EMIR PALMEIRA IMBIRIBA

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE PIRARUCU, *Arapaima gigas,* SOB DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM EM ASSOCIACAO COM BÚFALAS LEITEIRAS

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Pará, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Dr. Jose de Brito Lourenço Junior

Belém

2001

EMIR PALMEIRA IMBIRIBA

CRESCIMENTO E PRODUCÃO DE PIRARUCU, *Arapaima gigas,* SOB DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM EM ASSOCIAÇÃO COM BÚFALAS LEITEIRAS

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Pará, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, pela Comissão formada pelos professores:

Orientador:

Prof. Dr. Jose de Brito Lourenço Junior
Embrapa Amazônia Oriental

Prof. Dr. Raimundo Aderson Lobão de Souza
Faculdade de Ciências Agrárias do Pará

Prof. Dr. Hélder Lima de Queiroz
Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá

Dr. Manoel Pereira Filho
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Belém, outubro de 2001

"O mundo está nas mãos daqueles que têm coragem de sonhar e correr o risco de viver seus sonhos. Cada qual com o seu talento".

Paulo Coelho

Aos meus pais, pelos ensinamentos que direcionam minha existência. As minhas irmãs, pelo amor fraterno.

A companheira de todos os momentos Maria Augusta e aos meus filhos Kiânya, Ingryd e Emir, pelo amor e incentivo.

Dedico

SUMÁRIO

Página
LISTA DE TABELAS vi
LISTA DE FIGURAS vi
RESUMO vii
ABSTRACT viii
1 INTRODUÇÃO 01
2 REVISÃO DE LITERATURA 04
2.1 SISTEMÁTICA 04
2.2 DISTRIBUICAO GEOGRAFICA 04
2.3 ANATOMIA 05
2.4 FISIOLOGIA 07
2.5 PESCA 08
2.5.1 Aspectos EcoI6gicos 09
2.6 MANEJO DA PRODUÇÃO 14
2.6.1 Reprodução 14
2.6.2 Alevinagem 19
2.6.3 Alimentação 20
2.6.4 Crescimento 24
2.6.5 Rusticidade 26
2.7 CUL TIVO CONSORCIADO 27
3 MATERIAL E MÉTODOS 28
3.1 VARIÁVEIS UTILIZADAS 29
3.2 ESTUDO DO CRESCIMENTO 29

3.2.1 Relação Peso/Comprimento..... 29

3.2.1.1 Fator de Condição..... 30

3.2.2 Curvas de Crescimento em Comprimento.....31

3.2.3 Curva de Crescimento em Peso.....32

3.3 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO 33

4 RESULTADOS.....34

4.1 IN DICE DE PRODUÇÃO E SOBREVIVENCIA.....34

4.2 PARAMETROS BÁSICOS ESTIMADOS.....36

4.3 RELACAO PESO/COMPRIMENTO.....39

4.3.1 Fator de Condição.....40

4.4 CURVA DE CRESCIMENTO EM COMPRIMENTO.....42

4.5 CURVA DE CRESCIMENTO EM PESO.....44

5 DISCUSSÃO.....45

5.1 INDICE DE PRODUÇÃO E SOBREVIVÊNCIA.....45

5.2 PARÂMETROS BÁSICOS ESTIMADOS.....47

5.3 RELAÇÃO PESO/COMPRIMENTO.....47

5.3.1 Fator de Condição.....49

5.4 CURVA DE CRESCIMENTO EM COMPRIMENTO.....49

4.5 CURVA DE CRESCIMENTO EM PESO.....50

6 CONCLUSÕES.....51

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....52

LISTA DE TABELAS Página

TABELA 1 Desempenho produtivo de pirarucu, *Arapaima gigas,* criado em quatro diferentes densidades populacionais, durante o período de 360 dias..... 34
TABELA 2 Parâmetros relacionados ao cultivo de pirarucu, *Arapaima gigas,* criado em quatro diferentes densidades populacionais, durante o período de 360 dias..... *38*
TABELA 3 Equações rnatemáticas da relação peso/comprimento de pirarucu, *Arapaima gigas,* nas quatro densidades de estocagern 40
TABELA 4 Equações das curvas de crescimento de cornprirnento nas densidades estudadas 43
TABELA 5 Equações das curvas de crescimento de comprimento do pirarucu, *Arapaima gigas,* nas quatro densidades de estocagem..... 44

LIST A DE FIGURAS Pagina

Figura 1 Variação do tamanho em peso dos pirarucus, *Arapaima gigas,* em função da densidade de estocagem, em três períodos distintos..... . 35
Figura 2 Relação da biomassa de plrarucus, *Arapaima gigas,* em função da densidade de estocagem, em três períodos distintos..... 36
Figura 3 Relações lineares e coeficientes de determinação entre comprimentos de pirarucu, *Arapaima gigas,* em urn determinado tempo e no tempo anterior, para cada densidade de estocagem.. 37
Figura 4 Variação de biomassa de pirarucu, *Arapaima gigas,* em função da densidade de estocagem 39
Figura 5 Relação Peso/Comprimento do pirarucu, *Arapaima gigas,* nas quatro densidades de estocagem (cinco, dez, quinze e 20 peixes/100rn2), durante 360 .dias..... 39
Figura 6 Variação dos valores do fator de condição (Ø) do pirarucu, *Arapaima gigas,* em função das densidades de estocagem..... 41
Figura 7 Variação dos valores de Ø mensais do pirarucu, *Arapaima gigas,* nas quatro densidades de estocagem..... *41*
Figura8 Variação dos valores de Ø mensais do pirarucu, *Arapaima gigas,* independente das densidades de estocagem..... *42*
Figura 9 Curva de crescimento em comprimento para o pirarucu, *Arapaima gigas,* nas quatro densidades de estocagem (cinco, dez, quinze e 20 peixes/100 m²)..... 43
Figura10 Curva de crescimento em peso para o pirarucu, *Arapaima gigas,* nas quatro densidades de estocagern (cinco, dez, quinze e 20peixes/100 rn2) ~..... *44*

RESUMO

Com o objetivo de avaliar quatro densidades de estocagem de pirarucu *(Arapaima gigas)* e identificar a que proporcione melhor desempenho produtivo em ganho de peso e comprimento, para viabilizar o seu cultivo intensivo, foi realizada uma pesquisa, durante 360 dias, utilizando as densidades de cinco, dez, quinze e 20 peixes por 100 m² de viveiro, fornecendo-se tilápias vivas como alimento, capturada sem açude de manejo de búfalas leiteiras, equivalente a 6% do peso vivo dos peixes, durante quatro dias por semana. Os animais foram agrupados aleatoriamente em quatro tratamentos e duas repetições. Os dados foram analisados com base na aplicação do modelo exponencial de cresci mento, tendo sido obtidas as expressões matemáticas para cada densidade de estocagem. Foram feitas analises de regressão linear simples. O crescimento em peso e comprimento do pirarucu varia de acordo com a sua taxa de estocagem, entretanto, até os 120 dias de cultivo não houve diferenças em peso nas quatro densidades estudadas. Os valores do coeficiente angular da relação peso/comprimento do pirarucu demonstram que o seu crescimento e do tipo alométrico. O comprimento total máximo foi de 107,66 cm e peso total máximo de 13,43 kg, na densidade de cinco peixes/100 m². Entretanto, a maior biomassa, de 85,69 kg/100 m², foi observada na densidade de dez peixes/100 m², *o* que a indica como sendo a mais adequada para utilização em cultivo intensivo. O excelente desenvolvimento ponderal do pirarucu indica o potencial de cultivo dessa espécie, em sistema intensivo de criação associada com búfalas leiteiras.

ABSTRACT

With the objective of evaluating four stock densities of pirarucu *(Arapaima gigas)* and to identify the one that provides the best productive performance, in length and weight gain to make possible its intensive culture, a research was carried out, during 360 days. using the densities of 5, 10, 15 and 20 fishes per 100 m2 of inundate area. Live tilapias *(Tilapia nilotica),* captured in a dam used for milk buffaloes management, equivalent to 6% of the pirarucu live weight, were used during four days per week. The design was completely randomized with four treatments and two replications. The data were analyzed on the basis of the application of the exponential model of growth. Mathematical expressions were obtained for each stockage density. Simple linear regression analysis were made. - However, until the first 120 days, no significant difference in weight could be observed among the four study densities. The values of the angular coefficient of the relation weight/length of pirarucu showed that its growth is of the allometric type. The maximum total size was 107.66 cm and the maximum weight was 13.43 kg, in the density of five fishes per 100 m2. However, the highest biomass, of 85.69 kg per 100 m2, was observed in the density of 10 fishes per 100 m2, suggesting that this density would be the most adequate for using in intensive systems. The excellent ponderal development of pirarucu, indicates the potential use of this species, in intensive systems associated with buffaloes.

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE PIRARUCU, *Arapaima gigas,* SOB DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM EM ASSOCIAÇÃO COM BÚFALAS LEITEIRAS

1 INTRODUÇÃO

O *Arapaima gigas,* denominado no Brasil de pirarucu, e de paiche no Peru e um dos Maiores peixes de água doce. Goulding (1980) citou que era comum a existência de Exemplares com 125 kg. E a única espécie do gênero *Arapaima,* e um dos dois únicos gêneros neotropicais da família*Osteoglossidae* (Sterba, 1973). Chega a atingir peso máxima próximo de 200 kg e 2 a 3 metros (Saint-Paul, 1986). Na Amazônia, são capturados pela pesca

comercial os indivíduos com peso variando entre 30 a 40 kg, cuja carne apresenta um rendimento médio em torno de 57% (Imbiriba *et al., 1994)*

A pesca desse peixe na Bacia Amazônica a realizada no rio Amazonas e afluentes, como também nas vastas áreas alagáveis de várzea e igapó ligadas a eles. Essa atividade a extremamente influenciada pelo nível da água dos rios, que interfere na bioecologia da espécie (Imbiriba *et al., 1996).*Esse peixe foi abundante nas proximidades dos principais centros de consumo, como Manaus, AM e Santarém, PA. Ate a década de 60, existiam em Belém, PA, algumas empresas de porte médio, além de vários estabelecimentos menores, que comercializavam o produto seco-salgado.

No Brasil, os primeiros estudos sobre a criação do pirarucu foram realizados por Oliveira

(1944), em Belém, PA, e por Fontenele (1948), em Ico, CE, quando conseguiram a reprodução em cativeiro. Em sete açudes públicos do Nordeste Brasileiro, Fontenele & Vasconcelos (1982)

citam produção total de 2.000 toneladas desse peixe ate 1981, em sistemas extensivos, tendo sido utilizados 5.590 alevinos de pirarucu no povoamento desses mananciais.

Embora o pirarucu tenha se aclimatado nos açudes do Nordeste Brasileiro, com produção em níveis apreciáveis, a pesca predatória resultou no seu desaparecimento. Alguns espécimes foram capturados com mais de 2 m de comprimento e peso acima de 100 kg (Fontenele & Vasconcelos, 1982). Na Amazônia peruana, tem sido realizados alguns trabalhos com o pirarucu, na reprodução e no crescimento. No Brasil, alem da Amazônia onde encontra o

seu habitat predileto, esse peixe pode ser racionalmente criado nas Regiões Nordeste, Centro Oeste, e, em determinados locais da Região Sudeste, onde não ocorrem grandes variáveis de temperatura (Imbiriba, 2001).

Mesmo havendo medidas de proteção, a pesca do pirarucu esta colocando em risco a sobrevivência da espécie, pois e praticada de modo predatório. A intensidade da pesca, determinada pelo alto valor comercial, tem estimulado a captura de exemplares jovens, chamados de "bodecos", prejudicando, de maneira sensível, os estoques naturais. A realidade da pesca do pirarucu na vasta Região Amazônica revela o quanto é difícil aplicar uma legislação pesqueira eficiente. O conhecimento da biologia pesqueira desse peixe se faz necessário, para um melhor entendimento sobre as peculiaridades da pesca, visando oferecer medidas racionais de exploração. O cultivo, por outro lado, apresenta-se como importante atividade complementar a pesca, tendo como objetivo, aumentar a produção pesqueira dessa espécie, em médio e longo prazos (Imbiriba, 1991).

A piscicultura intensiva desse fisóstomo foi iniciada em Belém, na Embrapa Amazônia Oriental, em consorciação com búfalos. Os peixes foram criados em viveiros de 100 m2 de área inundada e abastecidos com água de um açude destinado ao banho de bubalinos (Imbiriba *et al.*, 1985). O cultivo dos peixes carnívoros, de um modo geral, apresenta limitações, devido ao baixo rendimento das cadeias alimentares, pela perda de energia em cada mudança de nível trófico.

Entretanto, a criação do pirarucu é viável, uma vez que esse peixe apresenta extraordinário desenvolvimento ponderal, chegando a alcançar em torno de 10 kg com apenas um ano de cultivo, e superior rusticidade em ambientes tropicais, o que viabiliza sua criação (Bard & Imbiriba, 1986; Imbiriba, 1991). Vários fatores interferem no crescimento em comprimento e ganho de peso dos peixes quando submetidos ao cultivo intensivo, dentre os quais se destacam a taxa de estocagem (Boyd, 1982).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar as diferentes densidades de estocagem de pirarucus e identificar a que proporcione melhor desempenho produtivo, através de ganho de peso e comprimento, tendo-se em vista a viabilidade do cultivo racional e intensivo dessa espécie de alto valor comercial da Bacia Amazônica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SISTEMÁTICA

O pirarucu pertence à família *Osteoglossidae,* também chamado de peixe de língua óssea. E formado por um grupo bastante primitivo, com poucas espécies. Faz parte da subclasse *Actinopterygii,* ou peixes de "barbatana raiada" e da ordem *Osteoglossiformes,* representada nas águas doces da América do Sul pela família *Osteoglossidae,* que se divide em três subfamílias: *Arapaiminae, Osteoglossinae* e *Heterodinae,* distribuídas na América do Sul, África, Austrália e Sudeste Asiático (Fink & Fink, 1978; Nelson, 1976). Os *Osteoglossideos* na Amazônia são formados por dois gêneros e trêsespécies:*Arapaima gigas, Osteoglossum bicirrhosum* e O. *ferreirai.* Na Austrália ocorre o gênero 1*Scleropages* e, na África, o *Heterotis* (Gary, 1969).

Primariamente, o *Arapaima* a um piscívoro que nada lentamente ou fica a espera de suas presas. Trata-se, provavelmente, do maior peixe com escamas que habita as águas doces de todo o mundo (Wootton, 990). A palavra pirarucu, de origem tupi a formada pela associação de pira, que significa peixe, com urucu, que quer dizer vermelho. A coloração vermelha desse peixe é dada pelas escamas dos flancos e da cauda, enquanto as do ventre são esbranquiçadas. Este caráter a mais marcante nos machos durante o período de reprodução (Fontenele, 1948).

2.2 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

O pirarucu é considerado um peixe de clima equatorial, com temperaturas elevadas o ano inteiro (medias de 24°C a 26°C), amplitude térmica anual que raramente ultrapassa 3°C e mais de 2.000 mm de chuvas anuais e ate com mais de 3.000 mm, como o litoral do Amapá, a foz do rio Amazonas e áreas da Amazônia Ocidental (Sene & Moreira, 1998). Vive preferencialmente nas regiões de lagos das Bacias Amazônica e Araguaia- tocantins, embora possa ser encontrado nos rios

em áreas de baixa correnteza.

Lüling (1971) cita que essa espécie habita as terras baixas do rio Amazonas e tributários. Esta confinado na Bacia Amazônica, no Oeste do Orinoco e nos sistemas Rupunumi e Essequibo das Guianas. As corredeiras ou cachoeiras podem ser barreiras de dispersão (Saint-Paul, 1986). A Bacia do Araguaia-tocantins, constituída por rios que nascem na parte central do planalto brasileiro e se encaminham para a planície amazônica, recebendo inúmeros afluentes em seu percurso. Nessa bacia, o pirarucu e encontrado, principalmente, nas regiões do médio e baixo rios Araguaia e Tocantins.

Os estudos demonstram que existe pouco conhecimento dos limites de ocorrência do pirarucu nos cursos superiores do rio Amazonas e afluentes. No estuário amazônico, observa-se a presença desse peixe nas ilhas do Marajó, Mexiana e Caviana. Bard & Imbiriba (1986) citam que não existe registro da ocorrência do pirarucu na Bacia do Orenoco. Na Guiana e Guiana Francesa há indícios da sua existência, onde e denominado comumente pelos índios como warapaima (Lowe-McConnell, 1987).

2.3 ANATOMIA

O corpo do pirarucu e de forma alongada, com seção circular e elipsoidal e revestida de grandes e espessas escamas. As nadadeiras peitorais são afastadas das ventrais, enquanto que as dorsal e anal são próximas da caudal, que e arredondada. As nadadeiras dessa espécie apresentam os seguintes números de raios moles: D. 35 - 37; A. 35 - 36; P. 12; V. 6 ; C. 23. O número de escamas e 6.56.6. Os dentes estão cobertos pelos lábios grossos e carnudos, deixando livre as extremidades (Solar, 1949; Bard & Imbririba, 1986).

A cabeça do pirarucu, de pequeno tamanho em relação ao seu corpo e relativamente reduzida, quando comparada a outras espécies da ictiofauna da Amazonia, corresponde a aproximadamente 10% do peso total (Imbiriba, *et al.,* 1996). Conforme Romero (1961), a cabeça dessa espécie é achatada, com espaço inter-orbital plano e formada por numerosas placas ósseas. A boca é superior,

grande e oblíqua, com prognatismo da mandíbula inferior. Sua língua é óssea, e na boca podem ser observadas duas placas ósseas laterais e uma palatina, as quais funcionam como verdadeiros dentes, que comprimem a presa, matando-a antes da deglutição.

As presas são capturadas pelo pirarucu por forte seção, provocando certos ruídos na água. Toda a água, apreendida junto à presa, e expelida pela abertura das tampas operculares. Apesar do avantajado porte, o pirarucu é um peixe inofensivo, desprovido de espinhos e dentes aguçados. Os maxilares dos exemplares adultos são formados por uma fileira de poucos dentes cônicos, com menos de 2 mm de comprimento (Fontenele, 1948). Bard & Imbririba (1986) citam que como nas demais espécies icti6fagas, o tubo digestivo do pirarucu é curto. Essa espécie apresenta dois aparelhos respiratórios, denominados brânquias, para a respiração aquática, e bexiga natatória, que se comunica com o tubo digestivo e funciona como pulmão.

O ovário da fêmea do pirarucu é um órgão impar e esta situado na cavidade abdominal, em posição látero-mediana esquerda. Um exemplar de 1,90 m de comprimento, o ovário em estado de estro mediu 495 mm de comprimento e 120 mm de largura, pesando cerca de 650 gramas. Os óvulos apresentam dimensões, coloração e forma, conforme o seu estado de desenvolvimento e, em conseqüência, o pirarucu enquadra-se no grupo das espécies de maturação sexual parcial, dando origem a desovas parceladas. Em média, o número de óvulos em estado de estro de uma fêmea de 1,90 m de comprimento e de aproximadamente 180.505 6vulos, em diferentes graus de desenvolvimento. O testículo do macho adulto pode ser considerado como órgão impar. A funcionalidade se restringe ao testículo esquerdo, pois o direito é atrofiado (Fontenele, 1948).

2.4 FISIOLOGIA

Uma particularidade fisiológica observada no pirarucu e o hábito de subir de momenta a momenta a superfície da água, lentamente, e quando não perturbado, abrir a boca para captar certa quantidade de ar, realizando nesse momento a respiração suplementar ao lado da respiração branquial.

A respiração aérea do pirarucu apresenta um processo vital para a espécie que, impedida de vir à superfície, acaba morrendo. Essa necessidade pode ser originaria da insuficiência das brânquias para processar a oxigenação. Por ocasião da respiração a aérea, os pirarucus tornam-se extremamente vulneráveis, aos pescadores, pois denunciam sua presença e dão oportunidade de serem abatidos (Fontenele, *1948i* Verissimo, 1970).

Os exemplares adultos somente apresentam os caracteres sexuais secundários poucos dias antes e após a realização da desova. Quando os sinais precursores da desova são notados, já podem ser observados os caracteres sexuais secundários extragenitais nos reprodutores. O macho fica com acentuada coloração escura na parte superior da cabeça, prolongando-se pela região dorsal, enquanto os flancos, ventre e parte caudal ficam com uma coloração vermelha. Na fêmea, a mudança de coloração e pouco perceptível e todo o peixe permanece com a cor castanho-clara (Fontenele, 1948).

2.5 PESCA

Durante os últimos anos, o pirarucu vem sofrendo os efeitos negativos da sobrepesca, o que tem contribuído marcantemente na redução dos estoques naturais, não só pela diminuição da quantidade anual de carne, como também pelo distanciamento cada vez maior dos locais de aptura (Imbiriba *et al.* 1996). Veríssimo (1970) cita que a pesca do pirarucu ocupou posição de destaque na economia pesqueira da Amazônia. O processo de salga deste peixe determinava uma época na região, chamada "tempo de salga", correspondente aos meses de setembro e outubro, e caracterizava-se por grandes ajuntamentos de pescadores nos locais de captura.

Passadas varias décadas, os métodos de captura artesanais do pirarucu, em certas regiões como Mamirauá, AM, não sofreram alterações. Barthen (1999) informa que o arpão e o principal aparelho utilizado nesta região, e a localização dos animais e feita no momenta da subida a superfície para respirar o oxigênio atmosférico. Smith (1979), Goulding (1980), Lowe-McConnell (1987) citam que as mudanças tecnol6gicas na pesca da Bacia amazônica já se fizeram sentir em áreas, como da

reserva de Mamirauá. A disseminação das redes para captura de pirarucus nessa região tem provocado uma sensível redução dos níveis de produção segundo os habitantes locais (Queiroz & Sardinha, 1999).

A redução da população desse peixe na Bacia Amazônica pode estar relacionada aos seguintes fatores: a reprodução só ocorre após o quinto ano de idade (dados de cativeiro); grande porte dos animais; predação que sofrem os alevinos, após a captura dos reprodutores no período de proteção a prole; processo de respiração aérea, que torna a espécie facilmente observada pelos pescadores e, portanto, altamente vulnerável e uso indiscriminado de malhadeiras na Bacia Amazônica (Queiroz, 2000; Imbiriba, 2001).

2.5.1 Aspectos Ecológicos

As planícies alagadas de várzea da Amazônia, com seu mosaico de lagos, canais e florestas sazonalmente alagadas, estão entre os mais importantes sistemas aquáticos amazônicos em termos de biodiversidade e peixes de valor comercial (Crampton, 1999). Nas ultimas décadas, os peixes e os recursos pesqueiros das várzeas da Amazônia Central tem atraído muita atenção (Araujo Lima, 1991; Cox - Fenandes, 1997; Crampton, 1996; Goulding, 1979 e 1988; Goulding *et al.*, 1996; Hendersom & Crampton, 1997; Junk *et al.*,
1983).

Queiroz & Sardinha (1999) citam que, provavelmente, a várzea amazônica e seus rios de aporte são os ambientes mais representativos dentre aqueles em que há ocorrência de pirarucu. Por se tratar de urna espécie predadora, e de significativa representação de biomassa no ambiente aquático, os pirarucus possuem urna importância ecológica nos ambientes onde vivem.

Um dos fatores mais importantes na determinação da distribuição, comportamento e diversidade das formas de vida do ambiente aquático da várzea e a variação sazonal na profundidade da água causada pelas enchentes e vazantes dos rios. As perdas no tamanho e na diversidade de

espécies de habitat aquáticos que ocorrerem na seca resultam no aumento da predação, à medida que os anima is se concentram nas partes mais abertas dos lagos, que oferecem pouco ou nenhum abrigo. Grandes peixes predadores, como os pirarucus, podem obter suas presas facilmente (Henderson, 1999).

O cicio do nível de água tende a formar uma sazonalidade estrita na reprodução de muitas formas aquáticas. Normalmente, o pirarucu inicia sua reprodução a medida que as águas começam a subir. Junk (1983) cita que as várzeas amazônicas são fortemente influenciadas pelos rios principais em termos hidroquímicos.

Henderson (1999) cita que a solubilidade do oxigênio na água diminui com o aumento da temperatura e as água da Amazônia, frequentemente possuem baixos níveis de oxigênio. Isto reflete em muitas adaptações para respiração apresentadas pelos peixes. Como representante peixe de várzea, o pirarucu apresenta como estrutura especializada para, respiração de ar a bexiga natatória vascularizada (Crampton, 1999).

Queiroz & Sardinha (1999) citam que com o alagamento da floresta, esta fornece uma enorme faixa de alimentos para os peixes. O *Arapaima* entra na floresta alagada, onde se alimenta principalmente de bagres e de outros peixes lentos. A maioria dos peixes que vivem na floresta alagada e de grande porte, geralmente acima de 20 cm de comprimento total (Crampton, 1999).

Durante grande parte do período da cheia, a maior parte do volume de água na floresta alagada e, consequentemente, da água que inunda os canais e lagos torna-se hipóxica ou anóxica. Por isso, e devido aos recursos alimentares dos peixes estarem localizados nas florestas alagadas ou em capins flutuantes, as águas abertas de lagos e canais geralmente tornam-se desprovidas de peixes (Crampton, 1999).

Crampton (1999) informa que na seca, muitos dos peixes das florestas alagadas encontram-se nas águas abertas dos lagos. O pirarucu nada nas águas abertas dos lagos, abrigando-se, quando possível, em capins flutuantes. Em lagos onde não ocorre muita pesca, e comum ver o pirarucu

"boiando" para respirar na superfície, nesta época do ano.

Durante o período da cheia dos rios, o pirarucu dispõe de extensa área com os mais variados "habitats". Esses sistemas, formados por áreas alagáveis, várzeas e igapós, em conexão com os rios, são bastante complexos e pouco conhecidos. Na época da seca, o ambiente aquático torna-se bastante reduzido, obrigando essa espécie a reagir as mudanças do meio ambiente, através de pequenos deslocamentos para evitar a seca. Os movimentos são realizados entre os corpos de água permanentes, com os braços de rios, lagos e áreas inundadas.

Mesmo que saiam das águas alagáveis antes da seca propriamente dita, observa-se, entretanto, grandes mortalidades de pirarucus nesse período. Aqueles indivíduos que ficam retidos nos lagos acabam morrendo, em razão da seca deste ambiente, ou então, presos em áreas desprotegidas, são sujeitos a altas taxas de predação. A maioria das espécies de peixes retira-se na baixa das águas, para dentro do leito do rio, para passar à seca. Com a subida da água, voltam novamente para a várzea, onde encontram alimentação e proteção contra os inimigos. No caso do pirarucu, pode ocorrer grande mortalidade, principalmente em anos de seca pronunciada, caso esses animais não saiam a tempo, ou quando as saídas são bloqueadas e os lagos de várzea secam totalmente.

Na região da Amazônia Oriental, a partir de agosto, com a baixa das águas, os pirarucus abandonam as áreas alagáveis, várzeas e igapós, capturados. No começo da subida da água, entre os meses de dezembro a janeiro, os pirarucus se agrupam, para dar início ao cicio reprodutivo, ocasião em que são capturados. Durante o período de cheias, a pesca desse peixe e dificultada, em razão dos cardumes ficarem dispersados num verdadeiro mar de água doce.

Os lagos de várzea, habitat natural do pirarucu, estão sujeitos a grandes variareis de extensão e profundidade. Pequenos lagos podem secar no período do verso, enquanto que parte dos lagos pode atuar em certas épocas como canais naturais, contendo água corrente ou água parada. Dependendo do nível da água, todas essas modificações vão influenciar no comportamento do pirarucu (Junk, 1986).

Saint-Paul & Bayley (1979) citam que as espécies migradoras que permanecem nos lagos no

período de seca têm que ser bem adaptadas para sobreviverem em condições de hipóxia, assim sendo, o pirarucu e outros tipos de peixes respiram o ar atmosférico. A procriação desta espécie é iniciada nas primeiras chuvas e, dependendo da região, ocorre entre os meses de janeiro e maio, em locais de pouca profundidade. A mudança no nível da água, por ocasião das primeiras grandes precipitações pluviométricas e de forma continua, provoca grandes variações na condutividade e no pH, fatores de fundamental importância no desenvolvimento gonadal e na desova do pirarucu e varias outras espécies.

Sioli (1967) classificou os rios da Amazônia, de acordo com sua colorarão, condutividade elétrica e pH, em água barrenta, preta e clara. Mesmo havendo barreiras químicas, com diferença de pH e de concentração de sais minerais, entre os tipos de água, o pirarucu se adapta a todos eles.

Junk (1986) cita que estudos sobre produção primária mostram que as águas brancas são mais produtivas em termos de fitoplâncton (cerca de 6 t de matéria seca/ha/ano). Isto indica que os rios de água branca são as principais áreas com alto potencial produtivo pesqueiro na Região Amazônica. Não é somente a fertilidade da pr6pria água que influencia a produtividade e as redes alimentares. Normalmente os rios, ao contrário dos lagos, têm produção autóctone muito baixa, devido sua turbidez e às fortes turbulências das águas.

As redes alimentares dependem, principalmente, de material autóctone de sua área de captação.

2.6 MANEJO DA PRODUÇÃO

2.6.1 Reprodução

Mesmo sendo considerada uma espécie importante para a piscicultura, tanto na produção de alimentos quanta na proteção, com o repovoamento dos estoques naturais, os conhecimentos sobre a fisiologia reprodutiva do pirarucu ainda são muito escassos. O comportamento reprodutivo é bastante complexo, e envolve a formação de casais monogâmicos, construção de ninhos e cuidado parental com o ninho e a prole (Fontenele, 1948)

Os estudos sobre a reprodução dessa espécie em cativeiro foram iniciados por Oliveira (1944), no Museu Paraense Emilio Goeldi, em Belém, e, posteriormente por Fontelene (1948), no Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS, em Icó, onde conseguiram importantes dados sobre anatomia e hábitos de procriação do pirarucu. Bardach *et 81*. (1972) citam que, no Peru, esse peixe foi reproduzido e utilizado no povoamento e repovoamento de ambientes naturais.

A primeira desova de pirarucu fora do seu hábitat natural ocorreu em janeiro de 1939, nos lagos do Museu Emilio Goeldi. As larvas, dias depois de nascidas, eram retiradas dos pais e transferidas para um pequeno tanque de cimento, sendo alimentadas com plâncton e, posteriormente, com camarões triturados. De acordo com Oliveira (1944), o número médio de larvas por desova era em torno de 4.000 indivíduos.

Alguns exemplares provenientes dessas desovas foram transportados para Fortaleza, CE, e a seguir, transferidos para a Estação de Piscicultura Pedro Azevedo, em Icó. A reprodução do pirarucu nesses ambientes, somente foi observada em dezembro de 1944 (Fontenele & Vasconcelos, 1982). Por ser uma espécie de desova em água parada, sua reprodução em cativeiro pode ser feita em açudes e viveiros.

De preferência, deve-se optar pela escolha de açude para reprodução dessa espécie, uma vez que nessas condições eles apresentam um crescimento superior, provavelmente, em função da melhor qualidade da alimentação encontrada nesses ambientes (Imbiriba, 1991). Outro fator a considerar no açude, diz respeito ao tamanho dessas coleções d'água, quando comparadas as de um simples viveiro. Verificou-se que a presença de bovinos e bubalinos, pastejando e banhando-se nos locais de desova, prejudica a reprodução. A fim de contornar esse problema, e aconselhável retirar os animais uns dois meses antes do inicio do período chuvoso, trazendo-os de volta somente após a época de reprodução (Imbiriba et ai, 1996).

Fontelene & Vasconcelos (1982) citam que no Nordeste Brasileiro, os alevinos produzidos nas Estações de Piscicultura, eram utilizados no povoamento de açudes públicos, onde

depois de comprovada a reprodução, era permitida a pesca. O comprimento total dos alevinos utilizados no peixamento desses açudes variou de 30 cm a 70 cm. A pesca predatória praticada na época da reprodução e o uso indiscriminado de rede de espera foram fatores determinantes no declínio desta espécie nos açudes daquela região.

No Peru, rio Pacaya, foi observado que o pirarucu entra em reprodução com 40 a 45 kg, com quatro a cinco anos de vida, quando alcança 1,70 m de comprimento (Lüling, 1964). Em cativeiro, no Ceará, foi observado que a reprodução dessa espécie ocorre com peso de 40 a 45 kg, a partir do quinto ano de idade (Fontelene, 1948). Em Belém do Pará, em açudes da Embrapa Amazônia Oriental, utilizados para manejo dos búfalos, os pirarucus, também se reproduziram com cerca de 45 kg, após o quinto ano de vida (Imbiriba et aI., 1996).

Os ninhos são construídos pelo macho e pela fêmea e fixados em terra argilosa, sem vegetação. Possuem forma de calota esférica, tendo cerca de 0,20 m de profundidade e um diâmetro de aproximadamente 0,50 m. Após a eclosão dos ovos, as larvas permanecem durante cinco dias no ninho, até a absorção da vesícula vitelina. Durante os primeiros meses de vida, os alevinos vivem em cardume protegidos pelos pais. As larvas são pretas e nadam sobre a cabeça e região dorsal do pai que as protege e somente são perfeitamente visíveis após atingirem uma semana de vida (Fontelene, 1948).

Os reprodutores dessa espécie, quando criados em açudes de fazenda, devem ser alimentados com peixes de baixo valor comercial, comumente encontrados nesses tipos de ambiente, em razão da fertilização orgânica, ocasionada pelos dejetos, de bovinos e bubalinos. O açude empregado na reprodução do pirarucu, preferencialmente, deve fazer parte de um sistema integrado, envolvendo a pecuária com a piscicultura. Quando o açude não contém uma população expressiva de peixes nativos, é necessário fazer um povoamento com espécimes "forrageiras", como por exemplo, as tilápias, as piabas, ou espécimes de grande capacidade reprodutiva (Imbiriba et aI., 1996).

Em razão do porte dos reprodutores e do tamanho mínima do açude, Imbiriba (1991)

recomenda que o povoamento dessas coleções d'água com pirarucus que servirão como plantel de matrizes e reprodutores, deva obedecer a densidade de um indivíduo para cada 200 m² de área inundada. Devido a facilidade de captura e ao transporte, bem como objetivando a redução do tempo necessário para procriação, sugere-se que o povoamento seja feito com animais pesando entre 5 e 10 kg.

Bard & Imbiriba (1986) citam que o ovário da fêmea do pirarucu é um órgão impar e esta situado na cavidade abdominal, em posição látero-mediana esquerda. Segundo Fontenele (1948), um exemplar de pirarucu com 1,90 m de comprimento total, o ovário em estado de estro mede 495 mm de comprimento, 120 mm de largura e peso em tomo de 650 g. A coloração do ovário é dada pela cor dos óvulos. O ovário em estado de estro, embora apresente coloração variável, a cor predominante é o verde petróleo.

Os óvulos apresentam dimensões, coloração e forma diferentes, de acordo com seu estado de desenvolvimento e, em conseqüência, o pirarucu pertence ao grupo das espécies de maturação sexual parcial, dando origem a desovas parceladas (Fontenele, 1948).O testículo do macho adulto pode ser considerado também um órgão impar. A funcionalidade se restringe ao testículo esquerdo, pois o direito é atrofiado.

A desova ocorre logo após o início das enchentes e a época deve variar muito ao longo da calha Solimões-Amazonas. Lowe-Me Coonnell (1987) cita que a reprodução dos pirarucus esta intimamente relacionada com a intensa dinâmica do nível das águas dos rios da Amazônia. Muito embora pareça existir sempre uma pequena parcela das populações reproduzindo-se durante o ano todo, o pico da reprodução está associado ao início do período da enchente dos rios, que varia de acordo com o local específico da Região Amazônica (Queiroz, 2000). No Peru, a reprodução desses animais, inicia-se por volta do mês de agosto (Guerra, 1980).

Durante o período de 1962/1963, cerca de 762 exemplares juvenis de pirarucu foram utilizados no povoamento do lago Sauce, no Peru. O objetivo do estudo era utilizar o ambiente natural

do lago como área de reprodução, onde mais tarde os alevinos desse espécime pudessem ser aproveitados nas fazendas de criação de peixes. A primeira desova no referido lago ocorreu em outubro de 1975, ou seja, doze anos após o povoamento (Wosnitza-Mendo, 1984).

Uma explicação para o longo período do pirarucu, para alcançar a primeira desova no lago Sauce, pode ter sido causada pela perturbação da atividade pesqueira no período da reprodução (Wosnitza-Mendo,1984). Segundo Lüting (1971), o começo da maturidade sexual do pirarucu em cativeiro pode ser atrasado consideravelmente, desde que sejam perturbados. Wosnitza-Mendo (1984) cita também que a desova do pirarucu começa somente a partir do quarto ano de idade, ou talvez mais tarde, desde que sejam selecionadas áreas especiais para reprodução e que os animais não sejam molestados por ocasião do período reprodutivo.

Guerra (1980) reporta que na Reserva Nacional dos rios Pacaya-Samira, na Amazônia peruana, o pirarucu desova durante o ano todo, com um período de máxima intensidade de setembro a dezembro, com um pico mais alto no mês de novembro, e de mínima, entre março e maio. Alcança sua primeira maturação sexual com um comprimento total de 1,85 m e idade de cinco anos. Estudos realizados com pirarucu em Iquitos, Peru, no período de 1985 a 1987, em viveiro com 3.000 m² de área inundada e profundidade variando entre 0,60 m a 1,20 m os peixes alcançaram sua reprodução com a idade de seis anos e um comprimento de 1,60 m (Alcantara, 1990).

2.6.2 Alevinagem

Imbiriba (1991) demonstra que o processo utilizado na obtenção de alevinos de pirarucu deve consistir na captura desses peixes, no próprio local onde é mantido o plantel de matrizes e reprodutores. Devido à necessidade de virem à superfície no exercício da respiração aérea, facilmente os ninhos e casais são perceptíveis, ocasião em que deve ser acompanhada a evolução da prole e efetuada a captura dos alevinos, quando esses animais atingirem um peso em torno de 40 g. Sob a proteção do casal de reprodutores, os alevinos se reúnem num só cardume, em razão do habito

gregário da espécie nesta fase, facilitando a operação de captura (Imbiriba, 1991).

O transporte dos alevinos de pirarucu para grandes distâncias é feito em sacos de plástico cheios de água e oxigênio. O número de alevinos por saco depende do tamanho dos peixes e da duração do percurso. O transporte aéreo é efetuado em sacos de plástico duplos de 25 kg, contendo água e oxigênio, com aproximadamente 25 alevinos de 30 a 40 9 de peso médio. Para facilitar o transporte, essas embalagens devem ser acondicionadas em caixas de papelão ou isopor. Os viveiros de alevinagem têm dimensões entre 400 m² e 1.000 m² de área inundada. Essa variação depende do tamanho do empreendimento. As instalações devem ser construídas em locais que possibilitem o controle efetivo da alimentação e do crescimento dos alevinos, bem como da proteção contra os animais predadores.

2.6.3 Alimentação

Apesar do grande potencial do pirarucu para cultivo, poucos conhecimentos existem sabre o seu hábito alimentar. Primariamente, o *Arapaima* é um piscívoro que nada lentamente, ou fica a espera de suas presas. Lüling (1971) e Schaler & Dorn (1973) citam que na sua alimentação, dão preferência aos caracóides e loricarídeos. Além das espécies de porte pequeno, sua dieta tem a participação variável de outros itens, como moluscos, crustáceos e insetos (Queiroz, 2000). Como predador, o pirarucu se encontra no nível trófico mais alto de uma cadeia alimentar.

O regime carnívoro do *Arapaima*, que representa uma das dificuldades na piscicultura, pode ser solucionado de varias maneiras e que variam com o método de criação empregado (Bard & Imbiriba, 1986). Através da consorciação pirarucu com animais domésticos, é possível o aproveitamento dos resíduos da pecuária - dejeções sólidas e liquidas "in natura" - como fertilizantes no aumento da população de "peixes forrageiros", que por sua vez irão servir de alimento aos pirarucus. Entre as criações possíveis, pode-se citar a consorciação conjunta de pirarucu com suínos, bovinos, búfalos e aves.

Nos sistemas integrados de cultivo envolvendo animal doméstico e pirarucu, é importante a contenção desses animais para que os resíduos de sua alimentação e os excrementos possam ser coletados. Os abrigos devem estar instalados em locais próximos aos viveiros de pirarucu, para diminuir os custos de transporte, ou então, construídos sobre os viveiros. Na criação consorciada entre pirarucu e suínos, a pocilga pode ser construída sobre o viveiro dos peixes.

Ao contrário das espécies onívoras e herbívoras, que são menos exigentes em conteúdo protéico e aproveitam melhor uma variedade muito maior de alimentos, tanto de origem vegetal quanto de origem animal, os carnívoros necessitam de maior conteúdo protéico, quando criados em cativeiro, e costumam não aproveitar bem os alimentos de origem vegetal.

Inicialmente, a alimentação dos alevinos de pirarucu deve ser constituída de peixes de pequeno porte, como pós-larvas e alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus,* ou de outras espécies de elevada prolificidade. A captura dessas pós-larvas é feita com rede de arrasto tipo mosquiteiro. Nesse sistema, conseguem-se peixes de menor porte que os alevinos de pirarucu. Outra alternativa de alimentá-Ios é cortar os peixes forrageiros em pequenos pedaços (Imbiriba *et al., 1996).*

O arraçoamento dos alevinos, utilizando carne de peixes, deve ser feito em quantidade equivalente a 8% - 10% do peso vivo individual (Imbiriba, 1991). Durante o período de alevinagem, deve-se ter o cuidado com animais predadores, como peixes carnívoros e pássaros ictiófagos. A permanência dos alevinos nesses viveiros deve durar até que atinjam cerca de 100 g, ou aproximadamente três meses de idade.

O policultivo entre alevinos de pirarucu e tilápia no mesmo viveiro, em consorciação com suínos, é uma alternativa utilizada na alimentação dos pirarucus. Primeiramente se faz uma consorciação prévia de suínos e tilápias, construindo-se uma pocilga rústica sobre o viveiro de alevinagem. Quando houver uma expressiva população de pós-larvas e alevinos de tilápia, o que devera ocorrer após três a quatro meses dessa consorciação, e que então os alevinos de pirarucu são colocados no viveiro de alevinagem (Imbiriba, 1994).

A alimentação de pirarucus jovens e adultos pode ser feita utilizando peixes vivos ou mortos. Num sistema consorciado com búfalos, quando se aproveitam as tilápias como "peixes forrageiros", estas são capturadas no açude usado no manejo desses animais e levadas para os viveiros com pirarucus. A eutrofização do açude é feita pelos efluentes

bubalinos, por ocasião do banho diário, antes de cada ordenha, e também pela água de lavagem do estábulo e currais, normalmente localizados numa topografia favorável e que são carreados para essas lagoas.

Imbiriba *et al.* (1996) citam que na região Equatorial do Brasil, a fertilização orgânica dos açudes pelos búfalos, aliada as altas temperaturas durante o ano inteiro, e a capacidade reprodutiva, cria condições favoráveis a uma superpopulação de tilápias que, em geral, não atingem tamanhos comerciais. Esses peixes, com baixo custo de produção, podem ser aproveitados na alimentação do pirarucu, transformando um produto não comercial em outro altamente rentável.

Em razão do potencial hídrico, normalmente as propriedades rurais da Região Norte do Brasil, são dotadas de açude geralmente superpovoados com peixes de baixo valor comercial, e que podem ser aproveitados pelo pirarucu. Bard & Imbiriba (1986) citam que independente da espécie de peixe forrageiro utilizado na piscicultura, a sua produção e, conseqüentemente, a do pirarucu, deve estar condicionada à intensidade das criações de animais domésticos na qual a piscicultura está consorciada. Tendo como objetivo evitar o custo do arraçoamento, seria mais proveitoso criar no mesmo viveiro o peixe forrageiro e o pirarucu. Quatro meses antes da introdução dos pirarucus nos viveiros de engorda, deve-se efetuar um peixamento com peixes "forrageiros". A biomassa desses peixes se desenvolverá e será mantida através da fertilização orgânica dos animais domésticos, servindo assim de alimentos aos pirarucus.

Outra alternativa encontrada na alimentação dos pirarucus seria a opção do emprego de rações peletizadas. Entretanto, não existe nenhum estudo, quanta aos níveis de proteína e energia necessárias na dieta para esse peixe, estando, portanto esta solução condicionada à realização de pesquisas que

comprovem sua eficiência.

2.6.4 Crescimento

Bard & Irnbiriba (1986) citam que o pirarucu é uma espécie que apresenta crescimento bastante rápido e, em cativeiro, pode alcançar um peso em torno de 10 kg com um ano de cultivo. No habitat natural, os dados são pouco conhecidos e o crescimento dos peixes que respiram o ar atmosférico e muito mais rápido nos primeiros anos de idade.

Menezes (1951) cita que o crescimento do pirarucu durante o primeiro ano de vida é muito acentuado, e chegam a alcançar em torno de 10 kg de peso fresco. O crescimento continua acentuado até o início do período reprodutivo, podendo ocorrer a duplicação anual do peso. Mesmo após atingirem o período de maturidade reprodutiva o pirarucu continua apresentando alta taxa de crescimento anual em peso e comprimento (Queiroz, 1999).

Wosnitza - Mendo (1984) cita que o crescimento em comprimento do pirarucu, no lago Sauce, no Peru, foi de 0,80 m após o primeiro ano é de 1,50 m após o segundo. Daí por diante, vagarosamente se aproxima do comprimento máxima de 2,45 m. Na região do rio Pacaya, no Peru, Lüling (1964) relata um comprimento máximo de 2,32 m. Através de dados de comprimento e idade de peixes adultos e de exemplares até dois anos de idade, foi construída uma curva de crescimento para os pirarucus do lago Sauce.

Experiências realizadas no Instituto Veterinário de Investigações Tropicais e Altura (IVITA), em Pucallpa, Peru, com crescimento de pirarucu em açude consorciado com bovino, é reportada uma produtividade líquida de 1.846 kg/ha/ano, considerando apenas 40 animais numa área de 2.600 m² de espelho d'água. Os peixes foram estocados com peso médio de 1 kg, e, ao final de um ano, apresentaram um crescimento em peso individual em torno de 12 kg (Bard & Imbiriba, 1986). O açude era usado como bebedouro para o gado bovino e apresentava dispositivo de escoamento total para facilitar a despesca.

O fator primordial no crescimento dos pirarucus no citado ensaio deveu-se a fertilização mineral aplicada às pastagens, na qual uma parte era carreada pelas chuvas ao açude e, a adubação orgânica, procedente do excremento bovino. A eutrofização do ambiente aquático foi aproveitada na produção de peixes planctófagos e iliófagos e que, por sua vez, serviram de alimento aos pirarucus (Bard & Imbiriba, 1986).

Em dois ensaios utilizando um sistema de cultivo intensivo com circulação de água morna, esses peixes cresceram de 19 g para 2.506 g em d

fazerem canibalismo. Além da respiração branquial, o pirarucu utiliza-se da bexiga natatória muito vascularizada como órgão de respiração acessória (Sawaya, 1946). Este aspecto evolutivo talvez esteja relacionado com os baixos níveis de oxigênio dissolvido nas águas amazônicas (Queiroz, 1999). Lüling (1964) cita que essa espécie respira obrigatoriamente por meio de duas formas por toda a sua vida, e deve, portanto, vir a superfície a cada dez ou vinte minutos para captarem o oxigênio atmosférico.

2.7 CUL TIVO CONSORCIADO

Woynarovich (1983) cita que a produtividade dos viveiros nas áreas tropicais depende, principalmente, do continuo aprovisionamento dos produtos essenciais como dióxido de carbono e outros compostos de carbono, os fosfatos e os nitratos. O esterco fresco dos animais domésticos é rico, especificamente, em compostos de carbono.

A cadeia alimentar na água origina-se com produção primária a partir dos nutrientes minerais e C02 utilizados na fotossíntese pelo fitoplâncton, a partir da energia luminosa incidente (Furtado, 1995). Teixeira Filho (1982) informa que nos sistemas integrados de cultivo com animal doméstico e peixe é da maior importância a contenção dos animais, para que resíduos da alimentação e os excrementos possam ser coletados. As instalações devem estar dispostas em locais próximos aos viveiros de peixes.

É possível o aproveitamento direto dos resíduos da pecuária - dejeções sólidas e líquidas "in natura" como fertilizantes - para aumentar a produção de peixes. Entre as consorciações possíveis, pode-se citar a criação conjunta de suínos e peixes, em pocilgas rústicas próximas ou suspensas nos viveiros, aves (patos), granjas avícolas, bovinos e bubalinos nas proximidades dos viveiros (Bard & Imbiriba, 1984). Bard & Imbiriba, (1986); Imbiriba (1991) citam que os açudes fertilizados com resíduos orgânicos de animais domésticos apresentam condições propicias na produção de tilápia nilótica, além de outros nativos como o Acari, *Plecostomus sp.* e o tamuatá, *Hoplostemum litoral/e.*

Esses peixes podem ser utilizados na alimentação dos pirarucus.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na Unidade de Pesquisa de Bubalinos "Dr. Felisberto Camargo" (00° 40' S e 48° 33' W), da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Pará. O clima é tropical chuvoso, do tipo Afi, segundo Köppen, com estação mais chuvosa (janeiro a junho) e menos chuvosa (julho a dezembro), temperatura média anual de 26°C, precipitação pluvial anual de 2.761 mm, umidade relativa do ar de 86% e 2.389 horas de insolação (Bastos *et al., 1986).*

Foram utilizados oito viveiros com área de 100 m² (20 m x 5 m), escavados em terreno natural, com 1,5% de *declividade.* A altura *mínima,* na parte da entrada da água era de 0,80 m e a máxima, na parte de escoamento de 1,10 m, tendo a lamina *d'água* 0,50 m e 0,80 m, respectivamente, nas partes correspondentes a entrada e saída da água. O sistema de escoamento era um tubo PVC de 6', com joelho articulado, coberto por uma tela de nailon. A fonte de abastecimento d'água dos viveiros era um açude de 0,3 hectare de área inundada, utilizado no manejo de criação de búfalas leiteiras através do sistema de gravidade.

Os pirarucus utilizados no experimento foram capturados no lago Bolonha, localizado no manancial do Utinga, em Belém, PA, de propriedade da Companhia de Saneamento do Pará (Cosanpa), com uso de uma tarrafa tipo "camaroneira", no período em que os reprodutores estão fazendo proteção à prole. Foram usadas densidades de 5,10,15 e 20 peixes/100 m².

A pesquisa teve a duração de um ano. O arraçoamento dos pirarucus foi feito com tilápias vivas, capturadas no açude usado no manejo de criação de búfalas leiteiras, numa quantidade equivalente a 6% do peso vivo dos peixes, durante quatro dias por semana. No final da pesquisa, foi procedido o esvaziamento dos viveiros e todos os peixes foram capturados, pesados e medidos.

3.1 VARIÁVEIS UTILIZADAS

A biometria constituiu-se de amostragens efetuadas ao acaso, com um número de indivíduos superior a 20% dos existentes em cada viveiro, e registrados o comprimento total, medido da extremidade anterior da boca até a extremidade da nadadeira caudal. Essas variáveis morfométricas foram registradas em centímetros com auxílio de um ictiômetro, e o peso em gramas, utilizando uma balança Filizola, com capacidade máxima de 10 kg e intervalos de 50 g.

3.2 ESTUDO DO CRESCIMENTO

O crescimento do individuo foi estimado mensalmente através das seguintes características:

3.2.1 Relação Peso/Comprimento

Os valores de peso total (Wt) e comprimento total (Lt) dos indivíduos amostrados foram observados a partir de um gráfico de dispersão, onde os dados foram lançados, sendo o comprimento total, a variável independente (X), e o peso, a variável dependente (Y). De acordo com Santos (1978), foi empregado o método indutivo, com o ajustamento das curvas através dos mínimos quadrados, obedecendo-se a expressão:.

$$Wt = \Phi Lt\theta$$

Onde:

Wt = peso total médio do peixe no tempo de cultivo;

Lt = comprimento total médio do peixe no tempo de cultivo;

Φ = fator de condição (relacionado com o grau de engorda dos indivíduos);

θ = constante relacionada com a forma de crescimento do peixe, isto é, isométrico ou alométrico.

A transformação logarítmica dos dados empíricos provou a linearidade, visto que:

Log. Wt = log. Φ + θlog. Lt

3.2.1.1 **Fator de Condição**

Foi calculado o fator de condição médio mensal através da expressão:

$$\Phi = Wt/Lt\ \theta$$

Onde:

θ é a constante da relação peso/comprimento estimada com dados dos exemplares amostrados nos viveiros. Os valores de Φ de cada tratamento foram lançados em gráfico, em função do tempo de cultivo.

3.2.2 **Curva de Crescimento em Comprimento**

Aos dados de comprimento total médio (Lt) de cada tratamento foi aplicada a expressão de Von Bertalanffy (1938) e adaptada para cultivo intensivo, de acordo com Santos (1978).

$$Lt = L\infty\ [\ 1- e - k\ (T - Te)\ ]$$

Onde:

Lt = comprimento total médio dos indivíduos no tempo (T) de cultivo.

L∞ = comprimento total máximo que, em media, os indivíduos atingem nas condições de

cultivo.

K = coeficiente de crescimento.

T = tempo de cultivo.

Te = fator de correção do tempo de cultivo, associado ao instante de estocagem.

A validade da curva de Von Bentalanffy para os dados de comprimento foi tratada pela transformação Ford-Walford (Walford, 1946), que relaciona o comprimento dos indivíduos no instante T (Lt) ao comprimento em um instante T + Δ T [Lt + ΔT], através da expressão de uma reta, ajustada pelo método dos mínimos quadrados. O valor do comprimento assintótico (L∞) foi determinado pela expressão:

$$L\infty = A\ I\ (\ 1 - B\ )$$

Sendo A e B os coeficientes linear e angular da reta, respectivamente, o valor do fator de correção do tempo de cultivo (Te) baseou-se na metodologia de estimativa do fator de correção da idade dos indivíduos (T1) descrita por Santos (1978), Peret (1980), Verani (1980) e Pereira (1986), em que o tempo relativo de cultivo (T*) esta relacionado com o comprimento relativo segundo a expressão:

Log e (L 00 - Lt *I* L 00 = - K T e - K T *

Ajustada a reta e estimados os coeficientes A e a pelo método dos mínimos quadrados, foi possível então calcular os valores de K e Te:

K = - B e Te = A/B

Com a estimativa dos valores de L 00, K e Te foi obtida a expressão matemática da curva teórica de crescimento, em comprimento.

3.2.3 Curva de Crescimento em Peso

A curva de crescimento em peso adaptada ao cultivo intensivo relaciona o peso total médio (Wt) com o tempo de cultivo (T). Através do método dedutivo descrito em Santos (1978), o modelo matemático dessa curva e derivado de duas observações biológicas. A relação peso/comprimento Wt = Φ Lt θ e a curva de crescimento em comprimento Lt = Loo [1 - e - k (T - Te)].

Dessas duas curvas foi obtida a expressão em peso:

$$Wt = W\infty [1 - e^{-k (T-Te)}]$$

Em que o valor de $W\infty = \Phi^* L \infty \theta$

Onde:

W ∞ = peso total máximo que, em média, os indivíduos atingem;

θ = constante estimada com o total dos valores empíricos de Wt e Lt, pelo método dos mínimos quadrados;

Φ* = fator de condição "corrigido", correspondendo a média dos valores de Φ indivíduos em cada viveiro;

L ∞ = comprimento total máximo que, em média, os indivíduos podem atingir (assíntota da curva de crescimento em comprimento).

Após a estimativa dos parâmetros W ∞, K, Te e θ foi obtida, para cada tratamento, a expressão matemática da curva teórica de crescimento em peso.

3.3 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

Os animais foram agrupados aleatoriamente em quatro tratamentos e duas repetições. Foram feitas análises de regressão linear simples (Steel & Torrie, 1984) para a obtenção dos coeficientes A e B da transformação de Ford-Walford (Walford, 1946), usadas para avaliar o grau de ajustamento entre os dados observados e os valores calculados para as curvas de crescimento. Os dados foram analisados com base na aplicação do modelo exponencial de crescimento, tendo sido obtidas as expressões matemáticas da relação peso/comprimento, além da determinação das curvas de crescimento em peso e em comprimento, para cada densidade de estocagem. O programa utilizado para as análises estatísticas foi o software NITIA, versão 4.2.1, desenvolvido pela Embrapa.

4 RESULTADOS

4.1 ÍNDICE DE PRODUCAO E SOBREVIVENCIA

Os dados médios de crescimento em peso, biomassa, ganho de peso (g/dia), produção (kg/ha) e taxa de sobrevivência do pirarucu, estão apresentados na Tabela 1, onde o desempenho ponderal do T1 (7.635 g) é 70,10% superior ao tratamento T2 (4.465,6 g), 141,03% ao tratamento T3 (3.167,6) e 226,10% ao tratamento T 4. A produtividade (kg/ha) foi superior no T3 (4.751.4), suplantando em 1,47%, 6,40% e 24,46% as observadas em T4, T2 e T1.

Tabela 1. Desempenho produtivo de pirarucu, *Arapaima gigas*, criado em quatro diferentes densidades populacionais, durante o período de 360 dias.

Tratamento	EST	PMi (g)	PMf (g)	BMi (g)	BMf (g)	GP gIdia	P kglha	TS %
T1	5	79,0	7.635,0	395,0	38.175,0	20,7	3.817,5	100
T2	10	86,3	4.465,6	863,0	44.656,0	11,3	4.465,6	100
T3	15	92,2	3.167,6	1.383,0	47.514,0	8,4	4.751,4	100
T4	20	101,9	2.341,3	2.038,0	46.826,0	6,1	4.682,6	100

EST = Estocagem (peixel100 m²); PMi = Peso médio inicial; PMf = Peso médio final; BMi = Biomassa inicial; BMf = Biomassa final; GP = Ganho de peso; P = Produção; TS = Taxa de sobrevivência.

Na Figura 1, observa-se a representação gráfica com as expressões matemáticas da variação do crescimento em peso dos pirarucus, nas quatro densidades de estocagem, no período de 120, 240 e 360 dias de cultivo. Até os 120 dias de cultivo não houve variação de peso entre os indivíduos nas densidades estudadas. Na taxa de estocagem de 20 peixes/100 m², os pesos nos três períodos considerados estão próximos, observando-se variações à medida que a taxa de estocagem diminui. Na densidade de cinco peixes/100 m² e nos três períodos, ocorre a maior variação de peso, de 2.000 g, aos 120 dias, a 8.000 g, aos 360 dias. Nota-se através dos coeficientes de determinação (R^2) que os pesos médios indicam que em torno de 100% da variação aos 240 e 360 dias e cerca de 96% da variação, aos 120 dias de estocagem, não estão ocorrendo ao acaso.

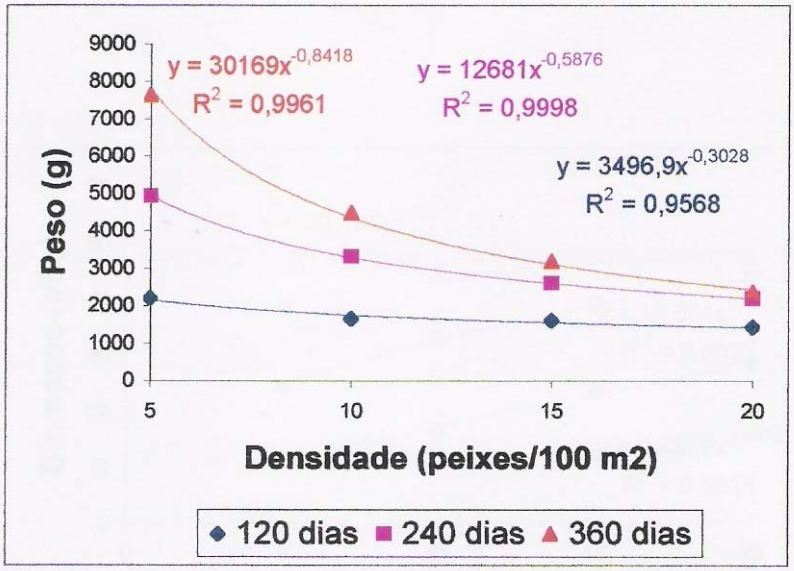

Figura 1. Variação do tamanho em peso dos pirarucus, *Arapaima gigas*, em função da densidade de estocagem, em três períodos distintos.

Na Figura 2 nota-se a representação gráfica com as expressões matemáticas da variação entre as densidades de estocagem e a biomassa, em três períodos distintos. A maior variação da biomassa ocorre na densidade de cinco peixes/100 m². Na taxa de estocagem de 20 peixes/100 m² não houve grande variação de biomassa aos 240 e 360 dias. Observa-se através dos coeficientes de determinação (R^2) que os valores médios de biomassa indicam que quase 100% da variação, aos 120 e 240 dias e aproximadamente 90% da variação, aos 360 dias de estocagem, não estão ocorrendo ao acaso. Coeficientes de determinação inferiores a 95% não são considerados seguros para sistemas biológicos. Neste caso, a variação da biomassa observada aos 360 dias pode ser explicada por algum outro fator, além dos tratamentos aplicados, dentre os quais se destacam a alimentação e a qualidade da água, ou mesmo pelo acaso.

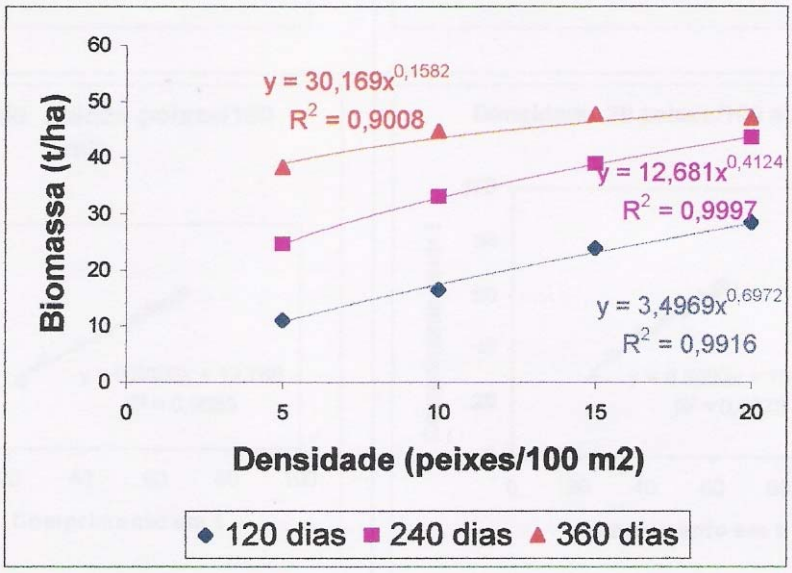

Figura 2. Relação da biomassa de pirarucus, *Arapaima gigas*, em função da densidade de estocagem, em três períodos distintos.

4.2 PARÂMETROS BÁSICOS ESTIMADOS

Na Figura 3 estão ilustradas, graficamente, as equações e os coeficientes de determinação (R^2) obtidos entre o comprimento em um determinado tempo *(t+1),* em função do comprimento no tempo anterior (t), para cada densidade de estocagem estudada, a fim de testar a validade da curva de Von Bentalanffy, pela transformação Ford-Walford.

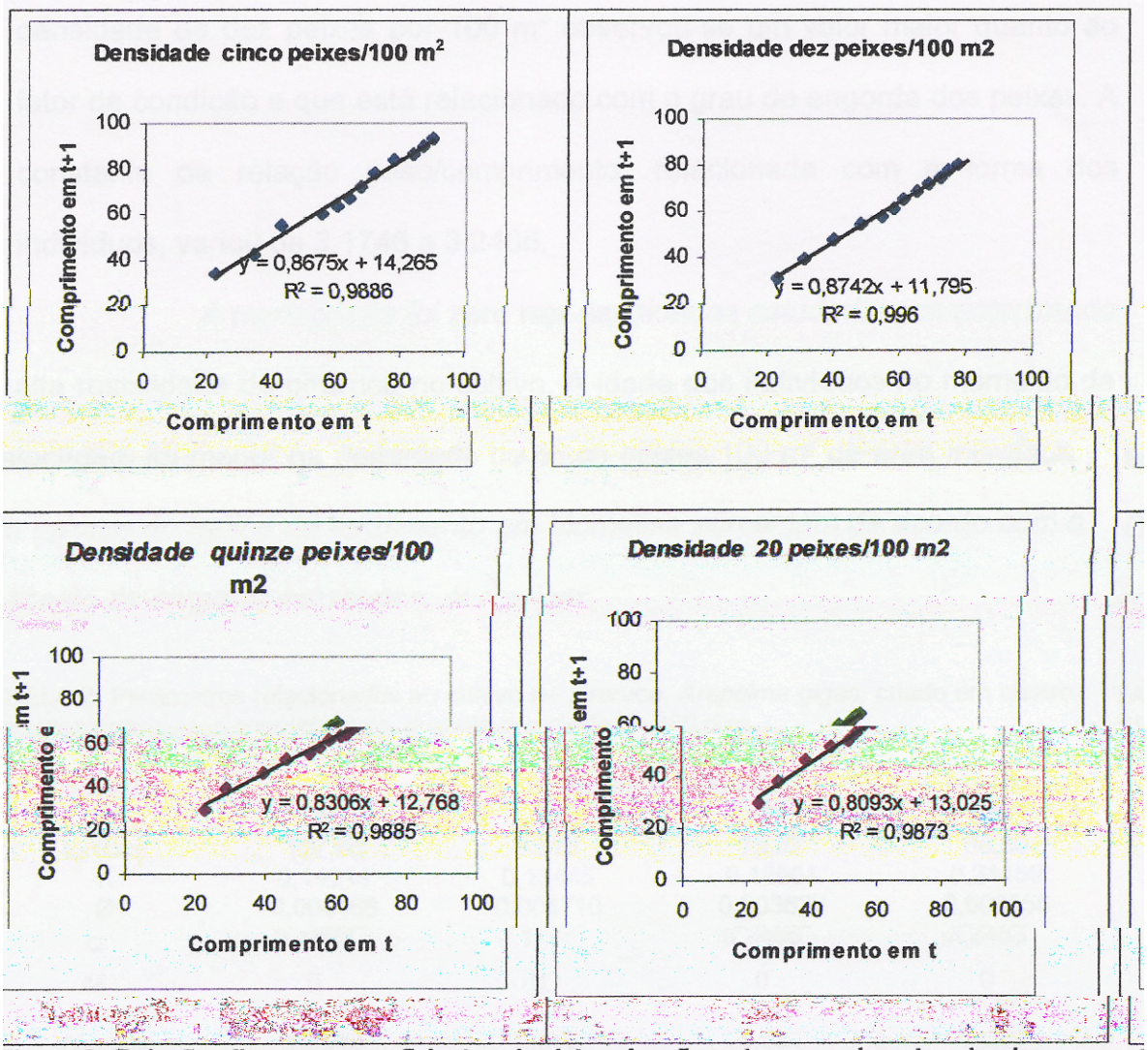

Figura 3. Relações lineares e coeficientes de determinação entre comprimentos de pirarucu, *Arapaima gigas*, em um determinado tempo e no tempo anterior, para cada densidade de estocagem.

Na Tabela 2, encontram-se os parâmetros referentes ao cultivo de pirarucu, em diferentes densidades de estocagem. O comprimento total máximo que, em média, os pirarucus atingiram foi de 107,66 em na taxa de estocagem de cinco peixes/100 m². Nota-se que os valores médios de comprimento máximo diminuíram à medida que a taxa de estocagem aumentava.

O parâmetro relacionado com a taxa de crescimento apresentou um valor maior na densidade de 20 peixes/100 m² de área inundada. Na densidade de dez peixes por 100 m² observou-se um valor maior quanto ao fator de condição e que está relacionado com o grau de engorda dos peixes. A

constante da relação peso/comprimento, relacionada com a forma dos indivíduos, variou de 3,1746 a 3,2466.

A mortalidade foi zero nas densidades estudadas, caracterizando alta rusticidade do pirarucu no cultivo. A idade dos indivíduos no momento da estocagem foi menor na densidade de cinco peixes/100 m² de área inundada. Os valores do índice de rendimento em biomassa aumentam de acordo com o aumento da carga de estocagem dos peixes.

TABELA 2. Parâmetros relacionados ao cultivo de pirarucu, *Arapaima gigas*, criado em quatro diferentes densidades populacionais, durante o período de 360 dias.

Parâmetro	Estocagem (100 m²)			
	5	10	15	20
$L_□$ (cm)	107,66	93,76	75,37	68,30
K	0,14214	0,13445	0,18561	0,21159
Ø	0,004466	0,004710	0,003637	0,003556
□	3,1866	3,1746	3,2466	3,2463
M	0	0	0	0
T_0 (meses)	1,59	2,04	2,00	2,04
W_{oo} (kg)	13,343	8,579	4,521	3,206
B_m (kg)	66,71	85,69	67,82	64,13
I_B	1.893,76	2.188,74	3.104,46	3.663,20

$L_□$ - Comprimento total máximo; K - Parâmetro relacionado com a taxa de crescimento; Ø - Fator de condição, está relacionado com o grau de engorda; □ - Constante de relação peso/comprimento; M - Coeficiente de mortalidade; T_o - Idade dos indivíduos no momento da estocagem; W_{oo} – Peso total máximo; B_m - Biomassa máxima; I_B – Índice de rendimento em biomassa.

Na Figura 4, observa-se que a biomassa máxima foi de 85,69 kg na densidade de dez peixes/100 m² de área inundada e que corresponde ao ponto máximo da curva, enquanto que as outras taxas de estocagem ficaram com valores próximos de 65 kg/100 m².

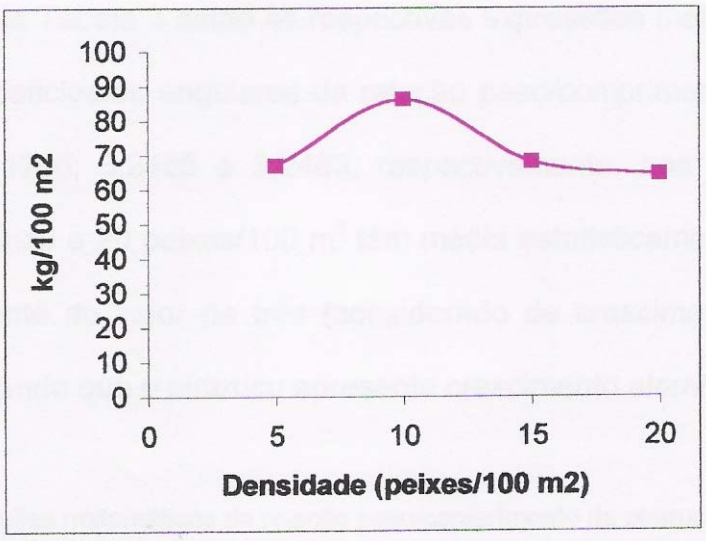

Figura 4. Variação de biomassa de pirarucu, *Arapaima gigas*, em função da densidade de estocagem.

4.3 RELACAO PESO/COMPRIMENTO

A representação gráfica da relação *peso/comprimento*, nas quatro taxas de estocagem, encontram-se na Figura 5.

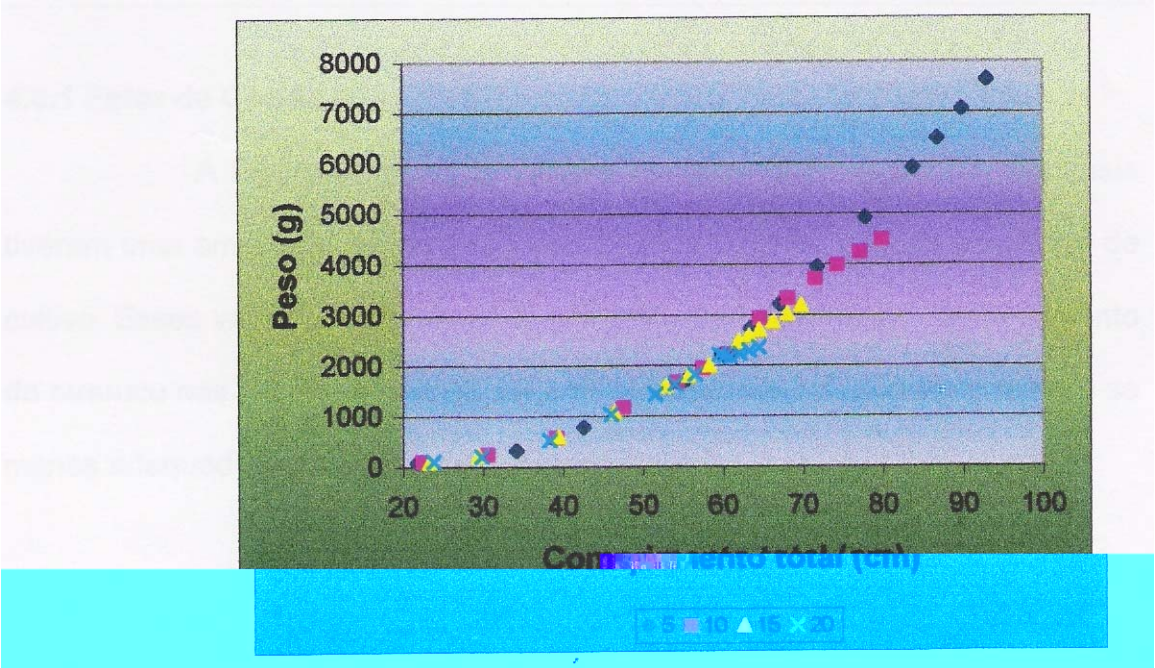

Figura 5. Relação Peso/Comprimento do pirarucu, *Arapaima gigas*, nas quatro densidades de estocagem (cinco, dez, quinze e 20 peixes/100 m^2), durante 360 dias.

Na Tabela 3 estão as respectivas expressões matemáticas, cujos valores dos coeficientes angulares da relação peso/comprimento do pirarucu, de 3,1866; 3,1746; 3,2466 e 3,2463, respectivamente, nas densidades de cinco, dez, quinze e 20 peixes/100 m² têm média estatisticamente (t = 24,711, P<O,01) diferente do valor de três (considerado de crescimento isométrico), portanto, indicando que o pirarucu apresenta crescimento alométrico.

TABELA 3. Equações matemáticas da relação peso/comprimento de pirarucu, *Arapaima gigas*, nas quatro densidades de estocagem.

Densidade (Peixes/100 m^2)	Equação
5	$W_t = 0,0044\ L_t^{3,1866}$
10	$W_t = 0,0047\ L_t^{3,1746}$
15	$W_t = 0,0036\ L_t^{3,2466}$
20	$W_t = 0,0035\ L_t^{3,2463}$

4.3.1 Fator de Condição

A Figura 6 ilustra os valores do fator de condição (Φ), os quais tiveram uma amplitude de variação de 0,0035 a 0,0047, durante o período de cultivo. Esses valores são maiores e, portanto, mais favoráveis ao crescimento do pirarucu nas densidades de cinco e dez peixes/100 m², enquanto tornam-se menos adequados nas outras duas densidades.

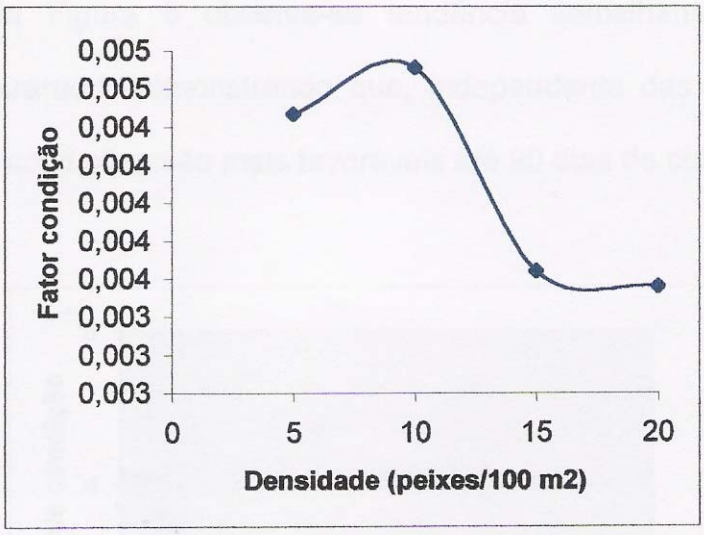

Figura 6. Variação dos valores do fator de condição (Ø) do pirarucu, *Arapaima gigas*, em função das densidades de estocagem.

Na Figura 7 observa-se que os valores médios determinados para o fator de condição do pirarucu tenderam a melhorar nas densidades de cinco e dez peixes/ 100m², até 90 dias de cultivo,

decrescendo até o final. Igualmente observa-se essa tendência nas outra duas densidades, o que indica que as condições do cultivo parecem ter se tornado menos favorável para melhor crescimento.

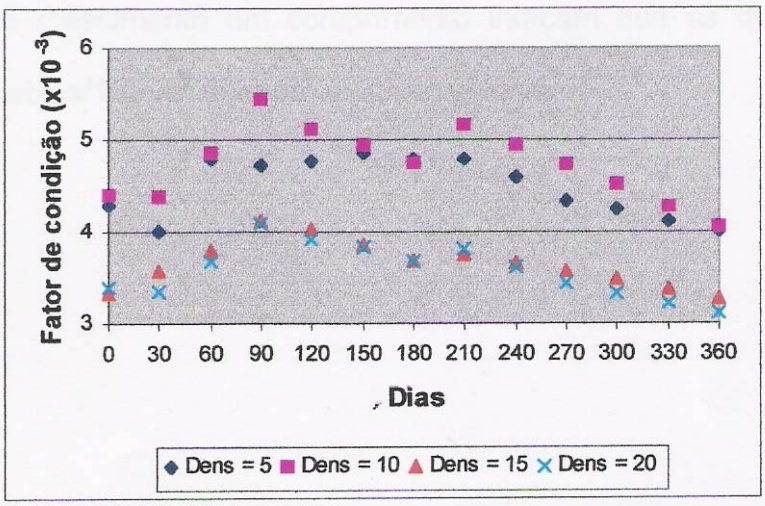

Figura 7. Variação dos valores de Ø mensais do pirarucu, *Arapaima gigas*, nas quatro densidades de estocagem.

Na Figura 8 observa-se tendência semelhante no fator de condição do pirarucu, demonstrando que, independente das densidades de estocagem, as condições são mais favoráveis até 90 dias de cultivo.

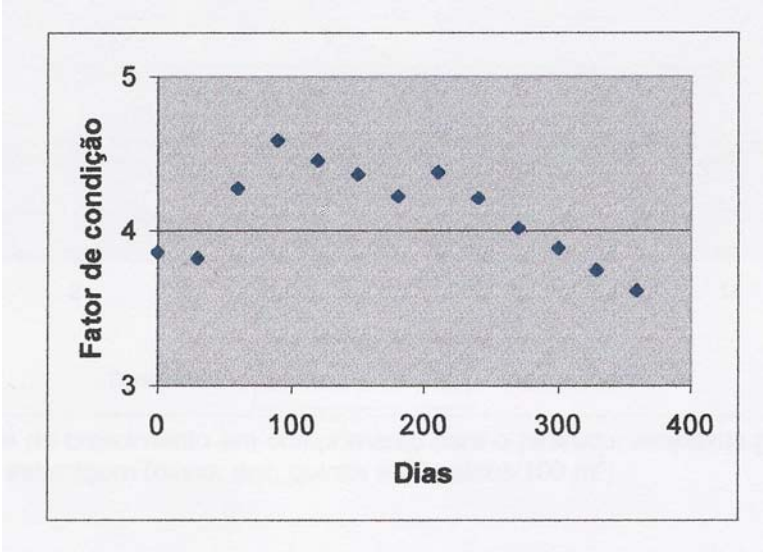

Figura 8. Variação dos valores de Φ mensais do pirarucu, *Arapaima gigas*, independente das densidades de estocagem.

4.4 CURVA DE CRESCIMENTO EM COMPRIMENTO

Na Figura 9 são observadas as relações gráficas da curva de crescimento em comprimento do pirarucu, em diferentes taxas de estocagem. As curvas de crescimento em comprimento indicam que as densidades de cinco e dez peixes/100 m² atingem maiores valores.

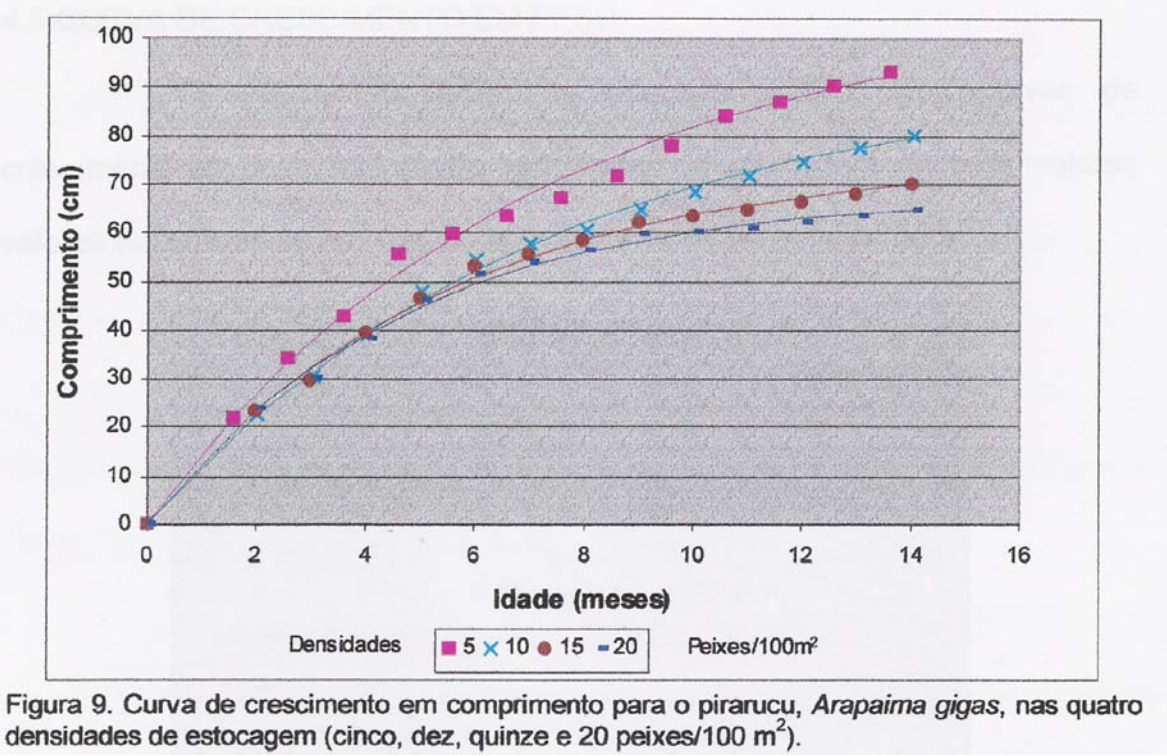

Figura 9. Curva de crescimento em comprimento para o pirarucu, *Arapaima gigas*, nas quatro densidades de estocagem (cinco, dez, quinze e 20 peixes/100 m^2).

Na Tabela 4 estão as expressões matemáticas das curvas de crescimento em comprimento nas quatro densidades. Observa-se que à medida que as densidades se elevam ocorre redução no comprimento máximo dos pirarucus.

TABELA 4. Equação das curvas de crescimento de comprimento nas densidades estudadas

Densidade (Peixes/100 m2)	Equação
5	$L_t = 107{,}66\ [1 - e^{-0{,}14214\ (t - 1{,}59)}]$
10	$L_t = 93{,}76\ [1 - e^{-0{,}13445\ (t - 2{,}04)}]$
15	$L_t = 75{,}37\ [1 - e^{-0{,}18561\ (t - 2{,}00)}]$
20	$L_t = 68{,}30\ [1 - e^{-0{,}21159\ (t - 2{,}04)}]$

4.5 CURVA DE CRESCIMENTO EM PESO

A Figura 10 ilustra as relações gráficas das curvas de crescimento em peso, nas quatro densidades de estocagem, onde os maiores valores encontram-se nas densidades de cinco e dez peixes/100 m².

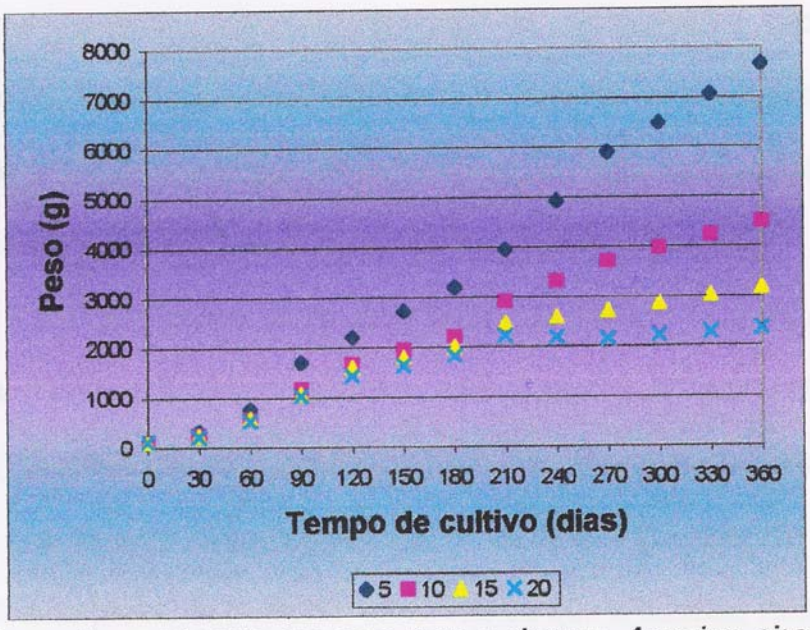

Figura 10. Curva de crescimento em peso para o pirarucu, *Arapaima gigas*, nas quatro densidades de estocagem (cinco, dez, quinze e 20 peixes/100 m^2).

Na Tabela 5 estão as expressões matemáticas das curvas de crescimento em peso, nas densidades estudadas, onde nota-se que a medida que as densidades se elevam ocorre redução no peso máxima dos peixes.

TABELA 5. Equações das curvas de crescimento de comprimento do pirarucu, *Arapaima gigas*, nas quatro densidades de estocagem.

Densidade (Peixes/100 m2)	Equação
5	$W_t = 13{,}343\ [1 - e^{-0{,}14214\ (t - 1{,}59)}]^{3{,}1866}$
10	$W_t = 8{,}579\ [1 - e^{-0{,}13445\ (t - 2{,}04)}]^{3{,}1746}$
15	$W_t = 4{,}521\ [1 - e^{-0{,}18561\ (t - 2{,}00)}]^{3{,}2466}$
20	$W_t = 3{,}206\ [1 - e^{-0{,}21159\ (t - 2{,}04)}]^{3{,}2463}$

5 DISCUSSÃO

5.1 INDICE DE PRODUÇÃO E SOBREVIVÊNCIA

Embora os indivíduos fossem da mesma classe etária, houve uma pequena variação nos pesos médios iniciais dos tratamentos. Observa-se que, mesmo havendo maior incremento de biomassa e produção nos tratamentos T 2, T 3 e T 4, o peso médio final e o ganho de peso decresceram a medida que a densidade populacional aumentava. Não houve mortalidade em nenhuma das densidades estudadas, o que é um fato importante.

A densidade é o principal fator que afeta a taxa de crescimento dos peixes (Hepher & Puzinin, 1981), fato comprovado por Imbiriba *et al.*(1985), em condições semelhantes a da presente pesquisa, nas densidades de seis, onze, quinze e 20 pirarucus por 100 m² de área inundada. De acordo com os resultados do presente trabalho, observou-se que a espécie foi afetada pela densidade de estocagem. A média de peso de 7.635 9 com um ano de idade, na densidade de cinco peixes/100 m² de área inundada, evidência a excelente taxa de crescimento em peso do pirarucu em cativeiro, embora, considerando-se a biomassa máxima estimada, a densidade de dez peixes/100 m² é a que teve melhor desempenho. Pesos médios de até 10 kg podem ser alcançados em apenas um ano de cultivo (Imbiriba, 2001). Menezes (1951), em ambiente natural, menciona que o crescimento do pirarucu, durante o primeiro ano de vida, é muito acentuado, chegando a alcançar, também, 10 kg de peso fresco.

O ganho de peso (g/dia) mencionado neste trabalho, na densidade de estocagem de biomassa máxima (dez peixes/100 m²), de 11,3 g/dia, é semelhante aos observados por Honczaryk & Maeda (1998), em Manaus, AM, em densidade de cerca de doze peixes/100 m², que variou de 10,6 g/dia a 16,8 g/dia, usando dietas compostas por rações de diferentes subprodutos de origem animal e vegetal. Salvo Souza (1990) observou ganho de 10,4 g/dia na densidade de três peixes/m², em pirarucus alimentados com peixes cortados, na quantidade de 6% de biomassa total. Por outro, o ganho de peso dos animais do presente trabalho, na densidade de cinco peixes/100 m², de 20,7g/dia, esteve próximo do reportado por Bard & Imbiriba (1986), na densidade de seis peixes/100m², de 27g/dia.

Taxas de crescimento em peso do pirarucu próximas as do relatado neste trabalho foram

encontradas por Van Sengbusch *et al. (1974),* Van Sengbusch (1980a, 1980b) e Meske (1980), em experimentos de cultivo intensivo, cujos ganhos de peso foram de 10,92 g/dia, até um ano, e 19,21 - g/dia, até o 26° mês de cultivo, enquanto Alcântara & Guerra (1992), no Peru, na densidade de apenas 1 peixe/222 m², utilizando como alimento um peixe forrageiro nativo, relataram ganho de peso de 6,17 g/dia. Esse desempenho e lento quando comparado com os resultados obtidos no presente trabalho. Ganhos superiores foram determinados por Moura Carvalho & Nascimento (1992), em ensaio de crescimento de pirarucus em associação com búfalos e suínos. Os peixes alcançaram 10 kg, em um ano de cultivo, com alimentação constituída de organismos aquáticos forrageiros.

O ganho de peso/ha dos animais deste trabalho suplanta o obtido em experiências realizadas no Peru, com crescimento de pirarucu em açude,consorciado com bovino, cuja produtividade líquida foi de 1.846 kg/ha/ano, devido a baixa densidade utilizada, de um peixe/64 m², o que possibilitou aos peixes estocados, com peso médio de 1kg,alcançarem após um ano,peso individual,em torno de 12kg (Bard & imbiriba,1986).

5.2 PARÂMETROS BÁSlCOS ESTIMADOS

As análises de regressão linear simples e estimativas dos coeficientes da relação, entre o comprimento em um determinado tempo (t+1), em função do comprimento no tempo anterior (t), para cada densidade de estocagem estudada (teste "F"), indicaram que o modelo linear estudado foi altamente significativo em cada caso e que os coeficientes de determinação,próximos de 1, demonstram que as relações estão bem ajustadas, podendo-se estimar os parâmetros da equação de Bertalanffy, com base nos coeficientes linear e angular de cada densidade.

A maior biomassa, observada no ponto máximo da curva de biomassa do presente trabalho, de 85,69 kg/100 m2, na densidade dez peixes/100 m2, é o melhor indicador no desempenho da piscicultura em cultivo intensivo, tendo em vista que relaciona a taxa de estocagem, o peso do animal e o tempo de cultivo, e permite a indicação do melhor manejo e, consequentemente, maior

rendimento para essa Guerra (1992), de 1,49 kg/100 m2.

5.3 RELAÇÃO PESO/COMPRIMENTO ,

A expressão matemática Wt =Φ Lt θ permite descrever a relação entre peso e comprimento e predizer que (Φ) é um fator de condição da relação E o (θ) é um expoente relacionado com o tipo de crescimento dos indivíduos,cujos valores variam de 2,0 a 4,0 (Bagenal & Tesch, 1978). Neste estudo, os valores de coeficiente angular (θ) da relação peso/comprimento do pirarucu, de 3,1866; 3,1746; 3,2466 e 3,2463, respectivamente, nas densidades de cinco, dez, quinze e 20 peixes/100 m2, indicaram que o pirarucu tem crescimento alométrico. O valor de (θ), de Alcântara & Guerra (1992), em cultivo intensivo de pirarucu, foi de 2,0509. A expressão matemática da relação peso/comprimento do pirarucu, na melhor densidade (dez peixes/100 m2) foi Wt = 0,0047 Lt 3.1746, enquanto Alcântara & Guerra (1992) determinaram a expressão Wt = 0,5036 Lt 2.0509.

Os pesos médios finais dos peixes observados neste trabalho representam 4,35 kg, 2,55 kg, 1,81 kg e 1,33 kg de carne, respectivamente, nas densidades de cinco, dez, quinze e 20 peixes/100 m², considerando-se o rendimento de 57% do pirarucu (Imbiriba *at al.,* 1994). Na primeira analise, observa-se que, na menor densidade, os peixes têm maior peso individual e, portanto, característica mais adequada para serem industrializados, tais como defumado, seco-salgado, etc., em função do tamanho da manta, o que pode facilitar a comercialização. Entretanto, peixes menores podem ser - comercializados na forma fresca ou através de procedimentos de transformação em derivados, buscando um mercado diferenciado.

Outro aspecto importante de ser ressaltado é que o crescimento do pirarucu, em sua fase inicial, é *maior* em comprimento do que em peso. Assim, quando se deseja um produto com característica especial, por exemplo, filé mais espesso, há necessidade de se considerar o tempo de cultivo dessa espécie, o qual deve ser mais dilatado, para que o peixe atinja maior peso e,

conseqüente, maior quantidade de músculos (carne).

5.3.1 Fator de Condição

Existe uma interação numérica entre fator de condição (Φ) e a constante (θ), e as oscilações no valor de que um influencia no comportamento do outro, ou seja, o grau de alométria ou isométria para cada espécie (Souza, 1999). Os valores desse parâmetro influenciam o estado nutricional, período de desova, tamanho do peixe, formas de crescimento, idade e sexo, características ambientais (Vazzoler & Vazzoler, 1965 e Barbieri & Verani, 1987).0 desenvolvimento gonadal, os pesos da gônada e do estômago podem ser influenciados pelos valores de (Φ) (Vieira, 1994). Neste trabalho, o fator de condição comprovou que as densidades de cinco e dez peixes/100 m² são as de melhor desempenho no cultivo de pirarucu.

5.4 CURVA DE CRESCIMENTO EM COMPRIMENTO

Os peixes têm crescimento em comprimento final característico para cada espécie, chamado de comprimento assintótico, que varia com o ambiente (Agostinho, 1985), além de apresentar sazonalidade (Richer, 1979). O parâmetro $L\infty$ da equação matemática está relacionado com o anabolismo e que corresponde ao comprimento assintótico, ou seja, o tamanho máximo que, em média, a espécie pode atingir e que parece ser influenciado pelos fatores de ambiente. O valor de K, relacionado com o catabolismo, e um parâmetro relacionado com a taxa de crescimento e influenciado por $L\infty$ (Souza, 1999).

Os valores de $L\infty$ nas quatro densidades de estocagem deste trabalho são inversamente

proporcionais aos valores de K, corroborando a afirmativa de Verani (1980), em que as populações de peixes com L∞ elevado possuem velocidades de crescimento mais lentas. Alcântara & Guerra (1992) encontraram L∞ igual a 74,5 em, no período de 425 dias, em densidade de estocagem baixa (um peixe/222 m²), próximo do observado neste trabalho, na densidade de quinze peixes/100 m², cujo valor de L∞ foi de 75,37 cm. A curva de crescimento em comprimento, na densidade de cinco peixes/100 m², evidência-se mais assintóticamente, durante o período de cultivo, o que indica um crescimento máxima em comprimento, seguida pela melhor densidade de estocagem (dez peixes/100 m²), do ponto de vista da biomassa máxima.

5.4.5 CURVA DE CRESCIMENTO EM PESO

Os valores da curva de crescimento em peso deste trabalho na densidade cinco peixes/100 m² tiveram peso assintótico superior às demais densidades, apesar desse fato não a indicar como sendo a melhor para a criação intensiva dessa espécie, considerando-se que outro indicador mais importante do desempenho deve ser levado em consideração, que é a biomassa máxima. Alcântara & Guerra (1992) encontraram o W∞ igual a 3.481,3 g, superior apenas ao da densidade de 20 peixes/100 m².

6 CONCLUSÕES

O crescimento em peso e comprimento do pirarucu varia de acordo com a sua taxa de estocagem, entretanto, até os 120 dias de cultivo não houve diferença em peso nas quatro densidades estudadas.

O comprimento total máxima foi de 107,66 cm e peso total máximo de 13,43 kg, na densidade de cinco peixes/100 m². Entretanto, a maior biomassa, de 85,69 kg/100 m², foi observada na densidade de dez peixes/100 m², o que a indica como sendo a mais adequada para utilização em cultivo intensivo.

Os valores do coeficiente angular da relação peso/comprimento do pirarucu demonstram que o seu crescimento é do tipo alométrico.

O excelente desenvolvimento ponderal do pirarucu indica o potencial de cultivo dessa espécie, em sistema intensivo de criação associada com búfalas leiteiras.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGOSTINHO, A. A. **Estrutura da população, idade, crescimento e reprodução de** *Rhinelepis aspera* (Agassiz, 1829) (Os Teschthhyes, Loricariidae) **do rio Paranapanema, PR**. 1985. 229p. Tese (Doutorado em Ciências BioIógicas). Universidade Federal de São Carlos, 1985.

ALCÂNTARA, B.F. Observaciones sobre el comportamiento reprodutivo del paiche, *Arapaima gigas*, em cautiveiro. Informe Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), **Folia Amazônica**, V. n. 2, p 1 - 4.1990

ALCANTARA, B.F; GUERRA, F.H. Cultivo de peixe, *Arapaima gigas,* utilizando bufunqui, *Cichlassoma bimaculatum*, como presa. **Folia Amazônica**, V. 4, n., p.2-9,1992.

ARAUJO-LIMA, C.A.R.M. Patterns of development of larval fish of Central Amazon. **Eur, Aquae. Soc. Pub**., n.15, p.271-273, 1991.

BAGENAL, T. B. ; TESCH, F.W. **Age and growth. In: BAGENAL, T. (Ed) Methods for assessment of fish production in fresh waters**, 3º ed. Oxford, Blackell, 1978. 365p.

BARBIERI, G. ; VERANI, J. R. **O fator de condição como indicador do período de desova em** *Hypostomus aft. plecostomus* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes, Loricariidae) **na represa do Monjolinho**. São Carlos - SP.Ciência e Cultura, 39(7): p 655-658, 1987.

BARD, J. ; IMBIRIBA, E. P. Peixe de piscicultura com baixo custo nas águas do Trópico Úmido. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1. 1984. Belém. **Resumos**... Belém: Embrapa - CPATU, p. 375-376 (Embrapa - CPATU. Documentos 31).

BARD. J.; IMBIRIBA, E.P. **Piscicultura do pirarucu**, *Arapaima gigas*, Belém: Embrapa - CPATU, 1986. 17p. (Embrapa - CPATU. Circular Técnica, 52).

BARDACH, J.E; RYTHER, J.H; MACLARNEY, W.O **Aquaculture: The farming and husbandry of freshwater and marine organisms**. New York: Wiley-Interscience, 1972. 868p.

BARTHEN, R **A pesca comercial no médio Solimões e sua interação com a Reserva Mamiraua. In: Estrategias para manejo de recursos pesqueiros em Mamirauá**. Editado por Elder L. Queiroz, William G.L. Crampton. Brasília: Sociedade Civil Mamirauá: CNPq 208 p. 1999.

BASTOS, T.X.; ROCHA, E.J.P.; ROLlM, P.A.M.; DINIZ, T.D.A.S.; SANTOS, E.C.R; NOBRE, RA.A.; CUTRIM, E.M.C.; MENDONCA, L.L.D. O estado atual dos conhecimentos de clima da Amazônia brasileira com finalidade agrícola. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém. **Anais**. Belém: Embrapa-CPATU, 1986. v. 1, p. 19-43. (Embrapa - CPATU. Documentos,36).

BOYD, C.E. **Water quality management for pond fish culture**. Amsterdam: Elsevier, 1982. 318p.

COX-FERNANDES, C. Lateral migration of fishes in Amazon floodplains. **Ecology of Freshwater Fish**, n. 6, p. 36-44, 1997.

CRAMPTON, W. G. R Gymnotiform fish: un important components of Amazonian food plain fish communist. **Journal of Fish Biology**, n. 48, p. 298- 301, 1996b.

CRAMPTON, W. G. R. Os peixes da reserva Mamirauá: diversidade e história natural na planície alagável da Amazônia. In: **Estratégias para manejo de recursos pesqueiros em Mamirauá**. Editado por Helder L. Queiroz, William G.L. Crampton. Brasilia: Sociedade Civil Mamiraua: CNPq 208 p. 1999.

FINK, W.I.; FINK, S.V. A Amazônia Central e seus peixes. **Acta Amazônica** v. 8 n. 4, p. 19-42, 1978. Suplemento.

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

FONTENElE, O. **Hábitos de desova do pirarucu**, *Arapaima gigas* (Cuvier) (Pisces: Isospondyli, Arapaimidae), **e a evolução de sua larva**. DNOCS, publ. n.153, ser I-C Fortaleza, 22p. 1953.

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. 40, n91, p. 43-66, jan/jun, 1982.

FURTADO, J.F.R. **Piscicultura: uma alternativa rentável**. Guaíba: Agropecuária, 1995, 180 p.

GÉRY, J. The freshwater fishes of South America. In: FITTHAN, E. J. *et al.* (eds), **Biogeography and Ecology in South America**,. The Hague: 1969. p 828-848. (Monogr. Biol, 002).

GOULDING, M. **A pesca no rio Madeira**.,Manaus: INPA/CNPq. 1979.

GOULDING, M. **The fishes and the forest**: explorations in Amazonian natural history. Berkeley: University of California, 1980. 280p.

GOULDING, **M. Ecology and management of migratory food fishes of the Amazon Basin**. In: Tropical rainforest, diversity and conversion (Almeida F., Pringle, C. M. eds) California Academy of Sciences, San Francisco, p. 71-85. 1988.

GOULDING, M., SMITH, N.J.H., MAHAR, D.J. **Floods of fortune**: Ecology and economy along the Amazon. New York: Columbia University, 1996.

GUERRA, F.H. **Desarrollo sexual del paiche, *Arapaima gigas,* en las Zonas Reservadas del Estado (Rios Pacaya y Samira) 1971-1975**. Informe Instituto del Mar del Perú, nº 67. Callao. Perú, 1980.

HEPHER, B.; PUZININ, Y. **Commercial fish farming**: with especial reference to fish culture in Israel. New York: Wiley, J. 1981. 261p.

HENDERSON, P.A. ; CRAMPTON, W.G.R. A comparison of fishes diversity and density from nutrient rich and poor waters lakes in the Upper Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, v.13, n.2 p.175-188. 1997.

HENDERSON, P.A. **O ambiente aquático da Reserva Mamirauá In: Estrategias para manejo de recursos pesqueiros em Mamirauá**. Editado por Helder L. Queiroz, William G.L. Crampton. Brasilia: Sociedade Civil Mamirauá: CNPq 208 p. 1999.

HONCZARYCK, A.; MAEDA, L. S. Crescimento do pirarucu, *Arapaima gigas*,utilizando dieta a base de ensilado biológico de pescado. In: **Anais da Aquicultura Brasil' 98**. Recife, v. 2, p. 93 - 100, 1998.

IMBIRIBA, E.P. **Produção e manejo de alevinos de pirarucu**, *Arapaima gigas* (Cuvier). Belém: Embrapa - CPATU, 1991. 19p. (Embrapa - CPATU. Circular Tecnica, 57).

IMBIRIBA, E.P. **Reprodução, larva e alevinagem de pirarucu** *(Arapaima gigas).* Belém: Embrapa - CPATU, 1994. 4p. (Embrapa - CPATU. Recomendações Básicas, 26).

IMBIRIBA, E. P. Potencial de criação de pirarucu, *Arapaima gigas,* em cativeiro. **Acta Amazônica**, v 31. n 2, Manaus, INPA. 2001.

IMBIRIBA, E.P.; BARD, J.; MOURA CARVALHO, L.O.D.; NASCIMENTO, C.N.B.; SOUZA, J.C.M. **Resultados preliminares de criação do pirarucu**, *Arapaima gigas* (Cuvier) **em cativeiro**. Belém: Embrapa - CPATU. 1985. 4p. (Embrapa - CPATU. Pesquisa em Andamento, 144).

IMBIRIBA, E.P.; LOURENCO JONIOR, J. de B.; DUTRA, S. **Rendimento de carne de pirarucu**, *Arapaima gigas* (Cuvier). Belém: Embrapa - CPATU. 1994. 21p. (Embrapa - CPATU. Boletim de Pesquisa, 150).

IMBIRIBA, E.P.; LOURENCO JONIOR, J. de B.; MOURA CARVALHO, L.O.D.; GOES, L.B.; ULIANA, D.; BRITO FILHO, L. **Criação de pirarucu**. Brasília: Embrapa-SPI; Belém: Embrapa - CPATU, 1996. 93p - SPI. Coleção Criar, 002. JUNK, W.J. **As águas da Região Amazônica. In: Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia**. Capitulo II. (Salati, E., Junk, W.J., Shubart, H.O., Oliveira, A.E. ads.) Brasiliense - CNPq 327 p. 1983.

JUNK, W.J. Potencial, limitações e alternativas para o desenvolvimento da pesca interior no Trópico Úmido Brasileiro. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém. **Anais**. Belém: Embrapa - CPATU, 1986. v. 5, p. 389410. (Embrapa - CPATU. Documentos,36).

JUNK, W.J.; SOARES, E.M.; CARVALHO, F.M. Distribution of fish species in lake of The Amazon River floodplain near Manaus (Lago Camaleão) with special reference to extreme oxygen conditions. **Amazônia**, n. 7, p. 397-431, 1983.

LOWE-McCONNELL, R.H. **Ecological studies in tropical fish communities**. Cambridge University, 1987. 328p.

LÜLlNG, K. Zur Biologie und Okologie von *Arapaima gigas* (Pisces Osteoglossidae). 2**. Morphol. Okol. Tiere**, 54, p. 436-530. 1964.

LÜLlNG, K. Der Riesenfisch *Arapaima gigas* in den Flussen und Seen Amazoniens. **Natur Museum**, v. 101, p. 373-386, 1971.

MENEZES, R. S. **Notas biológicas e econômicas sobre o pirarucu**. Serv. De Inf. Agric. Série Estudos Técnicos, 3, 152p. Rio de Janeiro, 1951.

MESKE, C. Erfhrungsbericht uber die AuFzucht von tropichen Warmwasserfischen in Ahrensburg. **Arb. Dtsch. Fisch. Verb**, v. 30, p. 109-122. 1980.

MOURA CARVALHO, L.O.D.; NASCIMENTO, C.N.B. **Engorda de pirarucus *(Arapaima gigas)* em associação com búfalos e suínos**. Belém: Embrapa- CPATU. 1992. 21p. (Embrapa - CPATU. Circular Tecnica, 65),

NELSON, J.S. **Fishes of the world**. New York. Wiley J., 1976. 416 p.

OLIVEIRA, C.E. Piscicultura amazônica. **A voz do Mar**. Rio de Janeiro, V. 23 n 188, p. 104-106, fev, 1944.

PEREIRA, J. A. **Cultivo Monossexo de Machos de** *Oreochromis niloticu s*(Linnaeus, 1757) **e de Machos Híbridos de** O. *homorum* (Trewavas, 1966) **(Machos)** x O. *niloticus* **(Fêmeas)**, **em Sistema Intensivo. Aspectos Quantitativos** (Pisces, Osteichthyes, Cichlidae). 1986. 99p. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Federal de São Carlos.

PERET, AC. **Aspectos da influência da densidade populacional em cultivo intensivo com curimatã-comum**, *Prochilodus cBarensis* Steindachner (Prochilodontidae - Prochilodontinae). 1980. 87p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade Federal de São Carlos.

QUEIROZ, H. L. Artesanal fisheries of pirarucus at the Mamirauá Ecological Station. In: Várzea: Diversity, Development, and conservation of Amazonian's whitewater floodplains. (PADOCH, C.; AYRES, J. M.; PINEDO-VASQUEZ, M. & HENDERSON, A ed's) Advances in economic batony, vo1.13. **The New York Botanic Garden**. New York. 407p., 1999.

QUEIROZ, H. L. **Natural history and conservation of pirarucu, *Arapaima gigas,* at the Amazonian Varzea: Red gigants in muddy waters**. 2000, 226p. Tese (Doctor of Philosophy). University of st Andrews, Escócia.

QUEIROZ, H. L.; SARDINHA, D. **A preservação e o uso sustentado dos pirarucus** *(Arapaima gigas,* Osteoglossidae) em Mamiraua (Queiroz, H. L. & CRAMPTON, W. G. R. ed's). SCM - CNPq/MCT. Brasilia. 197p.,1999.

RICHER, W.E. Growth rates and models. In: HOAR,W.S., RANDALL,D.J., BRETT,J.R. (eds) **Fish physiology**, New York: Academic Press, 1979. v.8, p.677-743.

ROMERO, J.S. **EI paiche**: aspectos de su historia natural, ecologia y aproveitamento. Lima, Ministério da Agricultura, 1961. 50p.

SALVO SOUZA, H. R. **Parâmetros hematológicos** de *Arapaima gigas* (Cuvier, 1718), **durante o primeiro ano de vida em cativeiro**. 99 p., 1990.

Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). INPA/FUA. Manaus.

SAINT-PAUL, U. Potential for aquaculture of south American freshwater fishes; a review. **Aquaculture Amsterdam**, v. 54, p. 205-240,1986.

SAINT-PAUL, U.; BAYLEY, P.B. A situação da pesca na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v. 9, p. 109-114, 1979. Suplemento.

SANTOS, E.P. **Dinâmica de populações aplicada a pesca e piscicultura**. São Paulo: HUCITEC, EDUSP, 1978. 130p.

SAWAYA, P. **Sobre a biologia de alguns peixes de respiração aérea** *(Lepidosirem paradoxa* FITZ e *Arapaima gigas* CUV.). B. Fac. Fil. Ci. Letras Univ. S. Paulo., Zool., São Paulo, (11): 255-78, 1946.

SCHALLER, F.; DORN, E. Atemmechanismus und kreislauf des Amazonasfisches Pirarucu *(Arapaima gigas,* Pices; Osteoglossidae). **Natur Wissenchaften**,v.60,p.303, 1973. SENE, E. de & MOREIRA, J.C. **Geografia Geral e do Brasil**: espaço geográfico e globalização. São Paulo: Scipione, 1998. 501 p.

SIOLl, H. Studies in Amazonian waters. In: SIMPOSIO SOBRE A BIOTA AMAZÔNICA 1966. Belém. 1966. **Atas**... Rio de Janeiro: CNPq, 1967, v. 3.

SOLAR, E.M. **EI paiche y la pisceculture en la selva**: el Arapaima para os rios vallecaucanos. Calli. [s.n.], 1949.

SOUZA, R A L. **O efeito de fatores limnológicos sobre o desenvolvimento do Tambaqui**, *Colossoma macropomum,* Cuvier 1818 (Pisces, Serrasalmidae) **sob diferentes níveis de eutrofização em cultivo semi-intensivo em área de várzea baixa no Rio Guamá - PA**. 83p, 1999. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas e da Saúde) UFSCar.

SMITH, N. J. H. **A pesca no Rio Amazonas**. Manaus: INPA, 1979.

STELL, RG.D. & TORRIE, J. H. **Principals and procedures of statistics**: a biometrical approach. 2,

ed. Aukland: Mc Graw-HiIIlnternational, 1984. 633p. STERBA, G. **Freshwater fishes of the word**. London: T.F.H. Publications, 1973.

TEIXEIRA FILHO, A R Produção de peixes: situação atual e perspectivas da piscicultura. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUCÃO ANIMAL, 1982, Piracicaba, **Anais**... Campinas: Fundação Cargil, p.119-151.

VAZZOLER, A. E. A. M. & VAZZOLER, G. Relation between condition factor and sexual development in *Sardinella auma* (Cuv. & Val., 1847). Na. Acad. Bras. Ciênc., 37 (supI.) : 353 - 359, 1965.

\'ERANI, J. R **Controle populacional em cultivo intensivo consorciado entre a tilapia do Nilo**, *Sarotherrodon niloticus* (Linnaeus, 1757) e o tucunaré comum, *Cichla ocellaris* (Schneider, 1801) Aspectos quantitativos. 1980. 116p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) Universidade Federal São Carlos.

VERÍSSIMO, S.A 1970. **Pesca na Amazonia**. Rio de Janeiro: Clássica, 206p.

VIEIRA, L. S. J. Aspectos bionômicos de *Eleotris pisonis* (Gmelin, 1789) e *Dormitator maculatos* (Bloch, 1790) (Percifornmes, Eleotride) do Rio Pium, Município de Parmamirim (RN). São Carlos, UFSCar, 1994. 130 p.

VON SENGBUSCH, R *Arapaima*, ein einmalig schnelles wachstum. **Sielmanns Tierwelt**, v. 4, 56p. 1980a.

VON SENGBUSCH, R Aquakultura (Warmwasser-Kreislaut) und Domestikation yon Fischarten aus aquartornahen Gebieten Ber. Landwirtsh, v. 58, p.151-154. 1980b.

VON SENGBUSCH, R; VON SENGBUSCH, G.; MESKE, C.; CELLARIUS, O.. Domestikation versuche yon Fischarten aus aquatornahen Gebieten zur prufung ihrer Eingnung fur die Warmwasser - Intensivhaltung. Tierzuchter, v. 5, 2p. 1974.

WALFORD, L.A. A new graphic method of describing the growth of animals. **Biol. Bull**. v. 90, n. 2, p. 141-147. 1946.

WOOTTON, RJ. **Ecology of teleost fishes**. Fish and fisheries series. 1. Chapman & Hall, London. 1990.

WOSNITZA-MENDO, C. The growth of *Arapaima gigas* (Cuvier) after stocking in a Peruvian lake. **Arch. Fischwiss**, Berlin, v. 35, p. 1-5, 1984.

WOYNAROVICH, E. **Manual de piscicultura**. Brasília: CODEVASF, 1983. 71p.