taxa de sobrevivência das espécimes ao final do treinamento, bem como o número final de espécimes que aceitarão a ração comercial.

De maneira ampla, o treinamento alimentar pode ser realizado com a captura dos alevinos de dentro dos viveiros, realoca-los em gaiolas e, a partir daí iniciar o acondicionamento. No entanto, a técnica foi sendo aprimorada e hoje já é possível realizar o treinamento no próprio viveiro sob o cuidado parental. Embora seja prático, os animais treinados sob cuidado parental apresentam resultados diferentes, no que diz respeito ao número de alevinos aptos a receberem a ração comercial, mostrando resultados semelhantes Cavero *et al.* (2003), Escorvo-Filho *et al.* (2004), Crescênio *et al.* (2005) e Queiroz (2009). Utilizaram metodologias de treinamento alimentar em alevinos de pirarucu baseadas na transição gradual para a ração seca comercial, empregando inicialmente zooplâncton ou *Artemia sp* e obtiveram índices de sobrevivência acima de 95% (**tabela 4**).

A ração utilizada no treinamento deve ser farelada ou de granulometria em torno de 1 mm a 1,5 mm, e apresentar concentração mínima de 45% em proteína bruta (CAVERO *et al.*, 2003; FRANCO-ROJAS, 2005; FRANCOROJAS; PELÁEZ-RODRÍGUEZ, 2007).

Tabela 4 – Treinamento alimentar sob três tratamentos, sobrevivência e percentual de consumidores de ração de alevinos de pirarucu, *Arapaima gigas*, no Campus II do CPA/DNOCS.

Tratamento	Sobrevivência (%)	Consumidores de ração
Copépodos	99,6±0,2 ^a	99±0,2 ^a
<i>Artemia sp</i>	98,6±0,3 ^a	99±0,3 ^a
Cuidado parental	-	10±0,2 ^b

Nota: Médias sinalizadas com a mesma letra não diferem entre si pelo teste t de *Student*.

Fonte: Carlos Riedel, 2012.

O condicionamento alimentar deve ser dividido em semanas, sendo que em cada semana a proporção de alimento natural vai diminuindo, até que na última, 100% da dieta seja composta apenas pela ração comercial, assim como mostra a **(tabela 5)**.

Tabela 5 – Treinamento alimentar dividido em 4 semanas sob diferentes composições

Período de treinamento	Composição da dieta
1º semana	75% de zooplâncton + 25% de ração
2º semana	50% de zooplâncton + 50% de ração
3º semana	25% de zooplâncton + 75% de ração
4º semana	0% de zooplâncton + 100% de ração

Fonte: DNOCS, 2016.

7 ASPECTOS DA REPRODUÇÃO DO PIRARUCU *Arapaima gigas*

A reprodução controlada e a produção de juvenis saudáveis são fundamentais para viabilização de qualquer indústria que tem como objetivo produzir uma espécie animal em cativeiro. No caso do pirarucu, espécie com grande potencial reconhecido para desenvolvimento de uma nova indústria, ficou claro que a produção de alevinos de qualidade era o entrave principal na produção em escala desse animal (SEBRAE, 2010), mostrando-se promissor na aquicultura industrial; porém, ainda há alguns problemas na produção de alevinos (RESENDE et al., 2008).

O pirarucu continua sendo reconhecida pelo IBAMA como espécie ameaçada, devido a pressão da pesca de peixes adultos pelo alto valor de sua carne.

A oferta de alevinos é limitada o que agrava mais ainda a pesca predatória dos animais adultos. Devido a urgência para a comercialização de carne de pirarucu, a tecnologia sobre sua reprodução em cativeiro teve que começar com a aprendizagem básica sobre o comportamento e o histórico natural da espécie (SEBRAE, 2010).

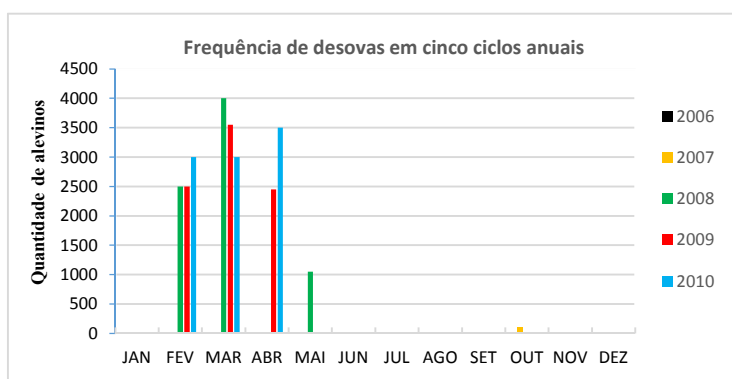
No entanto, anos de observação do pirarucu em cativeiro vem trazendo maior conhecimento do processo reprodutivo da espécie. São peixes que toleram adensamento e baixa qualidade de água, o que mostra sua capacidade genética de se adaptar a essas condições.

Atingem a maturidade sexual em torno de 4 a 5 anos de idade. Grande parte dos registros disponíveis na literatura indica que o pirarucu em cativeiro geralmente atinge maturidade sexual aos 4 ou 5 anos de idade, com peso entre 40 e 60 quilos (FONTENELE, 1953; SAINT-PAUL, 1986; IMBIRIBA, 2001). O processo reprodutivo é bastante complexo

e envolve a formação de um casal, a construção de um ninho e o cuidado parental exercido pelo macho e pela fêmea na proteção do ninho e das pós-larvas.

Sua coloração normal, que varia entre o marrom, castanho ou esverdeado, toma detalhes de vermelho intensificado na lateral dos animais (SEBRAE, 2010). O número e a intensidade da coloração das escamas varia, com o sexo e a aproximação do período de desova (FONTENELE, 1942). O início da época chuvosa sinaliza o ciclo reprodutivo do pirarucu. O ciclo reprodutivo do pirarucu, sobretudo os picos de desova, ocorre em diferentes regiões de sua extensa área de ocorrência (desde o Estado do Pará, no Brasil, até o Peru) e geralmente estão associados, como em outras espécies de peixes, a regime de precipitações pluviais (BAZZOLI, 2003). É na época chuvosa que os hormônios da reprodução são liberados em maior quantidade e, a partir daí iniciam-se as brigas entre machos e fêmeas para definir e defender seus territórios. Uma das principais características da espécie é a desova parcelada, podendo a fêmea desovar até duas ou mais vezes no ano (**gráfico 2**). O pirarucu se enquadra no grupo das espécies de maturação sexual parcial, apresentando até duas desovas anuais, desde que disponha de boas condições nutricionais e ambientais (FONTENELE, 1982). É considerado um peixe monogâmico, no entanto em cativeiro na ocorrência de morte de um dos parceiros, é possível a formação de um novo casal com ocorrência de desova depois de um certo período, mostrando que essa espécie preserva hábitos semelhantes aos ocorridos na natureza, porém pode sofrer mudanças no comportamento reprodutivo quando retirada da natureza (DNOCS, 2016).

Gráfico 2 – Número de alevinos de pirarucu, *Arapaima gigas*, nascidos no CPA/DNOCS durante os anos de 2006 a 2010.



Legenda: cada barra com cores distintas representa um ciclo anual. De Fevereiro a maio, ocorreram as maiores desovas.

Fonte: Carlos Riedel, 2012.

Fontenele (1948), estudando exemplares em cativeiro observou desovas de dezembro até maio. Na natureza o pirarucu se reproduz durante todo o ano e a maior incidência ocorre entre os meses de outubro a fevereiro segundo Guerra (1980).

7.1 Criação de ninhos e desova

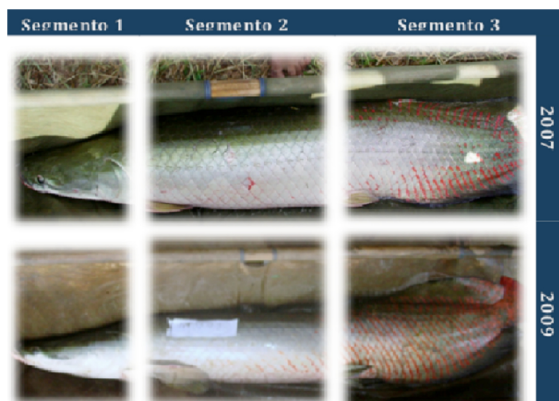
Normalmente, no início da época das chuvas as temperaturas são altas. Quando começa a chover, o comportamento dos peixes se modifica. Machos e fêmeas nesse período ficam mais avermelhados. As pancadas na água são forte indícios de competição entre machos e fêmeas para estabelecer territórios. A partir daí outros comportamentos surgem, como a agregação de peixes, nadando um em volta do outro, passam a nadar perseguindo o outro, até que passam a nadar juntos em paralelo. As brigas ficam mais frequentes e intensas e o casal formado luta para se manter.

Esses comportamentos de brigas intensas e cortejo podem durar semanas, ou podem acasalar logo em seguida, principalmente se estiverem no meio da época reprodutiva.

O próximo passo é a escavação e acabamento dos ninhos, que pode durar de uma a algumas semanas antes de receber a primeira desova. Esse serviço é realizado pelo macho geralmente, podendo a fêmea participar. O macho principalmente vai a superfície várias vezes respirar por conta do grande esforço físico realizado na escavação dos ninhos, bem como expõe a cauda fora da água algumas vezes. Fontenele (1953) observou um aumento na atividade do casal, com os peixes alternadamente assumindo uma posição vertical (de cabeça para baixo) chegando a mostrar a cauda fora da água. O autor atribuiu o comportamento dos reprodutores ao fato de estarem observando as larvas nos ninhos. Contudo esse comportamento está relacionado com a escavação dos ninhos e a própria desova, pelo revolvimento do solo no viveiro que turva a água nesse momento. O macho nessa época fica mais avermelhado nos flancos, no ventre e na região caudal (**figura 10**).

A manutenção dos ninhos é feita durante a estação inteira, até cinco meses do ano. O ninho principal acaba sendo mantido durante a estação inteira. Nesse aspecto é importante marcar o local exato onde a desova vai ocorrer, pois é nele que será feita a coleta de ovos e larvas. Sobretudo o conhecimento do local principal não quer dizer que ali exista apenas um ninho, pois o macho pode escavar três ou mais ninhos nesse mesmo local, mas evita que na prática de retirada dos ovos e larvas o tratador estresse os animais, evitando mortalidade.

Figura 10 – Exemplar de pirarucu *Arapaima gigas*, evidenciando, em dois momentos (2007 e 2009), diferenças nos padrões de coloração de escamas.



Fonte: Carlos Riedel, 2012.

Outros sinais precursoros da desova são: falta de interesse dos reprodutores pela ração e a região da cabeça totalmente enegrecida, coloração esta que se estende pela região do dorso até quase a inserção da nadadeira dorsal. Essa mudança na coloração constitui um caráter sexual secundário do pirarucu e tem por finalidade mascarar as larvas e pequenos alevinos, também pretos que nadam sobre a cabeça do pai. Esse recurso usado permite tornar as larvas menos visível aos predadores naturais, oferecendo melhores possibilidades de sua perpetuação. Caso a prole seja retirada do viveiro ou tanque, ou ainda que por qualquer motivo o pai tenha sido afastado das crias, alguns dias depois ele retomara a cor castanha que lhe é própria.

A fêmea passa várias vezes por cima do ninho durante a desova, com o macho fecundando cada parcela da desova (SEBRAE, 2010). Não há registros de informações sobre o tempo para a fêmea terminar a desova. O tempo para eclosão dos ovos, após a confecção do ninho e desova ainda não é conhecido claramente, segundo Fontenele (1953), o tempo de eclosão é de 3 a 5 dias após a desova, pelo comportamento de nado lento do pai e com cabeça abaixada em relação ao resto do corpo, indicando possíveis cuidados parentais a um cardume de larvas recém-nascidas. No entanto, Halverson acredita que as larvas de pirarucu deixam o ninho 7 dias após a desova e que só serão vistos em cardumes 9 a 10 dias após a desova.

A fêmea começa a chocar, ficando parada com a cabeça em cima do ninho, podendo permanecer até 45 minutos sem subir para respirar (SEBRAE, 2010). O macho nesse momento passa a vigiar o perímetro, geralmente fica numa distância de 5 a 10 metros do ninho, respirando com uma maior frequência, no entanto em alguns momentos de subida da fêmea, ele fica no lugar dela em cima do ninho. Por isso dificilmente ninhos com ovos ou larvas serão encontrados sem a presença do pai ou da mãe. A língua óssea além de servir para

agarrar ou esmagar presas, possivelmente serve para segurar de forma segura os ovos, principalmente durante a respiração (SEBRAE, 2010)

O ninho de pirarucu é uma escavação de forma circular, de diâmetro e profundidade variáveis, praticada pelos reprodutores no solo dos viveiros ou tanques que forneçam substrato para a sua confecção (**figura 11**). Os ninhos observados por Fontenele (1953), apresentaram profundidade inferior a 20 cm e um diâmetro ao redor de 50 cm.

Figura 11 – Comparação no tamanho do ninho de pirarucu *Arapaima gigas* e Tucunarés *Cichla ocellaris*, duas espécies carnívoras.



Fonte: Roberto Augusto, 2016.

O casal protege sua região e escolhe um local que apresente solo firme onde o macho cava com sua boca um ninho circular de mais ou menos 40 cm de diâmetro, com o centro do ninho mais fundo entorno de 20 cm. Logo após a construção a fêmea coloca os ovos, com +/- 2,5 mm de diâmetro, eles se acomodam no centro do ninho, em seguida o macho os fecunda, os ovos aderentes formam uma massa circular e coesiva, esse formato juntamente com a capacidade de aderência é de fundamental importância já que os machos quando se veem ameaçados, os coloca na boca e os leva para outro lugar seguro (SEBRAE, 2010).

Os ovos demoram no entorno de cinco dias para eclodir, e as larvas mesmo assim continuam mais quatro dias até que possam sair nadando do ninho, seguidas de perto pelo pai (SEBRAE, 2010).

8 MELHORAMENTO GENÉTICO

A importância da implantação de um programa de melhoramento genético de Pirarucu *Arapaima gigas*, bem como de outras espécies aquícolas vai além de elevar a

produtividade. O programa quando bem desenvolvido tem o poder de modificar o animal para que sirva a certo propósito ou se adapte a um dado ambiente, confere confiabilidade e consistência na produção, oferece soluções frente aos agentes patogênicos emergentes, pode auxiliar no suprimento da diferença entre demanda e a oferta de peixes como alimento, e permite o manejo da consanguinidade nas populações domésticas.

Na aquicultura a maior parte da produção se deriva de variedades não melhoradas, que quando são avaliadas, quase sempre surgem quando menos produtivas que suas concorrentes não domesticadas.

Em um sistema de cultivo deve-se pensar em trabalhar com espécies nativas, bem como inseri-las em programas de melhoramento por diversos aspectos, dentre eles: estão adaptadas ao ambiente e aos desafios que este apresenta, provavelmente serão aceitas rapidamente por produtores e consumidores da região, menor risco de dano ao ambiente e à biodiversidade caso escapem e por seu valor cultural. Algumas características também são desejáveis para a inserção de uma nova espécie num sistema de cultivo tais como: adaptação ao ambiente de cultivo; facilidade de identificação, sendo esta uma grande barreira ainda na criação do pirarucu e por último, mudanças na produção ou dar outro rumo ao programa de acordo com a necessidade do consumidor.

Segundo Ponzoni (2006), a implantação e desenvolvimento de programas de melhoramento genético que conduzam a ganhos genético expressivos e duradouros são sugeridas na literatura científica, que atendam aos critérios descritos a seguir:

- a) Descrição ou desenvolvimento do sistema de produção: o programa de melhoramento deve ser conduzido em condições ambientais semelhantes ao sistema de produção em que os peixes serão cultivados;
- b) Escolha da espécie, variedades e sistemas de cruzamento: fatores como adequação ao sistema de produção, interesse do mercado consumidor, disponibilidade de reprodutores e o domínio das técnicas de produção e reprodução, são determinantes na escolha da espécie, ou linhagem a ser utilizada;
- c) Formulação do objetivo de seleção: consiste em definir o que se deseja melhorar no sentido de atender as demandas do mercado consumidor. Os objetivos de seleção podem variar entre mercados consumidores, conduzindo a caminhos distintos para programa de melhoramento genético;

- d) Definição dos critérios de seleção: aponta para a eleição de características que serão usadas para definir a qualidade genética dos animais, de acordo com o objetivo de seleção pré-estabelecido. Devem ser de fácil mensuração, apresentar resposta a seleção e estar relacionadas com o objetivo de seleção;
- e) Delineamento do sistema de avaliação genética: este ponto trata da definição da metodologia empregada na determinação do mérito genético dos animais a partir dos dados coletados;
- f) Monitoramento e comparação de programas alternativos: consiste em estabelecer um sistema de avaliação do programa, de maneira que permita a checagem dos resultados, conduzindo a mudanças nos rumos, se necessário. O procedimento é feito comparando o desempenho das progênes dos animais selecionados com a progênie dos animais com desempenho médio, utilizados na população controle;
- g) Seleção dos animais e definição do sistema de acasalamento: refere-se à escolha de indivíduos que serão utilizados como reprodutores. O acasalamento destes animais deve ser realizado de forma que haja aumento no desempenho médio da nova população e dos ganhos genéticos, manutenção da taxa de consanguinidade em níveis aceitáveis e pequena redução da variabilidade genética.

São muitas as vantagens da criação de um programa de melhoramento genético de pirarucus, sendo elas: a domesticação dos peixes, uma uniformidade dos lotes, o controle da seleção não intencional e a padronização dos produtos garantindo uma maior aceitação do consumidor.

Para a elaboração de um programa de melhoramento genético, dentre várias questões a serem analisadas, duas devem ser definidas: quais os objetivos e critérios de seleção. Os objetivos de seleção de determinada população e determinada espécie, ou ainda, ou função destas, ponderadas pelos seus pesos econômicos, gerando um único valor, o agregado genotípico. O objetivo de seleção está intimamente relacionado com o sistema de produção, pois é importante melhorar características que são relevantes no sistema de produção no qual os animais no qual os animais selecionados serão produzidos. Os critérios de seleção são as características utilizadas para promover ganhos genéticos nas características que são objetivos do programa instalado.

Segundo Gjedrem (2000), os objetivos de seleção mais comuns em programas de melhoramento genético de espécies piscícolas são:

- a) Taxas de crescimento;
- b) Conversão alimentar;
- c) Resistência a doenças específicas;
- d) Qualidade a carne;
- e) Idade à maturação sexual.

Sobretudo, para Eknath *et al.* (1991), os objetivos de seleção não podem atender somente a produtores de peixes (engorda). Todos os outros segmentos, como produtores de alevinos e indústria de processamento, devem ser analisados, uma vez que a eficiência econômica de todos os segmentos permite uma cadeia produtiva viável. Logo, o desempenho reprodutivo (incubatório), e rendimento de filé (processamento), entre outras características, devem ser analisados como possíveis objetivos de um programa de melhoramento genético.

Contudo desempenho reprodutivo (incubatório) para o pirarucu não se adequa tanto assim, visto que sua desova é feita em ninhos com a presença do macho, a tilápia *Oreochromis niloticus* e todos do gênero *Oreochromis* fazem a incubação dos ovos na boca, sendo assim tal característica reprodutiva deve ser mais voltada para essa espécie.

No tocante as características dos critérios de seleção, algumas tem importância maior na piscicultura como, habilidade de reprodução em cativeiro, precocidade sexual, fertilidade que são ligadas a reprodução, características de carcaça como, rendimento de carcaça, medidas morfométricas e rendimento de filé e características de crescimento como, peso corporal, comprimento, altura e taxa de crescimento, além disso o *fitness*, ou seja a sobrevivência também pode entrar como característica de critérios de seleção.

O rendimento cárneo pra algumas espécies de peixes pode ser um bom objetivo de seleção, no entanto para o pirarucu pode não ser uma boa escolha, Rutten *et al.* (2005), chamam a atenção para o fato de que, em vários mercados, como o europeu e maior parte do asiático, os produtores não são remunerados pelas indústrias por peixes com maior rendimento, e sim, pelo peso vivo do animal. Apesar disso os objetivos de seleção podem ser alterados com certa facilidade, redirecionando o programa para novos horizontes.

Os objetivos de seleção não necessariamente são usados como características a serem medidas nos animais avaliados em programa de melhoramento genético. Por exemplo a

CA (conversão alimentar) raramente é avaliada em animais candidatos em um programa de melhoramento, por ter custos muito elevados.

As associações de características escolhidas como critério e os objetivos de seleção são estimadas por meio de correlações. Em um programa de melhoramento, diferentes métodos de seleção podem ser realizados dependendo do que se deseja melhorar no conjunto de fenótipos de interesse econômico. Os principais métodos são:

- a) Seleção individual ou massal: a decisão de escolher determinados animais é baseada no valor fenotípico destes. O peixe a ser selecionado deve apresentar valor fenotípico igual ou superior ao valor escolhido como limite para seleção. Esse tipo de seleção resulta em ganhos genéticos rápidos, contudo o produtor deve ficar atento, pois dependendo do tamanho da população sob seleção, pode levar a um aumento da consanguinidade;
- b) Seleção de pedigree: os animais selecionados são escolhidos baseados no desempenho dos pais, avós e mesmos ancestrais mais distantes. Esse método geralmente é de valor limitado se outras fontes de informações estiverem disponíveis;
- c) Seleção de famílias: as famílias são classificadas pelo seu desempenho médio e a escolha dos peixes é resultado da escolha das famílias. Nesse método de seleção o descarte é feito eliminando todos os peixes da família, bem como todos os peixes da família selecionada são mantidos no plantel. A seleção é feita neste caso com a diferença entre famílias e não entre indivíduos;
- d) Seleção dentro de família: os peixes são classificados primeiramente de acordo com o desempenho individual dentro de cada família e depois são escolhidos os melhores dentro de cada família;
- e) Teste de progênie: o valor genético do indivíduo é obtido pelo desempenho de sua progênie. Contudo não é muito utilizado em peixes devido à alta prolificidade.

Não existe um método de seleção mais eficaz que assegure 100% o ganho genético, deve-se escolher aquele que atenda as características que se deseja no produto final, que depende de suas variáveis, como herdabilidade e a resposta do genótipo ao ambiente ao qual está submetido. Herdabilidade é a proporção da variância fenotípica que é devido causada pela variação dos valores genéticos aditivos (LOPES, 2005). A tabela a seguir mostra valores de herdabilidade para algumas características de tilápias e outras espécies.

Tabela 7 – Valores de herdabilidade de características de tilápia *Oreochromis niloticus* e outras espécies. Continua na página 44.

Característica	$h^2 \pm EP$
Peso corporal (4 meses)	0,48
(12 meses)	0,49
Ganho em peso	0,25 – 0,38
Comprimento (12 meses)	0,34±0,05
(24 meses)	0,42
Taxa de crescimento	0,25
Altura (12 meses)	0,42
(24 meses)	0,69
Rendimento de carcaça	0,43±0,85
Percentagem de gordura	0,61±0,78
Tamanho do ovo	0,20±0,05
Número de ovos	0,16±0,10
Idade à maturidade sexual	0,48±0,20

Fonte: Gjedrem, 2000.

Existem dois sistemas de acasalamento mais utilizados nos animais domésticos o acasalamento ao acaso ou pan mixia que diz que qualquer indivíduo tem igual chance de se acasalar com outro do sexo oposto. Logo, a formação dos zigotos (genótipos) é realizada como consequência de uma união ao acaso de gametas, e o sistema de acasalamento preferencial ou seja, pode ser feita considerando o fenótipo ou o parentesco dos reprodutores e leva a “concentração” do patrimônio genético do grupo preferido na população. O preferencial pode ser negativo ou positivo. O negativo consiste em acasalar animais de fenótipos diferentes, já o positivo é o acasalamento entre animais de mesmo fenótipo ou fenótipos semelhantes. Na ausência de seleção o acasalamento preferencial altera as frequências genóticas mas, mantém as frequências gênicas inalteradas.

O Brasil ainda não possui um programa de melhoramento genético específico para o pirarucu *Arapaima gigas*, sendo assim as técnicas de seleção empregadas são baseadas apenas no fenótipo dos animais. Valores de herdabilidade para diversas características ainda são desconhecidas, tomando por base assim, dados de outras espécies. A principal técnica de identificação sexual realizada por piscicultores, ainda limitam a elaboração de pesquisas com

o melhoramento dessa espécie, entretanto as características de adaptabilidade e rusticidade do pirarucu mostra que ele tem potencial genético a ser explorado, basta que mais pessoas vejam isso e pesquisas venham a ser feitas, para que, a partir do conhecimento pleno da espécie programas de melhoramento possam ser criados.

9 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Durante o estágio muitas atividades puderam ser realizadas e serão descritas mais a frente, no entanto, algumas ligadas à reprodução não puderam ser acompanhadas, pelo fato do período de estágio não abranger a época de reprodução do pirarucu, que se inicia no começo do ano.

9.1 Monitoramento dos parâmetros físico-químicos

No processo produtivo do pirarucu *Arapaima gigas*, foram feitos acompanhamentos dos parâmetros físico-químicos considerados mais relevantes num sistema de cultivo. A temperatura, pH, oxigênio dissolvido, são os únicos que são monitorados com frequência no Centro de Pesquisas tanto para os viveiros de pirarucu, quanto os de outras espécies. O pHmetro foi utilizado para a leitura do pH e também da temperatura, o oxímetro mensura o teor de oxigênio dissolvido e também indica a temperatura. As leituras são feitas três vezes por dia durante 3 dias na semana juntamente com alunos da turma de Aquicultura da escola Técnica de Pentecoste-CE (**figura 12**). Os horários das leituras são sempre às 7:00, 10:00 e 15:00 horas onde, depois são anotadas em tabelas organizadas com data, hora e número do viveiro como mostra a (**tabela 6**).

Figura 12. Foto **a**, leitura do pH da água com o pHmetro, foto **b**, valores do pH e temperatura de viveiros de reprodução e foto **c**, mensuração da temperatura e oxigênio no Oxímetro.



Fonte: Roberto Augusto, 2016.

A frequência do monitoramento dos parâmetros indicou muitas vezes condições desfavoráveis da água, onde alguns processos importantes no manejo do pirarucu e de outras espécies foram reduzidos como a frequência de arraçoamento e adubações que favorecem para uma mudança nos parâmetros de qualidade de água. No entanto, algumas práticas como a despesca e transferência de casais se tornaram mais frequentes, permitindo a renovação de água dos viveiros e ao mesmo tempo analisando cada espécime, quanto a sua sanidade e crescimento.

Tabela 6 – Modelo de tabela utilizada pelo DNOCS para o monitoramento semanal dos parâmetros físico-químicos dos viveiros de pirarucu *Arapaima gigas*.

Data ___ / ___ / ____							
N° viveiro	Temp. °C	pH	O.D	N° viveiro	Temp. °C	pH	O.D
1	7:00 hs			4	7:00 hs		
	10:00 hs				10:00 hs		
	15:00 hs				15:00 hs		
2				5			
3				6			

Fonte: DNOCS, 2016.

9.2 Calagem de viveiros

A calagem dos sedimentos do fundo dos viveiros de aquicultura tem o objetivo de neutralizar a acidez da camada superficial desses sedimentos, e aumentar a concentração da alcalinidade total e da dureza total da água (THOMASTON & ZELLER, 1961). Em geral a calagem dos sedimentos do fundo dos viveiros de aquicultura tem o objetivo de neutralizar a acidez da camada superficial desses sedimentos, e aumentar a concentração da alcalinidade total e da dureza total da água (THOMASTON & ZELLER, 1961).

No Centro de Pesquisas a prática de calagem é bem utilizada, controlando a acidez nos viveiros. A Cal virgem (CaO) foi utilizada na proporção de 1000-1500 kg/ha ou 80g/m² para que o viveiro alcançasse valores de pH entre 7,0 e 8,0. O pH do viveiro que foi

corrigido estava abaixo de 7,0 essa diferença é normal em viveiros de água doce que geralmente varia entre 6,0 e 9,0 e durante o dia a variação pode ser de uma ou duas unidades de pH.

O viveiro escolhido para a realização da calagem tem 300 m², 2,5% de declividade para a caixa coletora e aproximadamente 1m de profundidade. No momento o viveiro em questão se encontra desativado e a calagem feita serviu apenas para demonstração de como a pratica realmente é realizada (**figura 13**).

Figura 13 – Prática de calagem de viveiros no Centro de Pesquisas Rodolpho von Ihering



Fonte: Roberto Augusto, 2016.

9.3 Alimentação

Em relação a alimentação do pirarucu, as bolotas fabricadas com ração comercial e tilápias congeladas, são fornecidas pelo menos 1 vez por semana aos reprodutores, uma vez que essa categoria possui uma exigência maior de proteína e energia. As etapas no modo de preparo das bolotas são bem simples e consiste em: umedecer a ração comercial com água, para dar plasticidade e aderência, moer os peixes que irão ser misturados a ração que pode ser feito em um moedor de carne elétrico comum, depois de moídos misturar a massa formada à ração extrusada até sua completa homogeneização. Não há uma proporção fixa para a quantidade de peixes que será adicionada a ração, a quantidade vai depender da ração que está sendo utilizada, bem como o tamanho do peixes que irão ser incorporados a ração. Sobretudo o DNOCS adota uma proporção de 1:5, ou seja 1 kg de peixe para cada 5 kg de ração. Após a homogeneização da mistura, porções são retiradas e colocadas em um aparelho criado por um funcionário do Centro de Pesquisas, que consiste basicamente em uma prensa que empurra a porção para um pedaço de cano que vai dar forma as bolotas (**figura 14**). As bolotas podem ser feitas manualmente sem a utilização de aparelhos, no entanto vai necessitar de uma mão de obra maior, além dos diferentes tamanhos que irão aparecer. O intuito da fabricação dessas

bolotas é aliar a proteína da ração com a proteína do peixe, aumentando palatabilidade desse agregado.

Figura 14 – Etapas da fabricação das bolotas para a alimentação de reprodutores. Foto 1, tilápia congelada sendo moída, foto 2, umedecimento da ração extrusada, foto 3, mistura (ração+peixe) sendo colocada na aparelho e foto 4, retirada da bolota do aparelho.



Fonte: Roberto Augusto, 2016.

9.4 Identificação sexual

A identificação sexual é um ponto muito importante principalmente na reprodução, onde a formação de casais para o acasalamento depende basicamente da correta sexagem dos peixes. Alguns exemplares foram retirados dos viveiros para que fosse feita a sexagem, o treinamento visual acerca da coloração das escamas e a visualização dos órgãos genitais na parte ventral de machos e fêmeas, onde os machos apresentam 2 orifícios (uretra e ânus) e as fêmeas apresentam 3 (uretra, oviduto e ânus) foram as principais formas utilizadas para identificação das espécimes, (**figura 15**). Esse processo de visualização dos órgãos requer pratica e habilidade principalmente em animais jovens, onde a visualização se torna mais difícil.

Figura 15 – Visualização da coloração das escamas e órgãos genitais na região ventral. Fotos





Fonte: Roberto Augusto, 2016.

9.5 Seleção de reprodutores

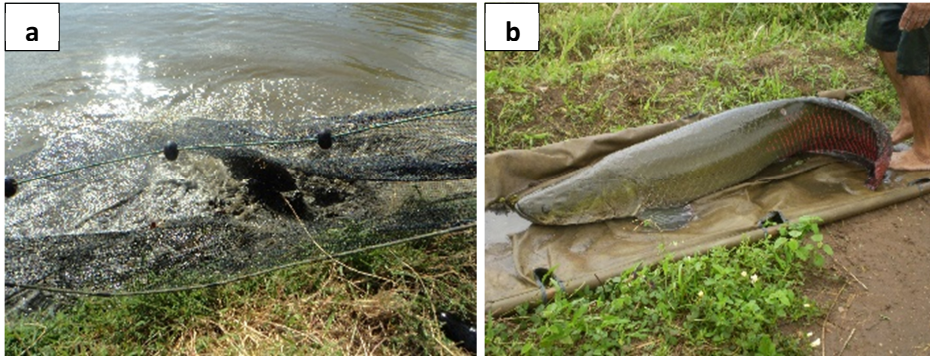
A seleção de reprodutores foi feita baseada apenas no fenótipo de fêmeas e machos, pelo comprimento e peso principalmente e que possuam bom estado sanitário, com ausência de deformidades no corpo como perda de escamas e exoftalmia. Além disso o comportamento explosivo na tentativa de fuga durante sua captura indicam bom estado das espécimes. Em relação ao peso e comprimento dos machos deve-se atentar para que se forme casais proporcionais com semelhança nas duas características, pois de acordo com relatos de funcionários, a fêmea não aceita um macho maior que ela, ficando assustada e se afastando dele, quase sempre esses casais com grande diferença de tamanho não se acasalam no período reprodutivo.

9.6 Despesca e transporte

Uma das etapas importantes no manejo do pirarucu diz a respeito à despesca e transporte dos peixes, uma vez que as espécimes apresentam respiração aérea e, portanto, qualquer estresse nesses processos pode levar a um afogamento, apesar da sua resistência até mesmo fora d'água, alguns cuidados devem ser tomados.

A captura das espécimes pra realização de manejos de rotina como biometria ou realocação em viveiros era feita com redes de arrasto, “fechando” o viveiro no sentido para a caixa coletora, formando uma bolsa impedindo a fuga dos animais. Após fechar a área do viveiro com a rede, os animais eram retirados um a um e transportados em macas, que suportam peixes de até 100 kg. As macas utilizadas são fabricadas de material liso para não machucar os peixes, de coloração escura, que os tranquiliza quando fechadas, possuem aberturas laterais para a drenagem de água e peso de 2,5 kg (**figura 16**).

Figura 16 – Foto **a**, utilização da rede de arrasto na captura do pirarucu e foto **b**, maca de transporte utilizada no Centro de Pesquisas Rodolpho von Ihering - DNOCS.



Fonte: Roberto Augusto, 2016.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estágio supervisionado me proporcionou conhecer muitas coisas novas, principalmente sobre a piscicultura de água doce. O Centro de Pesquisas Rodolpho von Ihering em parceria com outros órgãos de pesquisas, realiza atividades importantes no manejo e cultivo de espécies nativas e exóticas. Pude colocar em prática tudo o que aprendi em sala de aula, conhecer grandes profissionais e adquirir experiência. O pirarucu tem sua importância na ictiofauna brasileira, é responsável por grande parte do sustento e alimentação de comunidades ribeirinhas na Amazônia, contudo ainda falta conhecimento sobre a biologia da espécie, bem como técnicas de manejo que proporcionem ganhos significativos na produção. A escassez de trabalhos mostra que a produção de pirarucu, ainda caminha a passos lentos, principalmente no Nordeste do Brasil, mais incentivos devem ser voltados para essa espécie, estratégias de marketing e a criação de um programa de melhoramento que possa explorar todo o potencial genético do “gigante” da Amazônia.

REFERÊNCIAS

- ALCÁNTARA, B. F. **Observaciones sobre el comportamiento reproductivo del paiche, *Arapaima gigas*, em cautiveiro.** Informe Insituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), *Folia Amazonica*, 1990, 4 p.
- AMARAL, Ellen; *et al.* **Manejo de pirarucus (*Arapaima gigas*) em lagos de várzea de uso compartilhado entre pescadores urbanos e ribeirinhos.** Tefé-AM, 2011. 50 p.
- BARD, J.; IMBIRIBA, E. P. **Piscicultura do pirarucu *Arapaima gigas*.** Belém: EMBRAPA – CPATU. (Circular Técnica. 52). 1986. 17 p.
- BOCANEGRA, F. A.; WUST, W. H.; MARTIN, S. T.; ALFARO, M. R.; TORRES, D. D. C. **Paiche. El gigante del Amazonas.** Instituto de Investigaciones de la Amazônia Peruana, Iquitos, Peru, 2006.
- BOSCOLO, Wilson Rogério, *et al.* **Nutrição de peixes nativos,** Revista Brasileira de Zootecnia. Jaboticabal-SP, 2011. R. Bras. Zootec., v.40, p.145-154.
- BRANDÃO, Franmir Rodrigues; GOMES, Levy de Carvalho; CHAGAS, Edsandra Campos. **Respostas de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura.** Vol. 36. Manaus, 2006. 349 – 356 p.
- CARREIRO, Carlos Riedel Porto. **Inovações tecnológicas na sexagem, manejo reprodutivo e crescimento do pirarucu, *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822), (Actinopterygii, Arapaimidae) cultivado no Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolpho von Ihering (CPA) do DNOCS, Pentecoste, Estado do Ceará.** 2012. 136 f.: Tese (doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia de Pesca, Fortaleza-CE, 2012.
- CARVALHO, L.O.D.M.; NASCIMENTO, C.N.B. **Engorda de pirarucus, *Arapaima gigas*, em associação com búfalos e suínos.** Belém: Embrapa-CPATU, 1992. 21p. (Circular Técnica, 65).
- CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce.** Jaboticabal: FUNEP, 1992. 189 p. PÁDUA, D.M.C. Fundamentos de piscicultura. Goiânia: Ed. UCG, 2001. 341 p.
- CAVERO, Bruno Adan Sagratzki *et al.* **Efeito da densidade de estocagem sobre a eficiência alimentar de juvenis de Pirarucu (*Arapaima gigas*) em ambiente confinado.** Acta Amaz., Manaus , v. 33, n. 4, p. 631-636, Dec. 2003.
- CAVERO, B.A.S.; PEREIRA-FILHO, M.; BORDINHON, A.M.; FONSECA, F.A.L.; ITUASSÚ, D.R.; ROUBACH, R; ONO, E.A. **Tolerância de juvenis de pirarucu ao aumento da concentração de amônia em ambiente confinado.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 2004, 39:513-516.
- CAVERO, B.A.S.; ITUASSÚ, D.R.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; BORDINHON, A.M.; FONSECA, F.A.L.; ONO, E.A. **Uso de alimento vivo como dieta inicial no treinamento alimentar de juvenis de pirarucu.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, p.1011-1015, 2003.

CRESCÊNIO, R. **Treinamento alimentar de alevinos de pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829), utilizando atrativos alimentares.** Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas. Manaus, 2001, Amazonas. 35p.

CRESCÊNIO, A. M. *et al.* **Influência do período de alimentação no consumo e ganho de peso do pirarucu.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.40, n.12, p.1217-1222, 2005.

CYRINO, J.E.P.; OLIVEIRA, A.M.B.M.S; COSTA, A.B. (**Curso: Introdução à Piscicultura**). Homepage. Disponível em: <http://projetopacu.com.br/public/paginas/215-apostila-esalq-curso-atualizacao-em-piscicultura.pdf>. Acesso: 04 de Agosto 2012.

DEMARCO, Sandra Morelatto. **Criação de tilápia do Nilo.** 2013. 36 p. Monografia (graduação em tecnologia em aquicultura), Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2013.

DIAS, Marcos Tavares; MARIANO Wagner dos Santos. **Aquicultura no Brasil: Novas perspectivas.** São Carlos: Pedro & João Editores, 2015. 429p.

ELER, Joanir Pereira. **Teorias e métodos em melhoramento genético animal: I bases do melhoramento genético animal / Joanir Pereira Eler –Pirassununga, 2014.** 241 f.

EMBRAPA PESCA E AQUICULTURA. **Piscicultura de água doce multiplicando conhecimentos**, 1. ed. Brasília, 2013. p 1-17.

EMBRAPA PESCA E AQUICULTURA, **Alimentação e nutrição do pirarucu (*Arapaima gigas*)**, 1. ed. Palmas - TO, 2015. p. 1-32.

FALCONER, D.S. **Introdução à Genética Quantitativa.** Viçosa, MG: UFV, 1981, 279 p. (Tradução: SILVA. M.A. & SILVA, J.C.).

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **“O Estado das Pescas e da Aquicultura no Mundo”.** Roma, 2014. Disponível em:<
<http://www.fao.org/news/story/pt/item/232037/icode/>> Acesso em 30 de Abril 2016.

FONSECA, Flávio Augusto Leão da, *et al.* **NOTAS CIENTÍFICAS: Uso de alimento vivo como dieta inicial no treinamento alimentar de juvenis de pirarucu.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 38, n. 8, p. 1011-1015, ago. 2003.

FONTENELE, O. **Contribuição para o conhecimento da biologia do pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier) em cativeiro (Actinopterygii, Osteoglossidae).** Revista Brasileira de Biologia, Rio de Janeiro, 1948, v.8, n.4, p.445 – 459.

FONTENELE, O. **Hábitos de desova do pirarucu *Arapaima gigas* (CUVIER) (PISCES: Isospondyli, Arapaimidae), e evolução da sua larva.** Publicação N° 153. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS. Fortaleza, 1953, 15p.

GIRÃO, Mauro Vinicius Dutra. **Avaliação dos procedimentos de introdução do pirarucu (*Arapaima gigas*) na região Nordeste: retrospectiva histórica, situação atual e perspectivas**

futuras. 2007. viii, 64 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

IMBIRIBA, E. P. **Produção e manejo de alevinos de pirarucu, *Arapaima gigas* (CUVIER)**. *Bol. EMBRAPA-CPATU*, 1991, 19p.

IMBIRIBA, E. P. **Reprodução, larva e alevinagem de pirarucu (*Arapaima gigas*)**. Belém EMBRAPA-CPATU. (EMBRAPA-CPATU. Recomendações básicas, 26), 1996. 4p.

IMBIRIBA, E.P, *et al.* **Criação de Pirarucu**. Empresa Brasileira de Agropecuária. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazonia Oriental. Brasília: EMBRAPA-SPI, (Coleção Criar, 2), 1996, 93p.

IMBIRIBA, Emir Palmeira. **Potencial de criação de Pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro**. *Acta Amaz.*, Manaus , v. 31, n. 2, p. 299, June 2001.

ITUASSU, Daniel Rabello et al. **Níveis de proteína bruta para juvenis de pirarucu**. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 40, n. 3, p. 255-259, Mar. 2005.

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. Jundiaí: Kubitza, 2003. 229p.

KUBITZA, Fernando; ONO, Eduardo Akifumi; CAMPOS, João Lorena. **Panorama da Aquicultura: os caminhos da produção de peixes nativos no Brasil**. Vol. 17, nº102, 2007. 23 p.

MACEDO, Carla Fernandes; H. SIPAÚBA-TAVARES, Lúcia. **Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações**. *Bol. Inst. Pesca*, São Paulo, 2010. p. 149 – 163.

MPA - **Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2015**. Disponível em:< http://www.mpa.gov.br/files/docs/Boletim_MPA_2011_pub.pdf > acesso em 30 de Abril 2016.

MEYER, G.; FRACALOSI, D.M.; BORBA, M.R.A. Importância da quantidade de energia na ração de peixes. *Panorama da Aquicultura*, v.14, p.53-57, 2004.

OLIVEIRA, Adriano Teixeira de, *et al.* **Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo**. 1. ed. Amapá, 2009. 724 p.

OSTRENSKY, Antônio; BOEGER, Walter. **Piscicultura Fundamentos e Técnicas de Manejo**. Guaíba – RS: Livraria e Editora Agropecuária, 1998. 214 p.

OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. **Piscicultura: Fundamentos e técnicas de manejo**. 1998, 211 p.

PEREIRA, Jonas Carlos Campos. **Melhoramento genético aplicado à produção animal / Jonas Carlos Campos Pereira**. - 5. ed. - Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2008. 617p.
PEREIRA-FILHO, Manoel et al. **Cultivo do Pirarucu (*Arapaima gigas*) em viveiro escavado**. *Acta Amaz.*, Manaus , v. 33, n. 4, p. 715-718, Dec. 2003.

QUEIROZ, Júlio Ferraz de; BOEIRA, Rita Carla. **Calagem e Controle da Acidez dos Viveiros de Aquicultura**. Jaguariúna-SP, Embrapa Meio Ambiente, dezembro de 2006, p.1-8.

SALVO-SOUSA, R. H.; Val, A. L. 1990. **O gigante das águas doces**. *Ciência Hoje*, 11:9-12.

SANTOS, Raimundo Daniel dos. **Acompanhamento teórico e prático, no manejo reprodutivo da tilápia (*Oreochromis niloticus*) realizado no Centro de Pesquisa em Aquicultura, do DNOCS Pentecoste-Ceará, em virtude da aquisição de alevinos para comercialização**. 2016. 32 p. Monografia (Graduação em Engenharia de Pesca), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, 2016.

SEBRAE, **Manual de boas práticas de reprodução e cultivo do Pirarucu em Cativeiro**. Porto Velho, Sebrae – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. 2010.

SILVA, M.A. **Melhoramento animal (Métodos de seleção)**. Viçosa, MG: UFV. 1982, 51p.

SOUZA, Rosália Furtado Cutrim et al **Períodos de condicionamento alimentar de juvenis de pirarucu na transição da alimentação de ração úmida para seca**. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 50, n. 7, p. 622-625, July 2015.

VINATEA, L. A. 1997. **Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura**. Florianópolis, Ed. da UFSC. 166p.

ZIMERMANN, S.; RIBEIRO, R. P.; VARGAS, L.; MOREIRA, H. L. M. **Fundamentos da moderna aquicultura**. Canoas: Ed. ULBRA, 2001. 200 p.