

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DO INPA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA DE ÁGUA  
DOCE E PESCA INTERIOR

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO LEITE DE PEIXE-BOI DA  
AMAZÔNIA (*Trichechus inunguis* NATTERER 1883) EM CATIVEIRO  
NOS DIFERENTES ESTÁGIOS DE LACTAÇÃO.

PAULA DE SOUSA BARBOSA

Manaus, Amazonas

Março/2011

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DO INPA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA DE ÁGUA  
DOCE E PESCA INTERIOR

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO LEITE DE PEIXE-BOI DA  
AMAZÔNIA (*Trichechus inunguis* NATTERER 1883) EM CATIVEIRO  
NOS DIFERENTES ESTÁGIOS DE LACTAÇÃO

PAULA DE SOUSA BARBOSA

Orientador: Dra. Vera Maria Ferreira da Silva

Co-Orientador: Dra. Helyde Albuquerque Marinho

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do INPA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Biologia de Água Doce e Pesca Interior.

Manaus, Amazonas

Setembro/2011

---

Fontes financiadoras: CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico); Programa Petrobras Ambiental

B238

Barbosa, Paula de Sousa

Composição química do leite do peixe-boi da Amazônia (*Trichechus inunguis* Natterer 1883) em cativeiro nos diferentes estágios de lactação / Paula de Sousa Barbosa. --- Manaus : [s.n.], 2011.  
viii, 56 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) -- INPA, Manaus, 2011

Orientador : Vera Maria Ferreira da Silva

Co-orientador: Helyde Albuquerque Marinho

Área de concentração : Biologia de Água Doce e Pesca Interior

1. Peixe-boi – Amazônia. 2. Parto (obstetrícia). 3. Peixe-boi – Lactação - Aspectos nutricionais. 4. Leite – Composição nutricional. 5. Análise bromatológica. I. Título.

CDD 19. ed. 599.55041

*Porque Deus amou o mundo de tal maneira que deu o seu Filho unigênito, para que todo aquele que nele crê não pereça, mas tenha a vida eterna.*

**João 3:16**

## **Agradecimentos**

Agradeço a todas as pessoas que me ajudaram não só para a conclusão da dissertação como também àquelas que me auxiliaram dando apoio e confiança durante todo o mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia pela infra-estrutura e apoio acadêmico.

À Associação Amigos do Peixe-boi (AMPA), em parceria com o programa Petrobras Ambiental pelo apoio financeiro do projeto.

Agradeço especialmente a minha “mãorientadora” Dra. Vera Maria Ferreira da Silva e minha co-orientadora Dra. Helyde Albuquerque Marinho por todo apoio e valiosos ensinamentos.

Ao Dr. Fernando Rosas, pelas sugestões e discussões enriquecedoras.

Ao Dr. Antônio Inhamuns por ceder o laboratório de tecnologia de Alimentos na UFAM para realizar as análises bromatológicas.

Ao Fabio Souza, técnico do laboratório de tecnologia de alimentos que tão generosamente aceitou me ensinar a fazer as análises.

Ao Anselmo da A'ffonseca pelo apoio nas coletas de material e ensinamentos a respeito dos peixes-bois.

A Carminha por todo carinho, gentileza e conselhos ao longo do curso.

À Dra. Genimar Julião, que com toda a paciência desse mundo, me ajudou nas análises estatísticas.

A todos da família LMA (Laboratório de Mamíferos Aquáticos: Gália, Bruno, Dani, Fernanda, Nanda, Gisele, Giovanna, Claryana, Séfora Lili, Nívia, Nanda, Robertinha, Louzinha, Isabel, Diogo, Nicole, Rodrigo, Jone e Talita. Em especial à Gália por todo apoio e amizade. À Dani e ao Rodrigo pelo carinho e pelas discussões. E finalmente à Talita pelo companheirismo.

Ao Raimundo, Jeová, Daniel, Marcelo e Nazaré que com toda a boa vontade sempre me ajudaram no manejo dos animais por várias vezes deixando de fazer seus trabalhos para poder me ajudar.

A minha mãe e grande amiga, Lúcia, por sempre querer me ajudar, mesmo quando não sabe como.

Ao meu pai, que mesmo lá no céu, me inspira a vencer.

Ao Geraldo Pereira Junior, por todo amor e cumplicidade. Por me apoiar em tudo, tanto na vida pessoal quanto acadêmica e me trazer tranquilidade no dia-dia para vencer essa batalha.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	vii
LISTA DE TABELAS .....	viii
INTRODUÇÃO GERAL .....	01
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	08
<b>ARTIGO - Composição química do leite do peixe-boi da Amazônia (<i>Trichechus inunguis</i> NATTERER 1883) em cativeiro, nos diferentes estágios de lactação.....</b>	<b>13</b>
RESUMO. ....	14
ABSTRACT .....	15
INTRODUÇÃO.....	16
MATERIAL E MÉTODOS.....	19
Coleta de material biológico.....	19
Análise laboratorial.....	20
Análise dos dados.....	22
RESULTADOS.....	23
Características organolépticas.....	23
Análise físico-química.....	23
Variação dos componentes do leite durante a lactação.....	26
Primípara/múltipara.....	29
Relação peso/comprimento filhotes.....	30
Investimento filhote macho/fêmea.....	31
DISCUSSÃO.....	32
Composição química.....	32
Características organolépticas.....	36
Análise físico-química.....	37
Variação durante a lactação.....	37
Primípara/múltipara.....	38
Investimento macho/fêmea.....	40
CONSIDERAÇÕES FINAIS,,.....	41
RERERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

## LISTA DE FIGURAS

### Introdução geral

**Figura 1:** Fêmea adulta de *Trichechus inunguis* (Parque Aquático Robin C. Best localizado no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA). Foto: Paula Barbosa..... 02

### Artigo

**Figura 1:** Coleta de leite da mama esquerda de *T.inunguis* (LMA/INPA). Foto: Anselmo d’Affonseca. ....19

**Figura 2:** Alterações no teor de energia bruta do leite *T. inunguis* entre trimestres de lactação.....26

**Figura 3:** Alterações no teor de gordura do leite de *T. inunguis* entre trimestres de lactação.....27

**Figura 4:** Teores de gordura no leite de *T. inunguis* no primeiro e segundo ano de lactação. Os valores plotados representam a média  $\pm$  o desvio padrão.....28

**Figura 5:** Teores de umidade e proteína bruta no leite de fêmeas primíparas e multíparas. Os valores plotados representam a média  $\pm$  o desvio padrão.....29

**Figura 6:** Diferença entre o peso dos filhotes de peixe-boi da Amazônia do nascimento ao desmame. Os valores plotados representam a média  $\pm$  o desvio padrão.....30

**Figura 7:** Peso e comprimento dos filhotes de peixe-boi da Amazônia em cativeiro do nascimento ao desmame em função dos componentes do leite.....31

## LISTA DE TABELAS

### Introdução geral

**Tabela 1:** Teores nutricionais do leite em diferentes espécies de mamíferos.....05

### Artigo

**Tabela 1:** Informações gerais a respeito das fêmeas estudadas neste trabalho.....20

**Tabela 2:** Valores médios da análise centesimal e valor total do leite das fêmeas estudadas e valor total.....24

**Tabela 3:** Valores calibrados da composição nutricional do leite das fêmeas de *T. inunguis* em cativeiro ao longo da lactação.....25

### Anexo

Resultados do teste de ANOVA para comparação dos componentes do leite (variável dependente) de peixe-boi da Amazônia criados em cativeiro utilizando as lactações das fêmeas I (A e B), II, III como fator de variação.....50

## Introdução geral

Os peixes-bois pertencem a Ordem Sirenia, Classe Mammalia e possuem estreito parentesco filogenético com os elefantes atuais e o hyrax, formando a super-ordem Paenungulata. Este parentesco foi comprovado por meio de estudos sobre a sequência de aminoácidos da proteína alfa-cristalino dos olhos desses animais (De Jong *et al.*, 1981), e na formação da placenta (Carter *et al.* 2008).

A ordem Sirenia é composta por mamíferos exclusivamente aquáticos, que tiveram sua origem a cerca de 50 milhões de anos atrás durante o período Terciário. Possivelmente representam um dos primeiros ramos da linha de mamíferos placentários que ocuparam o ambiente aquático e os únicos a praticarem herbivoria (Best, 1984a). Atualmente esta ordem esta dividida em duas famílias distintas: *Dugongidae* e *Trichechidae* (Domming, 1978).

O único representante vivente da família *Dugongidae* é o *Dugong dugon* (Marsh *et al.*, 1986). A família *Trichechidae* inclui três espécies de peixes-bois: *Trichechus inunguis* (Figura. 1); *Trichechus manatus* e *Trichechus senegalensis*.

O peixe-boi da Amazônia *Trichechus inunguis* (Natterer, 1883) é o menor dos sirênios, medindo na idade adulta aproximadamente três metros de comprimento e pesando até 450 kg (Rosas, 1994). Sua pele é lisa e grossa, com pêlos esparsos por todo o corpo (Geraci & Lounsbrury, 1993) e com coloração variando de cinza escura a preto, geralmente apresentando uma mancha branca ou rosada na região ventral. Eles não possuem unhas em suas nadadeiras peitorais, ao contrário do que acontece com o *T. manatus* e *T. senegalensis* (Rosas, 1994).

*T. inunguis* é endêmico da Bacia Amazônica, podendo ser encontrado desde os rios da Colômbia, Peru e Equador até a Ilha de Marajó no Pará - Brasil (Domming,

1981; Best, 1984). Esta espécie ocorre nos sistemas de rios de águas brancas, pretas e claras, permanecendo em áreas de várzea durante a cheia, migrando para lagos perenes e canais de rios durante a vazante (da Silva *et al.*, 2008). A sua distribuição esta diretamente relacionada com a disponibilidade de alimento, ao regime de cheias e vazantes e a ausência de águas com forte correnteza (Best, 1984; Rosas, 1994).



**Figura 1:** Fêmea adulta de *Trichechus inunguis* (Parque Aquático Robin C. Best localizado no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA). Foto: Paula Barbosa.

O peixe-boi da Amazônia possui taxa metabólica baixa, aproximadamente 36% menor do que a de outros mamíferos placentários do mesmo porte, com isso sua capacidade de mergulho é até 10 minutos em condições fisiológicas normais (Gallivan & Best , 1980). Sendo assim, não suporta temperaturas abaixo de 22- 23°C indicando a capacidade limitada da espécie em regular a temperatura corporal (Gallivan, *et al.* 1983).

A idade média de maturidade sexual em *T. inunguis* é estimada em entre 5 e 10 anos, baseando-se em estudos feitos para o peixe-boi da Flórida (Marmontel, Odell & Reynolds, 1992). Rodrigues *et al.*, 2008 estudou as características anatômicas e histológicas do aparelho reprodutor feminino de *T. inunguis*, e observou o hímen intacto em uma fêmea de 6 anos de idade, apesar de estar na presença de machos adultos. A taxa reprodutiva é longa, produzindo um único filhote no intervalo de 2,5 a 5 anos e gestação de aproximadamente 12-14 meses, sugerindo sincronização entre o estro da fêmea e a disponibilidade de alimento (Best, 1983).

O peixe-boi da Amazônia é considerado espécie vulnerável à extinção de acordo com a classificação da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2008). O status de conservação deste mamífero aquático se deve a vários fatores, principalmente à caça comercial no século passado, à baixa taxa reprodutiva da espécie, e a perda de habitat (Rosas, 1994; da Silva *et al.*, 2008).

Apesar de esta espécie ser no Brasil oficialmente protegida por lei desde 1967 (Lei de Proteção a Fauna, N° 5197, de 03 de janeiro de 1967; Portaria N° 3481 de 31 de maio de 1973 e Portaria N°. 011, de 21 de fevereiro de 1986), ela continua sendo caçada. O aumento da mortalidade acidental de filhotes, as alterações climáticas, a perda de habitat e a degradação do ambiente são outras causas que podem também colaborar para o declínio desta espécie na natureza (IUCN, 2008).

Em média, dez filhotes de peixe-boi da Amazônia são resgatados anualmente no estado do Amazonas. Estes filhotes são destinados aos criadouros conservacionistas e de pesquisa como o Centro de Preservação e Pesquisa de Mamíferos Aquáticos (CPPMA) da Manaus Energia S.A. situado na Vila de Balbina, município de Presidente Figueiredo, e para o Parque Aquático Robin C. Best no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), em Manaus-AM.

Um peixe-boi filhote, mama frequentemente a cada hora, cada amamentação dura em média dois minutos e ocorre, no intervalo entre uma respiração e outra (Ronald *et al.*, 1978). O período de lactação pode durar dois anos ou mais (da Silva *et al.*, 2000), apesar de, via de regra, fêmeas com filhotes serem mais vulneráveis, pois as crias necessitam vir com maior frequência à superfície para respirar, tornando-se presas mais fáceis para os caçadores (Best *et al.*, 1982). Pescadores no Lago Amanã (Rio Japurá), relatam que têm preferência por fêmeas porque além de serem mais gordas e produzirem mais gordura, eles ainda conseguem capturar o filhote (da Silva, comunicação pessoal).

O filhote sozinho não tem condições de sobreviver, e os que chegam aos criadouros conservacionistas ou centros de pesquisa, recebem os cuidados necessários à sua sobrevivência. No laboratório de Mamíferos Aquáticos (LMA) do INPA, esses animais geralmente chegam muito estressados, apresentando diferentes deficiências nutricionais e problemas clínicos diversos como, por exemplo, desnutrição, septicemia e ferimentos/traumas (da Silva, 1999). Os filhotes órfãos chegam com idades diferentes, sendo a grande maioria ainda lactente. Isto torna a reabilitação ainda mais complexa, uma vez que nesta faixa etária uma nutrição adequada é fundamental, pois todos os nutrientes de que o filhote precisa, está contido em um alimento essencial a sua vida, o leite materno.

Muitos trabalhos com a determinação da composição de leite nas mais diferentes espécies de mamíferos foram realizados (Tabela 1), contudo, pouco se sabe a respeito dos componentes do leite de peixe-boi da Amazônia, considerando que os estudos com leite de sirênios são escassos, principalmente devido à dificuldade em se obter amostras de leite de fêmeas lactantes.

Tabela 1: Teores nutricionais do leite em diferentes espécies de mamíferos.

Animal	Espécie	Gordura (%)	Proteína (%)	Carboidrato (%)	Cinzas (%)	Sólidos totais (%)	Água (%)	Autor
Mulher	<i>Homo sapiens</i>	3,74	1,21	6,19	—	—	—	Jennes (1979)
Mocó	<i>Kerodon Rupestris</i>	6,9	6,6	5,3	—	20	80	Derrickson <i>et al.</i> (1996)
Leão marinho australiano	<i>Neophoca cinerea</i>	25,4	10,5	—	0,9	37,6	62,4	Kretzmann <i>et al.</i> (1991)
Foca	<i>Arctocephalus gazella</i>	40,5	10,4	0,13	0,6	55,2	44,8	Arnould & Boyd (1995)
Golfinho	<i>Tursiops truncatus</i>	6,8 – 25,2	5,1 – 12,7	0,4 – 2,5	—	—	59,5 – 81,1	West <i>et al.</i> (2007)
Boto vermelho	<i>Inia geoffrensis</i>	6,9	9,6	—	—	—	—	Rosas & Lehti (1996)
Cachalote	<i>Kogia breviceps</i>	15,3	5,0	2,2	0,8	25,7	74,3	Jennes & Odell (1978)
<b>Peixe-boi marinho</b>	<b><i>Trichechus m. latirostris</i></b>	<b>19,0</b>	<b>9,65</b>	<b>0,6</b>	<b>---</b>	<b>29,2</b>	<b>70,8</b>	<b>Pervaiz &amp; Brew (1986)</b>
Urso Negro	<i>Ursus americanus</i>	24,5	5,7	12,8	1,8	44,5	55,5	Jennes <i>et al.</i> (1972)
Morcego	<i>Phyllostomus hastatus</i>	9,0 – 21,0	6,0-11,0	4,0	—	—	21,0-35,0	Stern <i>et al.</i> (1997)
Lêmure	<i>Varecia variegata</i>	3,2	4,2	—	—	13,5	86,5	Tilden & Oftedal (1997)
Canguru	<i>Macropus rufus</i>	10,3	7,0	6,2	—	26,0	74,0	Muths (1996)
Vaca	<i>Bos taurus</i>	5,5	3,9	4,9	0,7	15,0	85,0	Jensen (1995)
Cabra	<i>Capra hircus</i>	3,5	3,1	4,6	0,8	12,0	88,0	Jensen (1995)
Ovelha	<i>Ovis aires</i>	5,3	5,5	4,6	0,9	16,3	83,7	Jensen (1995)
Suína	<i>Sus domesticus</i>	8,2	5,8	4,8	0,6	19,9	80,1	Jensen (1995)
Égua	<i>Equus caballus</i>	1,6	2,7	6,1	0,5	11,0	89,0	Jensen (1995)
Coelha	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	12,2	10,4	1,8	2,0	26,4	73,4	Jensen (1995)
Cadela	<i>Canis familiaris</i>	8,3	9,5	3,7	1,2	20,7	79,3	Jensen (1995)
Gata	<i>Felis catus</i>	10,9	11,1	3,4	---	25,4	74,6	Jensen (1995)
Búfala	<i>Syncerus caffer</i>	10,4	5,9	4,3	0,8	21,5	78,5	Jensen (1995)
Camelo	<i>Camelus bactrianus</i>	4,9	3,7	5,1	0,7	14,4	85,6	Jensen (1995)
Elefante	<i>Loxodonta africana</i>	15,1	4,9	3,4	0,7	26,9	73,1	Jensen (1995)

No entanto, alguns trabalhos foram feitos com leite de peixe-boi marinho (*T. manatus*). Bachman & Irvine (1979), analisaram cinco amostras de leite de uma fêmea do peixe-boi da Flórida (*Trichechus manatus latirostris*), com o filhote medindo 198 cm de comprimento. Encontraram a seguinte composição: água, 70,50%; matéria seca, 29,50 %; lipídeos 21,40%; proteínas, 8,90% e carboidratos 0,295%. Os principais lipídeos encontrados foram os triglicerídeos, sendo o ácido graxo C18 (ácido esteárico) o mais frequente. Esses autores relataram a ausência de lactose, o principal açúcar do leite, encontrado abundantemente em outras espécies de mamíferos, como bovinos e seres humanos (Pereda, 2005).

Vergara *et al.* (2000), trabalhando com o peixe-boi marinho das Antilhas (*Trichechus manatus manatus*) em cativeiro no nordeste coletou duas amostras de leite de uma mesma fêmea lactante, com filhote de aproximadamente um mês de vida. A composição nutricional destas amostras era de 5,25% de proteína; 17,40% de lipídeos; 125,00 mg de cálcio e 105,00 mg de fósforo. Os autores não detectaram a presença de lactose corroborando os resultados observados por Bachman & Irvine, 1979.

Estudos sobre a composição do leite do golfinho nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) e do leite do peixe-boi da Florida revelaram que tanto no leite do peixe-boi quanto no leite do golfinho os níveis de proteína e lipídeos eram bastante elevados. O leite do golfinho continha uma média de 2,2% de açúcares neutros, essencialmente lactose, enquanto que nas amostras de leite do peixe-boi, a média foi de 0,6% de açúcares neutros. Neste estudo não foi detectado a presença de lactose pela técnica de ensaio enzimático e por papel de cromatografia, mas as análises realizadas por meio de cromatografia líquida de alta eficiência - HPLC detectou a presença de baixos níveis de lactose juntamente com oligossacarídeos (Pervaiz & Brew 1986).

Os autores ainda verificaram os níveis de atividade da  $\alpha$ -lactoalbumina. Essa proteína produzida na glândula mamária e responsável por regular a síntese de lactose, é encontrada no soro do leite de mamíferos em geral (Pereda, 2005). A atividade da  $\alpha$ -lactoalbumina foi determinada pelo ensaio de galactosiltransferase. Os resultados mostraram uma atividade no leite de golfinhos semelhante ao encontrado em leite de bovinos. No entanto, o nível desta proteína no leite do peixe-boi foi inferior a 10% do encontrado em golfinhos (Pervaiz & Brew, 1986).

Tendo em vista a grande importância da dieta láctea como alimento dos filhotes de peixe-boi em cativeiro, determinar a composição do leite do peixe-boi da Amazônia ao longo do período de lactação visando, no futuro, a elaboração de uma dieta láctea mais adequada aos filhotes resgatados e reabilitados em cativeiro.

## Referências bibliográficas

- Arnould, J.P.Y; Boyd, I.L. 1995. Inter-and intra-annual variation in milk composition in antarctic fur seals (*Arctocephalus gazella*). *Journal Physiological Zoology*. 68(6):1164-1180.
- Bachman, K.C.; Irvine A.B. 1979. Composition of milk from the Florida manatee, *Trichechus manatus latirostris*. *Comp. Biochem. Physiol.* 62A: 873-878.
- Best, R. 1982. Seasonal breeding in the Amazonian manatee, *Trichechus inunguis* (Mammalia: Sirenia). *Biotropica*, 14 (1): 76-78.
- Best, R.C. 1983. Apparent dry-season fasting in Amazonian manatees (Mammalia: Sirenia). *Biotropica*, 15(1): 61-64.
- Best, R.C. 1984a. *Trichechus inunguis*, vulgo Peixe-boi. *Ciência Hoje*, 2 (10): 66-73.
- Best, R. 1984. The Aquatic Mammals and Reptiles on the Amazon. In: The Amazon. *Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. H. Sioli (ed.). Netherlands. p. 370-412.
- Carter, A.M.; Miglino, M.A.; Ambrosio, C.E.; Santos, T.C.; Rosas, F.C.W.; Neto, J.A.; Lazzarini, S.M.; Carvalho, A.F., & Da Silva, V.M.F. 2008. Placentation in the Amazonian manatee (*Trichechus inunguis*). *Reproduction, Fertility and Development*, 20: 537-545.
- da SILVA, V.M.F. (coord..) 1999. Conservação e manejo do peixe-boi da Amazônia (*Trichechus inunguis*) em cativeiro. Pp. 213-232. In: Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil. Subprograma de Ciência e Tecnologia PPG-7.

Ministério da Ciência e Tecnologia. Secretaria de Desenvolvimento Científico, Brasília, DF

da Silva, V.M.F.; Cantanhede, A.M.; Rosas, F.C.W. 2008. Peixe-boi da Amazônia, *Trichechus inunguis* (Natterer, 1883). In: Machado, A.B.; Drummond, G.; Paglia, A. (Org.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, Minas Gerais. p. 816-818.

De Jong, W.W.; Zweers, A. & Goodman, M. 1981. Relationship of aardvark to elephants, hyraxes and sea cows from alpha-crystallin sequences. *Nature*, 292: 538-540.

Domning, D.P.; Magor, D. 1978. Taxa de substituição horizontal de dentes no peixe-boi. *Acta Amazonia*, (3): 7.

Derrickson, E.M.; Jerrad, N.; Oftedal, O. 1996. Milk composition of two precocial, arid-dwelling, rodents, *Kerodon rupestris* and *Acomys cahirinus*. *Physiological Zoology*, 69(6): 1402-1418.

Domning, D.P. 1981. Distribution and status of manatees *Trichechus* spp. near the mouth of the Amazon River, Brazil. *Biological Conservation*, 19: 85-97.

Gallivan, G; Best, R. 1980. Metabolism and respiration of the Amazonian manatee *Trichechus inunguis* (Mammalia: Sirenia). *Physiological Zoology*. 53: 245-253.

Gallivan, G; Best, R; Kanwisher J.1983. Temperature regulation in the Amazonian manatee *Trichechus inunguis*. *Physiological Zoology*. 56(2): 255 – 262. 1983.

Geraci, J.R.; Lounsbury V.J.; 1993. Marine Mammals Ashore. A field guide for Strandings. Texas A&M Sea Grant University, Texas. 344p.

IUCN. 2008. Red List of Threatened Species. Disponível em: <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Acesso em: 28/05/ 2009.

Jenness, R.; Erickson A.W.; Craighead J.J. 1972. Some comparative aspects of milk from four species of bears. *Journal of Mammalogy*. 53(1): 34-47 pp.

Jenness, R.; Odell, D.K. 1978. Composition of milk the pygmy sperm whale (*Kogia breviceps*). *Comp. Biochem. Physiol*, 61A: 383-386.

Jenness, R. 1979. The composition of human milk. *Seminars in Perinatology*, 3(3): 225-239.

Jensen R.G.1995. *Handbook of Milk Composition*. Academic Press, San Diego. 566pp.

Kretzmann, M.B.; Costa, D.P.; Higgins, L.V.; Needham, D.J. 1991. Milk composition of Australian sea lions, *Neophoca cinerea* – Variability in lipid content. *Canadian Journal of Zoology*, 69(10): 2556-2561.

Marsh, H.; O’Shea, T.J.; Best, R.C. 1986. Research on Sirenians. *AMBIO*, 15 (3): 177-180.

Marmontel, M.; Odell, D.K.; Reynolds, J.E. III. 1992. Reproductive biology of South American manatees. In: Reproductive biology of South American vertebrates (ed. By W.C. Hamlett). Spring-Verlag New York, Inc, 295-312.

Muths, E. 1996. Milk composition in a field population of red Kangarous, *Macropus rufus* (Desmarest)(Macropodidae: Marsupialia). *Australian Journal of Zoology*, 44(2):165-175.

Pereda, J.A.O. 2005. *Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal*. Vol. 2. Artmed. Porto Alegre, RS. 279 pp.

Pervaiz, S.; Brew, K. 1986. Composition of the milks of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) and the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*). *Comp. Biochem. Physiol.*, 84(2): 357-360.

Ronald, K.; Selley L.J.; Amoroso, C. 1978. *Biological Synopsis of the Manatee*. IDRC. Ottawa. 112p.

Rosas, F. 1994. Biology, Conservation and Status of the Amazonian Manatee *Trichechus inunguis*. *Mammal Review.*, 24 (2) :49 - 59.

Rosas, F.; Lehti, K.K. 1996. Nutritional and mercury content of milk of the Amazon river Dolphin, *Inia geoffrensis*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 115(2): 117-119.

Rodrigues, F.R.; da Silva V.M.F.; Barcellos, J.F.M.; Lazzarini S.M. 2008. Reproductive anatomy of the female Amazonian manatee (*Trichechus inunguis*) Natterer 1883. *The Anatomical Record*. 291: 557-564.

Stern, A.A.; Kunz, T. H.; Studier, E. H. Oftedal, O. T. 1997. Milk composition and lactational output in the greater spear-nosed bat. *Phyllostomus hastatus*. *Journal of Comparative Physiology B- biochemical Systemic and Environmental Physiology*. 167(5): 389-398

Tilden, C.D.; Oftedal, O.T. 1997. Milk composition pattern of maternal care in prosimian primates. *American Journal Primatology*, 41(3): 195-211.

Vergara, J. E.; Parente, C. L.; Sommerfeld, P. A.; Lima, R. P. 2000. Estudo da composição do leite do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus* LINNEAUS, 1856) no nordeste do Brasil com inferências para uma dieta artificial. *Ciênc. Vet. Tróp.*, 3 (3): 159-166.

West K.L.; Oftedal O.T. Carpenter J.R.; Krames B.J.; Campbell M.; Sweeney J.C.  
2007. Effect of lactation stage and concurrent pregnancy on milk composition in the  
bottlenose dolphin. *Journal of Zoology*, 273(2): 148-160.

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO LEITE DO PEIXE-BOI DA AMAZÔNIA**  
**(*Trichechus inunguis* NATTERER 1883) EM CATIVEIRO NOS DIFERENTES**  
**ESTÁGIOS DE LACTAÇÃO**

P. S. Barbosa<sup>1</sup>

V. M. F. da Silva

H. A. Marinho

F.C.W. Rosas

Laboratório de Mamíferos Aquáticos,  
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia,  
CP 478, 69011-790 Manaus, Amazonas, Brasil

<sup>1</sup> E\_mail: [manatee\\_psb@hotmail.com](mailto:manatee_psb@hotmail.com)

Fone: 55929130-2185

## RESUMO

Este estudo teve como objetivo conhecer, a partir de fêmeas cativas lactantes, a composição nutricional do leite do peixe-boi da Amazônia. No período de oito anos foram coletadas amostras de leite de três fêmeas, de quatro períodos de lactação e nos diferentes estágios de lactação do peixe-boi da Amazônia (*Trichechus inunguis*) em cativeiro. Os teores de água, gordura, proteína, cinzas e energia bruta foram determinadas. O intervalo de variação observado, no teor de umidade do leite foi de 68,55 a 82,1%, na gordura a variação esteve entre 8,76 e 19,73%, a proteína bruta variou de 4,24 - 10,47% e nas cinzas a variação encontrada foi de 0,83 - 1,36%. Os teores de gordura e energia bruta aumentaram ao longo da lactação, principalmente no segundo ano. Os teores de umidade, proteína bruta, sólidos totais e energia bruta foram significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) entre fêmeas lactantes. A fêmea multípara apresentou diferença altamente significativa para os teores de umidade ( $p = 0,0001$ ) e proteína ( $p < 0,0001$ ) do leite. Não houve relação significativa ( $p > 0,05$ ) entre o peso e o comprimento dos filhotes com os componentes do leite analisados. Não foi detectada diferença significativa nos teores dos componentes do leite de fêmeas lactentes com filhotes machos. Os resultados deste estudo poderão ser utilizados como valores – referência para futuras formulações lácteas para filhotes de peixes-bois da Amazônia órfãos, em cativeiro.

*Palavras-chave:* composição nutricional, análise bromatológica, parturição .

## ABSTRACT

This study aimed at learning from captive female infants, the nutritional composition of milk from the Amazonian manatee. In an eight-year period, milk samples from three captive Amazonian manatee (*Trichechus inunguis*) females were collected, during four lactation periods and different lactation phases. The contents of water, fat, protein ashes and gross energy were determined. The variation levels observed for water, fat, protein and ashes content were 68.55-82.1%, 8.76-19.73%, 4.24-10.47% and 0.83-1.36%, respectively. The fat and gross energy values increased during the lactation period, especially in the second year. The humidity, gross protein, total solids and gross energy contents were significantly different ( $p < 0,05$ ) between the nursing females analyzed. The humidity ( $p = 0,0001$ ) and protein ( $p < 0,0001$ ) values of the multiparous female were significantly different when compared to those of the other nursing females (primiparous). No significant difference ( $p > 0,05$ ) was observed between the weight and length of the newborn manatees in relation to the milk compounds analyzed, and neither was there a significant difference in the milk content of nursing females with newborn males. The results here presented can be used as reference values for future artificial milk formulas to raise orphan Amazonian manatee calves.

*Key words:* Nutritional composition, chemical analysis, parturition.

1 Author to whom correspondence should be addressed

## INTRODUÇÃO

O peixe-boi da Amazônia, *Trichechus inunguis*, é um mamífero herbívoro, exclusivamente aquático e endêmico da bacia Amazônica, classificado como espécie vulnerável, (IUCN, 2008). Este status de conservação se deve a vários fatores, como: à caça comercial no século passado, à baixa taxa reprodutiva da espécie, a perda de habitat (Rosas, 1994; da Silva *et al.*, 2008) e a possíveis alterações climáticas (Arraut, 2009).

Embora *T.inunguis* esteja protegido por lei desde 1971, ainda existe um mercado ilegal de sua carne. (Rosas & Pimentel, 2001). Via de regra, fêmeas com filhotes tornam-se presas mais fáceis para os caçadores, pois as crias necessitam vir com maior frequência à superfície para respirar (Best *et al.*, 1982). O filhote de peixe-boi sozinho na natureza não tem condições de sobreviver, considerando que a amamentação dura de cerca de dois anos. Esse longo período de lactação, nas fêmeas de peixe-boi da Amazônia, exige um alto investimento nutricional e energético destas mães; e é neste período que os filhotes aprendem como sobreviver ao longo de suas vidas.

Segundo Hayssen (1993), o período de dependência materna está provavelmente relacionado à necessidade de aprendizado, como por exemplo, desenvolvimento de habilidades sociais, cognitivas e de técnicas de forrageamento. A aprendizagem extensiva durante a lactação prolongada é alcançada ao custo de um alto valor nutricional e energético, pois para que a mãe possa suprir os custos metabólicos na alimentação de seu filhote por um longo período de tempo, reduzem a eficiência na progênie, tendo em vista que o custo para produção de nutrientes para o filhote é maior (Oftedal, 1985).

Anualmente são resgatados na natureza cerca de 10 filhotes de peixe-boi da Amazônia órfãos, os quais são encaminhados aos centros de pesquisa e conservação no estado do Amazonas (Instituto nacional de pesquisas da Amazônia - INPA e Centro de pesquisa e conservação de mamíferos aquáticos - CPPMA). Nestes locais os filhotes recebem os cuidados necessários à sua sobrevivência, tais como alimentação e medicação. Estes animais, geralmente lactentes, chegam em diferentes condições de saúde, sendo na sua maioria desnutridos ou em estado de inanição (d'Affonseca Neto *et al.*, 2002). Este fator torna a reabilitação ainda mais complexa, pois nesta faixa etária o filhote deveria receber todos os nutrientes dos quais precisa para sobreviver e crescer a partir de um alimento essencial à sua vida, o leite materno.

O leite é o produto da secreção das glândulas mamárias das fêmeas dos mamíferos, cuja função natural é a alimentação dos filhotes (Pereda, 2005). É um alimento equilibrado, composto por um sistema de multicomponentes separados, com funções parcialmente sobrepostas, nutrindo, favorecendo o crescimento da flora intestinal simbiótica e transmitindo imunidade passiva aos filhotes (Jenness & Sloan, 1970).

Físico-quimicamente, o leite é uma mistura homogênea de grande número de substâncias (açúcares, lipídeos, proteínas, sais, vitaminas, etc.), que estão em emulsão (gordura e substâncias associadas), suspensão (caseínas ligadas a sais minerais) ou dissolução verdadeira (lactose, vitaminas hidrossolúveis, proteínas do soro, sais, etc.) (Pereda, 2005), ajustadas em quantidades e composição para cada espécie animal (Bacila, 1980; Tronco, 1996).

O fornecimento de uma alimentação adequada aumenta as chances de filhotes de peixe-boi órfãos se reabilitarem e chegarem à idade adulta de forma saudável.

Considerando o fato de que não há estudos sobre a composição nutricional do leite de peixe-boi da Amazônia, nem das mudanças na sua composição ao longo da lactação que represente a lactação normal na espécie, este estudo teve como objetivo conhecer, a partir de fêmeas cativas lactantes, a composição nutricional do leite do peixe-boi da Amazônia (*Trichechus inunguis*). Os objetivos específicos foram: (I) Verificar se existe variação na composição centesimal do leite nos diferentes estágios da lactação (II) Comparar a composição do leite em fêmea primípara e múltipara, (III) Investigar a variação na composição do leite materno fornecido a filhotes de ambos os sexos, (IV) Fornecer subsídios para elaboração de dietas lácteas para filhotes órfãos em cativeiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Coleta de material biológico*

No período de oito anos (1998 a 2005) foram coletadas 76 amostras de leite de três fêmeas de peixes-bois da Amazônia cativas no Parque Aquático Robin C. Best, Laboratório de Mamíferos Aquáticos (LMA), localizado no INPA, em cinco lactações distintas e em diferentes estágios da lactação. O leite foi coletado por meio de ordenha manual das mamas limpas (direita e esquerda) (Figura 1). Quando extremamente necessário aplicou-se o hormônio ocitocina, na dose de quatro ml por animal por via intramuscular.



**Figura 1:** Coleta de leite da mama esquerda de *T.inunguis* (LMA/INPA). Foto: Anselmo d’Affonseca.

As amostras foram acondicionadas em tubos plásticos, lacradas, identificadas, e mantidas congeladas (-20°C) até a liofilização. Devido à insuficiência no volume de amostra láctea por coleta, para a realização das análises bromatológicas, foi necessário combinar as amostras por trimestres, sendo: 15 amostras do indivíduo IA, sete amostras do indivíduo IB, 12 amostras do indivíduo II e cinco amostras do indivíduo III (Tabela 1). Foram analisadas 39 amostras combinadas em trimestres, obtidas de três peixes-bois que foram sequencialmente amostrados a partir do primeiro mês de lactação até o 24º mês após o parto. O crescimento dos filhotes foi monitorado semanalmente ao longo de todo o período de lactação por meio de pesagem e biometria.

**Tabela 1:** Informações gerais a respeito das fêmeas estudadas neste trabalho.

<b>Código</b>	<b>Fêmea</b>	<b>Parturição</b>	<b>filhote</b>	<b>Ano de nascimento do filhote</b>
IA	Boo	primípara	Erê ♂	1998
IB	Boo	multípara	kinjá ♂	2004
IC	Boo	multípara	Airumã ♂	2010
II	Tukano	primípara	Tuã ♂	2002
III	Cambá	primípara	Inae ♀	2005

#### *Análise laboratorial*

Foram realizadas análises bromatológicas em duplicata das amostras, de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz – Métodos físico-químicos para Análise de Alimentos (São Paulo, 2008) para extrato etéreo, proteína bruta, cinzas e umidade.

**Pré-secagem:** O material foi inicialmente mantido congelado a uma temperatura de -20°C e depois liofilizado, ou seja, submetido a uma pressão negativa fazendo com que a água do material fosse retirada por sublimação.

**Extrato seco total:** O resíduo seco foi obtido após a evaporação da água e substâncias voláteis por meio de aquecimento direto da amostra a 105°C até peso constante.

**Lipídeos:** Foi utilizado o método de Bligh&Dyer (1959), no qual a amostra é inicialmente misturada com o metanol e clorofórmio em proporção que forma uma só fase com a amostra. Em seguida, adicionou-se mais clorofórmio e água promovendo a formação de duas fases distintas, uma de clorofórmio, contendo lipídios, e outra de metanol mais água, contendo substâncias não lipídicas. A fase do clorofórmio com a gordura foi isolada e, após a evaporação do clorofórmio, obteve-se a quantidade de gordura por pesagem.

**Proteínas:** Foi determinado por meio do processo de digestão Kjeldahl. Nesse processo, a determinação de nitrogênio é compreendida de três etapas: digestão da amostra em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, liberação da amônia por adição de NaOH e titulação da amônia com HCl.

**Cinzas:** Foi obtida pela queima da amostra em mufla utilizando temperaturas de 550°C a 570°C até peso constante.

**Carboidratos:** O conteúdo de carboidratos em geral foi obtido como carboidratos totais pela diferença, ou seja, é o somatório das porcentagens de umidade, proteínas, gordura e cinzas subtraídas de 100.

**Energia bruta:** Foi determinado em kcal/100g pelo cálculo:  $EB = PB\% \times 5,65 + EE \times 9,4 + \text{glicídios} \times 4,15$ . Onde EB=energia bruta, PB= proteína bruta, EE= extrato etéreo (Andrigueto, 1996).

**Análises físicas:** Foram coletadas amostras mensais de leite do 1º ao 9º mês de lactação de uma única fêmea (IC). Com as amostras “*in natura*” foi determinado o pH por potenciometria e estimado o teor de açúcar por meio do grau °Brix em refratômetro analógico portátil.

**Características organolépticas:** Foi definida por meio da observação direta da cor, odor e aspecto geral das amostras de leite coletado da fêmea IC.

#### *Análise dos dados*

A distribuição dos dados, das variáveis dependentes umidade, proteína, lipídeos, cinzas, sólidos totais e energia bruta, foi testada quanto a normalidade por meio do teste de d'Agostino *et al.*, (1990). As variáveis umidade, proteína e cinzas não tiveram distribuição normal e foram transformadas (arco seno da raiz quadrada) e testadas novamente a normalidade por teste de d'Agostino *et al.*, (1990) e Lilliefors (1967).

Foram realizadas três análises de variância (ANOVA) para verificar a variação nos componentes do leite (variável dependente) em função das variáveis independentes (período de lactação, variação individual da fêmea, parturições). Inicialmente avaliaram-se possíveis variações na concentração de proteína, gordura, cinzas e umidade em função do período da lactação, medido em três níveis, trimestral, semestral e anual. No segundo teste, a variação individual da fêmea foi usada como fator de variação nos componentes nutricionais do leite entre as fêmeas do estudo. Na última análise de variância, o fator “tipo de gestação” primípara *versus* múltipara foi investigado como fonte de variação na concentração de proteína, gordura, cinzas e umidade. O teste *a posteriore* de Tukey foi empregado para comparar as médias dos resultados que apresentaram variações significativas. A correlação simples de Pearson foi utilizada para verificar a relação entre proteína e gordura e entre umidade e gordura. A análise de regressão múltipla para ver a relação peso/comprimento do filhote (variável dependente) com os componentes do leite (variáveis independentes). Para todos os testes estatísticos empregados adotou-se o nível de decisão de 95% ( $p=0,05$ ).

## RESULTADOS

Os intervalos de variação observados, no teor de umidade do leite foi de 68,55 a 82,1%, na gordura a variação esteve entre 8,76 e 19,73%, a proteína bruta variou de 4,24 - 10,47% e nas cinzas a variação encontrada foi de 0,83 - 1,36%, (Tabela 2 e 3). Não foi detectado teores de açúcar no leite de *T.inunguis*.

### **Características organolépticas**

O leite do peixe-boi da Amazônia apresenta um aspecto líquido, levemente cremoso, homogêneo e bastante viscoso, formando uma espessa camada de gordura na superfície quando deixado em repouso. Possui um odor suave, “*sui generes*” e cor branco-amarelada-opaca.

### **Análise físico-química**

Com relação às análises físico-químicas, não foi possível mensurar o grau brix, o que reforça os resultados encontrados para os teores de açúcar no leite desta espécie. A média do pH encontrada foi de 6,7. De um modo geral, o pH, apresentou-se bastante alcalino variando de 8,3 na amostra de leite do primeiro mês de lactação, sofrendo uma queda brusca para 6,7 no segundo mês e finalmente variando cerca de 0,2 até o nono mês de lactação.

**Tabela 2:** Valores médios da análise centesimal e valor total do leite das fêmeas de peixe-boi da Amazônia estudadas.

Composição Centesimal Total												
Nutriente	n	Indivíduos						<i>Trichechus manatus</i>				
		IA	n	IB	n	II	n	III	Média	Bachman & Irvine (1979)	Pervaiz & Brew (1986)	Vergara <i>et al.</i> , 2000
Média ± DP (min-max)												
<b>Umidade%</b>	15	79,20 ± 1,29 (77,14 - 81,21)	7	72,95±4,48 (69,18-79,61)	12	81,82±1,3 (80,25-3,45)	5	81,15±2,52 (77,98 - 83,65)	78,06±4,14 (68,55 -82,1)	80,42±8,10 (70,4-87,5)	-	86,40
<b>PB%</b>	15	4,93 ± 0,52 (4,18- 5,55)	7	10,32±1,34 (8,97- 12,32)	12	5,12±0,9 (4,33 - 6,16)	5	4,83 ± 1,25 (3,46 - 6,39)	6,75±2,39 (4,24 - 10,47)	7,36±1,40 (5,2-9,0)	9,25	17,40
<b>EE%</b>	15	14,85±1,31 (12,45 - 16,34)	7	15,61±5,37 (8,76 - 19,87)	12	11,9 ± 0,6 (11,0-12,62)	5	12,79±1,61 (11,05 - 14,91)	14,02±2,99 (8,76 - 19,73)	12,72±7,13 (5,5 -21,5)	19,00 ± 2,00	5,25
<b>Cinzas%</b>	15	1,01±0,18 (0,85-1,35)	7	1,10±0,16 (0,83-1,28)	12	1,13±0,1 (1 - 1,26)	5	1,21±0,57 (0,7 - 2,19)	1,10 ± 0,17 (0,83-1,36)	0,97±0,02 (0,95-0,99)	-	-
<b>Sólidos totais%</b>	15	20,93±1,57 (18,79 - 23,68)	7	27,04±4,48 (20,39-30,82)	12	18,17 ± 1,3 (16,55- 19,75)	5	18,84 ± 2,52 (16,35-22,02)	21,87±3,81 (18,5-31,45)	19,58±8,10 (12,5-29,6)	-	-
<b>Energia bruta (kcal EB/100gr)</b>	15	153,44 ±11,54 (133,57-69,26)	7	181,83 ±44,86 (120,72 - 214,71)	12	127,76 ± 7,7 (116,89 - 135,61)	5	134,46 ± 16,37 (116,69- 157,87)	153,19 ± 28,10 (120,72- 219,33)	-	-	-

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; EB: energia bruta; n: número de amostras

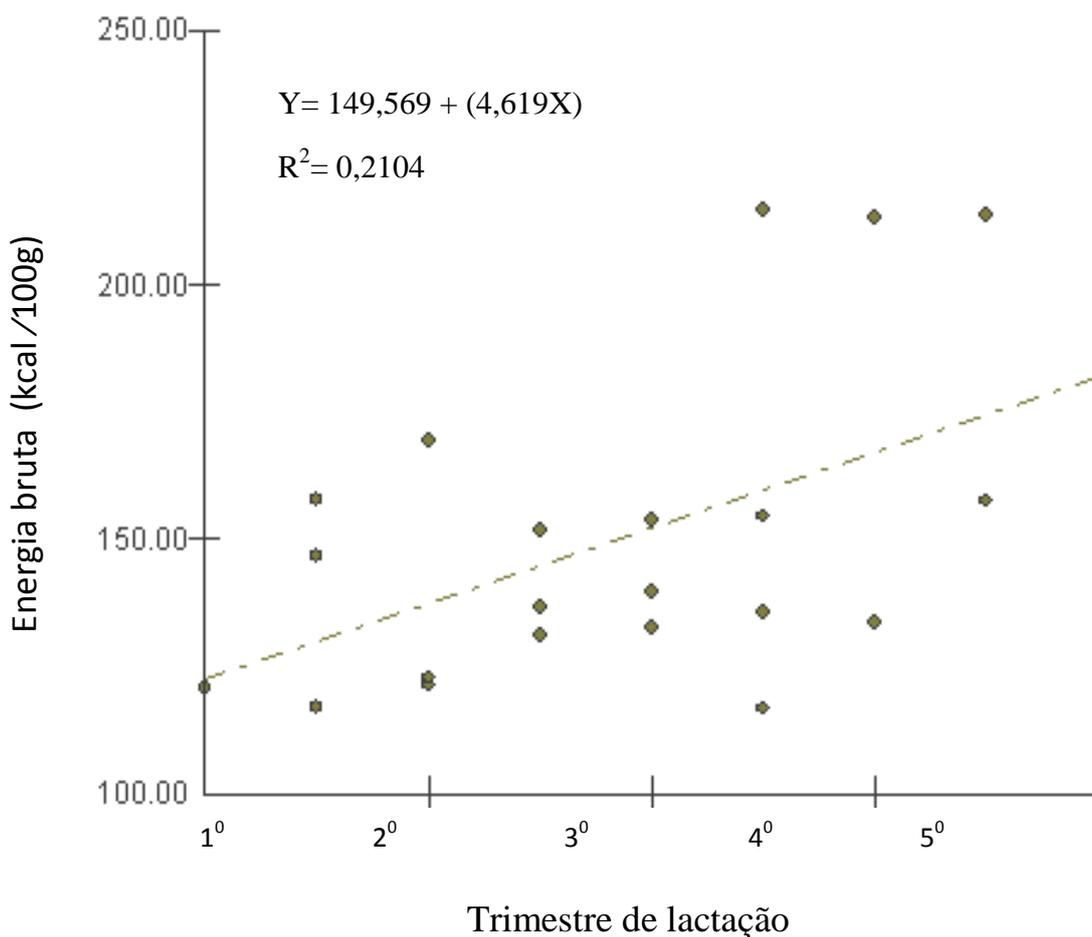
**Tabela 3:** Valores calibrados da composição nutricional do leite das fêmeas de *T. inunguis* em cativeiro ao longo da lactação.

<b>Tempo de lactação</b>	<b>Indivíduo</b>	<b>Umidade %</b>	<b>PB%</b>	<b>EE%</b>	<b>MM%</b>	<b>MS%</b>	<b>EB</b>
<b>1-3 meses</b>	IB	79,61	10,47	8,76	1,16	20,39	120,72
<b>4-6 meses</b>	IB	75,57	12,32	10,83	1,28	24,43	146,75
	II	83,45	4,45	11,01	1,09	16,55	116,89
	III	77,98	5,92	14,91	1,19	22,02	157,87
<b>Média semestre</b>		79	7,56	12,25	1,18	21	140,50
<b>7-9 meses</b>	IA	77,14	5,55	16,34	1,03	23,68	169,26
	II	82,77	4,66	11,57	1,00	17,23	122,77
	III	83,24	4,11	11,64	1,01	16,76	121,2
<b>Média trimestre</b>		81,05	4,77	13,18	1,01	19,22	137,74
<b>10-12 meses</b>	IA	79,44	4,75	14,75	1,06	20,56	151,74
	II	81,94	4,33	12,62	1,11	18,06	130,9
	III	79,06	6,39	12,36	2,19	20,94	136,8
<b>Média trimestre</b>		80,14	5,15	13,24	1,45	19,85	139,81
<b>13-15 meses</b>	IA	79,00	4,58	15,07	1,35	21,00	153,95
	II	80,72	6,03	12,06	1,19	19,28	132,66
	III	81,85	3,46	13,99	0,7	18,15	139,75
<b>Média trimestre</b>		80,52	4,69	13,70	1,08	19,47	142,12
<b>16-18 meses</b>	IA	79,1	5,18	14,87	0,85	20,90	154,55
	IB	70,33	8,97	19,87	0,83	29,670	214,71
	II	80,25	6,16	12,33	1,26	19,75	135,61
	III	83,65	4,31	11,05	0,99	16,35	116,69
<b>Média trimestre</b>		78,33	6,15	14,53	0,98	21,69	155,39
<b>19-21 meses</b>	IA	81,21	5,38	12,45	0,96	18,79	133,57
	IB	70,09	9,2	19,6	1,11	29,91	213,2
<b>Média trimestre</b>		75,65	7,29	16,02	1,03	24,35	173,38
<b>22-24 meses</b>	IA	79,32	4,18	15,65	0,85	20,68	157,57
	IB	69,18	10,65	19,02	1,15	30,82	213,78
<b>Média trimestre</b>		74,25	7,41	17,33	1	25,75	185,67

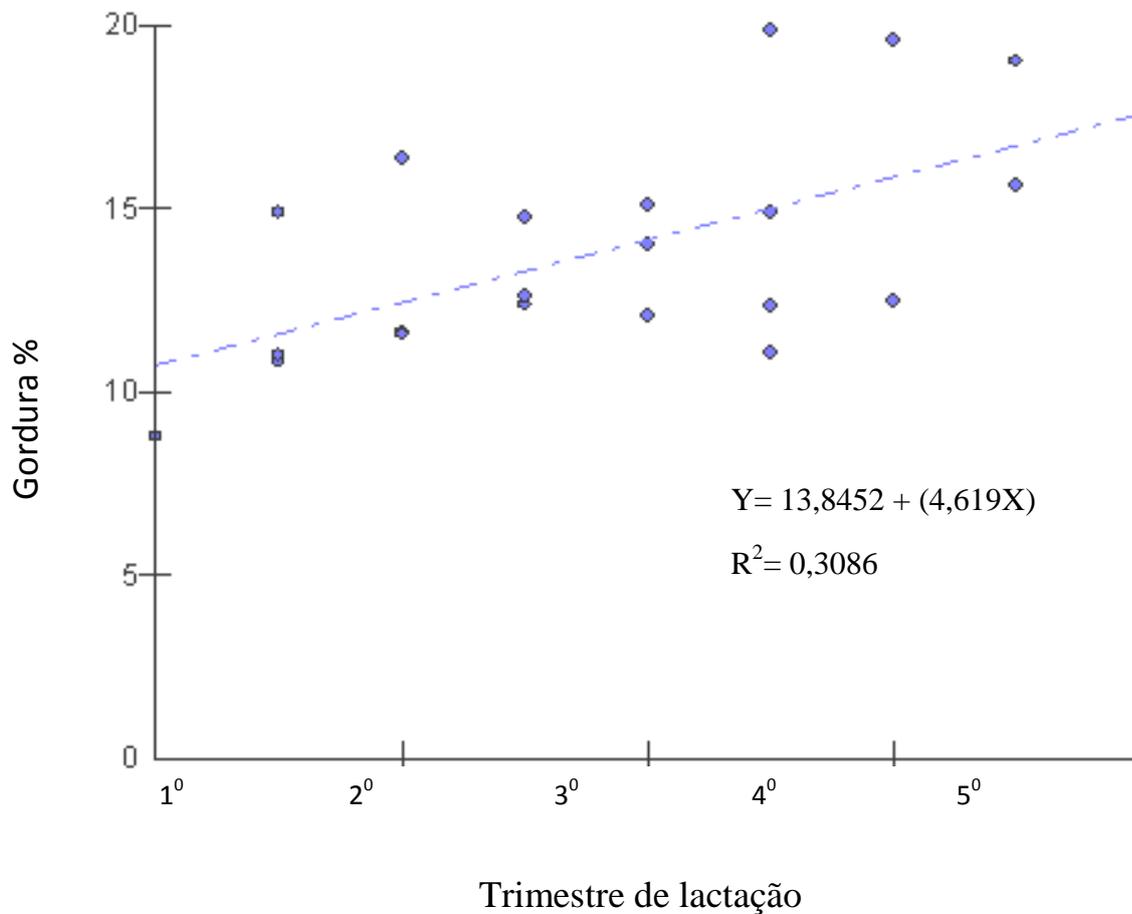
MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; MM: matéria mineral; EB: energia bruta (kcal EB/100g).

## Variação dos componentes do leite durante a lactação

A análise de regressão linear, dos valores das quatro lactações para o tempo de lactação (trimestre) versus energia bruta, revelou significativa relação linear positiva ( $p = 0,0200$ ), com o teor de gordura aumentado ao longo da lactação (Figura 2). O teor de gordura foi positivamente correlacionado com o estágio de lactação ( $p = 0,0054$ ) (Figura 3). Não houve diferenças significativas nos teores de umidade, proteína, cinzas e sólidos totais no leite desta espécie durante o período de lactação analisado.

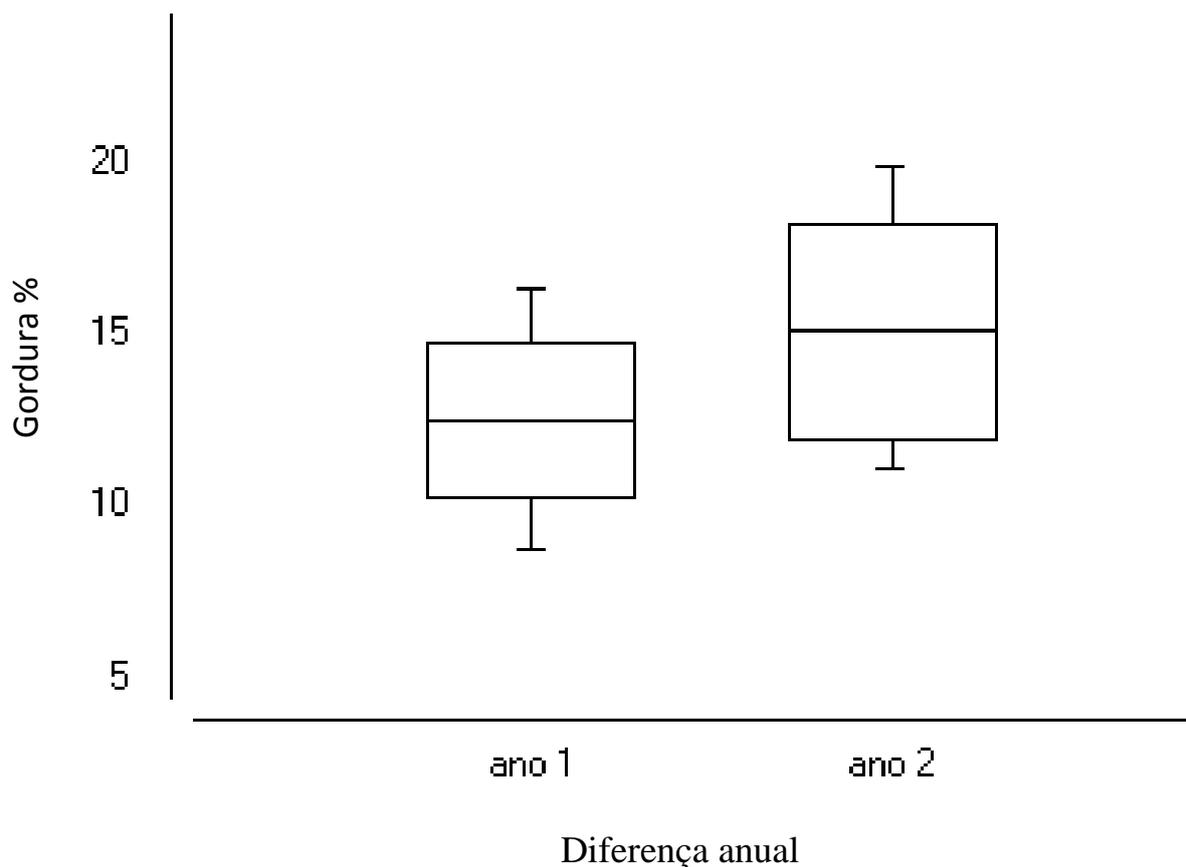


**Figura 2:** Alterações no teor de energia bruta do leite de *T. inunguis* entre trimestres de lactação.



**Figura 3:** Alterações no teor de gordura do leite de *T. inunguis* entre trimestres de lactação

O efeito do período de lactação na composição nutricional do leite foi significativa ( $p = 0,042$ ) entre o 1<sup>o</sup> e o 2<sup>o</sup> ano de lactação para o teor de gordura no leite, sendo que o teor desse componente foi mais elevado no 2<sup>o</sup> ano (Figura 4).

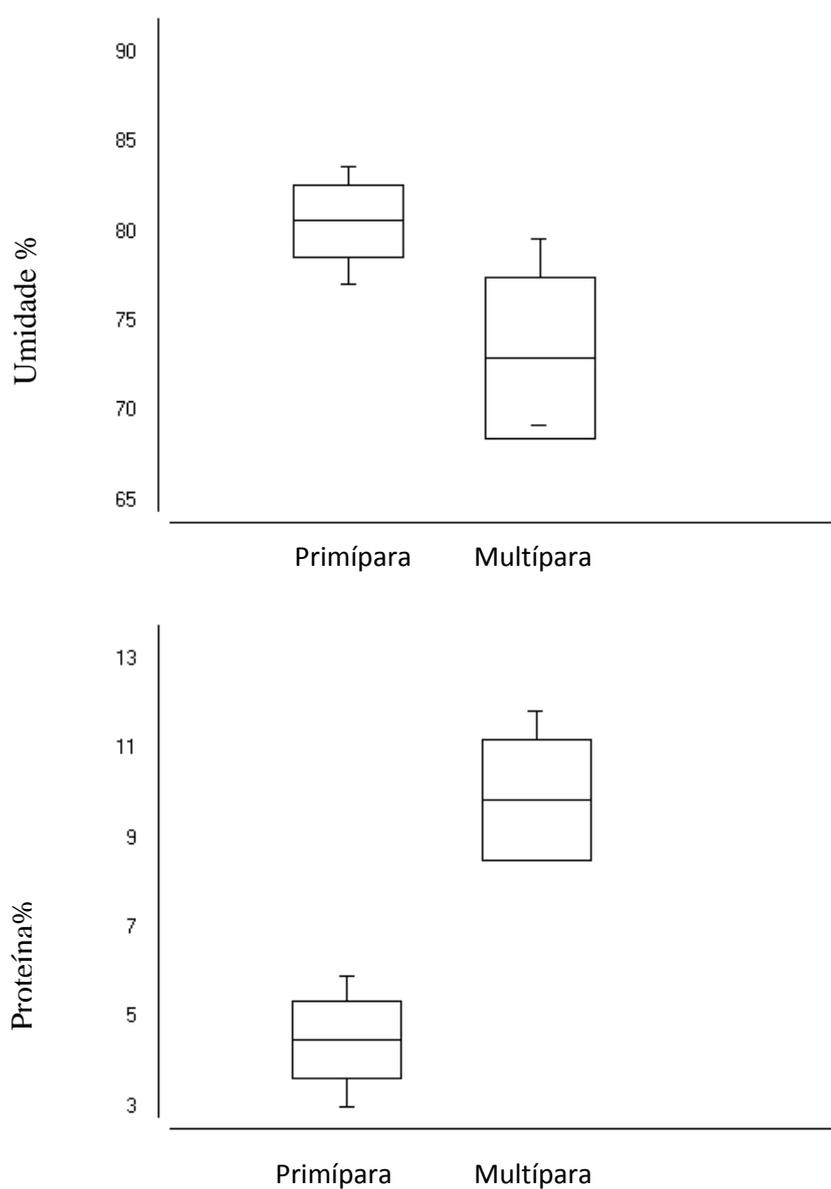


**Figura 4:** Teores de gordura no leite de *T.inunguis* no primeiro e segundo ano de lactação. Os valores plotados representam a média  $\pm$  o desvio padrão.

Na análise de correlação de Pearson dos entre os teores de proteína e gordura e de gordura e umidade não foram verificadas diferenças significativas nos componentes. Na comparação dos componentes do leite entre fêmeas lactantes foi verificada diferença significativa ( $p < 0,05$ ), nos teores de umidade ( $p = 0,0004$ ), proteína bruta ( $p < 0,0001$ ), sólidos totais ( $p = 0,0005$ ) e energia bruta ( $p = 0,00089$ ). Em teste *a posteriori* (Tukey) realizado para discriminação das diferenças entre as fêmeas. Verificou-se que só foi significativo para a fêmea IB ( $p < 0,01$ ) (Anexo 1).

## Primípara/multípara

A fêmea com mais de uma parturição (no caso de uma fêmea múltipara de terceira lactação - IB) quando comparada com as fêmeas primíparas mostrou uma diferença altamente significativa para os teores de umidade ( $p = 0,0001$ ) e proteína ( $p < 0,0001$ ) no leite (figura 5).



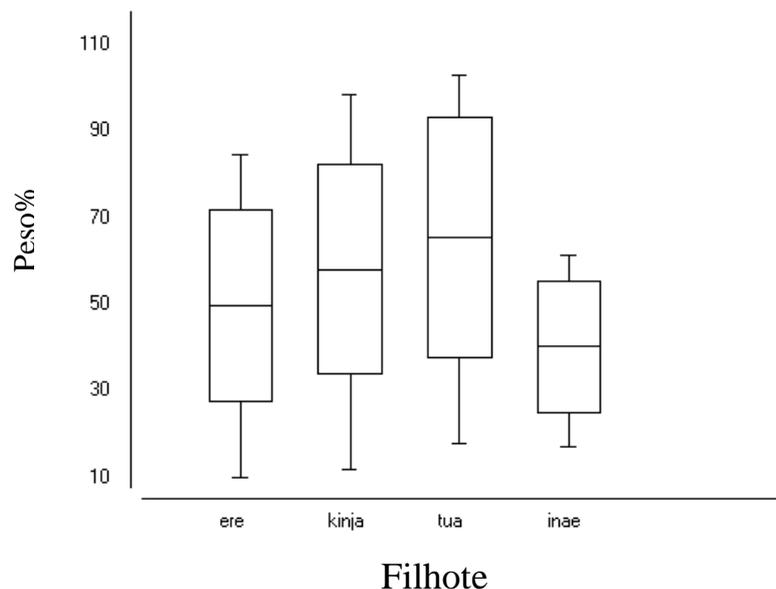
## Parturição

**Figura 5:** Teores de umidade e proteína bruta no leite de fêmeas primíparas e múltiparas. Os valores plotados representam a média  $\pm$  o desvio padrão.

### Relação peso/comprimento filhotes

Como esperado, os filhotes aumentaram de peso e de comprimento ao longo da lactação, no entanto, a relação entre essas variáveis com os componentes do leite não foi significativa estatisticamente ( $p > 0,05$ ).

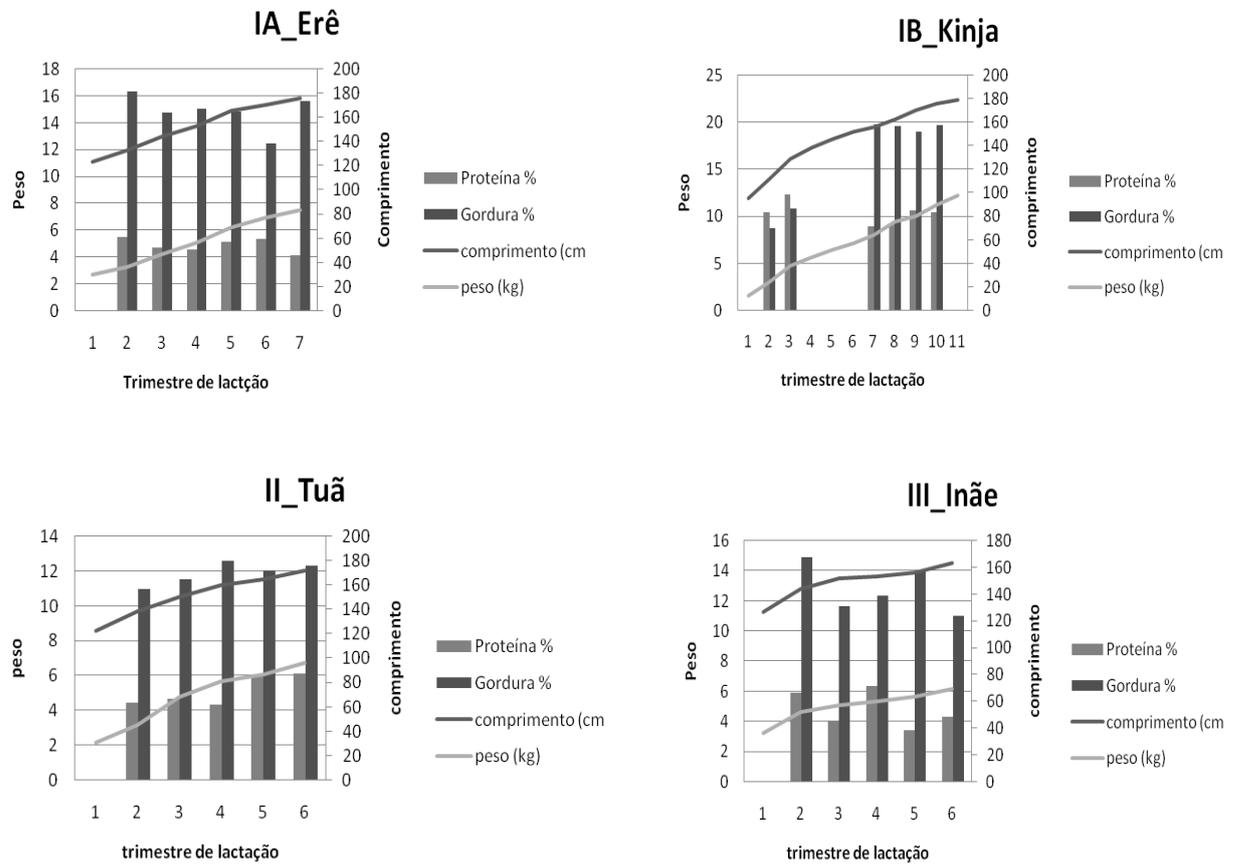
Contudo, quando comparado o peso dos filhotes entre si, observa-se que a parturição afeta significativamente ( $p < 0,01$ ) no ganho de peso dos filhotes, apesar de não existir diferença significativa entre o filhote da fêmea IB (Kinjá) e II (Tuã) (Figura 6). Contudo, supõe-se que o tamanho do filhote da fêmea II esteja relacionado as características parentais, e não necessariamente ao leite materno, tendo em vista que a fêmea II é maior em comprimento e peso do que a I e a III (esse dado não foi significativo estatisticamente).



**Figura 6:** Diferença entre o peso dos filhotes de peixe-boi da Amazônia do nascimento ao desmame. Os valores plotados representam a média  $\pm$  o desvio padrão.

## Investimento filhote macho/fêmea

Não foi detectada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) nos teores dos componentes do leite entre filhotes lactentes machos e fêmeas de *T. inunguis* (Figura 7).



**Figura 7:** Peso e comprimento dos filhotes de peixe-boi da Amazônia em cativeiro do nascimento ao desmame em relação aos componentes do leite.

## DISCUSSÃO

O investimento da mãe na sua prole pode ser avaliado se a qualidade do leite for determinada e a quantidade deste alimento for mensurada (West *et al.*, 2007). O presente estudo aborda apenas a qualidade do leite produzido, no entanto é o primeiro relato definitivo sobre as alterações na composição do leite de sirênios com base em amostras longitudinais de fêmeas com filhote de idade conhecida.

### **Composição química**

O leite dos mamíferos aquáticos, de maneira geral, é um alimento bastante rico em gordura. A baleia-bicuda-de-blainville (*Mesoplodon densirostris*), por exemplo, possui leite com cerca de 34% de gordura na sua composição (Sasaki *et al.*, 2006); na foca-de-weddell (*Leptonychotes weddellii*) o teor de gordura no leite aumenta até 57% ao longo da lactação (Barbieri *et al.*, 1999).

A composição do leite de baleias e golfinhos possui padrões muito distintos; muitas das baleias sem dentes (subordem Mysticeti) têm lactações relativamente breves (5-7 meses), e produzem leite com baixo teor de água (40-53%), rico em gordura (30-50%), e moderadamente rico em proteínas (9-15%) e cinzas (1,2-2,1%). Isto é possível porque as fêmeas grávidas migram para áreas de alimentação, onde podem ingerir e acumular grandes quantidades de energia antes do parto. Por outro lado, as baleias e golfinhos (subordem Odontoceti) têm lactações bem mais extensas que duram tipicamente 1-3 anos; produzem leite com elevado teor de água (60-77%) e menor teor de gordura (10-30%) e cinza (0,6-1,1%), com níveis semelhantes de proteína (8-11%) (Ofstedal, 1997).

Quando comparamos a composição do leite de peixe-boi da Amazônia com a dos animais acima mencionados, verificamos que a estratégia de lactação adotada por membros da ordem Odontoceti é semelhante aos da espécie deste estudo (*T. inunguis*), onde o investimento maternal será principalmente no longo período de lactação e não no teor nutricional do leite propriamente dito.

### *Gordura*

O leite do peixe-boi da Amazônia apresentou de um modo geral, elevado teor de gordura na sua composição ( $14,02\% \pm 2,99$ ), quando comparado ao leite bovino (3,68%). Entretanto, o teor de gordura no primeiro trimestre de lactação dos animais neste estudo, foi semelhante ao encontrado para fêmeas bubalinas (8,16%) (Verruma & Salgado, 1994).

Nos últimos dois trimestres de lactação analisados, os teores de gordura encontrados foram próximos aos resultados obtidos por Pervaiz & Brew (1986) para o peixe-boi da Flórida (*T. m. latirostris* um valor de 19%) e para o leite do peixe-boi do nordeste brasileiro em cativeiro (*T. m. manatus* um valor de 17%) (Vergara *et al.*, 2000). Como ambos os trabalhos não mencionam ao certo o período de lactação em que se encontravam as fêmeas, supõe-se que estas já estavam em um estágio lactacional avançado.

O elevado teor de gordura como observado no leite dos mamíferos aquáticos, se deve ao fato deste nutriente fornecer importante isolante térmico além de ser excelente fonte de energia para o mamífero neonato (Gonzalez, *et al.*, 2001).

## *Carboidratos*

A lactose, principal açúcar do leite, é de vital importância na produção do volume de leite, considerando que não se difunde através das membranas celulares causando influxo de água nos alvéolos mamários, ou seja, agregando água para manter o equilíbrio osmótico do leite com o sangue (Mephram, 1987). Isso, provavelmente, explica o fato de terem sido obtidas quantidades mínimas de leite dos peixes-bois da Amazônia por ordenha, como mencionado neste estudo.

Existem diversas vantagens no mundo aquático de se produzir um leite sem lactose, como é o caso dos leões-marinhos que ao produzir um leite com baixo teor de umidade, devido à ausência de lactose, consegue manter a lactação durante os longos intervalos de tempo entre aleitamento e procura de alimento no mar (mais de 23 dias em algumas espécies). O leite sem lactose também favorece a hidrodinâmica corpórea em focas lactantes, pois o leite mais concentrado, não permite que ocorra uma distensão exacerbada da mama facilitando a locomoção destes animais na procura de alimento (Reich & Arnould 2007). Esta é uma razão provável para ausência de lactose no leite do peixe-boi da Amazônia, considerando que esta espécie vive restrita a águas de profundidade relativamente baixa, onde as macrófitas aquáticas apresentam grande produtividade (Best, 1981) preferencialmente em lagos de várzea e canais dos sistemas de água branca onde há maior disponibilidade de alimento para o animal (Rosas, 1994; da Silva, 2004) faz-se necessário que o mesmo possua um corpo extremamente hidrodinâmico para ter acesso a diferentes locais de alimentação.

A  $\alpha$ -lactoalbumina, sistema enzimático responsável pela síntese de lactose, apresenta baixa atividade em *T. m. latirostris*, por isso o teor de lactose no leite desta espécie é muito baixo (0,06%) (Pervaiz & Brew, 1986) Esse achado reforça os

resultados encontrados neste estudo com *T. inunguis* no qual não foi possível determinar o teor de lactose.

O método de estimativa do teor de açúcar por diferença não é aconselhável pois, combina os erros de todos os outros ensaios (proteína, gordura e água), no entanto, quanto menor o teor de açúcar menor o erro analítico do experimento (West *et al.*, 2007). Ainda sim, sugere-se que em futuros estudos sejam utilizados outros métodos para detecção de açúcar no leite de *T. inunguis*, mesmo que os resultados obtidos mostrem que os teores de lactose são extremamente baixos.

### *Proteínas*

As proteínas são as principais substâncias estruturais do corpo, sendo essenciais para a construção e reparo dos tecidos (Coutinho, 1981). No leite bovino o teor protéico é de 3,6% (Verruma & Salgado 1994) enquanto que para o peixe-boi da Amazônia, neste estudo, foi possível encontrar até 10% deste nutriente no leite. Estes resultados são similares aos encontrados para *T.manatus* (9,65%) por Pervaiz & Brew (1986).

O teor de proteína no leite de mamíferos carnívoros é consideravelmente superior ao de herbívoros terrestres (Blaxter, 1961), como no caso de lobos do ártico (*Canis lupus arctos*), com 12% (Lauer *et al.*, 1969) e de cães domésticos (*Canis familiaris*) com aproximadamente 7,53% (Oftadel, 1984b). Esses teores são similares os encontrados para *T.inunguis* neste estudo e para *T. manatus* (Pervaiz & Brew 1986) sugerindo que, apesar das necessidades nutricionais destas espécies serem diferentes, as exigências nutricionais são semelhantes.

Quando comparamos o teor de proteína no leite de *Trichechus inunguis* com o de outros mamíferos aquáticos como, por exemplo, o boto-vermelho (*Inia geoffrensis*) (9,6%), o golfinho-comum (*Delphinus delphis*) (10,3%), o boto-cinza (*Sotalia*

*guianensis*) (9,5%) e o leão marinho da Nova Zelândia (*Phocarctos hookeri*) (10,02%) (Rosas *et al.*, 1996; Peddermors *et al.*, 1989; Rosas e Monteiro-filho, 2002 e Sapriza *et al.*, 2009 respectivamente) podemos observar que ocorre a transferência de uma grande quantidade de proteína para o filhote, muito maior do que em mamíferos terrestres como, por exemplo, fêmeas de elefante-africano (*Loxodonta africana*) (4,9%) (Jensen, 1995) e até mesmo seres humanos (0,9% no leite maduro) (Jenness, 1979). Esta molécula em mamíferos aquáticos ocorre em maior concentração do que em mamíferos terrestres (Reidarson *et al.*, 2000) devido à maior necessidade de retenção de oxigênio para o mergulho (Ridgway, 1972), por isso, possivelmente, em maior quantidade no leite. Este fato provavelmente ocorre porque as proteínas são nutrientes essenciais para formação de todas as estruturas do organismo inclusive células sanguíneas, como é o caso das hemácias, responsáveis pelo transporte de oxigênio para o organismo por meio das moléculas de hemoglobina (Kerr, 2003).

#### *Sólidos totais*

Quanto aos sólidos totais, a gordura foi o nutriente responsável por cerca de 50% dos sólidos totais. Os resultados encontrados neste trabalho para *T. inunguis*, foram similares aos encontrados por Vergara *et al.*, (2000) para *T. manatus* (25%), mas inferiores ao descrito por Derrickson *et al.*, (1996) para roedores da família Muridae (*Acomys cahirinus*) (40%). .

#### **Características organolépticas**

O aspecto geral do leite de *T. inunguis* analisado neste trabalho, apresentou características bastante semelhantes ao aspecto geral do leite bovino (Gonzalez *et al.*, 2001), exceto no que diz respeito à viscosidade. Testes realizados em ratos com deficiência de  $\alpha$ -lactoalbumina, proteína precursora da lactose, mostraram que estes

produziam um leite altamente viscoso, quando comparados com ratos do grupo controle (Stinnakre *et al.*, 1994). Esta proteína possui uma atividade 10 vezes menor no leite do peixe-boi marinho quando comparado ao leite de vaca (Pervaiz & Brew, 1986). De maneira análoga, a ausência de lactose no leite do peixe-boi da Amazônia é, provavelmente, responsável pelo aspecto viscoso do leite desta espécie.

### **Análise físico-química**

O pH pode ser um indicador da qualidade sanitária e da estabilidade térmica do leite, sendo que, esta medida no leite recém ordenhado de uma vaca sadia pode variar entre 6,4 a 6,8, atingindo, nos casos graves de mastite, uma alcalinidade de 7,5 (Venturini *et al.*, 2007). Este fato ocorre devido a composição do leite no úbere mastítico sofrer alterações, tendendo a aumentar a concentração de sódio proveniente do sangue e sofrer redução na concentração de cálcio, fósforo e potássio. Isso faz com que o pH do leite seja semelhante ao pH do sangue (7,3 a 7,5) (Brito & Brito, 1998). Apesar de não ter sido observado nenhum sinal clínico de mastite nas tetas da fêmea de peixe-boi neste estudo, e esta fêmea ser considerada sadia o pH alcalino do leite (8,3) no primeiro mês de lactação sugere uma possível infecção mamária subclínica a qual foi possivelmente sanada pelo próprio sistema imune da fêmea como verificado no pH do leite dos meses que sucederam o primeiro mês de lactação.

### **Variação durante a lactação**

A composição do leite de fêmeas suínas sofre grandes modificações nos primeiros dois a três dias após o parto. Esse período corresponde à transição do colostro para a secreção do leite “maduro”, permanecendo ambos estáveis nas fases posteriores (Klobasa *et al.*, 1987). Isso explica o fato de não terem sido identificadas variações

bruscas nos componentes do leite do peixe-boi da Amazônia neste estudo, considerando que não foram feitas análises de composição do leite na fase de colostro.

Entretanto, o trabalho realizado com foca harpa (*Phoca groenlandica*) também mostrou que o teor de gordura aumenta durante a lactação, apesar do método de coleta ser diferente deste estudo; contudo o teor de água tende a diminuir proporcionalmente, enquanto que os teores de proteína e cinzas permanecem estáveis (Lavigne *et al.*, 1982). Estes autores explicam que o alto teor de gordura no leite de foca e consequentemente as grandes quantidades de energia transferida ao filhote durante um curto período de tempo, promove o crescimento neonatal acelerado.

O teor de gordura no leite também sofre grande variação no caso de elefantes marinhos do sul (*Mirounga leonina*). Contudo, nesta espécie essa mudança é muito mais brusca (variando de 12 a aproximadamente 52% enquanto o teor de água cai de 70 para 33%, logo nos primeiros 20 dias de vida do filhote -Carlini *et al.*, 1994) se comparado aos resultados encontrado para peixe-boi da Amazônia no presente estudo.

Os resultados encontrados por nós corroboram os obtidos por Carlini *et al.*, (1994) para elefante marinho, que não observaram diferenças nos teores de proteína e sais minerais ao longo da lactação. Por outro lado, discordam dos resultados encontrado por West *et al.*, (2007) para golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*), que identificaram correlação positiva entre o teor de gordura e o de proteína no leite, embora a variação no teor de proteína tenha variado menos que a gordura.

### **Primípara/múltipara**

A lactação é um estado homeorético, no qual ocorrem adaptações no metabolismo, em tecidos e órgãos da vaca, sempre priorizando a síntese de leite (Bauman & Currie, 1980). De acordo com Hart (1983), a parturição faz com que a dinâmica

homeorética se torne mais eficiente na separação dos nutrientes para o processo de lactogenese e galactopoiese. Assim, conforme o número de partos a fêmea torna-se cada vez mais eficiente na produção de leite, isso possivelmente explica a diferença no teor de proteína e de umidade observado entre a primeira e a terceira gestação da fêmea I de forma a garantir a sobrevivência do filhote na medida em que amadurece.

Contudo, outras causas podem explicar essa diferença no teor de proteína bruta entre partos, como por exemplo, o ganho do peso corporal da fêmea conforme o número de lactações aumenta, produzindo conseqüentemente maior disponibilidade de reserva no corpo para a síntese dos componentes do leite. Além disso, o desenvolvimento das glândulas mamárias e do tecido glandular, provocado pelo número de lactações, poderiam também resultar em aumento da síntese de constituintes do leite (Sevi *et al.*, 2000).

A diferença na composição do leite ao longo das parturições também foi observada em suínos, onde a ordem de parto influenciou a estimativa de energia, a produção do leite e o ganho em peso dos leitões entre as fêmeas de primeiro e terceiro parto, não havendo diferença entre as demais ordens de parturições (Martins *et al.*, 2007). Apesar de, neste estudo, não termos outras fêmeas multíparas para comparar, os resultados de ganho de peso do segundo filhote da fêmea I foi superior ao primeiro filhote e superior ao ganho de peso do filhote da fêmea III.

Outras espécies animais como ovinos (Sevi *et al.*, 2000) e dromedários (Bakheit *et al.*, 2008) apresentam variação na composição química do leite, apesar de que em dromedários o maior teor de proteína bruta foi identificado em fêmeas primíparas e não multíparas diferindo com os resultados deste estudo.

## **Investimento macho/fêmea**

A lactação é uma das características que define a reprodução dos mamíferos, e que envolve investimento substancial de energia e nutrientes por parte da mãe para o filhote (Oftedal, 1984). No entanto, a dependência materna pelo filhote, vai além da dependência nutricional, pois a necessidade do aprendizado de habilidades cognitivas sociais, técnicas de forrageio, estratégias de defesa contra predadores são alguns dos fatores que favorecem o elo entre mãe e filhote (Hayssen, 1993).

Neste estudo não foi verificado uma tendência de investimento materno para um dos sexos, uma vez que os filhotes estudados chegaram ao desmame com pesos e tamanhos semelhantes, sendo que não foram detectadas variações significativas na composição do leite das fêmeas com filhotes machos ou fêmeas. Resultado semelhante foi observado em elefante-marinho (*Mirouga leonina*), que apesar deste animal ser sexualmente dimórfico (macho 10x maior que a fêmea) e poligâmico, seus filhotes, de ambos os sexos chegam ao período de desmame com pesos semelhantes (McCann *et al.*, 1989).

Os resultados encontrados para *T. inunguis* sugerem que o investimento materno nesta espécie está direcionado para que o filhote, independentemente do sexo, chegue até o período de desmame, apto a sobreviver sozinho na natureza até a idade adulta e assim perpetuar a espécie. Contudo, são necessários mais estudos sobre investimento materno nessa espécie para resolver estas questões.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo são consistentes e poderão ser utilizados como valores – referência para a elaboração de fórmulas lácteas para filhotes de peixes-bois da Amazônia órfãos, vivendo em cativeiro.

## REFERÊNCIAS

Arraut, EM., Marmontel M., Mantovani, JE., Novo, EMLM., Macdonald, DW., Kenward, RE. 2009. The Lesser of two evils: seasonal migrations of Amazonian manatees in the Western Amazon. *Journal of Zoology*. 1-10.

Andrigueto, J. 1996. *Nutrição animal: As bases e os fundamentos da nutrição animal-Os alimentos*. Nobel. V.1. 4. ed. SP. 396pp.

Bacila, M. 1980. *Bioquímica veterinária*. J. M. Varela Livros LTDA. SP. 534 pp.

Bakheit, AS., Majid, AMA., Nikhala Abdel Moneim MA. 2008. Camels (*Camelus dromedarius*) under pastoral systems in North Kordofan, Sudan : Seasonal and parity effects on milk composition. *Journal of Camelid Sciences*. 1: 32-36.

Barbieri, E.; Gomes, V.; Ngan, P.V. 1999. As simpáticas focas da Antártida. *Ciência Hoje*. 25 (149): 65-68.

Bauman, DE., Currie, BW. 1980. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: A review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *Journal of Dairy Science*. 63:1514-1529.

Blaxter KL. 1961. Lactation and growth of the young milk: the mammary gland and its secretion; by Kon SK and Cowie AT. volIII. Academic press, New York. 338pp

Bligh, EG., Dyer, WJ. 1959. Um método rápido de extração de lipídios totais e de purificação. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37: 911-917.

Best, RC. 1981. Foods and feeding habits of wild and captive Sirenia. *Mammal Rev.* 11(1): 3-29.

Best, RC., Ribeiro, G A., Yamakoshi M., Da Silva, VMF. 1982. Artificial feeding for unweaned Amazonian manatees. *International Zoo Yearbook*. 22: 263-267.

- Brito MAVP., Brito JRF. 1998. Qualidade higiênica do leite. In: BRITO, J.R.F.,DIAS, J.C. (Ed). A qualidade do leite. Juiz de Fora: Embrapa/São Paulo: Tortuga. p. 83-90.
- Carlini AR., Márquez MEI., Soave G., Vergani DF., Ferrer PAR. 1994. Southern elephant seal, *Mirounga leonina*: composition of milk during lactation. *Polar Biology*. 14(1): 37-42.
- Coutinho, R. 1981. *Noções de fisiologia da nutrição*. 2º edição. Cultura Médica. Rio de Janeiro, RJ. 512 pp.
- D'affonsêca Neto JA., Rosas FCW., Mattos GE., Picanço MCL., Sousa-Lima, RS., Lazzarini ,SM., da Silva, VMF. 2002. Health history of captive Amazonian manatees in Brazil. In: Florida Marine Mammal Health Conference, 2002, Gainesville. Proceedings of the Florida Marine Mammal Health Conference.
- D'Agostino, RB.; Belanger, A; D'Agostino, Jr RB. 1990. "A suggestion for using powerful and informative tests of normality". *The American Statistician* **44** (4): 316–321.
- da Silva VMF., D' Affonseca Neto JA., Mattos GE., Sousa-Lima RS. 2000. Duração da lactação em peixe-boi da Amazônia (*Trichechus inunguis*): Estudo de caso de filhote nascido em cativeiro. 9º Reunión de Trabajo de Especialistas em Mamíferos Acúaticos de América del Sur. Buenos Aires-Argentina. p 39.
- da Silva, VMF. 2004. O peixe-boi da Amazônia *Trichechus inunguis* (Sirenia: Trichechidae). In: Cintra, R. (coord.). *História natural, ecologia e conservação de algumas espécies de plantas e animais da Amazônia*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. p: 283-289.

da Silva, VMF., Catanhede AM., Rosas FCW. 2008. Peixe-boi da Amazônia, *Trichechus inunguis* (Natterer, 1883). In: Machado, AB., Drummond, G., Paglia, A. (Org). Livro da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, Minas Gerais. P. 816-818.

Derrickson, EM., Jerrad, N., Oftedal, O. 1996. Milk composition of two precocial, arid-dwelling, rodents, *Kerodon rupestris* and *Acomys cahirinus*. *Physiological Zoology*, 69(6): 1402-1418.

Gonzalez, FHD., Durr, JW., Fontaneli, RS. 2001. Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras. Biblioteca setorial de faculdade de medicina veterinária UFRGS. Porto Alegre, RS. 72pp.

*IUCN Red List of threatened Species*. 2009. Marmontel, M. *Trichechus inunguis*. ([www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)). Acesso: 28/05/ 2009.

Hart, 1C. 1983. Endocrine control of nutrient partition in lactating ruminants. *Proc. Nutr. Soc.* 42,94-181.

Hayssen, V. 1993. Empirical and theoretical constraints on the evolution of lactation. *J. Dairy Sci.* 76, 3213–3233.

Jenness, R.; Sloan R. E. 1970. The composition of milks of various species: a review. *Dairy Sci Abstr.* 32(10): 599-612.

Jenness, R. 1979. The composition of human milk. *Seminars in Perinatology*, 3(3): 225-239.

Jensen R.G.1995. *Handbook of Milk Composition*. Academic Press, San Diego. 566pp.

Keer, MG. 2003. *Exames Laboratoriais em Medicina Veterinária. Bioquímica Clínica e Hematologia*. 2 Ed. Roca. São Paulo, SP.436 pp.

Klobasa F., Werhahn E., Butler JE. 1987. Composition of sow milk during lactation. *Journal of Animal Science*. 64 (5):1458-1466.

Lauer BH., Kuyt E., Baker BE. 1969. Wolf milk. I. Arctic wolf (*Canis lupus arctos*) and husky milk: gross composition and fatty acid constitution. *Canadian journal of Zoology*. 47: 99-102.

Lavigne DM., Stewart REA., Fletcher F. 1982. Changes in composition and energy content of harp seal milk during lactation. *Physiol. Zool*. 55(1): 1-9.

Lilliefors, HW. 1967. On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. *J. Am. Stat. Assoc.* 62: 399-402.

Martins TDD., Costa AN., da Silva JHV., Brasil LHA., Valença RMB., Souza NM. 2007. Produção e composição do leite de porcas híbridas mantidas em ambiente quente. *Ciência Rural*. 37(4): 1079-1083.

Mc Cann TS., Fedak MA. Harwood J. 1989. Parental investment in southern elephant seals, *Mirouga leonina*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 25(2): 81-87.

Mepham, TB. 1987. *Physiology of Lactation*. Milton Keynes, UK: Open University Press. 207 pp.

Oftedal OT. 1984. Milk composition, milk yield and energy output at peak lactation: a comparative review. *Symp. Zool. Soc. Lond*. 51: 33-85.

Oftedal OT. 1984. Lactation in the dog: Milk composition and intake by puppies. *The Journal of nutrition*. 114: 803-812.

Oftedal OT. 1985. Pregnancy and lactation. In *Bioenergetics of wild herbivores*: Hudson, RJ & White, RG. (Eds). Boca Raton: CRC Press. 215-238.

Oftedal OT. 1997. Lactation in whales and dolphins: evidence of divergence between baleen and toothed-species. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*. 2(3):205-230.

Pereda, J.A.O. 2005. *Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal*. Vol. 2. Artmed. Porto Alegre, RS. 279 pp.

Pervaiz, S., Brew, K. 1986. Composition of the milks of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) and the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*). *Comp. Biochem. Physiol.*, 84(2): 357-360.

Peddemors, VM., Muelenaere, JH., Devchand, K. 1989. Comparative milk composition of the Bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*), Humpback dolphin (*Sousa Plumbea*) and Commom dolphin (*Delphinus delphis*) from Southern African Waters. *Comp. Biochem. Physiol.*, 94(4): 639-641.

Rathbun GB., Bonde RK., Powell JA. 1995. Reproduction in free-ranging West Indian manatees *Trichechus manatus*. O'Shea, TJ., Ackerman BB., Percival HF (eds). *Population Biology of the Florida Manatee*. U.S. Department of the interior. Information and Technology Report 1:135-157.

Reich CM., Arnould JPY. 2007. Evolution of Pinnipedia lactation strategies: a potential role for  $\alpha$ -lactalbumin?. *Biol. Lett.* 3: 546-549

Reidarson, T.H.; Duffield, D. & McBain, J. 2000. Normal Hematology of Marine Mammals. In: Feldman, B.F.; Zinkl, J.G.; Jain, N.C; Schalm, O.W.(Eds). *Veterinary Hematology*. 5thed., Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, USA. p. 1164-1173.

Ridgway, S.H. 1972. Homeostasis in the aquatic environment. In: Ridgway, H. (Ed) *Mammals of the Sea: Biology and Medicine*. Charles C Thomas Publishers, Springfield, Illinois, USA. p.590-747.

Ronald, K., Selley LJ., Amoroso, C. 1978. *Biological Synopsis of the Manatee*. IDRC. Ottawa. 112p.

Rosas, FCW. 1994. Biology, conservation and status of the Amazonian manatee *Trichechus inunguis*. *Mammal Rev.* 24(2): 49-59.

Rosas FCW., Lehti KK., 1996. Nutritional and mercury content of milk of the Amazon river dolphin, *Inia geoffrensis*. *Comp. Biochem Physiol.* 115(2): 117-119.

Rosas FCW., Pimentel TL. 2001. Order Sirenia (Manatees, dugongs, sea cows). In: Fowler ME., Cubas ZS.(Eds). *Biology, Medicine, and Surgery of South America Wild Animals*. Iowa State University Press. Ames, Iowa, USA. P352-362.

Rosas FCW., Monteiro-Filho ELA. 2002. Reproduction of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) on the coast of Paraná, Southern Brazil. *Journal of Mammalogy*. 83(2): 507-515.

São Paulo - Instituto Adolfo Lutz. 2008. Normas anal ticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para anlises de alimentos. 4  edic o. 1  edic o digital. 1020 pp.

Sasaki S., Hashitaka M., Yoshida T., Kohyama K., Watanabe H., Ohta T., Yamada TK., Hosono A. 2006. Chemical composition of Blauville's whale (*Mesoplodon densirostris*) milk. *Milk Science*. Vol 55(1): 37-41.

Sapriza FGR., Villalobos NL., Mackenzie DDS., Duignan PJ., Macgibbon A., Chilvers BL., Wikinson IS. 2009. Comparison of methods for the analysis of New Zealand sea

lion *Phocarctos hookeri*, milk. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*.43: 997-1006.

Sevi, A.; Taibi, L.; Albenzio, M.; Muscio, A.; Annixhiarico, G. 2000. Effect of parity on milk yield, composition, somatic cell count, renneting parameters and bacteria counts of Comisana ewes. *Small Ruminant Research*. 37: 99-107.

Stinnakre, MG., Vilotte, JL., Soulier, S., Mercier, JC. 1994 Creation and phenotypic analysis of a-lactalbumin deficient mice. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 91, 6544–6548.

IUCN. 2008. Red List of Threatened Species. Disponível em: <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Acesso em: 28/05/ 2009.

Tronco, V. M. 1996. *Aproveitamento do leite e elaboração de seus derivados na propriedade rural*. Livraria e Ed. Agropecuária. Guaíba, RS. 144 pp.

Venturini KS., Sarcinelli MF., da Silva LC. 2007. Características do leite. Boletim técnico – PIE-UFES: 01007. Site:

[http://www.agais.com/telomc/b01007\\_caracteristicas\\_leite.pdf](http://www.agais.com/telomc/b01007_caracteristicas_leite.pdf). Acessado em: 28 de fevereiro de 2011.

Vergara, JE., Parente, CL., Sommerfeld, PA., Lima, RP. 2000. Estudo da composição do leite do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus* LINNEAUS, 1856) no nordeste do Brasil com inferências para uma dieta artificial. *Ciênc. Vet. Tróp*, 3 (3): 159-166.

Verruma, MR; Salgado, JM. 1994. Análise química do leite de búfala em comparação ao leite de vaca. *Sci. Agric*. 51(1): 131-137.

West KL., Oftedal OT., Carpenter JR., Krames BJ., Campbell M., Sweeney JC. 2007.  
Effect of lactation stage and concurrent pregnancy on milk composition in the  
bottlenose dolphin. *Journal of Zoology*, 273(2): 148-160.

## Anexo

Resultados do teste de ANOVA para comparação dos componentes do leite (variável dependente) de peixe-boi da Amazônia criados em cativeiro utilizando as lactações das fêmeas I (A e B), II, III como fator de variação.

<b>Variável dependente</b>	<b>Fonte variação</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Umidade</b>	<b>Lactação</b>	3	245.266	81.755	11.4244	0.0004
	<b>erro</b>	17	121.656	7.156		
<b>Proteína</b>	<b>Lactação</b>	3	109.539	36.513	34.3774	< 0.0001
	<b>erro</b>	17	18.056	1.062		
<b>Gordura</b>	<b>Lactação</b>	3	45.935	15.312	1.9105	0.1654
	<b>erro</b>	17	136.243	8.014		
<b>Cinzas</b>	<b>Lactação</b>	3	0.11	0.037	0.3834	0.7688
	<b>erro</b>	17	1.632	0.096		
<b>Sólidos totais</b>	<b>Lactação</b>	3	244.7	81.565	11.04	0.0005
	<b>erro</b>	17	125.6	7.388		
<b>Energia bruta</b>	<b>Lactação</b>	3	96.1 e+02	32.0 e+02	5.3614	0.00089
	<b>erro</b>	17	10.2 e+03	597.682		

Graus de liberdade (GL); Soma dos quadrados (SQ); quadrado médio (QM), diferença entre os grupos (F); probabilidade (P).