

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE PESCA**

**AVALIAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE INTRODUÇÃO DO PIRARUCU
(*Arapaima gigas*) NA REGIÃO NORDESTE: RETROSPECTIVA HISTÓRICA,
SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS FUTURAS**

MAURO VINICIUS DUTRA GIRÃO

**FORTALEZA
2007**

**AVALIAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE INTRODUÇÃO DO PIRARUCU
(*Arapaima gigas*) NA REGIÃO NORDESTE: RETROSPECTIVA HISTÓRICA,
SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS FUTURAS**

MAURO VINICIUS DUTRA GIRÃO

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PESCA, COMO PARTE DOS
REQUISITOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE PELA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ.**

**FORTALEZA
2007**

Esta dissertação foi submetida à coordenação do programa de pós-graduação em Engenharia de Pesca, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos necessários a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Pesca, outorgado pela Universidade Federal do Ceará e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca de Ciências e Tecnologia de referida Universidade.

A transcrição de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de acordo com as normas da ética científica.

Mauro Vinicius Dutra Girão

DISSERTAÇÃO APROVADA EM ____ / ____ / ____

Prof. Dr. Manuel Antônio Andrade Furtado Neto
Departamento de Engenharia de Pesca – UFC
Orientador

Prof. Dr. José Renato de Oliveira César
Departamento de Engenharia de Pesca – UFC

Prof. Dr. Vicente Vieira Faria
Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR/UFC

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1. Aqüicultura e Piscicultura	14
2.2. <i>Arapaima gigas</i>, o Pirarucu	16
2.3 Importância econômica do pirarucu	20
2.4 Sistemas de cultivo de pirarucu	21
2.4.1 Sistema Semi-Intensivo	22
2.4.2 Sistema Intensivo	22
2.4.3 Sistema Super-intensivo / Tanques – Rede	22
3. METODOLOGIA	24
3.1 Aspectos históricos da introdução do pirarucu da década de 1930	24
3.2 Aspectos metodológicos do cultivo de pirarucu da década de 2000	24
3.3 Projeto piloto de aplicação de técnicas de RAPD e citogenética para determinação do sexo do pirarucu em cultivo	27
3.3.1 RAPD	27
3.3.2 Citogenética	29

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Introdução do pirarucu da década de 1930	30
4.2. Descrição do manejo adotado na introdução do pirarucu da década de 2000	39
4.2.1 Plantel 1	39
4.2.1.1 Transporte e acondicionamento	39
4.2.1.2 Procedimentos de cultivo. Plantel 1: arraçoamento	40
4.2.1.2.1 Viveiros	40
4.2.1.2.2 Tanques-rede	41
4.2.2 Plantel 2	43
4.2.2.1 Origem, transporte e acondicionamento	43
4.2.2.2 Reprodução	44
4.2.3 Plantel 3	45
4.2.3.1 Transporte e acondicionamento	45
4.2.3.2 Treinamento alimentar de alevinos	46
4.2.3.3 Comercialização de alevinos	49
4.3 Projeto piloto do uso de técnicas de RAPD e citogenética para determinação sexual do pirarucu	52
4.4 Cariótipo	53
5. CONCLUSÕES	56
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Visão superior das escamas de exemplar vivo de pirarucu, *Arapaima gigas*. A cor vermelha da orla posterior das escamas é característica da espécie. 16
- Figura 2** – Exemplares de pirarucu pertencentes ao Plantel 1 do CPA (50 – 100 cm de comprimento total). 26
- Figura 3** – Exemplar de pirarucu pertencente ao plantel 2 do CPA (> 100 cm de comprimento total). 26
- Figura 4** – Exemplar de pirarucu pertencente ao plantel 3 do CPA (aproximadamente 30 cm de comprimento total). 27
- Figura 5** - Aplicação do estimulante mitótico Munolan® no arco branquial de alevino de pirarucu. 29
- Figura 6** - Técnicos do DNOCS com exemplar de pirarucu (à esquerda, o biólogo Osmar Fontenele). 32
- Figura 7** – Captura anual de pirarucu, entre 1948 e 1980, nos sete açudes utilizados para introdução desta espécie na região Nordeste. 36
- Figura 8** - Ração elaborada no CPA para alimentação de juvenis de grande porte. Dimensões aproximadas: 60 mm diâmetro e 140g. 40
- Figura 9:** Caixa de fibra de vidro de 310L contendo alevinos de pirarucu, provenientes de desova ocorrida no CPA. 47

- Figura 10:** Padrão de polimorfismo de RAPD em *A. Gigas*. O DNA total foi amplificado utilizando-se o primer OPF-03. A variavel analisada foi sexo: colunas 1 a 9: fêmea; colunas10 a 18: macho. Setas indicam bandas polimorficas. Modificado de RIBEIRO (2007). Pentecoste, CPA, 2006. 52
- Figura 11 –** Padrão de polimorfismo de RAPD em *A. Gigas*. O DNA total foi amplificado utilizando-se o primer OPF-03. A variavel analisada foi sexo: fêmeas, colunas 1 e 2; machos, colunas 3 e 4. Nao se observou banda polimorfica relacionada a sexo. Colunas 5 a 13 mostram padrão polimorfico de individuos de sexo desconhecido. Pentecoste, CPA, 2007. 53
- Figura 12:** Cariótipo de *A. gigas* apresentando número diplóide $2n=56$, com três pares de cromossomos metacêntricos, 11 sub-metacêntricos, e 14 acrocêntricos. Bar = $5\mu\text{m}$. Fortaleza, UFC, 2007. 54
- Figura 13:** Cariótipo *A. gigas* oriundo de populacoes selvagens do rio Araguaia, Tocantins. Bar = $5\mu\text{m}$. Modificado de MARQUES (2003). 55

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Reservatórios nordestinos em que foram introduzidos juvenis de pirarucu, com indicação de data de introdução e número de exemplares.	34
TABELA 2 – Lista dos municípios/Estados de origem de compradores de alevinos de pirarucu do CPA, com indicação do número de exemplares e comprimento médio.	51

RESUMO

A piscicultura nacional encontra-se em franco desenvolvimento, com destaque para a Região Nordeste. Atualmente existe uma demanda por novas técnicas de cultivo de espécies nativas, visto que a maior parte da produção nacional se baseia no cultivo de espécies exóticas. O pirarucu é uma espécie nativa com grande potencial para a produção. A primeira tentativa de introdução do pirarucu no nordeste se deu na década de 1930 em setes açudes. Estas populações de pirarucu serviram de fonte alimentar alternativa ao homem, porém, não controlaram a densidade de populações de peixes indesejados, como piranhas. Os estoques de pirarucu destes açudes foram esgotados após 40 anos de sua introdução, tendo redes de espera como possível principal fator contribuinte para isto. Fatores indiretos incluem a falta de fiscalização da pesca e o fim do período de defeso. No atual programa de re-introdução, conduzido pelo DNOCS a partir da década de 2000, os pirarucus são manejados em cativeiro. Em geral, a metodologia de transporte, acondicionamento, reprodução e treinamento alimentar de pirarucu em cativeiro, tem sido eficientes. A melhor taxa de arraçoamento de alevinos tanto em viveiros quanto em tanques foi de 2% da biomassa em ração. As desovas em cativeiro ocorreram entre os meses de agosto e fevereiro. A comercialização de alevinos abrangeu quatro Estados nordestinos e um da região norte. Uma das dificuldades para o cultivo do pirarucu é a ausência de caracteres externos que identifiquem o sexo de exemplares vivos. Resultados de um projeto piloto conduzido neste estudo restringem a utilidade de um determinado primer de RAPD e citogenética para identificação do sexo do pirarucu.

ABSTRACT

The national fish farming production is vastly increasing, especially in northeastern Brazil. There is currently a demand for new management techniques for native species. This is because most of Brazilian production is based on farming of exotic species. The bonytongue is a native species with great potential for farming. The bonytongue was first introduced in the northeastern Brazil in late 1930's in seven dams. These bonytongue populations served as food resources for human populations, but did not control populations of undesirable fish species, as piranhas. The stocks of bonytongue populations in these dams were depleted after 40 years of its introduction. One main reason for this depletion is likely to be the use of drift nets. Other indirect factors be lack of fishery law enforcement. The current bonytongue re-introduction program, conducted by DNOCS, started in the decade of 2000 and have bonytongue fishes managed in fish farms. Overall, the methods employed for transport, acclimatization, reproduction and food training may be considered satisfactory. The best feeding rate for neonates was 2% of total biomass. Reproduction occurred between August and February. Neonate bonytongues were traded and taken to cities both in the Northeastern and North regions. One difficult for managing bonytongues is the absence of external characters for sexual identification. Results of a pilot project conducted in this study restrict the usefulness of one RAPD marker and cytogenetics for sexual determination of bonytonges.

1. INTRODUÇÃO

A aqüicultura é o setor de produção de alimentos que mais cresce no mundo. Sua produção vem crescendo anualmente 29,9% devido ao aumento de consumo *per capita* que representa 20% de toda proteína consumida. Os peixes de água doce formam o principal grupo de espécies cultivadas chegando ao volume de 21.938 mil toneladas no ano de 2002 (FAO, 2004).

A aqüicultura no Brasil possui grandes possibilidades de desenvolvimento devido à abundância de recursos hídricos, diversidade ictiológica (PEREIRA-FILHO & ROUBACH, 2005), grande área territorial e clima favorável (ARAÚJO, 2003). A piscicultura brasileira começou a ser implantada por volta da década de 1930. Devido ao pouco conhecimento sobre a biologia reprodutiva das espécies nativas foram selecionadas espécies exóticas, por estas espécies terem o seu manejo e produção em cativeiro estabelecidos. Atualmente 17 espécies nativas e 8 espécies exóticas e 4 híbridos são cultivados no Brasil. Porém, o percentual de produção das espécies exóticas é maior. Isto se deve pela falta de domínio sobre as técnicas de reprodução das espécies nativas em cativeiro (PADUA, 2001).

Algumas espécies nativas estão sendo cultivadas no Brasil com sucesso devido um maior conhecimento sobre as necessidades de regime de cultivo, manejo e domínio das técnicas de reprodução. Dentre estas espécies pode-se citar o tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*), curimatá (*Prochilodus scrofa*) e piaus (*Leporinus* spp). Outras espécies que possuem boas perspectivas para a produção na Região Norte e Nordeste são a matrinxã (*Brycon cephalus*), piraicanjuba (*Brycon orbignyanus*) e pirarucu (*Arapaima gigas*) (PADUA, 2001).

Atualmente o pirarucu é considerado a espécie mais promissora para o desenvolvimento da criação de peixes em regime intensivo na região Amazônica (CAVEIRO, 2003). O Pirarucu (*Arapaima gigas*) é um peixe de hábito natural exclusivo das águas doces da América do Sul, sendo encontrado na bacia Amazônica, preferencialmente em regiões de várzea, que sofrem a influência do ciclo hidrológico das estações de seca e cheia (GOULDING *et. al.*, 2003). Esta

espécie tem sido importante na nutrição dos povos da região Norte do Brasil desde os tempos indígenas, sendo comercializado intensamente durante o período colonial principalmente nos Estados do Pará e Amazonas (HRBEK, 2005).

Um significativo decréscimo na pesca e comércio de pirarucu foi observado por todo o país durante as décadas de 1960 e 1970, devido à pesca predatória. Considerado em risco de extinção o *Arapaima gigas* foi incluído em 1975 na lista da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e da Fauna Selvagens em Perigo de Extinção-CITES, no apêndice II, onde são listados todas as espécies que podem ser ameaçadas de extinção (CITES, 2005). Visando a exploração racional e evitar a sobre pesca, medidas legais de proteção ao pirarucu na Bacia Amazônica foram implantadas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA a partir de 1991. No entanto, foi limitado o efeito prático destas leis na coibição da pesca ilegal. Estas leis estimularam o cultivo do pirarucu (IBAMA, 2005).

Além da Região Norte, o pirarucu tem estado em programas de cultivo no Nordeste brasileiro, principalmente por ações do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS. A primeira introdução desta espécie na Região Nordeste aconteceu na década de 1930 e teve como objetivos o povoamento de grandes açudes visando controlar populações de espécies de peixes consideradas indesejáveis como as piranhas (*Serrasalmus* spp.) que se proliferavam nos açudes da Região e servir de alimentação aos pescadores (FONTENELE & VASCONCELOS, 1982). Recentemente, o DNOCS em convênio com a Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca da Presidência da República (SEAP-PR) desenvolveu a partir de 2004 um projeto de cultivo de pirarucu no Centro de Pesquisas em Aqüicultura – CPA.

OBJETIVO GERAL

A presente pesquisa objetivou descrever e discutir os procedimentos históricos e atuais da introdução do pirarucu no Nordeste do Brasil, abrangendo ainda, o desenvolvimento de um projeto piloto de determinação sexual do pirarucu em cultivo utilizando-se ferramentas genéticas.

Os objetivos específicos:

1. Descrever e discutir o histórico da introdução do pirarucu na Região Nordeste desde a aquisição dos primeiros exemplares na década de 1930 até o processo de declínio dos estoques pesqueiros em ambiente natural.
2. Descrever e discutir os procedimentos de manejo do programa de re-introdução do pirarucu na Região Nordeste realizado na década de 2000.
3. Realizar um projeto piloto que visou conhecer o potencial do uso das técnicas de RAPD-PCR e citogenética para determinação sexual do pirarucu em cultivo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aqüicultura e Piscicultura

Desde a Antigüidade, a pesca constitui para a humanidade uma fonte importante de alimentos. Esta atividade proporciona emprego e benefícios econômicos aos que se dedicam a ela. Os recursos aquáticos, embora renováveis, são limitados. A utilização destes recursos tem que ser submetida a um ordenamento adequado para que sua contribuição nutricional, econômica e social para a crescente população mundial seja sustentável (FAO, 1995).

A idéia de que os oceanos constituem fontes inesgotáveis de proteína animal, vem sendo substituída diante do fato de que algumas das maiores regiões pesqueiras do mundo encontram-se hoje ameaçadas, com cerca de 70% dos seus estoques já extintos ou em vias de extinção. Assim, novas alternativas devem ser estimuladas, visando atender as necessidades do homem do mundo moderno (FREITAS, 2003).

A aqüicultura pode ser definida como um processo de produção em cativeiro de organismos com habitat predominantemente aquático, em qualquer estágio de desenvolvimento, ou seja, ovos, larvas, pós-larvas, juvenis ou adultos (PADUA, 2001), possui potencial para atender as questões de perda de estoques pesqueiros (BORGHETTI *et al.*, 1996) e ser uma alternativa à pesca de populações naturais.

A aqüicultura é possivelmente o setor de produção de alimentos de crescimento mais acelerado no mundo. Hoje, representa quase 50% dos produtos pesqueiros mundiais destinados à alimentação (FAO, 2007). O Brasil ocupa uma posição que oscila próximo ao 27° entre os maiores produtores de pescado, sendo um dos países com maior crescimento (ALBINATI, 2007).

O Brasil possui um potencial aqüícola inestimável, concentrando cerca de 12% do total das reservas de água doce disponíveis no planeta e, mais de dois milhões de hectares de terras alagadas, reservatórios e estuários (SEAP, 2003). O desenvolvimento da aqüicultura brasileira esta associado às ações das cadeias

produtivas, principalmente de camarões marinhos (*Litopenaeus vannamei*), aquicultura de água doce para tilápia (*Oreochromis* sp), truta (*Oncorhynchus mykiss*), tambaqui (*C. macropomum*), bagres (Siluriformes) , pirarucu (*A. gigas*) e moluscos bivalves (FAO, 2007).

A aquicultura existe oficialmente no Brasil desde o começo do século XX, porém comercialmente só se firmou como uma atividade econômica no cenário nacional da produção de alimentos a partir de 1990 (SEAP, 2003). Durante esta década, a produção total da aquicultura aumentou de aproximadamente 30.000 toneladas para 176.531 em 2000 e posteriormente para 246.183 em 2002 (FAO, 2004). No entanto, ainda assim, demanda brasileira, para praticamente todos os produtos cultivados, está insatisfatória. No ano 2000 o Brasil ocupou a posição de principal importador de pescado da América latina, com um volume de importação superior a 300 mil toneladas (FAO, 2007).

Para isso, esforços têm sido feitos no sentido de explorar inteiramente o potencial da aquicultura brasileira sendo necessária através indução do aumento sustentável da produção, uma das alternativas encontradas foi o desenvolvimento de pacotes tecnológicos para espécies nativas com potencial econômico (FAO, 2007), bem como a capacitação profissional nas mais diversas áreas (ALBINATI, 2007).

A piscicultura brasileira encontra-se em fase de desenvolvimento, principalmente devido ao cultivo da tilápia (*Oreochromis* spp), que são peixes da família Cichlidae originários do continente africano, da Jordânia, da Síria e de Israel (POPMA e PHELPS, 1998). Das várias espécies de tilápias existentes, cerca de 22 são cultivadas pelo mundo (EL-SAYED, 1999) devido a sua fácil reprodução e rápido crescimento (LOVSHIN, 1997). Ao longo dos anos foram criadas linhagens com maior desempenho para o cultivo destacando-se a linhagem chitralada (AIT, 2003). Esta variedade passou a ser efetivamente cultivada no Nordeste brasileiro a partir de 1997. A produção desta variedade aumentou consideravelmente nos últimos anos, levando a região Nordeste se tornar a maior produtora de tilápias do país (SILVA, 2001).

Atualmente cresce o interesse pelo cultivo de espécies nativas, sendo necessários conhecimentos para o desenvolvimento de pacotes tecnológicos relativo ao manejo e ao monitoramento genético levando ao progresso do cultivo. Dentre as espécies nativas o pirarucu é considerado uma das mais promissoras para o desenvolvimento nacional da criação de peixes em regime intensivo devido as suas características biológicas e ao seu grande potencial zootécnico (PEREIRA-FILHO, 2004).

2.2. *Arapaima gigas*, o Pirarucu

O nome vulgar pirarucu é de origem indígena, formada pela união da expressão *pira*, peixe, e *urucu*, vermelho. Denominação atribuída pela coloração vermelha adquirida na orla posterior das escamas em determinadas regiões do corpo. (Figura 1)



Figura 1: Visão superior das escamas de exemplar vivo de pirarucu, *Arapaima gigas*. A cor vermelha da orla posterior das escamas é característica da espécie.

A classificação taxonômica do pirarucu é definida da seguinte forma:

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 ordem Osteoglossiformes é um grupo de peixes teleósteos que compreende apenas 15 espécies. Os Osteoglossiformes recentes são endêmicos das águas doces das regiões tropicais (BONDE *et. al.*, 1996), com apenas uma única exceção, a família Hiodontidae, que ocorre na América do Norte (LI *et. al.*, 1997). A família Arapaimidae é composta somente por duas espécies de peixes neotropicais, *A. gigas* e *Heterotis niloticus*. Esta família possui uma estrutura anatômica característica, a língua óssea, que facilita a deglutição de suas presas (FONTENELE, 1948). O gênero *Arapaima* é monotípico, tendo como única espécie representante, *A. gigas* (NELSON, 1994).

Segundo Romero (1961), o pirarucu apresenta corpo subcilíndrico e alargado, achatado de forma progressiva a partir da origem da nadadeira dorsal. A cabeça é achatada com o espaço entre os olhos plano e com numerosas placas ósseas. A boca é superior, grande e oblíqua, com prognatismo da mandíbula inferior. A nadadeira dorsal tem origem no terço posterior do corpo e seus últimos raios mais longos passam da origem da caudal, a nadadeira anal inicia próximo duas fileiras de escamas atrás da origem da dorsal, a nadadeira caudal é arredondada, as nadadeiras ventrais abdominais são bem posteriores. As escamas são ciclóides, grandes, estriadas e granulosas.

O pirarucu é um peixe de hábito natural exclusivo das águas tropicais doces da América do Sul, sendo encontrado no Peru, Bolívia, Guianas e no Brasil (NELSON, 1994). Sua maior distribuição em ambiente natural é na bacia Amazônica em ecossistemas lênticos influenciados pelas enchentes dos rios (GOULDING et al, 2003).

O pirarucu é o maior peixe da família Arapaimidae, alcançando comprimento total máximo de 3 metros e mais de 200 quilos de peso total (SALVO-SOUZA e VAL, 1990). Possui uma respiração considerada pulmonar obrigatória, pois a bexiga natatória possui características morfológicas muito semelhantes as de um verdadeiro pulmão, realizando com eficácia as trocas gasosas necessárias para a respiração aérea. Na superfície interna da bexiga natatória são encontrados inúmeros capilares que são separados do ar do interior do órgão apenas por finos prolongamentos citoplasmáticos epiteliais, lâmina própria e endotélio delgado (BANKS, 1991; SOARES, 2002).

Os pirarucus tem a necessidade de subir à superfície num intervalo variando entre 5 e 15 minutos para capturarem ar atmosférico (FONTENELE, 1948). Desta forma, a respiração não se limita à branquial, pelo contrário, a maioria das trocas se faz através da bexiga natatória modificada (BALDISSEROTTO, 2002).

O pirarucu é um peixe carnívoro e a captura de suas presas é realizada por uma forte sucção. O maxilar é provido de uma fileira de poucos dentes cônicos com menos de 2 mm de comprimento, a língua óssea comprime a presa antes de degluti-la fazendo o papel dos dentes. A presença de uma língua óssea bastante resistente é uma particularidade anatômica da família Arapaimidae (FONTENELE, 1948).

O reconhecimento do dimorfismo sexual em peixes é difícil, não raro impossível, sendo sexados geralmente no período que antecede a reprodução (PÁDUA, 2001). Com o pirarucu não é diferente, apresentam caracteres sexuais extragenitais secundários que os diferenciam apenas poucos dias antes e depois da desova. A característica que mais chama atenção no período de reprodução destes peixes é a intensa coloração vermelha da orla posterior das escamas em

determinadas regiões do corpo. O número e a intensidade da coloração das escamas varia, com o sexo e a aproximação do período de desova (FONTENELE, 1942).

Quanto à morfologia dos caracteres sexuais internos, a fêmea do pirarucu possui apenas o ovário esquerdo desenvolvido e fusiforme, está situado na parede da cavidade celômica, estando firmemente aderido próximo a bexiga natatória, é mais largo na porção cranial e afila na extremidade caudal (Figura 2). Seu tamanho modifica durante o ciclo reprodutivo. Os oócitos são observados no seu interior em diversas fases de desenvolvimento. O poro genital localizado na porção posterior da cavidade celômica conecta o meio interno com o meio externo (GODINHO *et al*, 2005).

A morfologia dos caracteres sexuais internos do macho é caracterizada pela presença de apenas um único testículo funcional, localizado do lado esquerdo, próximo da bexiga natatória aderido a cavidade celômica. É alongado com diâmetro relativamente pequeno, variando entre 1 e 1,5 cm, permanecendo do mesmo tamanho durante todo o ciclo reprodutivo sua extremidade caudal é contínua com o ducto espermático que se abre na papila uro-genital (GODINHO *et al*, 2005).

O processo de maturação sexual em peixes varia entre as espécies e sofre influências da idade, alimentação, peso, fotoperíodo, temperatura, correntes e presença do sexo oposto (PÁDUA, 2001). A reprodução do pirarucu em ambiente natural é pouco conhecida, o pirarucu possui comportamento solitário quando não está em período de acasalamento. A maturidade é obtida em média aos quatro anos de idade. Pode migrar grandes distâncias para reprodução (HRBEK *et. al.*, 2005), O pirarucu possui comportamento monógamo e cuidado parental (NELSON, 1994).

2.3. Importância econômica do pirarucu

Seja para o consumo humano, seja como fonte de renda, a pesca é de extrema importância para a Região Amazônica desde os mais antigos povos indígenas (HRBEK, 2005), sendo para algumas populações ribeirinhas a principal fonte de proteína (CROSSA & PETRERE, 1999).

Durante as primeiras décadas da conquista europeia do território amazônico, a diversidade da fauna aquática maravilhou exploradores, (PAPAVERO *et al.*, 2000). O pescado então se transforma, num dos principais produtos da economia regional (CLEARY, 2001) sendo comum o comércio intenso de toneladas de carne de pirarucu, principalmente nos Estados do Pará e Amazonas (HRBEK, 2005).

A super exploração deste animal ocasionou a partir dos anos de 1960 um decréscimo nunca visto na pesca e no comércio de pirarucu em todo o país, tornando-se comercialmente extinto em algumas áreas e desaparecendo completamente em outras (GOULDING, 2003). Em vista disso em 1975 o *Arapaima gigas* foi listado no apêndice II da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e da Fauna Selvagens em Perigo de Extinção - CITES, onde são listadas todas as espécies que podem ser ameaçadas de extinção e pelo comércio internacional (CITES, 2005). O comércio internacional destas espécies é monitorado através de um sistema licenciando para assegurar sua sustentabilidade sem prejuízo às populações selvagens.

Esta inclusão na lista da CITES II e outras leis nacionais não foram eficiente contra a pesca ilegal, porém, e de certa forma, favoreceu o crescimento da aquicultura voltada à criação de pirarucu, pois o comércio de animais selvagens criados e propagados em cativeiro é permitido. (IBAMA, 2005). As Estações de piscicultura desempenham um grande papel no fornecimento de exemplares de peixe pelo Brasil e no controle desta distribuição, cumprindo normas em que e a soltura de indivíduos em ambientes aquáticos externos às instalações de cultivo, bem como em determinados corpos d'água, só é permitida com exemplares produzidos em estações de aquicultura (IBAMA, 1998).

Um dos maiores entraves para o cultivo do pirarucu em escala comercial é a falta de uma tecnologia adequada para se ter uma reprodução controlada (PEREIRA-FILHO *et al.*, 2005). Atualmente não se conhece no pirarucu uma característica fenotípica externa que diferencie por sexo antes do seu período reprodutivo. Desta forma o uso de marcadores moleculares pode ser uma ferramenta para identificação sexual dos indivíduos.

Marcadores moleculares são fenótipos moleculares oriundo de um gene expresso ou de um segmento de DNA, no qual muitas vezes sua seqüência é desconhecida (FERREIRA & GRATTAPAGLIA, 1998). Atualmente diversos marcadores moleculares são usados para criar informações genéticas úteis na piscicultura, podendo ser aplicados na identificação de linhagem, determinação da variabilidade genética e localização de genes envolvidos com características de interesse econômico (MARTINS *et al.*, 2002). Devido sua praticidade, rapidez e sensibilidade os marcadores moleculares baseados em PCR (Polimerase Chain Reacion) são ainda hoje um dos marcadores utilizados na mais diversas aplicações genéticas (CARREIRO, 2001).

Devido ao crescimento da piscicultura no cenário agrícola nacional o desenvolvimento de melhores estratégias de manejo é fundamental para consolidar a aqüicultura como promotora de melhor qualidade de vida e crescimento econômico, para isto é necessário usar estratégias de cultivo com bases científicas focadas no desenvolvimento sustentável da atividade (ALBINATI, 2007).

2.4 Sistemas de cultivo de pirarucu

A produção de peixes tem sido realizada de várias formas, podendo ser classificada de acordo com o grau de interferência do homem e a intensidade dos insumos utilizados em sistema de cultivo extensivo, semi-extensivo, semi-intensivo, superintensivo e criação em tanques-rede (CAJADO, 2004).

2.4.1 Sistema Semi-Intensivo

É o sistema de piscicultura mais praticado sendo desenvolvido em viveiros escavados, em solo apropriado, sendo realizada adubação orgânica, química ou calagem, abastecimento e drenagem de água controlados, uso de alimentação complementar e/ou ração (PADUA, 2001).

Quando o pirarucu é criado com alimentação natural complementar não se deve elevar as densidades de estocagem, uma vez que não haveria peixe forrageiro para alimentar todos os animais neste sistema de engorda (PEREIRA-FILHO, 2003).

2.4.2 Sistema Intensivo

É semelhante ao Sistema Semi-Intensivo, porém com maior controle de abastecimento, drenagem, monitoramento dos parâmetros limnológicos, uso de ração balanceada, geralmente realizado em monocultivo e com altas taxas de estocagem, cuidado em separar os lotes por tamanho e fases de desenvolvimento do peixe (PADUA, 2001).

O pirarucu apresenta vantagens em relação aos outros peixes nativos quanto à qualidade de água em sistemas intensivos de cultivo suportando situações adversas em relação à amônia devida sua respiração aérea, porém é susceptível a altas concentrações de gás carbônico devido aos altos níveis prejudicarem a difusão de metabólitos pelas brânquias (BALDISSEROTTO, 2002).

2.4.3 Sistema Super-intensivo / Tanques - Rede

Uma das formas de cultivo intensivo de peixes que está ganhando adeptos em todo o Brasil é o cultivo em tanques-rede, pois possibilita o aproveitamento de rios, grandes e pequenos reservatórios, estuários e lagos naturais espalhados em milhares de propriedades por todo o Brasil (ONO e KUBITZA, 2003).

Os tanques-rede são constituídos de telas ou redes, fechadas em todos os lados, que retêm os peixes e permitem a troca completa da água de forma a remover os metabólitos e fornecer oxigênio aos peixes confinados (CONTE, 2002). Este método pode ser utilizado com uma infra-estrutura mínima e relativamente barata capaz de confinar um elevado número de peixes num espaço reduzido (BALARIN *et al.*, 1989). O comportamento gregário apresentado pelo pirarucu contribui para melhorar a eficiência alimentar em maiores densidades de estocagem (CAVERO *et al.*, 2003) aliada ao excelente potencial zootécnico (PEREIRA-FILHO e ROUBACH, 2005), o torna bastante promissor para o cultivo em tanques-rede (OLIVEIRA, 2007a).

3 METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho foram realizadas as seguintes atividades durante o período de março de 2005 a abril de 2007.

3.1 Aspectos históricos da introdução do pirarucu da década de 1930

Buscou-se realizar pesquisas bibliográficas sobre temas relacionados à introdução do pirarucu na década de 1930 na biblioteca do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS sediado na cidade de Fortaleza-Ce, entretanto a mesma encontrava-se, até a conclusão deste trabalho, em reforma inviabilizando as consultas literárias. Desta forma as pesquisas bibliográficas foram realizadas através de exemplares pertencentes a acervos particulares de estudantes, técnicos e professores inseridos no contexto da piscicultura.

Foram selecionados textos de relevante conteúdo histórico e de grande valor científico sobre amplos aspectos relacionados ao pirarucu. As referências usadas foram a de FONTENELE (1948) sobre aspectos biológicos do pirarucu em cativeiro, FONTENELE e VASCONCELOS (1982) sobre os resultados de da aclimação do pirarucu em açudes nordestinos e prováveis causas de depleção de seus estoques em ambiente natural e FONTENELE (1982) texto que faz referência aos hábitos de desova e desenvolvimento das larvas do pirarucu.

Sendo possível realizar um resgate histórico da situação do pirarucu durante sua primeira introdução no Nordeste, trazendo novas abordagens sobre fatos.

3.2 Aspectos metodológicos do cultivo de pirarucu da década de 2000

A realização da parte prática desta pesquisa ocorreu nas instalações do Centro de Pesquisas em Aqüicultura Rodolph Von Ihering - CPA do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS, localizado no município Pentecoste, Ceará (Latitude 03°45'00"Se Longitude 39°21'00"W) e distante 90 km

de Fortaleza. A piscicultura desenvolvida no CPA concentra-se na pesquisa científica e da difusão de tecnologia, através da execução de atividades nas áreas de limnologia, aclimação de espécies, aquicultura intensiva e extensiva, ictiologia, produção e distribuição de alevinos selecionados, e povoamento de açudes públicos e privados.

O CPA possui estruturas de tanques e viveiros destinadas ao manejo de reprodutores e alevinos das mais variadas espécies. Distribuídas em 48 (quarenta e oito) tanques de 350m², 10 (dez) tanques de 2500m² e viveiros, totalizando 11,37 hectares.

O CPA é dividido em dois Campi. O Campus I é destinado ao manejo e distribuição de espécies como tilápia (*Oreochromis niloticus*), carpas (*Cyprinus carpio*), surubins (*Pseudoplatystoma* spp.), tambaqui (*Colossoma macropomum*), pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) e alevinos de pirarucu (*A. gigas*). O CPA possui laboratórios de tecnologia do pescado, microalgas, limnologia, propagação artificial, formulação de ração e o de genética molecular. No Campus II é realizado desde 2004 o manejo do pirarucu. Este se dá desde os estágios de alevinos, juvenis até os reprodutores.

Para o presente trabalho foi realizado levantamento de informações com técnicos do DNOCS que participaram diretamente da elaboração do projeto DNOCS-SEAP e com técnicos do Projeto Pacu Aquicultura que participaram do procedimento de aquisição e deslocamento dos pirarucus para o CPA-DNOCS. Acompanhamento sistemático dos procedimentos de manejo do programa de cultivo do pirarucu no Nordeste, incluindo estratégias de arraçoamento, alternativas de reprodução e comercialização dos indivíduos nascidos no CPA. Os exemplares acompanhados estão divididos em três plantéis.

O plantel 1 é com posto por exemplares de 50 - 100cm. Estes animais chegaram ao CPA em abril de 2004 e dezembro de 2005 (Figura 2).

Foi registrado os procedimentos de transporte e chegada destes exemplares ao CPA-DNOCS, estratégias alimentares para a adequação da quantidade de ração em relação a biomassa estocada.



Figura 2 – Exemplos de pirarucu pertencentes ao Plantel 1 do CPA (50 – 100 cm de comprimento total).

O plantel 2 é composto por exemplares com comprimento acima de 100 cm. Animais com este comprimento chegaram ao CPA nos dias 7 e 21 de março de 2006 destinados a se reproduzirem das instalações do CPA (Figura 3).



Figura 3 – Exemplo de pirarucu pertencente ao plantel 2 do CPA (> 100 cm de comprimento total).

Foram acompanhados e registrados os procedimentos de localização destes exemplares nas Estações de Piscicultura do DNOCS, transporte e chegada

destes exemplares ao CPA, estratégias alimentares, manejo reprodutivo e monitoramento das desovas.

O plantel 3 são alevinos de 0 – 50 cm nascidos nas instalações do CPA entre agosto de 2006 e fevereiro de 2007. São descendentes dos indivíduos do plantel 2 evidenciando o sucesso do manejo reprodutivo adotado (Figura 4).

Foram acompanhados e registrados os procedimentos de coleta das “nuvens” de alevinos e estratégias de treinamento alimentar a base de alimento vivo com progressiva substituição para ração comercial seca.



Figura 4 – Exemplar de pirarucu pertencente ao plantel 3 do CPA (aproximadamente 30 cm de comprimento total).

3.3 Projeto piloto de aplicação de técnicas de RAPD e citogenética para determinação do sexo do pirarucu em cultivo

3.3.1 RAPD

O início do projeto piloto iniciou com o sacrifício e dissecação de 10 (dez) exemplares de pirarucu, para serem e identificados quanto ao sexo através da visualização das gônadas e confirmação através de observação histológica ao microscópio óptico. Foi constatado que se tratava de 4 machos e 6 fêmeas. Tendo

posse de exemplares de ambos os sexos, foi iniciada a coleta de aproximadamente 1cm³ diferentes tecidos como gônadas, coração, músculo abdominal, fígado, lamela da escama.

Foi realizada a coleta de tecido *in vivo* sendo retirada amostra de tecido sanguíneo e da lamela da escama para posterior avaliação da eficácia da determinação sexual. Cada animal foi identificado com chip magnético.

A partir destas amostras foi iniciado o processo de extração de DNA genômico utilizando o método CTAB (brometo de cetiltrimetilamonio), descrito por Murray & Thompson (1980) com algumas modificações por se tratar de tecidos animais.

As amostras de DNA extraídas foram acondicionadas a 4°C até sua quantificação utilizando espectrofotometria de absorção, após a quantificação do material genético, foi realizada a eletroforese em gel de agarose a pH neutro. Foram preparados géis de agarose 1,5%. E aplicadas nos poços do gel alíquotas de 10 µL das amostras, com 2 µL de corante azul de bromofenol, para facilitar a visualização da corrida e fixar as amostras nos poços. Após a corrida o gel foi transferido para um transluminador luz UV (302nm) onde as bandas foram visualizadas e registra das indicando quais as melhores amostras para seguir as reações de PCR.

Foram realizadas reações de RAPD com um único primer arbitrário sugerido por RIBEIRO (2007) para o aparecimento de bandas polimórficas nos géis de eletroforese quando se objetiva determinação o sexo de exemplares de pirarucu. O primer utilizado foi OPF – 03 (CCTGATCACC) sintetizado pela Invitrogen Life Technologies Inc.

As quantidades de reagentes utilizados para cada 25µL de reação foram: água deionizada 17,3µL, solução tampão 2,5µL, dNTP 2,5µL, Primer 2,5µL e Taq DNA Polimerase 0,2µL.

O programa de amplificação consistiu de 40 ciclos com temperatura de desnaturação de 92°C (1 minuto), temperatura de anelamento de 35°C (1 minuto) e temperatura de extensão de 72°C (2 minutos) no termociclador. A duração da termociclagem foi de aproximadamente 4 horas, quando então os produtos da

amplificação foram retirados e submetidos à eletroforese em gel de agarose a 1,5%, transferidos para o transiluminador luz UV (302nm), fotografados máquina digital Sony DSC-S85 sob luz UV.

3.3.2 Citogenética

Dois alevinos de aproximadamente 30 cm de comprimento total, sem sexo determinado foram transportados do CPA para Laboratório de Citogenética do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Ceará - UFC. No laboratório, os espécimes foram acondicionados em aquário aerado, com pH em torno de 6,0.

Os procedimentos de estimulação mitótica foram realizados usando um complexo de antígenos bacterianos e fúngicos, conhecido comercialmente como Munolan® (MOLINA, 2002). A solução do composto farmacêutico Munolan® (Allergan Frumtost) consta de um comprimido diluído em 5 mL de água destilada, sendo administrada aos animais na proporção de 1 mL/100 g de peso corporal por 24 a 48 horas. Esta solução foi inoculada no arco branquial de cada espécime, visto ser uma região vascularizada, proporcionando um índice mitótico adequado aos objetivos do trabalho (Figura 5).



Figura 5 - Aplicação do estimulante mitótico Munolan® no arco branquial de alevino de pirarucu.

Para a obtenção de cromossomos mitóticos *in vivo* foi utilizada a técnica de suspensão celular a partir de tecidos sólidos descrita por FORESTI *et al.* (1981). Após 24 horas da solução do composto farmacêutico Munolan[®], foi injetada no arco branquial uma solução de colchicina 0,2% na mesma proporção do composto farmacêutico, permanecendo vivos os espécimes por 1 hora no aquário. Em seguida foi retirada uma porção do rim anterior, baço, fígado e intestino. Os referidos tecidos foram colocados em placa de Petri contendo cerca de 5 mL de solução hipotônica (KCl 0,075 M), dissociados para a obtenção de uma suspensão celular. Para tal foi utilizado pinças de ponta fina e em seguida, homogeneizados com auxílio de uma pipeta Pasteur. A suspensão foi retirada da placa de petri com pipeta Pasteur e transferidas para tubos de centrifuga a 37°C por 20 minutos. Em seguida foi adicionado 10 gotas de fixador (Metanol e Ácido Acético na proporção de 3:1), agitado levemente e permanecendo em repouso por 5 minutos a temperatura ambiente e centrifugados a 600 rpm por 10 minutos. Descartou-se o sobrenadante e re-suspendeu em 6 mL de fixador por duas ou três vezes. Após a última lavagem as células foram re-suspendidas em 1-2 mL de fixador e 2 gotas da suspensão foram colocadas em uma lâmina. Após a lâmina ter secado foi realizada a coloração com Giemsa, diluído a 5% em tampão fosfato pH 6,8 por 10 minutos, depois lavadas em água corrente e colocadas para secar, à temperatura ambiente, em seguida as lâminas foram analisadas e escolhidas as melhores metáfases para serem fotografadas para montagem do cariótipo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Introdução do pirarucu da década de 1930

Ao longo de um século o DNOCS construiu mais de trezentos açudes, promovendo mudanças sócio-econômicas e ambientais propiciando uma melhor convivência do nordestino com a irregularidade climática da região. Nestes 18 bilhões de m³ se desenvolve, além de outras atividades, a piscicultura continental com reflexos positivos na alimentação do sertanejo (DNOCS, 2003).

Porém, durante a década de 1930 o potencial dos açudes para prover alimento para a população foi comprometido devido a crescente densidade populacional de piranhas e pirambebas (*Serrasalmus* spp.). Isto devido ao comportamento agressivo destas espécies em relação ao homem e aos animais domésticos tal como o gado. Buscando um controle destas populações, bem como sua conversão em carne para a população da região técnicos do DNOCS decidiram iniciar um programa de introdução de espécies de peixes carnívoros de alto valor comercial nos açudes nordestinos (FONTENELE E VASCONCELOS, 1982).

Três espécies originárias da Bacia Amazônica foram selecionadas para o programa de introdução de espécies nos açudes para controlar as populações de espécies indesejáveis ao homem e servir de pesca para o mesmo, o tucunaré (*Cichla temensis*), apaiari (*Astronotus ocellatus*) e o pirarucu (*A. gigas*) (FONTENELE, 1982)

Durante este período, os primeiros estudos no Brasil sobre a biologia do pirarucu em cativeiro estavam sendo desenvolvidos no Museu Paraense Emílio Goeldi em Belém – PA, por OLIVEIRA (1944). Tomando conhecimento desses estudos, o DNOCS enviou em maio de 1939 o biólogo Antônio Carlos Estevão de Oliveira à Belém para realizar estudos juntamente com a equipe do museu estudos sobre a biologia do pirarucu em suas diversas fases de vida. Coube ainda a este pesquisador o preparo dos lotes de exemplares de pirarucu, totalizando 50 exemplares, a serem enviados no mesmo mês à sede do DNOCS em Fortaleza-CE. Assim, iniciava a introdução do pirarucu na Região Nordeste (FONTENELE E VASCONCELOS, 1982).

No ano de 1940, sete grandes açudes nordestinos receberam juvenis de pirarucu (Tabela 1) provenientes de Belém e de desovas ocorridas em uma instalação do Posto de Piscicultura. O total de exemplares destinados aos açudes foi de 5.590, tendo eles o comprimento médio inicial de 300 mm (FONTENELE E VASCONCELOS, 1982).

No ano de 1942, 19 dos 50 exemplares originais de Belém, foram transferidos para o posto de piscicultura de Lima Campos (atualmente, Estação de

Piscicultura Pedro de Azevedo) em Icó – CE, estes se tornaram os exemplares reprodutores da estação. Dentre as pesquisas realizadas nas estação estão observações sobre anatomia, estratégias de reprodução do animal em cativeiro em condições nordestinas (FONTENELE, 1948), bem como o acompanhamento do desenvolvimento de sua prole em estágios de larva e juvenis (FONTENELE, 1982) (Figura 6).



Figura 6 - Técnicos do DNOCS com exemplar de pirarucu (à esquerda, o biólogo Osmar Fontenele).

A estação de piscicultura na cidade de Icó era constituída de 12 tanques medindo 24 x 6,3m, com profundidade variando de 0,80 até 1,80m. Os pirarucus eram alimentados com peixes vivos e sacrificados, bem como apresentavam reserva de substâncias (FONTENELE, 1948).

Através dos estudos realizados, descreveram os sistemas reprodutores de ambos os sexos. E mostraram que a fecundidade média de fêmeas de 1,90m era de aproximadamente 180.505 ovócitos, em diferentes estágios de

desenvolvimento. No entanto a fecundidade média de ovócitos viáveis era de apenas 47.040 (FONTENELE, 1948).

Quanto ao ciclo reprodutivo foi reportado que o período de desova estende-se de dezembro a maio. Na época, os pesquisadores acreditavam que o período reprodutivo em ambiente natural fosse próximo ao observado em cativeiro (FONTENELE E VASCONCELOS, 1982).

Não foi observado dimorfismo sexual externo durante o período que antecede a reprodução. No entanto foi observada a luta entre reprodutores e mudança na coloração das escamas. As mudanças de coloração ocorreram dias antes da desova e se prolongam por alguns dias após. O pirarucu atingiu maturação sexual por volta do quinto ano de vida (FONTENELE, 1948).

Através destes estudos foi possível afirmar que a criação em cativeiro de pirarucu é viável, seja ele em fase de alevino, juvenil ou adulto (FONTENELE, 1948; FONTENELE, 1982). Estas observações feitas em cativeiro foram de grande importância para criação de estratégias voltadas ao cultivo extensivo de pirarucu nos sete açudes nordestinos.

Simultaneamente as pesquisas realizadas em cativeiro, foi observada a primeira desova em ambiente natural fora das condições ambientais da Bacia Amazônica. Esta desova aconteceu no açude Riacho do Sangue em Solonópolis–CE, quatro anos após a introdução dos animais nos reservatórios, em dezembro de 1944 (FONTENELE E VASCONCELOS, 1982).

Posteriormente, outras desovas foram observadas nos demais reservatórios. Isto evidenciou a adaptação do pirarucu ao ambiente da Região Nordeste e confirmaram as observações iniciais sobre a maturação sexual iniciar por volta do quinto ano de vida (FONTENELE, 1948).

Apenas dois anos após as primeiras desovas foi expedida a primeira portaria, nº 114 de 17.12.1946 regulamentando a pesca do pirarucu. Esta portaria estabelecia o defeso do pirarucu para os meses de novembro a junho e o tamanho mínimo de captura de 1 metro (FONTENELE E VASCONCELOS, 1982).

TABELA 1 – Reservatórios nordestinos em que foram introduzidos juvenis de pirarucu, com indicação de data de introdução e número de exemplares.

Açude	UF	Data da introdução	Número de Alevinos	Capacidade (m ³)	Bacia Hidráulica (ha)
Ayres de Souza	CE	18.12.1940	568	104.400.00	1.288
General Sampaio	CE	24.12.1940	1.050	322.200.000	3.300
Riacho do Sangue	CE	16.07.1941	168	61.424.000	918.57
São Gonçalo	PB	16.10.1940	323	44.600.000	570
Engenheiro Avidos	PB	05.06.1941	1.153	255.000.000	2.800
Estevam Marinho / Mãe d'água	PB	12.07.1941	1.776	1.360.000.000	11.150
Itans	RN	06.02.1943	552	81.000.000	1.340
Total de alevinos			5.590		

No entanto, a fiscalização da pesca de pirarucu e a coleta de dados estatísticos foi iniciada apenas dois anos após a regulamentação da pesca, em 1948. Ainda, o processo de instalação dos Postos de Fiscalização da Pesca Local foi lento, sendo concluídos apenas em um período de dez anos, em 1958. Isto prejudicou o controle e o levantamento dos dados relativos à pesca do pirarucu nos reservatórios (FONTENELE E VASCONCELOS, 1982).

A partir do ano de 1958 foi extinguido o período de defeso. Esta decisão foi tomada acreditando-se que a espécie já havia se aclimatado. Para isto, tomou-se como base o número de exemplares capturados (5.590) serem bem superior ao número de exemplares introduzidos, o que comprovava a ocorrência de reproduções (FONTENELE E VASCONCELOS, 1982).

Durante os anos de 1944 a 1966 a pesca do pirarucu era realizada com linha de mão, bóia, espinhel e pesca com arpão. No ano de 1967 a portaria do DNOCS nº 8/DFP, DE 27.03.67 permitiu inserir mais uma arte de pesca, a rede de espera regulamentando suas medições. A inserção da rede de espera ocorreu por ser mais eficiente na captura do pirarucu, porém utilizava de artifícios

característicos da pesca predatória. Estas redes eram montadas em locais onde os indivíduos adultos exibiam comportamento de cuidado parental, sem seus progenitores a prole ficava vulnerável à predadores. Outra consideração sobre a rede de espera foi o uso de redes que possuíam centenas de metros de comprimento. Estas cercavam grandes áreas dos açudes e ficavam montadas durante todo o período noturno, o que tornava mais difícil a sobrevivência dos pirarucus.

Nos três primeiros anos de pesca com rede de espera (1966 – 1968) a produção atingiu 323,1 toneladas, diminuindo expressivamente a quantidade de exemplares, já podendo ser observado o decréscimo da produção, que levaria em pouco mais de uma década a extinção dos estoques. As pescas realizadas nos anos seguintes, contabilizando todos os aparelhos de pesca utilizados, (linha de mão, bóia, espinhel arpão e rede de pesca) produziram apenas 132,3 toneladas. A prática do uso de rede de espera contribuiu para a redução os estoques da população de pirarucu à níveis inviáveis economicamente (FONTENELE E VASCONCELOS, 1982).

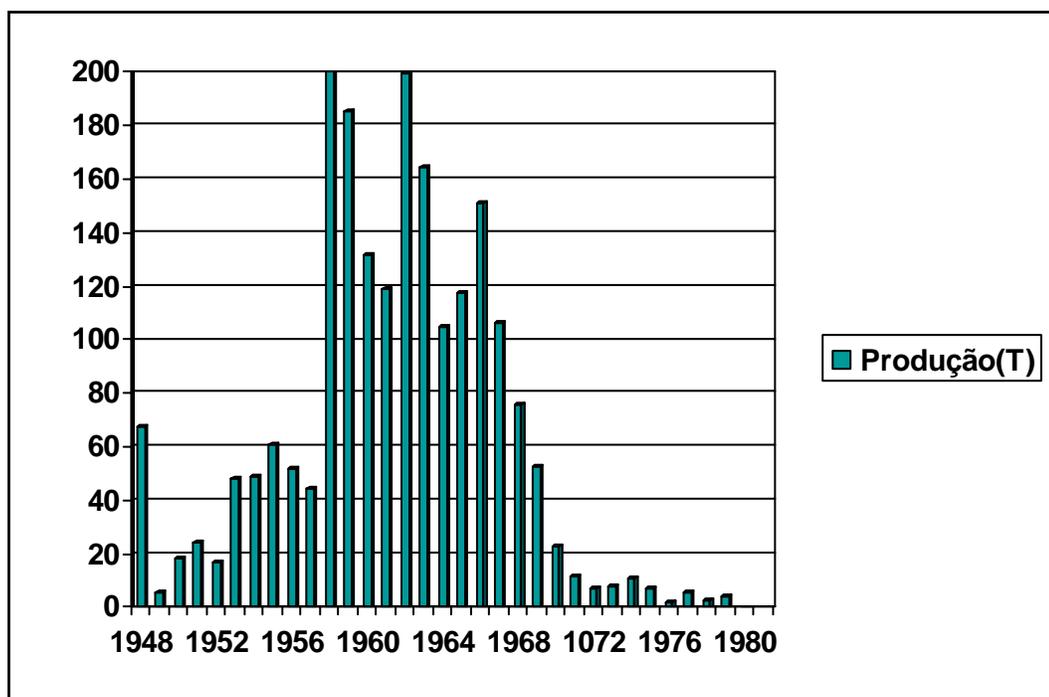


Figura 7 – Captura anual de pirarucu, entre 1948 e 1980, nos sete açudes utilizados para introducao desta especie na região Nordeste.

A partir do gráfico podem ser discutidas três fases marcantes da época:

1948-1957 – Representa o início da pesca do pirarucu e o período em que os Postos de Fiscalização da Pesca Local ainda estavam sendo implantados, por este motivo os dados relativos a pesca do pirarucu estavam incompletos. Pode ser observada uma produção média durante este período aumentando gradativamente a medida que os postos de fiscalização eram implantados.

1958-1964 – Neste período os sete postos de fiscalização encontravam-se em atuação e os dados estavam sendo coletados. Em 1958 foi instituído o fim do defeso do pirarucu. Pode ser observado um aumento de aproximadamente de três vezes na produção com a união destes dois fatores.

1965-1980: Em 1967 foi introduzida a rede de espera como arte de pesca do pirarucu. Onde se observa o ultimo pico seguido por anos de decrescente produção. A rede de espera usada de forma predatória nunca foi coibida ou tirada

de uso, junto com as outras artes de pesca a produção caiu progressivamente chegando a níveis de extinção da atividade na década de 1980.

Quanto ao objetivo de controle de espécies de piranhas e pirambebas, o pirarucu desempenhou bem esta função, chegando a erradicar estas espécies do açude Riacho do Sangue – CE. Foi observada no açude de General Sampaio–CE a segunda maior produção, entretanto nunca houve registro de espécies indesejáveis em suas águas, evidenciado que o pirarucu também era um predador de outras espécies (FONTENELE E VASCONCELOS, 1982). Em relação aos sete açudes pertencentes ao programa de povoamento, este era o segundo maior em área inundada. Possivelmente em corpos d'água de menores extensões o impacto ambiental do pirarucu sobre a ictiofauna mais facilmente percebido. A introdução de espécies exóticas, como o pirarucu, sobre uma biota nativa pode provocar profundas alterações na estrutura dos ecossistemas onde foram inseridas, podendo acarretar em perda de biodiversidade e prejuízos econômicos (OLIVEIRA, 2006).

Quanto ao fornecimento de proteína, a carne do pirarucu teve boa aceitação por parte da população local e os exemplares introduzidos foram capazes de cumprir com o objetivo de fornecer proteína para a população, sendo evidenciado através dos números de capturas longo dos anos (gráfico 1).

Fontenele e Vaconcelos (1982) concluíram que o principal fator para o declínio da produção do pirarucu nos sete açudes foi a pesca predatória usando indiscriminadamente a rede de espera. Complementando, mesmo sendo observado a continua depressão nos estoques populacionais do pirarucu ao longo dos anos, e se tendo o conhecimento do impacto causado pela rede de espera em nenhum momento foi proibido o seu uso.

Outros fatores podem ser adicionados como causas da depleção dos estoques. O primeiro é em relação a variação da pesca a cada ano. No caso do açude público General Sampaio-CE, em 1948 atingiu a produção total de 67.8 toneladas de pirarucu equivalente, a 2.241 exemplares capturados.

Mais que o dobro do total inicial do povoamento, ocasionando a queda da produção do ano seguinte para 5,6 toneladas. Este açude nunca mais atingiu níveis

tão elevados, evidenciando a insustentabilidade das atividades de pesca. Para evitar esta depressão dos estoques seria necessário criar limites de captura anuais para a pesca do pirarucu, permitindo uma manutenção na reprodução e da reabilitação dos estoques de um ano para o outro. Fator oposto é observado, pois praticamente a cada ano de uma grande produção, o ano seguinte sofria uma queda na produção. (Figura 7) O segundo. Desconhecimento da ecologia relacionada com a alimentação da espécie que além de se alimentar das espécies consideradas nocivas se alimentava também de outras espécies de peixe necessitando de uma quantidade considerável de presas, fato também observado no açude publico General Sampaio-CE onde não existia piranhas e pirambebas (*Serrasalmus* spp) porém apresentou a segunda maior produção, podendo ter causado um desequilíbrio da cadeia alimentar, este fato pode não ter sido evidenciado devido as grandes proporções do açude. (capacidade de 322.200.000 m³ e bacia hidráulica de 3.300 ha), O terceiro foi a demora na instalação dos Postos de Fiscalização de Pesca Local prejudicando a eficácia das fiscalizações, a coleta de dados da produção e da dinâmica pesqueira da espécie durante uma década (1948-1958) até que todos os postos de Fiscalização entrassem em atividade.

Outra observação a ser feita é sobre os meses em que a pesca poderia ser realizada segundo a portaria n° 114 de 17.12.1946, que determinava os meses de julho a outubro de cada ano como períodos onde a pesca de pirarucu poderia ocorrer. Pode ser concluído que a liberação da pesca durante o mês de outubro foi imprópria se foi justamente no mês de outubro do ano de 1944 que ocorreu a primeira desova em ambiente natural.

A primeira introdução do pirarucu nos açudes nordestinos cumpriu o seus objetivos, porém por diversos fatores culminou com a queda da produção a níveis insipientes em apenas 40 anos.

4.2. Descrição do manejo na re-introdução do pirarucu, década de 2000

4.2.1 Plantel 1

4.2.1.1 Transporte e acondicionamento

Em abril de 2004 o DNOCS adquiriu junto ao “Projeto Pacu Aqüicultura”, empresa privada de cultivo e comercialização de peixes tropicais de água doce sediada em Terenos-MS, inicialmente 730 alevinos de pirarucu (CT \leq 50cm) e 11 juvenis (CT $>$ 50cm). Um segundo lote de 740 alevinos com aproximadamente 30 dias de vida (CT $<$ 50cm) chegou ao CPA em dezembro de 2005.

Os exemplares foram transportados por terra com destino as instalações do CPA dentro de caixas de transporte de peixes. Estas caixas continham um volume total de água de 2000L, tendo a tampa parcialmente aberta durante todo o traslado para permitir a entrada de ar atmosférico. Todos os exemplares chegaram com vida ao CPA, sugerindo que a metodologia utilizado para o transporte é eficaz.

Após a chegada, os alevinos foram acondicionados em tanques de alvenaria de 350 m² com renovação de água constante. Estes exemplares foram alimentados com ração comercial extrusada com diâmetro de 6 mm e 40% de proteína bruta para carnívoros. O arraçoamento se dava numa freqüência de quatro vezes ao dia. Quanto a quantidade de ração fornecida, inicialmente utilizou-se uma proporção de 5% da biomassa inicial dos animais. Com a intenção de se manter essa proporção ao longo do crescimento dos peixes, quinzenalmente 100 indivíduos eram amostrados aleatoriamente e tinham sua biometria tomada, para fins de cálculos do reajuste da quantidade de ração a ser ofertada.

Os 11 juvenis foram manejados num viveiro escavado de 4000 m², também com renovação de água constante. Este viveiro foi previamente preparado com alimento vivo (tilápias tailandesas, *Oreochromis niloticus* var. chitralada). No terceiro dia após a chegada, além do alimento vivo, foi também ofertada aos juvenis uma ração úmida. Esta ração era preparada nas próprias instalações do

DNOCS. Além de água suficiente para proporcionar a aderência desejada, esta ração era formada à base de ração extrusada 40% pb (Proteína Bruta para peixes carnívoros) e tilápia sacrificada-triturada, numa proporção de 6:1. O pélete formado possuía forma esférica de ração compacta e consistente, com aproximadamente 60 mm de diâmetro e 140 gramas de peso(Figura 8).

A ração elaborada nas instalações do CPA teve boa aceitação e é atualmente a ração utilizada na alimentação de exemplares de pirarucu de grande porte.



Figura 8 - Ração elaborada no CPA para alimentação de juvenis de grande porte. Dimensões aproximadas: 60 mm diâmetro e 140g.

4.2.1.2 Procedimentos de cultivo. Plantel 1: arraçoamento

4.2.1.2.1 Viveiros

A presente seção descreverá as análises preliminares do experimento alimentar com alevinos cultivados em viveiros realizadas por técnicos do DNOCS. (MESQUITA *et al.*, in prep.)

Com intuito de maximizar a relação quantidade de ração ofertada e o ganho de biomassa, técnicos do DNOCS iniciaram um experimento de arraçoamento com 450 alevinos de pirarucu pesando em média 1kg. Os alevinos

foram distribuídos em 15 viveiros de 300 m² (30 alevinos por viveiro, na proporção de 1 indivíduo por 10 m³). Os viveiros possuíam renovação de água constante.

Seguindo metodologia adaptada de PEREIRA-FILHO *et al.* (2003), três grupos de cinco viveiros foram delimitados. Alevinos em cada grupo foram então submetidos a tratamentos que diferiam quanto a porcentagem de ração em relação à biomassa do viveiro. Tratamentos I, II e III eram caracterizados pelo arramento de quatro tratos diários na proporção de 2%, 3% e 4% da biomassa de peso vivo, respectivamente. O experimento foi conduzido por 12 meses. Mensalmente foram realizadas biometrias em todos os viveiros para avaliar a taxa de conversão.

Após o período de 12 meses os resultados do tratamento I e II foram os mais eficientes. Usando o tratamento I o peso médio final obtido foi de 11,39kg, no tratamento II o peso médio final obtido foi de 10,46kg. Análises preliminares dos resultados obtidos sugerem o tratamento de alimentar baseado em 2% de biomassa do viveiro como mais apropriado.

Todos os tratamentos apresentaram melhores resultados em relação ao experimento realizado por PEREIRA-FILHO (2003) que ofertou ração aos peixes até a aparente saciedade atingindo em seu experimento o peso médio final de 7,02kg.

A conversão alimentar aparente (CAA) ao final do experimento envolvendo os três tratamentos atingiu a média de 2.8, ficando a baixo da alcançada por PEREIRA-FILHO (2003) que atingiu ao final do experimento CAA de valor 1.

4.2.1.2.2 Tanques-rede

A presente seção descreve o experimento alimentar com alevinos cultivados em tanques-rede realizado por OLIVEIRA (2007a).

Os exemplares que chegaram ao CPA em dezembro de 2005 foram mantidos em um tanque de alvenaria de 20 x 20 m por seis meses. Durante esse período, os peixes foram alimentados com quatro tratos diários com ração extrusada para carnívoros contendo 40 % de PB. Foram avaliados dois

tratamentos alimentares 2% e 3 % da biomassa, já que no experimento realizado com pirarucu em viveiro estas porcentagens se mostraram como mais eficientes que o tratamento com 4%.

Foi iniciado em junho de 2006 um experimento de cultivo de pirarucus em tanques-rede no açude Pereira de Miranda, localizado adjacente ao CPA. Este experimento foi baseado em CAVEIRO (2003). O experimento objetivava através de dados biométricos e de consumo de ração determinar o ganho de peso (g) e comprimento total (cm) médio, biomassa total inicial e final (kg/m^3), produtividade ($\text{kg}/\text{m}^3/210$ dias), conversão alimentar e taxa de sobrevivência (%) durante seis meses de cultivo.

Foram montados 4 tanques-rede de 2,0 x 2,0 x 1,2 m, com volume útil de 4 m^3 . Para o povoamento dos tanques-rede, foram selecionados 160 juvenis de pirarucu. No início do experimento os pirarucus selecionados tinham cerca de sete meses de vida e peso médio de 1,5 kg e comprimento total médio de 59 cm. Em cada tanque foram estocados 40 pirarucus, mantendo uma densidade de 10 peixes/ m^3 .

Passado os seis meses do experimento o ganho de peso médio, foi de 6.740kg, comprimento total foi semelhante entre os dois tratamentos resultando em um ganho de 30 cm no período, corroborando com as observações feitas por PEREIRA-FILHO (2005). A biomassa e produtividade não foram influenciadas pela taxa de alimentação com 2 e 3%, sendo que no início foi 15,48 kg/m^3 , atingiu valores médios equivalendo a 62,38 e 61,48 kg/m^3 respectivamente. As biomassas registradas no presente estudo foram maiores que as registradas por CAVERO *et al.* (2003). A conversão alimentar que constitui o consumo de ração pelo ganho de biomassa, foi a única variável que diferiu entre as taxas de alimentação. A conversão alimentar aparente do tratamento com 2% foi de 2,8:1 e para o tratamento com 3% foi de 4,3:1. Conversões alimentares acima de 4,0 foram registradas por ALDEA (2002) e de 2,3:1 a 5,5:1 por ITAUASSÚ *et al.* (2005), quando alimentaram pirarucus testando diferentes níveis de proteínas na ração, porém PEREIRA FILHO *et al.* (2003) alcançou conversão alimentar de 1,5:1

quando alimentava pirarucus em viveiros e fornecendo alimento até a saciedade aparente.

A taxa de sobrevivência atingiu 91% sendo perdido 13 peixes, acredita-se que esta mortalidade tenha ocorrido devido ao estresse durante o manejo. Esta taxa de sobrevivência foi superior as encontrada por ALDEA (2002) e ITUASSU *et al.* (2005), porém inferior a alcançada por CAVERO *et al.* (2003) que registrou 100% de sobrevivência após 200 dias de cultivo.

Os presentes resultados confirmam a excelência zootécnica deste peixe e sugerem a padronização da taxa de arraçoamento com 2% do peso vivo para peixes no período de vida estudado sendo favorável para todas as variáveis avaliadas.

Para períodos de cultivo superiores a seis meses, objetivando-se um maior crescimento dos peixes, as dimensões dos tanques-rede adotadas por OLIVEIRA (2007a) são mais adequadas que as utilizadas por CAVEIRO *et al.* (2003) que aconselha a realização de despesca quando o peixe atingir metade do tamanho do tanque-rede.

4.2.2 Plantel 2

4.2.2.1 Origem, transporte e acondicionamento

Com o objetivo de reproduzir o pirarucu em cativeiro, técnicos do DNOCS realizaram levantamentos em todas as estações de piscicultura da instituição em busca de exemplares de pirarucus descendentes da primeira introdução ocorrida no fim da década de 1930. Foi localizado um total de cinco exemplares: quatro na Estação de Piscicultura Pedro de Azevedo, Icó-CE, e um na Estação Estevão de Oliveira no município de Caicó-RN. Estes exemplares se encontravam isolados e em viveiros inadequados para reprodução.

Os cinco exemplares foram trazidos de seus locais de origem por terra em caminhões adaptados ao transporte dos peixes. Cada exemplar (com um peso médio de 100 kg) foi acondicionado em uma caixa de transporte. Cada caixa

continha 1000 L de água (aproximadamente metade da capacidade total da caixa) (OLIVEIRA, 2007b). Este volume foi considerado satisfatório por permitir a movimentação do animal até a superfície para respirar. A tampa da caixa foi mantida parcialmente aberta durante todo percurso para possibilitar a entrada de oxigênio atmosférico.

O exemplar oriundo da estação de Caicó-RN e os quatro outros da estação de Icó-CE chegaram ao CPA nos dias 7 e 21 de março de 2006, respectivamente. Estes foram levados a um tanque de 350 m², previamente preparado com alimento vivo composto por Tilápias tailandesas (*O. niloticus* var. *chitralada*). Os pirarucus eram então alimentados 2 vezes ao dia com ração úmida e peléte apropriado permanecendo neste regime de estocagem durante três meses.

4.2.2.2 Reprodução

Durante o período de confinamento houve a perda de um exemplar. Este foi dissecado e aspectos morfológicos da gônada revelaram se tratar de uma fêmea. Foram constatados sinais de agressões físicas externas, que podem ser próprias do cortejo de acasalamento. Estas agressões podem ter causado a morte do exemplar. A partir dessa suspeita de comportamento de acasalamento, técnicos do DNOCS iniciaram imediatamente os procedimentos de transferência dos demais reprodutores para os viveiros (4000 m²) destinados ao próprio acasalamento, em junho de 2006. Durante esse procedimento, foram retiradas amostras de sangue e de lamela da escama para estudos genéticos. Ainda, foi implantado sob a pele da região caudal ou da base da nadadeira dorsal de cada exemplar um *chip* para identificação eletrônica.

Após 45 dias da transferência dos reprodutores, foi observada uma primeira desova (agosto 2006), caracterizada por uma “*nuvem*” de alevinos (n=380) recebendo típico cuidado parental. Ocorreram ainda duas desovas adicionais: outubro de 2006 (n = 420) e fevereiro de 2007 (n = 3.643).

Segundo BAÇA (2001) uma fêmea madura de 2,45m apresentou uma fecundidade de 636,475 óvulos em diversas fases de desenvolvimento.

FONTENELE (1948) observou em um ovário de fêmea madura um total de 180.505 óvulos, destes 47.040 óvulos estavam em condições de serem lançados na água e serem fecundados. Sendo que todas as larvas de uma desova totalizaram 11.403 alevinos. Comparando a quantidade de óvulos maduros e número de alevinos por desova encontrados por FONTENELE (1948) e BAÇA (2001) as desovas corridas no CPA ainda apresentam um número pequeno de alevinos ($n = 380$, $n = 420$ e $n = 3.643$). Apesar dos estudos realizados no Brasil e no Peru pouco se conhece sobre as necessidades ambientais, nutricionais e fisiológicas da espécie capazes de induzir à desova. Atualmente as desovas acontecem casualmente sem o total controle do piscicultor (PEREIRA-FILHO ROUBACH, 2005).

FONTENELE (1948), estudando exemplares em cativeiro observou desovas de dezembro até maio. Segundo GUERRA (1980), o pirarucu em ambiente natural se reproduz durante todo o ano e a maior incidência ocorre entre os meses de outubro a fevereiro. O período das desovas ocorridas no CPA difere quanto ao início do período dos meses apresentados por FONTENELE (1948), mas estão dentro da margem para o fim do período proposto. Os animais que desovaram no CPA seguiram o mencionado por GUERRA (1980), já que desova menos numerosa estava fora do intervalo mencionado, ocorrendo em Agosto, à medida que entrava no intervalo aumentava-se o número de alevinos, apresentando o maior número na desova ocorrida no mês de Fevereiro. Indicando que os animais em cativeiro preservam hábitos semelhantes aos ocorridos em ambiente natural.

4.2.3 Plantel 3

4.2.3.1 Transporte e acondicionamento

Após as desovas ocorridas nos viveiros de reprodução, os alevinos foram capturados com rede de arrasto de 8mm entre nós formando-se um cerco em volta da “*nuvem*”. Os peixes capturados foram acondicionados em sacos plásticos

de 60 L, contendo 1/3 de água e com 2/3 de ar. Estes foram então transportados até o Campus I do DNOCS, onde foram estocados em quantidade homogênea em caixas de fibra de vidro. Estas funcionaram como berçário com o intuito de iniciar o treinamento alimentar de ração comercial.

4.2.3.2 Treinamento alimentar de alevinos

A presente seção descreverá o experimento de treinamento alimentar dos alevinos que foi realizado por LIMA (in prep.) e OLIVEIRA (2007b).

A criação do pirarucu necessita de cuidados extras por este se tratar de um peixe carnívoro. Desta forma, faz-se necessário a realização de manejo de treinamento alimentar usando inicialmente alimento vivo e induzindo a progressiva substituição por alimento a base de ração seca (CRESCÊNCIO, 2001).

Os alevinos oriundos das desovas ocorridas no Campus II do CPA foram transferidos para as instalações do Campus I e distribuídos em caixas de fibra de vidro de 310 L com volume preenchido até 250 litros de água, com renovação diária da água de 43,2 vezes (Figura 9). A água utilizada foi proveniente do Açude Pereira de Miranda, através de um canal de irrigação passando previamente por um filtro biológico. As variáveis físico-químicas da água foram mantidas dentro dos padrões aceitáveis para a espécie.

Um total de 416 alevinos com peso médio de 15,21g iniciou o treinamento alimentar que teve duração de 40 dias, de agosto a setembro de 2006. Os animais passaram por duas fases de treinamento. A primeira a alimentação foi ofertada em até oito vezes ao dia até a aparente saciedade dos animais. No primeiro dia, foi ofertado exclusivamente quatro tratamentos diários de zooplâncton e posteriormente oferta simultânea de ração úmida em pó (ração comercial com 40% de PB + alevinos de tilápia eviscerados + água) e zooplâncton



Figura 9 – Caixa de fibra de vidro de 310L contendo alevinos de pirarucu, provenientes de desova ocorrida no CPA.

O zooplâncton utilizado foi coletado no canal de irrigação proveniente do açude Pereira de Miranda, utilizando-se rede de coleta. Esta alimentação foi escolhida para ser utilizada no início do treinamento porque estes organismos ou seus ovos fazem parte da alimentação nas fases iniciais do pirarucu (FONTENELE, 1948), possuindo um alto teor de proteína e lipídios essenciais para a dieta inicial de peixes. O consumo destes favorecem o crescimento e a sobrevivência de muitas espécies na larvicultura com interesse na aquicultura comercial (BICUDO & BICUDO, 2004), sendo usado com sucesso por CAVERO (2003) atingindo ao fim do treinamento 99,8% de sobrevivência e onde todos os alevinos ficaram aptos a aceitar ração comercial, Sugerindo a eficácia do uso de alimento vivo como dieta inicial de alevinos de pirarucu.

A segunda etapa do treinamento ocorreu visando uma aceitação da ração extrusada seca e evitar a desnutrição. Esta fase consistiu em ofertar exclusivamente zooplâncton em um curto intervalo de tempo e em seguida uma substituição progressiva e alternada entre ração úmida e ração seca.

Ao final dos 40 dias de treinamento estes atingiram um peso médio de 54,20g. Dessa forma, foi observado um ganho médio de 38,99g. CRESCÊNCIO (2001) realizou experimento semelhante com alevinos de pirarucu em 20 dias, obteve um ganho médio de peso de 15,95g.

Ao término do período de treinamento alimentar, dos 416 alevinos que iniciaram o treinamento, restaram 398. Dessa forma, a taxa de sobrevivência dos alevinos deste experimento foi de 95,67% comprovando a resistência do pirarucu ao cultivo em cativeiro. Este resultado contrasta com dados de CRESCÊNCIA (2001), com o tempo de treinamento de 20 dias obteve uma taxa de sobrevivência de 68,8%. Este contraste sugere que os métodos de manejo utilizados no experimento do CPA, apesar de maior duração, sejam apropriados ao manejo alimentar dos alevinos de pirarucu. As mortalidades observadas podem ser minimizadas com a instalação de telas de contenção sobre as caixas e separação constante dos indivíduos buscando a homogeneidade dos exemplares em cada caixa.

Embora as condições experimentais permitissem, em princípio, iguais condições de acesso à alimentação, houve uma grande variação quanto a peso e comprimento total dos indivíduos que concluíram com sucesso o treinamento. O peso total mínimo e máximo dos exemplares foi de 23 e 142 g, respectivamente. Uma diferença de praticamente seis vezes. Quanto ao comprimento total, o menor indivíduo (15,50cm) teve cerca da metade do comprimento do maior (32,80 cm). A partir dos dados obtidos não é possível precisar a(s) causa(s) deste padrão de aumento de ganho de biomassa e comprimento heterogêneo. No entanto, conforme observado por LIMA (in prep), é possível que isto seja consequência de um padrão hierárquico observado entre os alevinos. Possivelmente, a partir da formação de líderes no grupo, estes teriam mais acesso ao alimento em relação aos outros. Para evitar essa disparidade biométrica, LIMA (in prep) propôs uma periódica separação dos alevinos por tamanho e peso buscando a homogeneidade do lote.

Mesmo com a heterogeneidade observada entre os indivíduos do plantel, ao final do treinamento, 100% dos peixes foram considerados condicionados a uma alimentação a base de ração comercial seca, na forma extrusada.

4.2.3.3 Comercialização de alevinos

Um total de 4443 juvenis iniciou o treinamento alimentar, após sua conclusão, os juvenis aptos a aceitarem ração comercial seca foram destinados à comercialização. Destes, 1.827 foram vendidos vivos a piscicultores de várias regiões do nordeste e um da região Norte. Outros 73 exemplares adquiridos pelo DNOCS no ano de 2004 também foram comercializados vivos com tamanho superior a 50 cm, totalizando uma venda de 1.900 exemplares (Tabela 2).

O preço de venda para exemplares de até 50cm de comprimento total variou de R\$ 0,50 à R\$ 1,00 por centímetro e exemplares maiores de 50cm foram comercializados à R\$ 7,00 por quilograma/vivo.

Um total de 295 exemplares (20cm) provenientes da primeira desova foram destinados ao município de Parnaíba - PI, adquiridos através de recursos financeiros do Fundo Setorial de Recursos Hídricos – CTHIDRO do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. Os exemplares chegaram com 100% de sobrevivência durante o transporte e posteriormente foram utilizados em experimento de cultivo avaliando a densidade de estocagem em canais de irrigação e utilizando a água enriquecida com matéria orgânica (Nitrogênio e Fósforo) produzida pelos peixes para adubar as culturas utilizadas no Distrito Irrigado Tabuleiros Litorâneos do Piauí-DITALPI, proporcionando a otimização dos recursos hídricos em questão (CT-HIDRO, 2007). Durante os sete meses do experimento ocorreu mortalidade apenas durante os primeiros 30 dias, ocasionada pela necessidade de adaptação dos peixes as condições ambientais (correnteza forte e alto teor de CO₂ dissolvido na água). O experimento está obtendo taxa de sobrevivência de 83% e excelentes índices zootécnicos.

Um total de 300 exemplares (20cm) provenientes da segunda desova foram adquiridos por uma piscicultura particular localizada no município de Itapiúna – CE visando a engorda e posterior comercialização. Os exemplares chegaram com 100% de sobrevivência ao destino. Devido carência de mão de obra qualificada quanto ao manejo do exemplares nesta fase de vida, o empreendimento obteve taxa de sobrevivência em torno de 10%. Realizando posteriormente nova

aquisição de 20 exemplares (50cm) o empreendimento obteve taxa de sobrevivência de 100%.

Um total de 44 exemplares (20cm) provenientes da segunda desova foram adquiridos por uma piscicultura particular localizada no município de Pentecoste – CE visando a engorda em tanque-rede e posterior comercialização. Dispondo de mão de obra qualificada quanto ao manejo do exemplares nesta fase de vida, o empreendimento obteve taxa de sobrevivência acima de 97% e vem obtendo resultados satisfatórios.

Um total de 15 exemplares (20cm) foram adquiridos por piscicultura região Norte do país. Esta aquisição pode ser justificada por não haver Estações de Piscicultura na região que forneçam alevinos que supram a demanda, sendo a grande maioria dos alevinos de pirarucu disponíveis no mercado atualmente são provenientes de desovas ocasionais em viveiros ou barragem ou esporadicamente coletados na natureza (PEREIRA-FILHO & ROUBACH, 2005).

Apesar de não ter havido grande divulgação quanto a venda de exemplares pelo CPA, os números alcançados são bastante elevados. Esta grande distribuição de alevinos pela Região Nordeste deve ser monitorada e os compradores orientados quanto aos cuidados de evitar a introdução acidental destes animais em ambiente natural, pois se trata de uma bacia hidrográfica onde esta espécie não ocorre naturalmente. Os impactos de uma possível introdução do pirarucu em ambientes naturais do nordeste podem causar danos econômicos imprevisíveis e profundas alterações na estrutura dos ecossistemas. De fato, a introdução de espécies tem sido uma das maiores causas de perda de biodiversidade no planeta (OLIVEIRA, 2006).

Quanto ao interesse do DNOCS em formar casais de reprodutores para disponibilizar as desovas aos piscicultores interessados o departamento deverá ampliar as estruturas de treinamento alimentar, acondicionamento, bem como o treinamento da mão de obra.

Para os piscicultores adquirirem pirarucu nesta fase de vida e consolidarem o cultivo deve ser adotado práticas de manejo eficientes e preventivas quanto ao

transporte, arraçoamento e limnologia. Necessitando, assim, de pessoal qualificado para a atividade.

TABELA 2 – Lista dos municípios/Estados de origem de compradores de alevinos de pirarucu do CPA, com indicação do número de exemplares e comprimento médio.

Município	UF	n	CT medio (cm)
Caucaia	CE	60	20
Itapiúna	CE	300	20
Itapiúna	CE	20	>50
Aquiraz	CE	24	20
São Gonçalo do Amarante	CE	4	>50
Itapaje	CE	5	20
Cascavel	CE	20	20
Quixadá	CE	15	20
Santa Quitéria	CE	100	20
Redenção	CE	14	20
Sítios Novos	CE	300	20
Pentecoste	CE	10	>50
Pentecoste	CE	44	20
Sítios Novos	CE	500	20
Guaiuba	CE	15	20
Lagoa da Pedra	RN	20	20
Mossoró	RN	39	>50
Parnaíba	PI	295	20
Santa Rita	MA	100	20
Belém	PA	15	20
TOTAL		1900	

CT: Comprimento total.

4.3 Projeto piloto do uso de técnicas de RAPD e citogenética para determinação sexual do pirarucu

Segundo RIBEIRO (2007), realizando reações de RAPD usando três primers o OPF-03, OPF-06 e OPF-08 e amostras de DNA de exemplares de pirarucu de ambos os sexos, foi possível observar bandas polimórficas no gel de eletroforese apenas quando usado o primer OPF-03 (Figura 10) Isto sugeriu o potencial deste primer na determinação sexual do pirarucu.

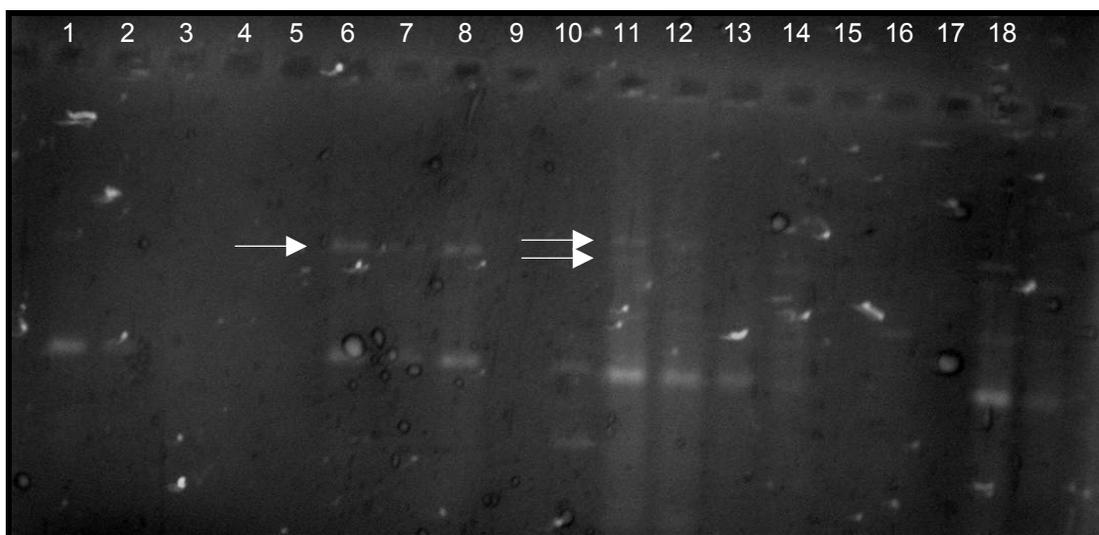


Figura 10 – Padrão de polimorfismo de RAPD em *A. Gigas*. O DNA total foi amplificado utilizando-se o primer OPF-03. A variável analisada foi sexo: fêmeas, colunas 1 a 9; machos, colunas 10 a 18. Setas indicam bandas polimórficas. Modificado de RIBEIRO (2007). Pentecoste, CPA, 2006.

Tomando por base resultados preliminares obtidos por RIBEIRO (2007), foram realizadas, em caráter piloto, reações adicionais utilizando o primer OPF-03 para amplificação de amostras de DNA genômico de exemplares de pirarucu. Baseado no resultado de uma reação, não foi confirmada a consistência do primer OPF-03 da Invitrogen Life Technologies Inc., para determinação sexual (Figura 11). Devido a uma quantidade reduzida de primers utilizados e repetições

realizadas, o potencial do RAPD como ferramenta para determinação sexual do pirarucu continua inexplorado.

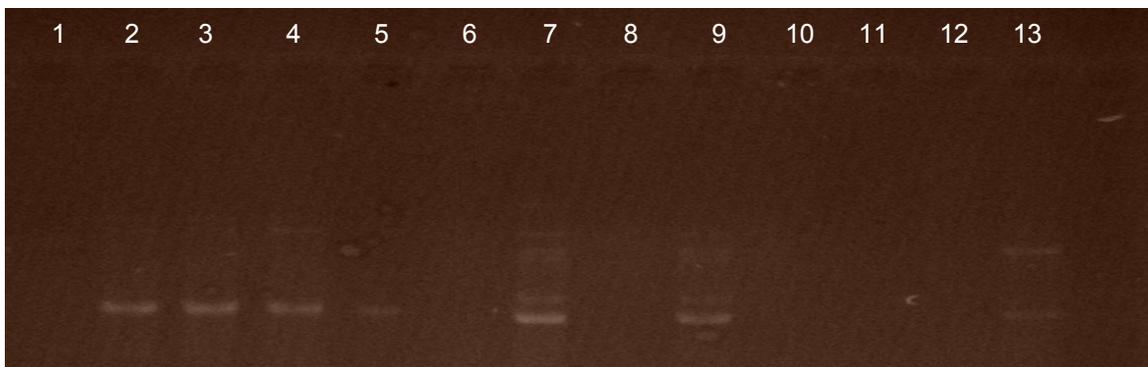


Figura 11 – Padrão de polimorfismo de RAPD em *A. Gigas*. O DNA total foi amplificado utilizando-se o primer OPF-03. A variável analisada foi sexo: fêmeas, colunas 1 e 2; machos, colunas 3 e 4. Não se observou banda polimorfa relacionada a sexo. Colunas 5 a 13 mostram padrão polimorfo de indivíduos de sexo desconhecido. Pentecoste, CPA, 2007.

4.4 Cariótipo

Marcadores cromossômicos vêm sendo usados com grande sucesso em projetos de piscicultura, dando uma grande contribuição aos estudos citogenéticos voltados ao controle de cruzamentos (MARTINS, 2002).

Buscando alcançar o objetivo de avaliar o potencial do uso das técnicas de citogenética para determinação sexual do pirarucu em cultivo, foram confeccionadas lâminas partir dos tecidos do fígado, rim, intestino e baço. Dentre todos os tecidos utilizados, o baço apresentou o maior número de metáfases por lâmina, cerca de 40 metáfases completas. A partir das metáfases disponíveis foram escolhidas as de melhores qualidades para fotografar e confeccionar o cariótipo.

Montado o cariótipo, o número diplóide para *A. gigas* pôde ser evidenciado citogeneticamente apresentando $2n=56$, confirmando os dados de URUSHIDO et

al (1975). O cariótipo montado é composto por três pares de cromossomos metacêntricos, 11 sub-metacêntricos, e 14 acrocêntricos (Figura 12).

Os resultados mostram que o cariótipo de *A. gigas* apresenta variações significativas no tamanho dos cromossomos, mas esta diferença se dá de forma gradativa. Observando a morfologia dos cromossomos o cariótipo montado não apresenta heteromorfismo sexual, desta forma, não apresenta aplicação como ferramenta de determinação sexual para a espécie.

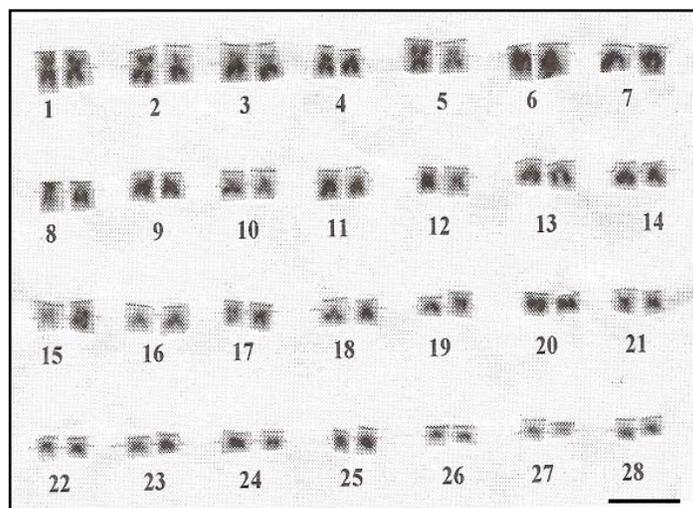


Figura 12: Cariótipo de *A. gigas* apresentando número diplóide $2n=56$, com três pares de cromossomos metacêntricos, 11 sub-metacêntricos, e 14 acrocêntricos. Bar = 5 μ m. Fortaleza, UFC, 2007.

O cariótipo montado no presente estudo apresenta variação gradativa entre os tamanhos dos cromossomos iniciais e finais, pode ser observado também que os dois primeiros pares de cromossomos têm tamanhos muito semelhantes e são cerca de cinco vezes maiores que os últimos cromossomos do cariótipo. Fazendo comparações com o cariótipo de pirarucu proposto por MARQUES (2003), representando indivíduos do Rio Araguaia no Estado do Tocantins se observa diferença em relação ao tamanho dos cromossomos entre os dois cariótipos, esta diferença pode ser explicada pela ação da colchicina promovendo a condensação dos filamentos de DNA (Figura 13).

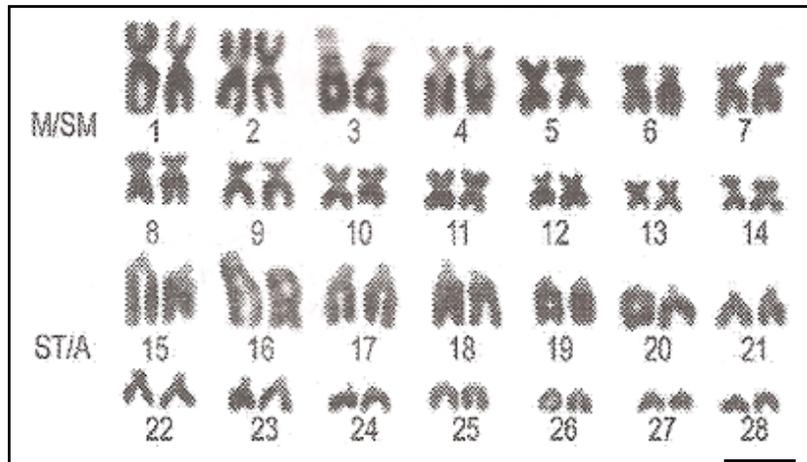


Figura 13: Cariótipo *A. gigas* oriundo de populações selvagens do rio Araguaia, TO. Bar = 5µm. Modificado de MARQUES (2003).

Estas diferenças morfológicas observadas entre os dois cariótipos podem representar diferenças populacionais entre exemplares de pirarucu cultivados no Mato Grosso do Sul e exemplares vivendo em ambiente natural no Rio Araguaia no Mato Grosso, já que marcadores cromossômicos têm potencial satisfatório em estudos populacionais de peixes (MARTINS, 2002). Para esclarecer estas observações se faz necessário dar continuidade aos estudos usando esses marcadores.

Mesmo não sendo possível fazer afirmações, os resultados são de grande valor científico devido ao número reduzido de publicações sobre citogenética dos Osteoglossiformes.

5. CONCLUSÕES

- As populações de pirarucu introduzidas nos açudes nordestinos na década de 1930 serviram de fonte alimentar alternativa, porém não controlaram a densidade de populações de peixes indesejados, como piranhas.
- O uso de redes de espera foi possivelmente o principal fator contribuinte para o esgotamento dos estoques de pirarucu nos açudes. Fatores indiretos incluem a falta de fiscalização da pesca e fim do período de defeso.
- Em geral, a metodologia de transporte, acondicionamento, reprodução e treinamento alimentar de pirarucu em cativeiro, adotado pelo DNOCS na década de 2000, tem sido eficiente.
- A melhor taxa de arraçoamento de alevinos tanto em viveiros quanto em tanques foi de 2% da biomassa em ração.
- As desovas em cativeiro ocorreram entre os meses de agosto e fevereiro.
- O uso de alimento vivo no treinamento alimentar de alevinos alcançou 100% de eficiência com taxa de sobrevivência de 95%.
- A comercialização de alevinos abrangeu quatro Estados nordestinos e um da região norte.
- Padrões de RAPD obtidos não confirmam a utilidade do primer OPF-03 para determinação sexual de *Arapaima gigas*.
- Não houve heteromorfismo sexual quanto ao cariótipo. O cariótipo apresentou $2n=56$, com três pares de cromossomos metacêntricos, 11 submetacêntricos e 14 acrocêntricos.

REFERÊNCIAS BOBLOGRÉFICAS

AIT. ASIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY. Procedimentos para produção de tilapias em hapas. **Bol.Tec.** Bangkok, Tailândia . 2003

ALDEA, G. M. I. **Cultivo de “Paiche” *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) com dietas artificiales em jaulas flotantes.** 54 f. Tesis (Doctorado en Biología) Universidad Nacional de la Amazonía Peruana - Facultad de Ciencias Biológicas, Iquitos. 2002.

BAÇA, L. C. **Historia Biológica del Paiche o Pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier) y Bases para su Cultivo en la Amazônia.** Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana - Programa de Biodiversidad. Iquitos – Peru, p.27. 2001.

BALARIN, J. D. et al.; The Intensive Culture of tilapia in Tanks, raceways and cages. In: MUIR, J.F.; ROBERTS, R.J. (Ed.). **Recent Advances in Aquaculture.** Londres: Croom Helm, p. 267-355. 1989.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia dos peixes Aplicada à Piscicultura.** Santa Maria. Ed: UFSM, p.212. 2002.

Bansk, W.J. **Histologia Veterinária Aplicada.** São Paulo. ed.1, Ed: Manole Ltda p 629p. 1992.

BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. **Amostragem em limnologia.** São Carlos: RIMA, p.371. 2004.

BONDE, N. Osteoglossids (Teleostei: Osteoglossomorpha) of the Mesozoic. Comments on their interrelationships. In: Arratia, G.; Viohl, G. (Eds.), **Mesozoic Fishes. Systematics and Paleoecology.** Verlag Dr. Friedrich Pfeil, Munich, p.273-284, 1996.

BORGHETTI, N. R. B., OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R. **Aqüicultura: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo.** Curitiba: Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais, p.128, 1996.

BRANDÃO, G. L.; ULIANA, D.; BRITO, F. L. **Criação de pirarucu.** Brasília:EMBRAPA-CPATU, p.93, 1996.

CAJADO, F. J. L. **Avaliação dos Procedimentos de Introdução de Tilápias Tailandesas (*Oreochromis niloticus* var. *chitralada*) no Estado do Ceará.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia de Pesca. 35p. 2004.

CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; ITUASSÚ, D. R.; GANDRA, A. L.; CRESCÊNCIO, R. **Biomassa sustentável de juvenis de pirarucu em tanques-rede de pequeno volume**. Brasília: Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.38. n.6. p.723-728. 2003.

CAVEIRO, B.A.S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; ITAUSSU, D.R., GANDRA, A.L., CRESCÊNCIO, R. **Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.33. n.1. 2003. www.scielo.com.br

CAVEIRO, B. A. S.; ITAUSSU, D. R., PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, 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.33, n.8, p.1011-1015, 2003.

CITES, 2005. Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e da Fauna Selvagens em Perigo de Extinção. www.ukcites.gov.uk

CLEARY, D. Towards an environmental history of Amazonia. **Latin American Research Review**. v.36. n. 2. p. 65-97, 2001.

CONTE, L. **Produtividade e Economicidade da Tilapicultura em Gaiolas na Região Sudoeste do Estado de São Paulo: Estudos de Casos**. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luz de Queiroz Universidade de São Paulo. Piracicaba. P.73. 2002.

CRESCÊNCIO, R. **Treinamento alimentar de alevinos de pirarucu (*Arapaima gigas*, Cuvier 1829) utilizando atrativos alimentares**. 35 f. Dissertação de Mestrado, Fundação Universidade do Amazonas, Mestrado em Biologia de Água doce a Pesca Interior. 35p. 2001.

CROSSA, M. & PRETERE JUNIOR, M. Morphometric relationships and indirect determination of the length frequency structure of the pirarucu (*Arapaima gigas*, Cuvier). **Fish Management Ecology**. v. 6. p.173-186. 1999.

ARAÚJO, M. Z. T. **Barragens do Nordeste do Brasil: Experiência do DNOCS em Barragens na Região Semi-Árida**. DNOCS: Fortaleza. 3ed. p. 263. 2003.

EL-SAYED, A. F. M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. **Aquaculture**, v. 179. p.149-168.1999.

FAO, **FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS**. Código de Conduta para uma Pesca Responsável. Roma,1995.

FAO - **FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS**. 2004. www.fao.org/sofia

FAO - FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 2007. www.fao.org

FONTENELE, O. Contribuição para o Conhecimento da Biologia do Pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier) em cativeiro (Actinopterygii, Osteoglossidae). **Revista Brasileira de Biologia**. v. 8. n. 166. p. 237-251. 1948.

FONTENELE, O. Hábitos de desova do pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier) (PISCES: Isospondyli, Arapaimidae). e evolução de sua larva. **Coletânea de Trabalhos Técnicos: Pesca e Piscicultura**. n. 153. p. 5 - 18. 1982.

FONTENELE, O.; VASCONCELOS, E. A. O pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1817), nos açudes do Nordeste: Resultados de sua aclimação e prováveis causas de depleção de seus estoques. **Boletim Técnico do DNOCS**, Fortaleza, v.1, n.40, p.43–66, 1982.

FORESTI, F., L.F. ALMEIDA-TOLEDO & S.A. TOLEDO-FILHO, Polymorphic nature of nucleolar organizer regions in fishes. **Cytogenet. Cell Genet.** v.31. 137-144. 1981.

FREITAS, P. D. **Estudos de diversidade genética em estoques de reprodutores camarões *Litopenaeus vannamei* cultivados no Brasil**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Genética e Evolução, Universidade Federal de São Carlos. 2003.

GODINHO, H. P.; SANTOS, J. E.; FORMAGIO, P. S.; GUIMARÃES-CRUZ, R. J. Gonadal morphology and reproductive traits of the Amazonian fish *Arapaima gigas* (Schinz, 1822). **Acta Zoologica**, v.86. pp. 289-294. 2005.

GOULDING, M., BARTHEM, R. & FERREIRA, E. J. G. **The Smithsonian atlas of the Amazon**. Washington, DC: Smithsonian Institution Press. 2003

GUERRA, F. H. **Madurez sexual del paiche *Arapaima gigas* Cuvier, en las zonas Reservadas del estado (Rio Pacaya)**. Instituto del Mar del Perú. Informe n° 7. Callao – Perú. 20 p. 1980.

HRBEK, T.; FARIAS, I. P.; CROSSA, M.; SAMPAIO, I.; PORTO, J. I. R.; MEYER, A. Population genetic analysis of *Arapaima gigas*, one of the largest. **Animal Conservation**, Zoological Society of London: United Kingdom. v.8. p.1-12. 2005.

IBAMA, 1998. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – **Portaria no 145-N, de 29 de outubro de 1998** (DOU de 30.10.98)

IBAMA, 2005. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. www.ibama.gov.br.

ITAUSSÚ, D. R.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; CRESCÊNCIO, R.; CAVERO, B. A. S.; GANDRA, A. L. **Níveis de proteína bruta para juvenis de pirarucu**. Brasília: Pesquisa Agropecuária. N.40. P. 255-259. 2005.

Li, G. Q.; Wilson, M. V. H.; Grande, L. Review of Eohiodon (Teleostei: Osteoglossomorpha) from Western North America, with phylogenetic reassessment of Hiodontidae. **Journal Paleontol.** n.71. p.1109-1124. 1997.

LOVSHIN, L.L. Tilapia farming: agrowing worldwide aquaculture industry. In: Simposio sobre Manejo e Nutrição de Peixes, 1, Piracicaba, 1997. **Anais.** Piracicaba: CBNA, p.137-164. 1997.

MARQUES, D. K. S. **Caracterização genética do pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier) (Teleostei, Osteoglossidae) da bacia Tocantins- Araguaia, Estado do Mato Grosso**. Tese de Doutorado, Programa de pós-graduação em genética e Evolução, Universidade Federal de São Carlos. São Paulo. São Carlos. 2003.

MARTINS, C.; PORTO-FORESTI, F.; WASKO, A. P.; LEITÃO, G. R.; OLIVEIRA, C.; FORESTI, F. Marcadores Genéticos e sua Aplicação na Piscicultura. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento.** n.28. p.12-15. 2002.

MENEZES, R. S. De. Notas biológicas e econômicas sobre o pirarucu. **Série Estudos Técnicos.** Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, n. 3. 1951.

MILACH, S. C. K. Marcadores de DNA, Aplicações no melhoramento de plantas. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento.** p.14-17. 2002.

MOLINA, W. F.; GALETTI, JR. P. M. Robertsonian rearrangements in the reff fish Chrmis (Perciformes, Pomacentridae) invoovin chromossomes bearing 5s rRNA genes. **Genetics and Molecular Biology.** v. 25. n. 4. p. 373-377, 2002.

NELSON, J. S., **Fishes of the World**, New York, NY: Columbia University Press. 3rd ed. p.600. 1994.

OLIVEIRA, C. E. **Piscicultura Amazônica. A voz do Mar.** v. 23. p.104 -106. 1944.

OLIVEIRA. M. D. **Introdução de Espécies. Uma das Maiores Causas de Perda de Biodiversidade.** Corumbá-MS. Mídia Embrapa Pantanal. n. 75. p.1-3. 2004.

OLIVEIRA, V. Q. **Cultivo de Pirarucu, *Arapaima gigas* Cuvier, 1829, em Tanques-rede no Açude Pereira de Miranda, em Pentecoste/Ce, Submetido a Duas Taxas de Arraçoamento.** Monografia de Graduação, Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia de Pesca. p.33. 2007a.

OLIVEIRA, V. Q. **Acompanhamento do Condicionamento Alimentar de Alevinos de pirarucu *Arapaima gigas* Cuvier, 1829.** Relatório de Estágio Supervisionado de Graduação, Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia de Pesca. p.35. 2007b.

ONO, E. A.; KUBITZA, F. **Cultivo de peixes em tanques-rede.** Jundiá: Fernando Kubitza, 3rd ed. 112p. 2003.

PADUA, D. M. C., **Fundamentos de Piscicultura.** Goiânia: UCG. 2nd ed. p.341. 2001.

PAPAVERO, N.; TEIXEIRA, D. M.; LUZ, J. R. P.; OVERAL, W. L. **O Novo Éden: A fauna da Amazônica brasileira bons relatos de viajantes e cronistas desde a descoberta do Rio Amazonas por Pinzon (1500) até o Tratado de Santo Ildefonso (1777).** Belém: ed. Museu Paraense Emílio Goeldi, v. 1. 388 p. 2000.

PEREIRA-FILHO, M.; CAVEIRO, B. A. S.; ROUBACH, R.; ITAUSSU, D. R., GANDRA, A. L., CRESCÊNCIO, R. Cultivo do pirarucu (*Arapaima gigas*) em viveiro escavado. Notas e Comunicações, **Acta Amazônica**, v:33. p. 715-718. 2003.

PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B. A. S.; ROUBACH, R.; ITUASSÚ, D. R.; GANDRA, A. L.; CRESCÊNCIO, R. Cultivo de pirarucu (*Arapaima gigas*) em viveiro escavado. **Acta Amazônica**, Manaus, v.33, n.4, p.715-718, 2003.

PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; CAVERO, B. A. S.; ITAUSSÚ, D. R.; GANDRA, A. L.; CRESCÊNCIO, R. Intensive rearing of juvenile Pirarucu (*Arapaima gigas*) in small volume cages. **World Aquaculture**. p 28-33. 2004.

PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. Pirarucu, *Arapaima gigas*. In: BALDISSEROTO, B.; GOMES, L. C. (Org.) **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Ed. UFSM, cap. 2. p. 37-66. 2005.

POPMA, T.J. & PHELPS, R.P. Status Report Commercial tilápia Producers on Monosex Fingerling Production Techniques. In: **Anais do Aquacultura**. p.127-145. 1998.

RIBEIRO, E.M., **Estudos preliminares para identificação sexual do pirarucu *Arapaima gigas* (CUVIER) (TELEOSTEI, OSTEGLLOSSIDAE), utilizando marcadores moleculares.** Monografia de Graduação, Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia de Pesca. p.33. 2007.

ROMERO, J.S. **El Paiche; Aspectos de su historia natural, ecologia y aprovechamiento.** Lima, Ministério de Agricultura, p.50. 1961.

SEAP. **1ª Conferência Nacional de Aqüicultura e Pesca.** Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca da Presidência da República. Luziânia:Goiás. P.35. 2003.

SILVA, J.W.B. e. **Contribuição das Tilápias (PICES: CICHLIDAE) para o Desenvolvimento da Piscicultura no Nordeste Brasileiro, Especialmente no Estado do Ceará.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia de Pesca. 2001.

URUSHIDO, T.; TAKAHASHI, E.; & TAKI, Y. Karyotypes of three species of fishes in the order Osteoglosiformes. **Chromosome Information Service**. N.18.p.20-22. 1975.